Europas größtes IT- und Tech-Magazin

c't magazin für computer technik

28. 3. 2020 8

Corona-Krise beschleunigt Digitalisierung

Licht, Heizung, Rollo, Alarmanlage, Waschmaschine …

Smart Home, aber richtig!

Technikberatung • Praxiserfahrungen • Auch ohne Cloud

IM TEST

- High-End: Samsung Galaxy S20
- Zyklus-Apps zur Familienplanung
- Blickschutzfolien für Notebooks
- Sicherheitsschlüssel Google Titan
- Kompaktes Notebook mit 6-Kern-CPU

Veraltete Kernel, Sicherheitslücken

Raspberry Pi versus Linux

Test: Disney und Apple vs. Netflix • Hardware

Videostreaming-Dienste

Fritzbox 7520 auf 7530 tunen

Microsoft Hololens 2 im Praxistest

Hackintosh: macOS auf c't-Ryzen-PC

Windows Instant Recovery nutzen

Docker-Logs komfortabel auswerten

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

Wie Google & Co. uns steuern

Suchmaschinen, Navigation, Online-Shops: Algorithmen werten unser Verhalten aus

4 199148 405207 08

FRITZ!

CHAMPIONS LEAGUE AUS BERLIN

Stiftung Warentest
test
GUT (1,6)
FRITZ!Box 7530
Im Test:
8 WLAN-Router
Ausgabe 3/2020
www.test.de
20AY73

TESTSIEGER
Stiftung Warentest
test
SEHR GUT (1,5)
FRITZ!Box 7590
Im Test:
8 WLAN-Router
Ausgabe 3/2020
www.test.de
20LI12

Stiftung Warentest
test
GUT (2,0)
FRITZ!Box 6591 Cable
Im Test:
8 WLAN-Router
Ausgabe 3/2020
www.test.de
20TP84

AVM GmbH
Alt-Moabit 95
10559 Berlin

avm.de

AVM

Shutdown: So bekommen Sie Ihre c’t

Die c’t wird weiterhin alle 14 Tage pünktlich erscheinen. Das wissen diejenigen Leser, die die c’t digital lesen – Freitag liegt das Magazin in den Apps oder im Browser (https://ct.de/im-browser-lesen).

Wir setzen alles daran, dass Sie das gedruckte Heft rechtzeitig bekommen. Zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe haben wir keinen Anlass, daran zu zweifeln. Falls aber der Versand nicht mehr funktionieren sollte, wollen wir Sie mit der digitalen Ausgabe beliefern. Deshalb bieten wir Ihnen vorübergehend einen kostenfreien Zugang zu unseren digitalen Magazinen an.

Um diesen Service zu nutzen, benötigen Sie ein Online-Kundenkonto.

- Wenn Sie ein Kundenkonto haben, dann melden Sie sich bitte mit Ihren Benutzerdaten auf https://shop.heise.de an. Von dort können Sie die PDF-Ausgabe im Bereich „Meine Abonnements“ herunterladen. Außerdem können Sie mit Ihren Benutzerdaten unser digitales Magazin in der App lesen oder im Browser auf https://ct.de/im-browser-lesen.

- Wenn Sie noch kein Kundenkonto haben, gehen Sie bitte zu https://shop.heise.de und dort auf „Registrieren“. Geben Sie Ihre Daten ein und geben Sie bei der Kundennummer Ihre Abonummer an (diese finden Sie auf Ihrer Rechnung und auf dem Adressaufkleber). Danach können Sie die c’t digital lesen wie oben beschrieben.

- Sollten Sie c’t noch nicht abonniert haben, gehen Sie bitte zu https://ct.de/abo

Wir hoffen alle, dass wir den Ausnahmezustand bald hinter uns bringen. Bleiben Sie gesund!

Jürgen Rink, Chefredakteur c’t

Inhalt c't 8/2020

Titelthemen

Smart Home, aber richtig!

14 Der c't-Guide durchs Smart-Home-Dickicht

22 openHAB vereint Smart-Home-Komponenten

24 Raspi mit c't Smart Home als Zentrale

26 Indigo Pro und Schalter für die Steuerung

28 Homematic IP Wired in der Praxis

Wie Google & Co. uns steuern

62 Algorithmen Nützlich oder gefährlich?

64 Google Maps Kürzeste Wege mit Dijkstra

66 Empfehlungsalgorithmen manipulieren subtil

68 Google Wie die Suchmaschine orakelt

74 Ethik Verhindern, dass Algorithmen Böses tun

Videostreaming-Dienste

92 Flatrates im Vergleich

98 UHD-Player für Videostreaming-Dienste

Aktuell

12 Corona-Krise beschleunigt Digitalisierung

30 Datenleck im Hochschulinformationssystem

31 Ungeschützte Videoräume im Innenministerium

32 Gebrauchte Fritzboxen AVM verhindert Verkauf

34 Bit-Rauschen AMD-GPUs, ARM-CPUs

36 Mobilprozessoren Ryzen 4000 für Notebooks

37 Hardware Audio-Workstation, Office-PC

38 Server & Storage ARM-CPUs, NIC mit FPGA

39 Embedded Systems 3,5-Zoll-Boards mit x86-CPUs

40 Sensoren Fahrerüberwachung, Brustkrebsanalyse

41 Mainboard mit ISA, PCI und COM-Ports

42 Netze Durchsatzrekorde mit Glasfasern

42 IPv4 US-Militär gibt eventuell Adressen frei

44 Internet GitHub übernimmt NPM, Glücksspiele

45 Apple iPad Pro und MacBook Air 2020

46 Container rkt gibt auf, Podman lernt Docker-API

47 Telematik Neue Konnektoren für Arztpraxen

48 Fußball Bundesliga mit 5G und neuem Tracking

50 Grafik VideoStudio Ultimate, DxO PhotoLab

51 Forschung Chips mit 100 Millionen Neuronen

52 3D-Baukasten Dreams für PS4

53 Spiele Control: The Foundation, Spiele-Baukasten

54 Web-Tipps Händewaschen, Musik-IQ, Unicode, KI

Test & Beratung

78 Kompaktes Notebook mit 6-Kern-Prozessor

80 Ergonomische Tastatur Logitech Ergo K860

82 Monitor mit Blickschutz HP EliteDisplay E243P

82 Modem-Modul Allnet ALL4783

83 Türklingelmodul für Fritzbox KlingelPaul

83 In-Ears Sennheiser Momentum True Wireless 2

84 Videomischpult Loupedeck Creative Tools

86 Texteditor mit Animationen Textreme

86 Familienstammbaum-Software Heredis 2020

88 Sicherheitsschlüssel Google Titan

89 Audio-Transkription f4x Spracherkennung

90 Fitnessmatte Fitteryou Mat und App

90 Konstruktionsprogramm LeoCAD 19.07.1

104 Zyklus-Apps zur Familienplanung

140 High-End: Samsung Galaxy S20

144 Microsoft Hololens 2 im Praxistest

148 Blickschutzfolien für Notebooks

174 Action-Rollenspiel Wolcen mit Startproblemen

182 Bücher Stockfotografie, Hardware-Hacking

Wissen

58 Datenleck Buchbinder ignoriert Infopflichten

110 Zahlen, Daten, Fakten Drucker

112 Handy-Reparatur mit High-Tech-Methoden

114 IT-Berufe Neue Ausbildungsverordnungen

118 Große Backups Magnetbänder und Laufwerke

120 Raspberry Pi versus Linux

128 Linux Distributionen für den Raspi

130 OAuth 2.0 Wie die Authentifizierung funktioniert

136 Fritzbox 7520 auf 7530 tunen

170 Responsives Webdesign Geschwindigkeit ermitteln

Praxis

152 Hackintosh: macOS auf c't-Ryzen-PC

156 Raspberry Pi Lauschangriff auf GSM-SMS

158 Windows Benachrichtigungen per Netzwerk

164 Windows Instant Recovery nutzen

166 Docker-Logs komfortabel auswerten

Immer in c't

3 Editorial Corona-Shutdown

6 Leserforum

11 Schlagseite

56 Vorsicht, Kunde DSL-Vertrag mit O2

176 Tipps & Tricks

180 FAQ Virtual Reality

184 Story Der letzte Raum

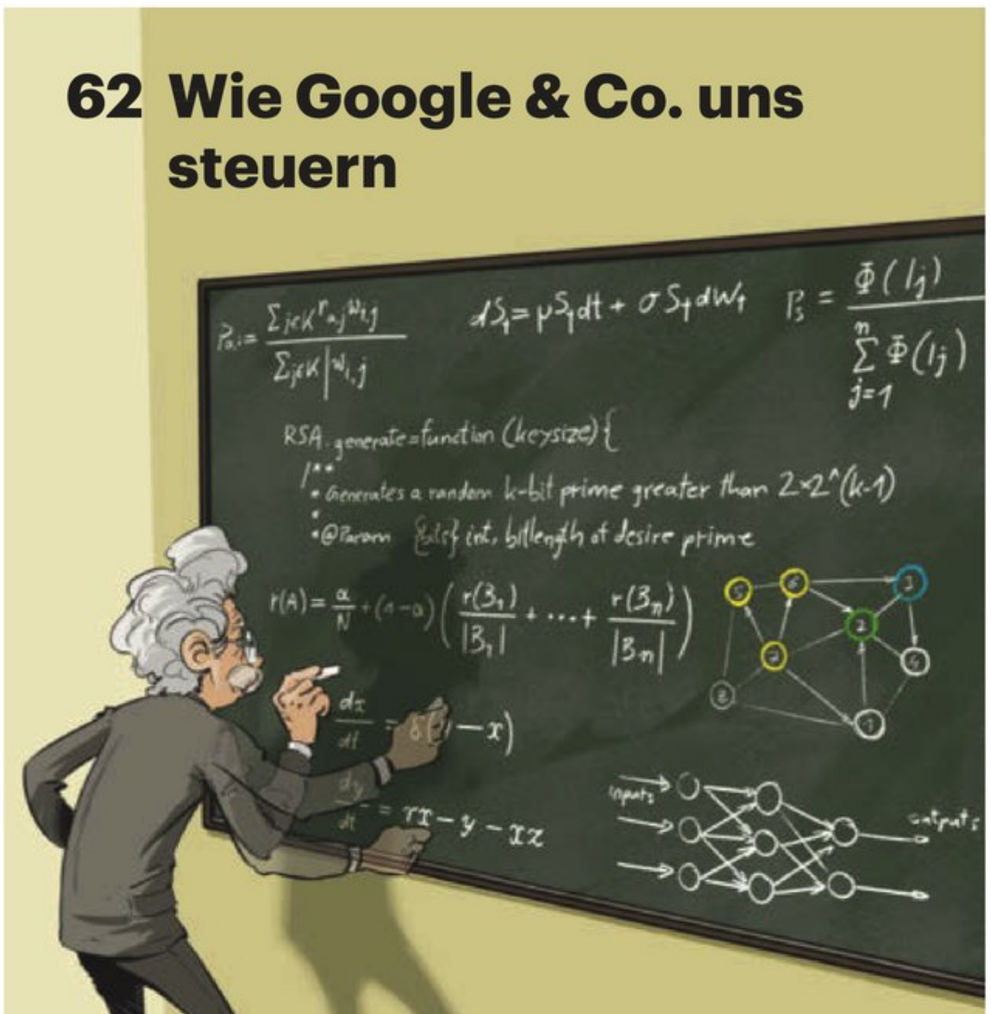
192 Inserentenverzeichnis

193 Impressum

194 Vorschau

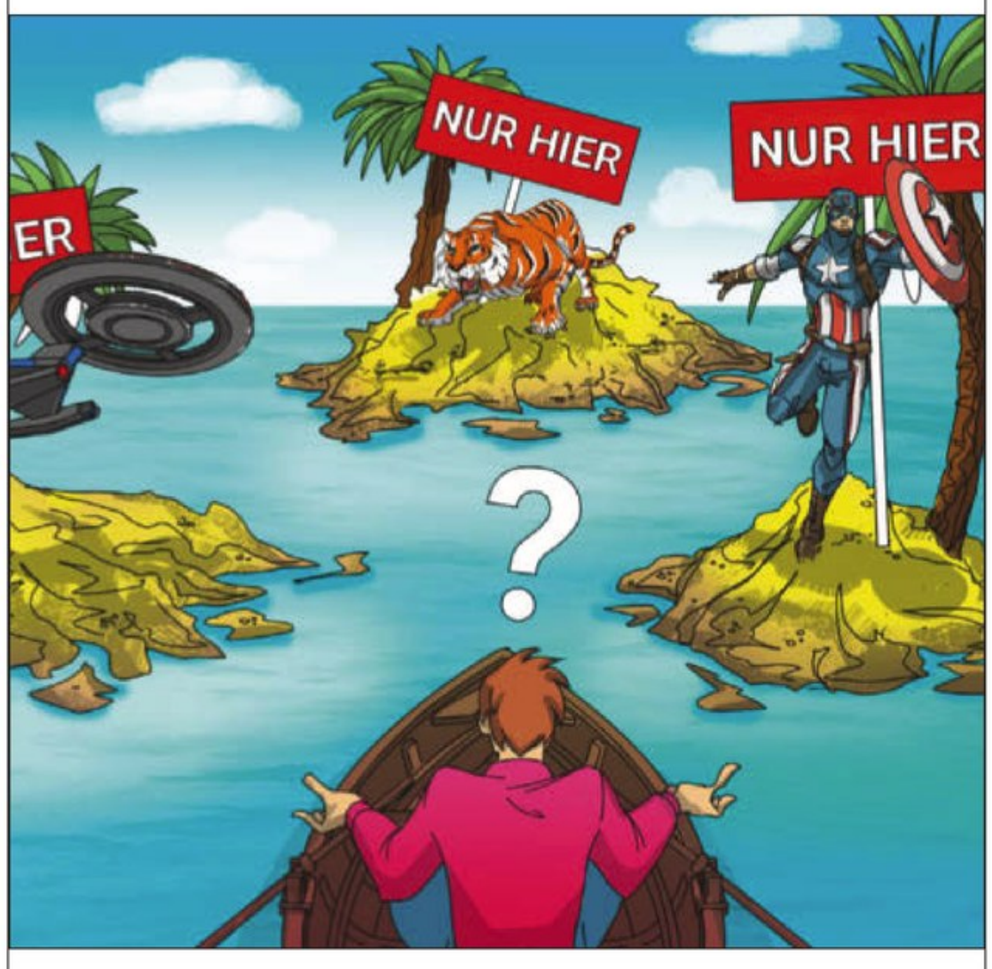
c't Hardcore *c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.*

62 Wie Google & Co. uns steuern



Algorithmen bestimmen Suchergebnisse, wer den Job bekommt oder ob die Ampel auf Rot schaltet: Die Politik und eine kritische Öffentlichkeit befürchten eine Übermacht der Algorithmen und fordern neue Regeln. Ein Realitätscheck.

92 Videostreaming-Dienste



Das Angebot an Diensten für fast endlosen Videogenuss wächst rapide. Ob Amazon Prime, Apple TV+, Disney+, Joyn Plus+, Netflix oder TVNow, sie haben alle ihre Stärken und Schwächen. Außerdem im Test: sieben UHD-Zuspieler.

Leserforum

Rechtswidriges Handeln

Gesichtserkennung in Europa auf dem Vormarsch, c't 7/2020, S. 14

Sie führen aus, dass ein großer Teil der Bilddatenbank der beschriebenen Software Clearview rechtswidrig aufgebaut wurde. Weiters beschreiben Sie, dass das dahinterstehende Unternehmen Clearview AI bis heute rege Geschäfte mit verschiedenen Staaten und Behörden treibt.

Da stellen sich mir zwei Fragen. Erstens: Wie kann es sein, dass das Unternehmen für rechtswidriges Handeln, zumal in derart großem Stil, nicht zur Rechenschaft gezogen wird? Und zweitens, was soll ich von Polizei- und Strafverfolgungsbehörden halten, die einen Einsatz rechtswidrig erstellter Datenbanken völlig selbstverständlich erwägen? Wo bleibt der gesellschaftliche Aufschrei?

Dennis Schwalb

Dummheit

Das ist der Preis der Eitelkeit, den die Fraktion „Ich bin wichtig“ jetzt für ihre selbstverliebte Selfie-Posterei zahlt. Das hätte man ja auch vorher wissen können; immerhin ist oft genug darüber informiert worden. Wieder zeigt sich: Die Geistesgifte sind mächtiger als der Verstand. Und die Dummheit stirbt nicht aus.

Lohan

Bild: Andreas Martini

Android ohne Google: Unsere Leser haben weitere Tipps dazu.

Aurora Store statt Yalp

Smartphones mit Custom-ROMs Google-frei betreiben, c't 7/2020, S. 26

„Aurora Store“ aus dem F-Droid Store ist ein funktionierender guter Ersatz für „Yalp“ und andere [Werkzeuge, mit denen man den Google Play Store anonym nutzen kann, Anm. d. Red.]. Nach etwas Suche benutze ich nur noch den beziehungsweise in Notfällen „APKGrabber“, für Spezialfälle Amazon.

Name ist der Redaktion bekannt

Projekt /e/ als Alternative

Schön, dass ihr Sailfish und microG als Alternativen benennt. Aber leider wird das durchaus bemerkenswerte Projekt vom Linux-Mandrake-Gründer Gaël Duval mit dem Namen /e/ OS vergessen. /e/ baut auf LineageOS mit microG auf und hat das Ganze noch weiter entgoogelt. Ein kostenloser 5-GB-Nextcloud-Account kommt zu jeder Installation dazu und fungiert als Ersatz für Google-Drive, Kontakte, Kalender usw. Demnächst erscheint auch ein EasyInstaller für alle Betriebssysteme und man kann bei der e-Foundation auch mit eOS vorinstallierte Endgeräte erwerben.

Martin Jäger

Admin umbenennen

UAC auf Domänencomputern, Leserforum, c't 7/2020, S. 8

In einem Leserbrief ärgert sich Leopold Helm, dass man für den lokalen Administrator „.\“ davorsetzen muss. Dabei ist die Lösung so alt und einfach: Der Lokale Administrator wird zu „Admin“ umbenannt. Wenn man nun beginnt, den Benutzernamen einzutippen, steht bis A-d-m-i „anmelden an DOMÄNE“ dran. Bei A-d-m-i-n wechselt dieses automatisch auf „anmelden an LOKALER-RECHNER“, um ab A-d-m-i-n-i wieder „anmelden an DOMÄNE“ anzuzeigen. Spart viel Zeit und vermeidet Verwirrungen.

Joachim Otahal

Mail Drop für Apple Mail

Große Dateien kostenlos und schnell verschicken, c't 7/2020, S. 116

Es wäre für macOS-Nutzer ein lohnender Hinweis gewesen, wenn erwähnt worden wäre, dass dieser Service bereits Teil des Betriebssystems beziehungsweise von Apple Mail ist. Ein kleiner Haken in den Mail-Einstellungen (Mail – Einstellungen – Accounts – „Große Anhänge mit Mail Drop senden“), und große Anhänge [bis zu 5 GByte pro Mail, Anm. d. Red.] werden kostenlos in der Apple-Cloud zwischengespeichert. Alle Empfänger (nicht nur Mac-User) bekommen eine Mail mit einem Link zum Download. Ein toller Service, der vielen nicht bekannt ist.

Thomas Nordwald

Filemail in Norwegen

Bei den Cloud-Postfächern vermisse ich eines aus Norwegen, das ich neben WeTransfer gerne benutze, weil es neben einem einfachen Web-Frontend auch eine simple App unterstützt und sogar die Fortsetzung von unterbrochenen Uploads ermöglicht, was bei großen Uploads (unregistriert täglich zweistellige GByte-Mengen) sehr nützlich sein kann: https://filemail.com

Mario Albrecht

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

XPS

AUF DIE DETAILS KOMMT ES AN.

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

Dell.de/XPS

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

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

Windows 10

DELL

Tempo, Sicherheit, Langlebigkeit und ein tolles Design - alles in Einem mit Windows 10.

Danke fürs Kernel-Log!

Kernel-Log: Linux 5.6 unterstützt Wireguard und USB4, c't 7/2020, S. 53

Danke für die tollen Zusammenfassungen des Kernelfortschritts. Das wird mir sicher fehlen.

juri-at

You get what you pay for

Zahlen, Daten, Fakten: IT-Fachkräfte, c't 7/2020, S. 124

Da sieht man mal wieder, wie sehr Erwartungshaltung und Realität auseinanderklaffen. Weiterbildung ist zu teuer, der Uniabsolvent ist billiger. Ich habe auch durch Bewerbungsschilderungen im Bekanntenkreis immer mehr den Eindruck, dass der Fachkräftemangel ziemlich aufgebauscht wird. Aus Sicht der Unternehmer existiert ein Mangel an *hochspezialisierten* Kräften (andersrum: Kann *eine* Sache perfekt), die sich mit einem Lehrlingsgehalt zufrieden geben. Das sagt nur keiner laut genug, hier ist Geiz nicht geil, sondern einfach nur peinlich und weltfremd, geht aber aus den Statistiken ziemlich deutlich hervor. Wie war das? You get what you pay for. Aber Jammern kostet halt erstmal kein Geld.

Patrik Schindler

VCF statt CSV

Datamining in sequenzierten Gendaten mit Pandas, c't 7/2020, S. 138

Ich neige beim Verarbeiten von Daten aus Genotypisierungen eher dazu, diese in ein rudimentäres VCF-Format (Variant Call Format; der Standard für genetische Daten) zu überführen. Man braucht nur Chromosom, Position, Referenz und alternierendes Allel. Sobald man das CSV in VCF geparst hat, kann man Annotationsprogramme wie Annovar verwenden, um Datenbankinformationen wie z.B. klinische Signifikanz (ClinVar) für jede einzelne Position oder auch Populationsallelfrequenzen (ExAC, gnomAD) zu annotieren. Man kann auf der Basis dann auch wieder auf bestimmte Dinge filtern (vcf-tools, bcftools), die einen interessieren.

Zu Programmieren gibt es dann immer noch genug, aber mit Daten im VCF-Format man sich an all den Tools bedienen, die schon da und offen verfügbar sind. Man muss ja nicht jedes Rad neu erfinden.

Jim_Bimm

Bild: Markus Bosch

Ist das sicher? Leser Markus Bosch hat diese Meldung zu einem veralteten Windows 7 bei einem Terminal der Polizei in Basel entdeckt.

Ineffizient programmiert

Der CO_2-Fußabdruck der IT, c't 6/2020, S. 63

Was in der ganzen Artikelserie meines Ermessens viel zu wenig betont wird, ist die massive Verschleuderung von Energie durch ineffiziente Programmierung und/oder gestapelte Bequemlichkeitserleichterer, die so lange abstrahieren, dass eine CPU die gleichen Daten zigmal durch die Register schubsen muss, bis sie beim Endanwender ankommen.

Für den Endanwender macht es wenig Unterschied, ob er bei einem Shopbesuch seine Produktliste innerhalb von etwas über oder etwas unter einer Sekunde präsentiert bekommt. Wenn mit Software A der Core eines Serverprozessors eine halbe Sekunde länger auf Volldampf läuft als mit Software B, die aber beide letztendlich genau das gleiche Ergebnis erbringen, ist relativ klar, dass das nur eine geringe Menge Energie mehr kostet. Wenn man diese geringe Menge aber auf die Nutzungszahlen hochrechnet, kommen sehr schnell stattliche Summen an monetärem Mehraufwand (für Strom und Klimatisierung) zusammen.

Wenn ich mir NodeJS (oder den Ableger Node-Red), Java oder den letzten Schrei – Containerisierung – anschaue, sehe ich in Sachen Effizienzverbesserung erhebliche Möglichkeiten.

Patrik Schindler

KI-Entscheidungen

Wie sich KI-Entscheidungen überprüfen lassen, c't 6/2020, S. 58

Mein Fazit: Das, was heute als „KI" verkauft wird, hat mit Intelligenz eher weniger zu tun. Es sind eher Assistenzsysteme, die helfen können, aus Daten, zusätzliche Informationen zu extrahieren – wie das prinzipiell seit jeher auch in der Statistik gemacht wird. Als Entscheidungsinstanz sind solche Systeme aber mit äußerster Vorsicht zu genießen – auch wenn es unbestritten auch viele sinnvolle Einsatzszenarien gibt.

Matthy

Ergänzungen & Berichtigungen

Neue Plik-Version

Große Dateien auf dem eigenen Server bereitstellen und Verteilen mit Plik, c't 7/2020, S. 120

Kurz nach Fertigstellung des Artikels erschien eine neue Vorabversion von Plik 1.3. Mit dieser entfällt die Unterstützung von SeaweedFS, dafür haben die Entwickler nativen S3-Support eingebaut. Außerdem gibt es nun eine integrierte Benutzerverwaltung inklusive eines Admin-Dashboards. Das Sichern von Dateien durch YubiKeys ist entfallen. Die Datenbank-Backends MongoDB und Bolt haben die Entwickler durch Postgres und SQLite ersetzt.

Auch als Epub

Buchkritik: Cory Doctorow, Wie man einen Toaster überlistet, c't 7/2020, S. 178

Das Buch ist zum Preis von 9,99 Euro auch im Epub-Format erhältlich.

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

CLIMAVENETA®

MITSUBISHI ELECTRIC

Wissen verbindet

Shazad Latif, Vertriebsingenieur Kaltwasser Climaveneta, und Marco Kersting, Vertriebsingenieur Klimatechnik Mitsubishi Electric

Knowledge at work.

Neue Synergien für IT-Cooling

RC und Climaveneta sind jetzt Teil von Mitsubishi Electric. So bündeln wir langjährige Erfahrung im Markt mit tiefem technologischen Wissen und bieten Ihnen noch mehr Service für Ihr Rechenzentrum.

Lernen Sie uns kennen: **mitsubishi-les.com/wissen-verbindet**

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)
- *IT-Sicherheitsgesetz 2.0 – Grundlagen und Umsetzung in der Praxis*
  (Wilhelm Dolle / Christoph Wegener)
- *Notfall-Planung – so bereiten Sie sich und Ihre Kollegen richtig vor*
  (Manuel Atug / Lukas Reike-Kunze)
- *Anatomie eines Datenschutz-GAUs*
  (Joerg Heidrich)
- *Monitoring und Einbruchserkennung – ein Überblick zu Markt & Techniken*
  (Steffen Gundel / Stefan Strobel)
- *Incident Response und Forensik*
  (n.n.)

Richtig Vorbeugen – Sinnvoll Eingreifen – Aus Erfahrung lernen

www.heise-events.de/securitytour

Partner: F-Secure

Eine Veranstaltung von: heise Security

Organisiert von: heise Events

Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Versäumnisse und Chancen

Die Coronakrise verdeutlicht die Schwächen der deutschen Bürokratie – und beschleunigt die Digitalisierung

Umständliche Abläufe im Gesundheitssystem erschweren den Kampf gegen die SARS-CoV-2-Pandemie. Doch die Krise beschleunigt den Umstieg auf digitale Werkzeuge – auch in anderen öffentlichen Bereichen.

Von Christian Wölbert

Deutschland im Jahre 2020: Ärzte melden Covid-19-Infektionen per Fax, schicken Gesundheitsämter den Infizierten Verhaltensanweisungen mit der Post, erhält das Robert-Koch-Institut die Fallzahlen erst zwei bis drei Tage nach dem Testergebnis.

Es ist seit Langem klar, dass der öffentliche Sektor bei der Digitalisierung hinterherhinkt. Aber erst die Coronakrise zeigt, welche Folgen das haben kann. „Jetzt sehen wir die Versäumnisse der Vergangenheit“, sagt Hannes Schwaderer, Deutschland-Chef von Intel und Präsident der Digitalisierungs-Initiative D21, im Gespräch mit c’t.

Zwar ersetzt Software keine Ärztin, keinen Intensivpfleger. Trotzdem wurde in den vergangenen Wochen deutlich, dass digitale Tools im Kampf gegen eine Pandemie eine wichtige Rolle spielen.

Das beginnt bei der Ermittlung der Fallzahlen. Zumindest bis Mitte März meldeten die Ärzte neue Infektionen per Fax-Formular den regionalen Gesundheitsämtern, die wiederum abends oder am nächsten Tag die zuständigen Landesbehörden informierten, die wiederum abends oder am folgenden Tag das Robert-Koch-Institut (RKI) in Kenntnis setzten. Ein schneller Online-Prozess? Fehlanzeige. Erst seit Kurzem entwickelt das RKI digitale Werkzeuge, die die Arbeit der Ämter beschleunigen sollen.

Sprechstunde via Webcam

Nachholbedarf zeigte sich auch beim Thema Videosprechstunde. Die Technik ist in Ländern wie der Schweiz längst etabliert – in Deutschland war sie bis vor Kurzem die Ausnahme. Nach Angaben der Kassenärztlichen Bundesvereinigung rechneten die über 170.000 Ärzte und Psychotherapeuten in den ersten drei Quartalen des Jahres 2019 insgesamt nur 1400 Videosprechstunden ab.

Von Februar an installierten dann tausende Ärzte erstmals ein Videosystem. Sie können per Webcam zwar keinen Rachenabstrich nehmen, aber Patienten beraten. Gleichzeitig senken sie das Risiko, sich selbst anzustecken.

Zahlreiche Unternehmen bieten ihre Videosprechstunden-Software seit Kurzem kostenlos an, zum Beispiel der Softwarekonzern CGM. Kurz nach der Entscheidung meldete er 11.000 Neuanmeldungen von Ärzten und Kliniken für sein System.

„Ich hoffe sehr, dass der Effekt nachhaltig ist und wir nach der Pandemie die richtigen Schlüsse ziehen und diese auch hartnäckig umsetzen“, sagt Elif Kücüktas, E-Health-Expertin des digitalpolitischen Vereins D64. Nicht bei jedem Anliegen sei der direkte Kontakt zum Arzt erforderlich.

Die schnelle Reaktion war auch deshalb möglich, weil Ärztevertreter und Kassen schon in den vorigen Jahren die Regularien für Videosprechstunden gelockert haben. Anders sieht es bei Rezepten aus: Sie müssen in Deutschland in der Regel noch auf Papier ausgestellt werden. Viele Menschen begeben sich deshalb auch während der Krise in eine Arztpraxis. Über ein Dutzend EU-Länder haben hingegen längst E-Rezepte eingeführt.

Chance für digitale Bildung

Auch im Bildungssystem hat das Virus Digitalisierungsrückstände aufgedeckt. Viele Schüler werden gar nicht unterrichtet. Andernorts wurden zwar Lernplattformen genutzt, sie brachen aber unter dem Ansturm zusammen.

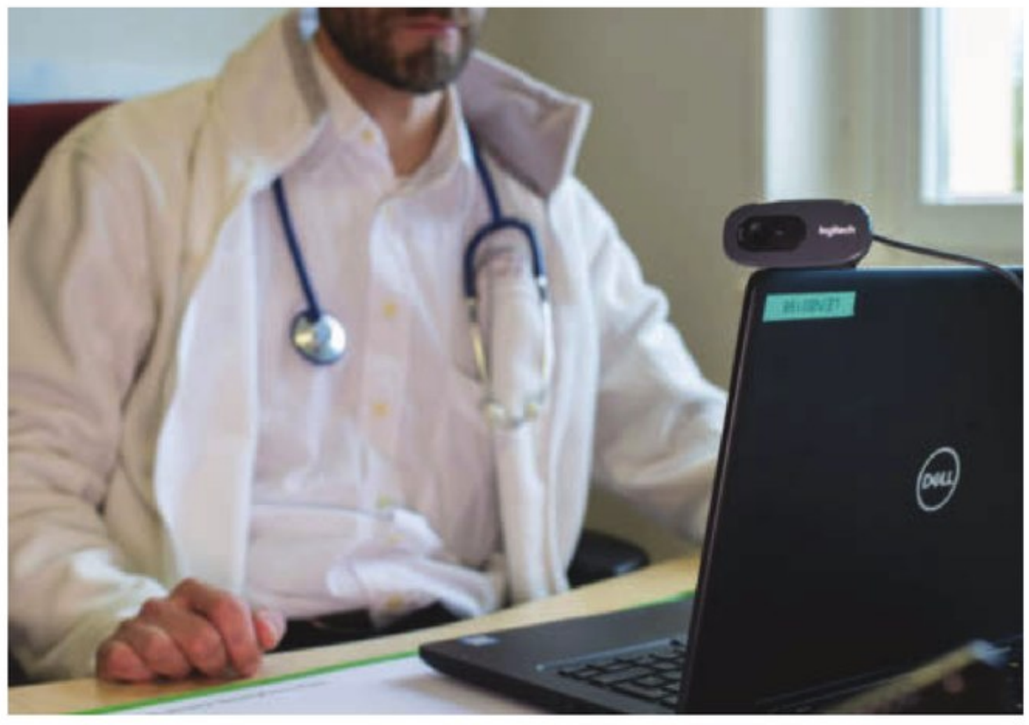


Bild: Monika Skolimowska/zb/dpa

Der Software-Anbieter CGM meldete 11.000 Neuanmeldungen von Medizinern für seine Videosprechstunden-Software.

Aktuelle Berichte zur Coronakrise

Bei Redaktionsschluss dieser c’t-Ausgabe am 20. März war nicht absehbar, wie schnell die Zahl der Covid-19-Fälle bis zum Erscheinungstermin ansteigt und wie Politik und Behörden reagieren. Im Editorial auf Seite 3 beschreiben wir, wie Sie als Abonnent unser Magazin digital lesen können, falls Probleme bei der Zustellung der Printausgabe auftreten. Unsere aktuellen Berichte zur Krise finden Sie unter heise.de/thema/Coronavirus.

Digitaler Unterricht: „Rolle der Lehrer anders denken“

Dejan Mihajlovic ist Lehrer und Experte für digitale Bildung: Er unterrichtet an einer Realschule in Freiburg und sitzt im Vorstand des digitalpolitischen Vereins D64. Im Gespräch mit c’t erklärt er, wie er während der Coronakrise unterrichtet.

c’t: Herr Mihajlovic, was tun Sie als Lehrer nun in der unterrichtsfreien Zeit?

Dejan Mihajlovic: Wir haben an unserer Schule das Glück, dass wir eine digitale Plattform für den Austausch haben. Damit können wir die Schüler auf Aufgaben hinweisen, die dann anders fortgeführt werden. Im Fach Ethik lesen meine Schüler zurzeit einen Artikel aus der Washington Post über Maßnahmen gegen die Pandemie, den sie dann unter anderem in Hangouts in Zehnergruppen diskutieren.

c’t: Sie nutzen Hangouts? Die Datenschutzbeauftragten sehen den Einsatz solcher Tools an Schulen eher kritisch.

Mihajlovic: Hier in Baden-Württemberg hat das Ministerium angedeutet, dass man auf den Datenschutz achten soll, aber dass die Kommunikationsfähigkeit in der besonderen Situation vorgeht. Das finde ich gut. Die Hürden sind schon hoch genug. Wenn man bei allem das Maximum fordert, werden die Lehrer digitale Tools eher meiden. Es gibt aber auch Tools, die die Datenschutzvorgaben für Schulen erfüllen und nicht von US-Konzernen stammen, und die wir auch nutzen.

c’t: Viele Bundesländer haben ihre Lehrer lediglich gebeten, am letzten Schultag Hausaufgaben zu verteilen. Wie beurteilen Sie das?

Mihajlovic: Solche Anweisungen zeigen ein Verständnis von Bildung, das ich nicht teile. Wenn ich bloß einen Stapel Aufgaben mitgebe, werden die Schüler benachteiligt, die zu Hause wenig Unterstützung bekommen. Die unterrichtsfreie Zeit verschärft dann die bestehende Bildungsungerechtigkeit.

Könnten digitale Tools dem entgegenwirken?

Mihajlovic: Auf jeden Fall. Weshalb nicht als Lehrer mit Schülern digital kommunizieren, unabhängig von Zeit und Ort, und sie individuell beim Lernen unterstützen?

c’t: Ist Bayern also eine lobenswerte Ausnahme? Dort hat das Ministerium betont, dass Lehrer mit ihren Schülern in Kontakt bleiben sollen, über die Lernplattform Mebis.

Mihajlovic: Mebis ist eine bewährte digitale Plattform. Das bedeutet aber nicht, dass eine dort eingestellte Aufgabe zwangsläufig gut oder besser ist. Wer nur PDFs zur Verfügung stellt, die man bearbeitet wieder hochladen soll, hat weder das Potenzial noch die Notwendigkeit einer Kultur der Digitalität erfasst. Die Aufgaben und Rolle der Lehrerinnen und Lehrer müssen anders gedacht werden.

Bild: Fionn Große

Dejan Mihajlovic fordert, Projekte anzustoßen statt nur Aufgaben zu verteilen.

c’t: Wie also würde ein anderer, digitaler Unterricht aussehen?

Mihajlovic: Man stößt ein Projekt an. Um bei meinem Eingangsbeispiel zu bleiben: Meine Schüler sollen mithilfe des Internets einen englischsprachigen Zeitungsartikel lesen, ihre Fragen und Antworten selbstständig und gemeinsam in einem kollaborativen Texteditor festhalten und diskutieren. Später reflektieren wir den Prozess und die Ergebnisse in kleineren Gruppen in Hangouts. Ich unterstütze sie dabei in allen Phasen, als Gruppe, aber auch individuell, wenn es gewünscht und nötig ist.

D21-Präsident Hannes Schwaderer wirbt schon seit vielen Jahren für eine Transformation des Bildungssystems: „Die Krise zeigt nun, dass digitales Lernen etwas sehr Wichtiges ist.“ Er hofft, dass die Bundesländer künftig stärker zusammenarbeiten, zum Beispiel beim Thema Cloud. „Einheitliche Lernplattformen würden weniger kosten und mehr leisten“, sagt er.

Geld ist aus seiner Sicht aber nicht das Hauptproblem. Die fünf Milliarden Euro, die der Bund im Rahmen des „Digitalpakts“ bereitgestellt hat, seien durchaus großzügig bemessen. „Der Kulturwandel muss trotzdem noch stattfinden“, betont er. Lehrer müssten entsprechend ausgebildet, Didaktik und Methodik reformiert werden. Ähnlich sieht das der Lehrer und Digitalexperte Dejan Mihajlovic (siehe Interview im Kasten).

Präsenzpflicht im Bundestag

Digitalisierungsrückstände sieht auch Manuel Höferlin, Bundestagsabgeordneter der FDP und Vorsitzender des Ausschusses Digitale Agenda: „Die Verwaltung hat zwar digitale Werkzeuge, aber die Prozesse dahinter sind nicht digitalisiert.“

Auch der Bundestag, der in der Krise wichtige Beschlüsse fällen muss, sei digital nicht handlungsfähig, kritisiert Höferlin. Die Ausschüsse könnten Videokonferenzen abhalten, auch gemeinsam mit externen Sachverständigen. „Aber für jede Abstimmung ist Präsenz erforderlich.“

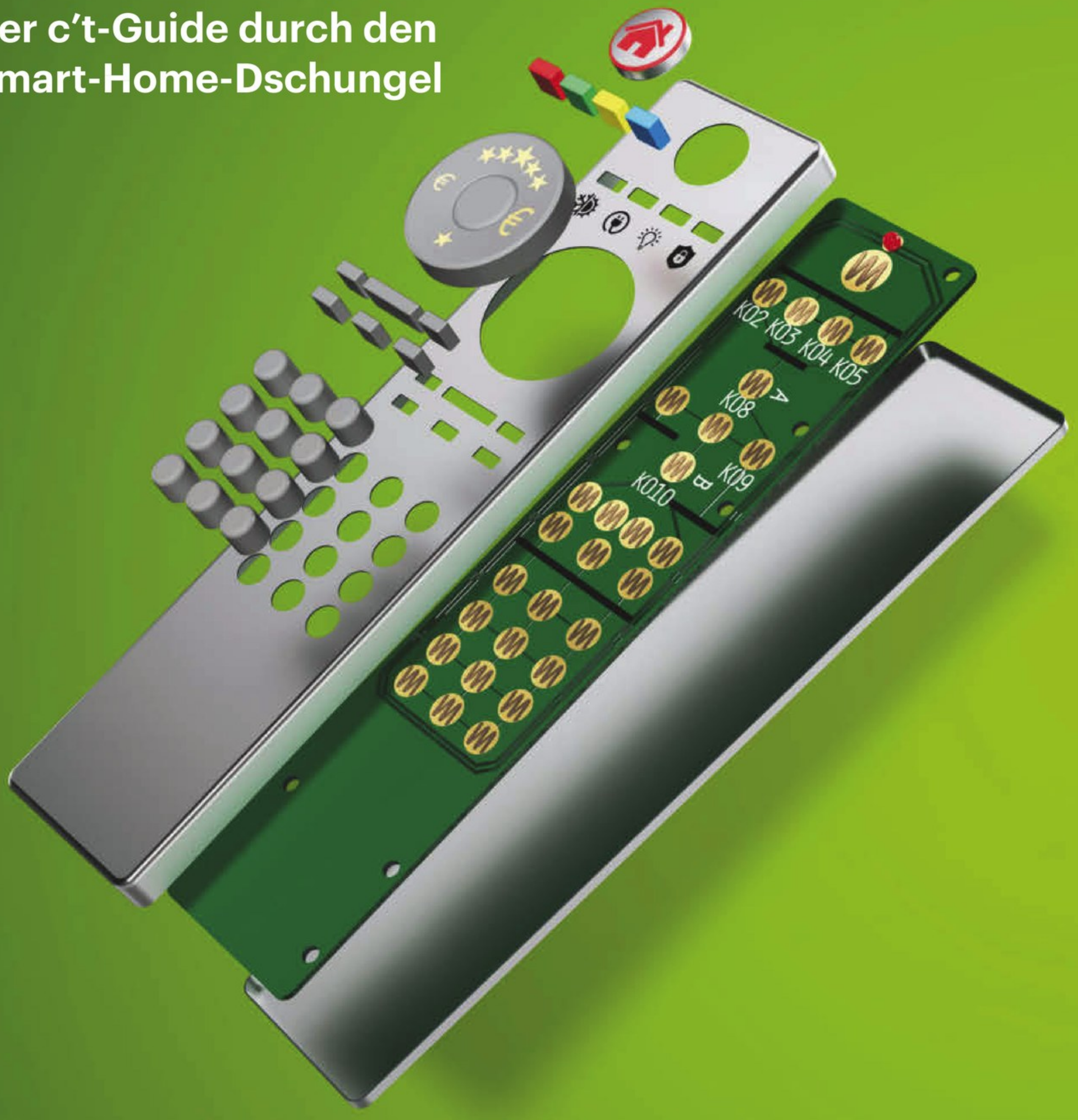
Die größten Hindernisse sieht der Abgeordnete in den „Beharrungskräften“ innerhalb der Verwaltung und in den föderalen Strukturen. Doch die Coronakrise könne ein Umdenken bewirken: „Wer jetzt nicht verstanden hat, dass digitale Transformation in Politik und Verwaltung nötig ist, versteht es wahrscheinlich nie.“

(cwo@ct.de) c't

Themenseite von heise online zur Coronakrise: ct.de/yr6e

Smart Home nach Maß

Der c’t-Guide durch den Smart-Home-Dschungel



Der Weg zum perfekten Smart Home ..... Seite 14
Erfahrungsbericht: openHAB mit Raspi ..... Seite 22
Erfahrungsbericht: c’t Smart Home mit Raspi .. Seite 24
Erfahrungsbericht: Indigo Pro mit Mac mini ..... Seite 26
Reportage: Homematic IP Wired im Einsatz ..... Seite 28

Bild: Andreas Martini

Mehr Sicherheit, mehr Komfort, mehr Effizienz – mit diesem Dreiklang lässt sich das Smart-Home-Versprechen zusammenfassen. Um es einzulösen, sollte man vor Beginn eines Neubau- oder Nachrüstprojektes die eigenen Bedürfnisse und die technischen Möglichkeiten abklopfen.

Von Ingo Fischer, Sven Hansen und Nico Jurran

Smarte Haustechnik ist heutzutage für jeden zu haben: Bei Neubauten braucht man keine kilometerlangen Kabelführungen mehr, um ein Haus schlau zu machen. Für Mieter und Käufer gebrauchter Wohnungen und Häuser ist die smarte Technik wiederum dank zahlreicher Nachrüstlösungen interessant, die sich beim Umzug rückstandslos entfernen und ins nächste Domizil mitnehmen lassen.

Doch damit das Smart Home so läuft, wie man es sich vorstellt, ist bei der Planung und bei der Umsetzung Maßarbeit gefragt – denn einen „One-Size-Fits-All-Ansatz“ gibt es nicht. Dieser Artikel beschäftigt sich daher damit, wie man den persönlichen Bedarf ermittelt und mit welchen Techniken, Produkten und Standards sich die individuellen Projekte realisieren lassen.

Qual der Wahl

Tatsächlich gibt inzwischen kaum einen Bereich des häuslichen Lebens, der nicht „versmartet“ wäre. Zu den Standardanwendungen wie Licht und Heizungssteuerung gesellen sich Komponenten zur Überwachung der Luftqualität, smarte Haushaltsgeräte wie Staubsauger, Kühlschränke oder Waschmaschinen und zunehmend auch Gerätschaften, die dichter am menschlichen Körper liegen – darunter Schlafmatten und vernetzte Waagen, die sich mit ins Smart Home einbinden lassen. Selbst die smarte Toilette gibt es schon.

Auch die Unterhaltungselektronik lässt sich integrieren: Vernetzte Musiksysteme, AV-Verstärker oder Soundbars sorgen für den nötigen Klangteppich zum Wohlfühlen oder spielen auch mal fieses Hundegebell, wenn während des Urlaubs jemand ums Haus schleicht.

Projektstart

„Wohnst du schon, oder baust du noch?“ – so könnte die erste Frage lauten. Immerhin sind in einer Neubau- oder Sanierungsphase Smart-Home-Projekte besonders frei planbar: Die Wände sind noch nicht zugestellt, Schalter kann man beliebig setzen und smarte Technik lässt sich besonders unauffällig integrieren.

Am Anfang sollte man sich aber klar darüber werden, was man letztlich mit der Smart-Home-Installation erreichen möchte. Dabei muss es nicht immer das Komplettpaket sein, das alle Aspekte des Lebens erfasst.

Manch einem geht es beispielsweise nur um höhere Effizienz. Angesichts der teils recht hohen Investitionskosten muss man dann aber schon mit spitzem Bleistift rechnen, um mit smarter Technik wirklich Geld zu sparen. Das ist meist nur dort möglich, wo man laufende Kosten drosseln kann, etwa bei der Heizung.

Leichter fällt die Entscheidung, wenn es vorrangig um den Komfortgewinn geht: Wer Gefallen an der Sprachsteuerung vom Sofa aus findet und sich gerne mit wechselnden Lichtstimmungen durch wohltemperierte Räumen bewegt, wird die Investitionen in smarte Technik nicht bereuen.

Der Bereich Sicherheit wiederum spielt spätestens bei Neubauprojekten eine größere Rolle, denn mit dem Bau des neuen Familiendomizils geht oftmals auch ein gesteigertes Schutzbedürfnis einher. In erster Linie greifen hier bauliche Maßnahmen, die sich durch smarte Technik sinnvoll ergänzen lassen. So kann man zum Beispiel von vornherein Fenstersysteme einsetzen, in denen Sensoren bereits ab Werk unsichtbar eingebaut sind.

Voll verkabelt

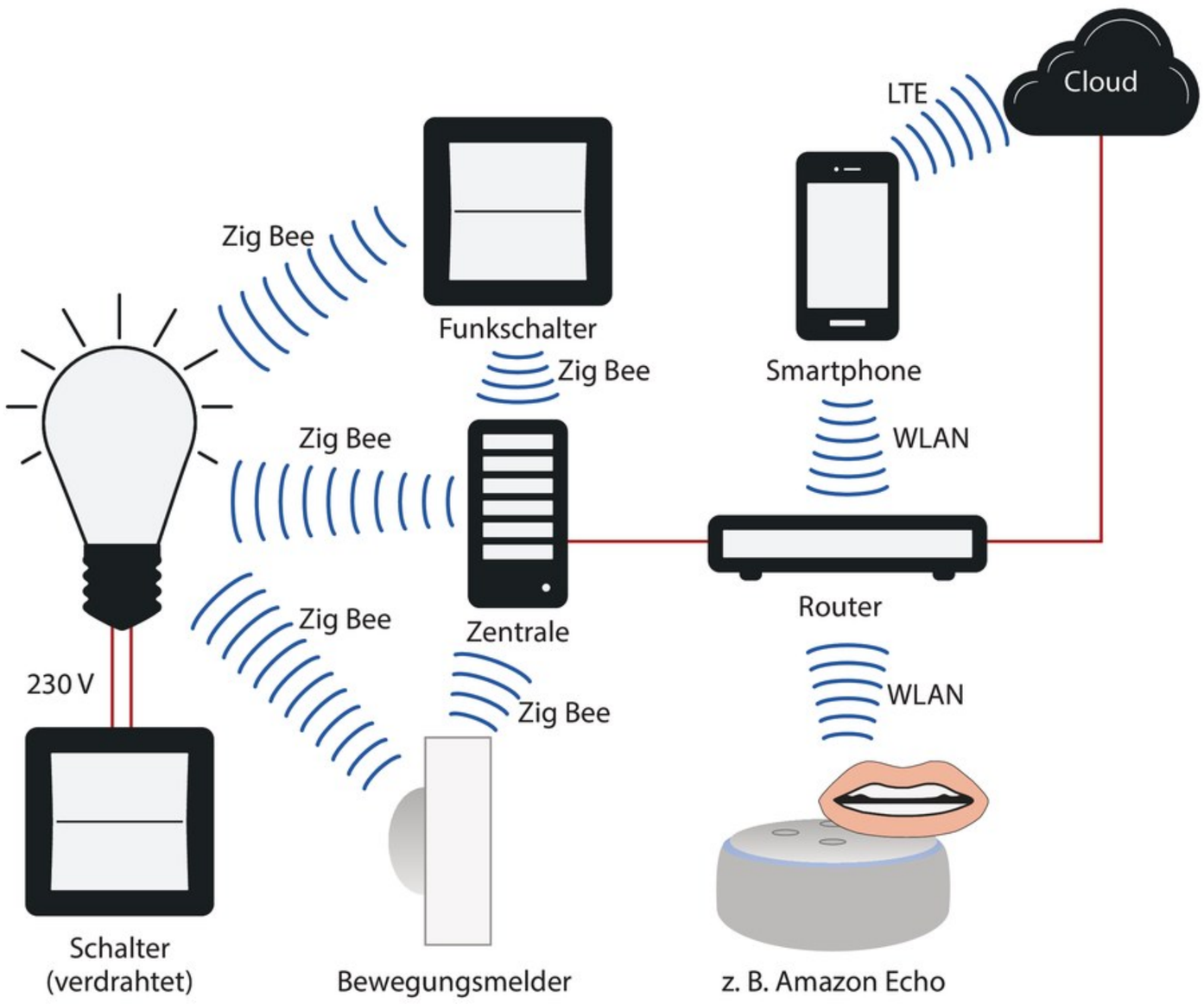
Voraussetzung für ein funktionierendes Smart Home ist die reibungslose Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten. In Neubauten kommen daher oft kabelgebundene Lösungen zum Einsatz, die eine hohe Ausfallsicherheit versprechen – allen voran Bussysteme.

Hier verlegt man zu Schaltern und Sensoren dünne Signalkabel – die 230-Volt-Kabel führt man nur zu Lampen, Steckdosen und anderen Verbrauchern. Alle Kabel laufen dann an einer Stelle zusammen, oft in der Hausverteilung im Keller. Die Entscheidung, welcher Schalter am Ende welchen Verbraucher ein- und ausschaltet, lässt sich bei einer solchen Sternverkabelung zentral regeln und jederzeit flexibel anpassen. Das bekannteste Bussystem ist KNX, doch mittlerweile

Kommt im Neubau ein vernetztes Bussystem zum Einsatz, laufen Steuer- und Stromleitungen an einem Punkt in der Verteilung zusammen. Der „Sicherungskasten“ schaut dann etwas größer aus.

Eine Lampe, viele Wege

Im Smart Home lassen sich Komponenten oder Szenen auf unterschiedliche Weise steuern. Dabei kann man verschiedene Wege beliebig kombinieren.



gibt es einige interessante Alternativen – allen voran Loxone und eQ-3 mit Homematic IP Wired.

Gemeinsam ist diesen Lösungen oft, dass die Installation von einem Elektriker mit Kenntnis des konkreten Bussystems durchgeführt oder zumindest abgenommen werden muss. Meist ist sie so komplex, dass auch für etwaige Änderungen ein Fachbetrieb kommen muss. Wer plant, immer mal wieder an seinem Smart Home zu basteln, sollte daher über das nötige Kleingeld verfügen oder bereit sein, sich tief in die Materie einzuarbeiten. Wie solch ein Smart-Home-Großprojekt mit einem Bussystem in der Praxis aussehen kann, zeigt unsere Reportage auf Seite 28. Da selbst bei bester Planung nicht ausgeschlossen werden kann, dass ausgerechnet an der hintersten Ecke ein Kabel fehlt, sind alle Bussysteme inzwischen mit Funkkomponenten erweiterbar.

Auf einer Wellenlänge

Bei Nachrüstlösungen dominieren die Systeme, deren Komponenten drahtlos miteinander kommunizieren – der Griff zum Bohrhammer entfällt. Hier buhlen verschiedene Protokolle um die Gunst des Kunden.

Die Protokolle nutzen verschiedene Frequenzen – und das hat unter anderem Einfluss auf die Reichweite der Systeme: Je niederfrequenter sie arbeiten, desto weiter reichen sie und desto besser durchdringen sie Hindernisse wie Wände. Die Bauweise des eigenen Domizils kann durchaus über Erfolg oder Misserfolg eines Projektes entscheiden. In der Altbauwohnung ist mit Funktechnik eventuell mehr zu erreichen als im Bungalow mit stahlarmierten Betonwänden.

Ein wichtiges Thema sind in diesem Zusammenhang sogenannte „Mesh-Netzwerke“. Bei einem vermaschten Netz kommuniziert jeder Teilnehmer mit dem nächstgelegenen Partner und leitet Botschaften durch. So lassen sich bei der Kommunikation zum einen blockierte Komponenten umgehen, zum anderen erhöht sich mit jedem Teilnehmer die Reichweite des Gesamtsystems.

Die Mesh-Technik ist beispielsweise ein wichtiges Merkmal des ZigBee-Standards; er arbeitet mit einer vergleichsweise hohen Frequenz (2,4 GHz) und ist daher in seiner Reichweite begrenzt. Auch beim auf 868 MHz funkenden Z-Wave ist die Mesh-Netzwerk-Topologie spezifiziert.

Eines für alle

Die Funklösungen teilen sich in proprietäre und herstellerübergreifende Protokolle auf. Der bekannteste proprietäre Vertreter ist dabei BidCos, das eQ-3 für sein Smart-Home-System Homematic entwickelt hat. Wer ein herstellerübergreifendes Protokoll nutzen möchte, hat aktuell die Wahl zwischen Bluetooth Low Energy (BLE), DECT-ULE, EnOcean, WLAN, ZigBee und Z-Wave.

Viele Nutzer dürften aus dem ersten Reflex heraus eher zum herstellerübergreifenden Protokoll greifen – aus der naheliegenden Überlegung heraus, dass sich mit der Zahl der Hersteller auch die Auswahl an Komponenten erhöht. Allerdings zeigt die Praxis, dass der universelle Ansatz Probleme mit sich bringt. So unterstützen manche Hersteller nur wenige fremde Geräte im gleichen Maße wie die eigenen Komponenten. Dahinter stecken nicht selten Abschottungsstrategien.

Die beworbene Interoperabilität findet zudem oft bei Firmware-Updates ein jähes Ende: Manche Steuerzentralen spielen Aktualisierungen nur in die Komponenten des eigenen Herstellers ein, nicht aber in Geräte anderer Anbieter. Und selbst wenn herstellerübergreifende Update-Mechanismen wie bei ZigBee 3.0 implementiert sind, finden nur wenige Aktualisierungen für Produkte von Drittherstellern den Weg zum Kunden. Fakt ist, dass keines der herstellerübergreifenden Protokolle nur Stärken und keine Schwächen hätte, wie die Einzelbewertungen in den Kästen auf den nächsten Seiten zeigen.

Vor diesem Hintergrund dürfte mancher den Ansatz proprietärer Systeme gleich viel attraktiver finden, weil er alles aus einer Hand bekommt. Hier sollte man aber genau hinschauen: Liefert der Hersteller wirklich alle gewünschten Komponenten und lässt sich damit das angestrebte Smart-Home-Szenario umsetzen? Oder bietet das System zumindest die Möglichkeit, bei Komponenten aus anderen Lösungen wenigstens Basisfunktionen anzusprechen?

Reif für die Insel

Vor allem für die Bereiche Licht, Heizung und Sicherheit bieten eine Reihe von Herstellern spezielle Insellösungen an. Andere Anbieter werben wiederum damit, Basis-Sets mit einer Steuerzentrale im Sortiment zu haben, die man mit weiteren Komponenten später zu einem Rundum-sorglos-Paket ausbauen kann. Intuitiv greifen viele Menschen zu letzterer Variante.

Dabei kann es durchaus sinnvoll sein, einzelne Smart-Home-Bereiche getrennt voneinander aufzubauen. Schließlich darf man daran zweifeln, ob es immer sinnvoll ist, die Heizungssteuerung mit dem Lichtsystem zu koppeln. In vielen Fällen wird dies zwar gemacht, aber nur weil es geht. Ein sinnvolles Anwendungsszenario kommt selten dabei heraus. Stattdessen sollte man lieber zwei Systeme parallel betreiben, mit denen man jeweils zufrieden ist.

Ein gutes Beispiel ist Philips' Hue-System: Wer sich einmal an den Komfort gewöhnt hat, wird sich dreimal überlegen, ob er die Hue-Bridge gegen eine andere Steuerinstanz austauscht. Interessanterweise haben das mittlerweile auch die Hersteller von Smart-Home-Zentralen begriffen und bieten daher immer häufiger an, die ZigBee-Leuchten nicht direkt, sondern über den Weg der Hue-Bridge via Netzwerk einzubinden.

Schaltzentralen

Wenn die Smart-Home-Faszination zuschlägt, möchte man früher oder später mehrere Protokolle oder Systeme möglichst nahtlos miteinander verknüpfen. Das zeigen auch die drei Erfahrungsberichte von c't-Redakteuren ab Seite 22. Um die komplette Breite des Smart-Home-Angebots auszuschöpfen, kommt man nämlich um einen Multi-Plattform-Ansatz kaum umhin. Zwar gibt es gewachsene Systeme wie KNX, die eine große Zahl unterschiedlicher Komponenten einbinden. Doch gerade die süßesten Früchte hängen in Form der frischesten Gadgets meist in Nachbars Garten und lassen sich bestenfalls noch über einen Cloud-Dienst abernten.

Spätestens jetzt schlägt die Stunde der Schaltzentralen, die alle Komponenten miteinander verknüpfen können: Neben kommerziellen Zentralen von Samsung SmartThings, Homey oder Mediola setzen viele Nutzer einen Raspi mit Smart-Home-Software wie FHEM, OpenHab oder Node-Red ein.

Eine mögliche Steuerinstanz haben viele Nutzer ohnehin schon an der Wand hängen: AVMs DECT-fähige Fritzboxen kommen von Haus aus mit einer Smart-Home-Schnittstelle, die allerdings nur eine Handvoll Komponenten unterstützt. Auch einige Telekom-Router setzen auf DECT-ULE und sprechen mit Magenta-SmartHome-Produkten. Meta-Dienste wie IFTTT (If This Then That), Yonomi oder Conrad Connect bieten wiederum die Möglichkeit, smarte Insellösungen übers Internet miteinander zu verknüpfen. Systemübergreifend lassen sich so Regeln erstellen, indem man Trigger aus dem einen System mit Aktoren aus dem anderen über die Zentrale in der Cloud virtuell verdrahtet.

Lokal vs. Cloud

Apropos Internet: Das wohl häufigste Vorurteil gegenüber dem Smart Home ist, dass es sich nicht offline betreiben lässt. Tatsächlich benötigt aber keins der genannten Funkprotokolle eine über das lokale Netz hinausgehende Verbindung. Auch die meisten in c't 8/2019 ab Seite 114 getesteten Steuerzentralen funktionieren offline.

Nichtsdestotrotz gibt es gute Gründe, das Smart-Home-System ans Internet anzuschließen. Der erste besteht darin, von unterwegs den Status des Smart Homes abfragen zu können und dessen automatisierte Meldungen zu erhalten.

Der zweite Grund ist die Spracherkennung und -steuerung von Amazon, Google & Co., die derzeit nur durch den Rückgriff auf leistungsstarke Server in der Cloud möglich ist. Grundsätzlich ließe sich mit Sprache auch offline etwas bewegen, aber beim aktuellen Stand der Technik bleibt es bei hölzernen Kommandos.

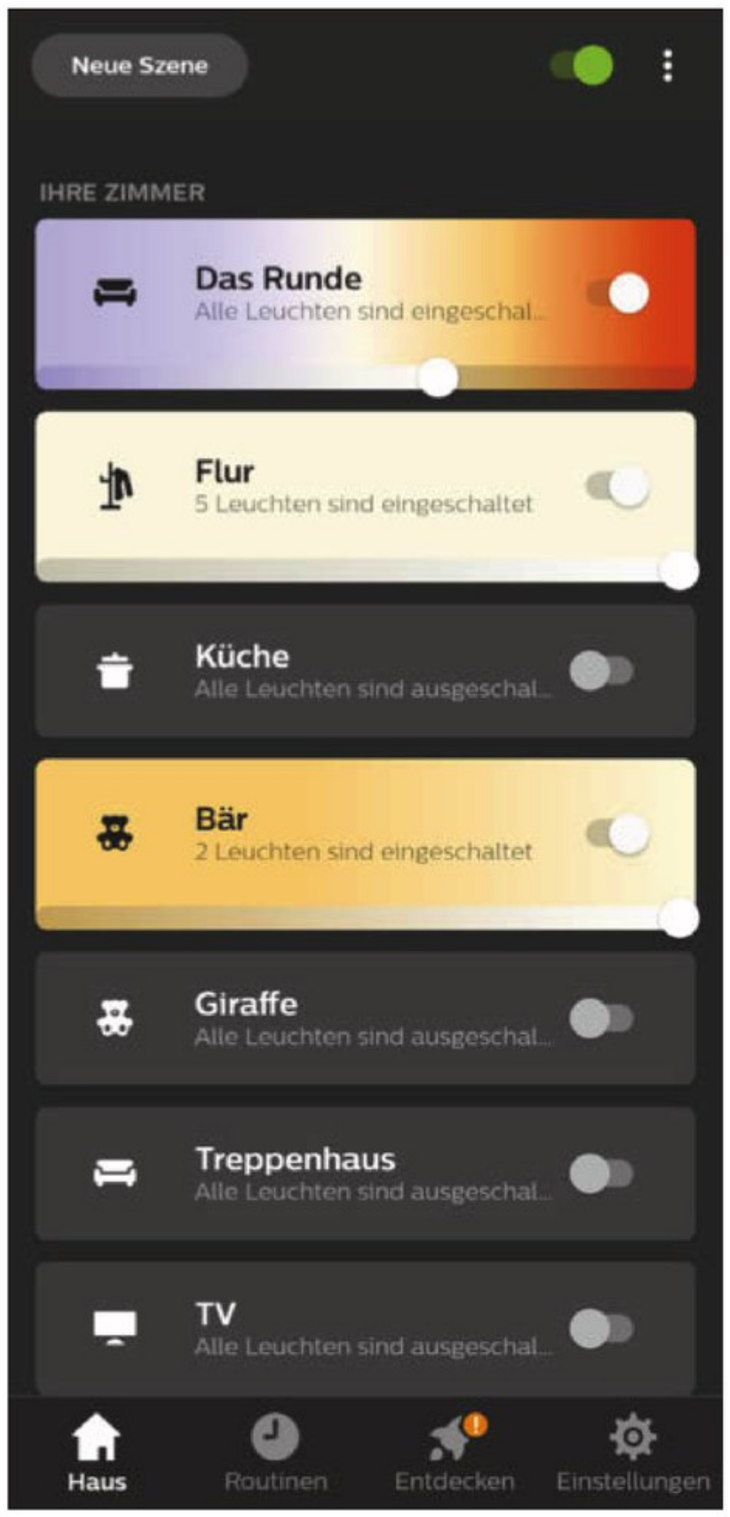
Die Internet-Anbindung bietet noch weitere Vorteile, etwa obiges IFTTT & Co. oder eine Einbindung von Wettervorhersagen. Zudem lassen sich Daten bei einigen Inselsystemen bis zum Sankt-Nimmerleins-Tag aufbewahren und abrufen – was je nach Sichtweise nützlich oder bedrohlich oder beides ist. Auf der anderen Seite ist man abhängig vom Dienstanbieter und der Internet-Infrastruktur nicht nur des eigenen Providers. Nutzt man die Cloud für Automatisierungsregeln, geht ohne Internet nichts mehr – oder zumindest nicht mehr viel.

Wer sich offen gegenüber den nach außen vernetzten Lösungen zeigt, sollte daher an das Thema Ausfallsicherheit ein paar Gedanken verschwenden. Es wäre schon schön, wenn ohne Internetverbindung zumindest das Garagentor hochfährt und der Kühlschrank läuft.

Bedienkonzepte

Das perfekte Smart Home bräuchte eigentlich gar kein „Bedienkonzept", denn es würde die Wünsche der Bewohner direkt erfüllen und ihre Bedürfnisse voraus-

Smart-Home-Komponenten gibt es in großer Zahl. Wer einen solchen Mix mit unterschiedlichen Funkstandards betreiben möchte, kommt um eine Zentrale nicht herum. Mit ihr lassen sich zumindest Z-Wave (links unten), ZigBee (rechts unten) und WLAN (Mitten oben) problemlos parallel betreiben.



Die besonders übersichtliche Hue-App kann man nur nutzen, wenn man auch die steuernde Hue-Bridge einsetzt.

ahnen. Selbstlernende Systeme, die aus dem Verhalten der Bewohner in nennenswertem Umfang Regeln ableiten, gibt es aber bisher nicht.

Stattdessen gibt es unterschiedliche Arten, mit dem Smart Home zu interagieren: Von einfachen Schaltern (hart verdrahtet oder per Funk angebunden) über die Bedienung per App oder Sprache bis hin zu Schaltvorgängen, die durch Bewegungsmelder, Tür- oder Fensterkontakte ausgelöst werden.

Problemlos umzusetzen ist heutzutage ein komplett schalterloses Szenario – was für manch einen Zeitgenossen aber klar dystopische Züge trägt. Doch die Bedienkonzepte lassen sich beliebig überlagern, sodass eine über automatisierte Schaltungen gesteuerte Lampe auch auf manuelle Kommandos oder Sprachbefehle reagiert.

Kein Segment hat sich in den vergangenen Jahren so stark entwickelt wie die Sprachsteuerung. Seit der Handelsriese Amazon den Markt mit seinen günstigen und wohlklingenden Sprechbüchsen mit Alexa geflutet hat, lassen sich die meisten Funktionen im smarten Heim per Sprache vom Sofa aus steuern. Nicht nur für Menschen mit Sehbehinderung ist dies ein unglaublicher Gewinn an Lebensqualität.

Doch nicht jeder mag ständig quasselnd durch die eigenen vier Wände wandeln – zudem frustriert oft die Stumpfsinnigkeit der Assistenten. Gerade die Notwendigkeit, manuell in die Licht- und Heizungssteuerung einzugreifen, entfällt über geschickt angelegte Regeln, Anwesenheitserkennung und ein paar Bewegungsmelder nahezu komplett.

Sicherheit

Smarte Technik kann das Sicherheitsgefühl im Haus erhöhen – wobei „Sicherheit“ breit gefasst ist: Smarte Lampen leuchten Stolperstellen gezielt aus, Herd oder Bügeleisen trennen sich selbstständig vom Netz und intelligente Gassensoren warnen die Bewohner vor Gesundheitsgefährdungen.

Gleichzeitig lässt sich die Technik auch zum Schutz vor Einbrechern einsetzen. Dabei sollte man beachten, dass sich viele Sensoren zwar grundsätzlich zu Alarmierungszwecken nutzen lassen, aber selbst im Verbund mit einer Smart-Home-Zentrale keine Alarmanlage ersetzen. Vollwertige Alarmsysteme sind vor Sabotage, Internet- und Stromausfall geschützt und bemühen sich vor allem nach Kräften um die Vermeidung von Fehlalarmen. Die fälschliche Aktivierung des Panik-Szenarios mit Sirene und Flutlicht nachts um drei senkt die Akzeptanz der smarten Technik ungemein.

Ganz im Gegenteil, statt das Heim abzusichern, stellt manch eine Smart-Home-Komponente selbst ein Sicherheitsrisiko dar: So bedürfen alle per Fernsteuerungsdienst, App oder Cloud erreichbaren Komponenten eine Verbindung von außen ins heimischen Netz. Diese erfolgt über entsprechende Port-Freigaben im Router oder automatisch im Hole-Punching-Verfahren durch die Firewall. Selbst wenn die Techniken nach heutigem Maßstab sicher sind, stellen sie einen potenziellen Angriffsvektor dar. Dieses Risiko kann man eingehen, sollte sich dessen aber bewusst sein.

Wichtig bei vernetzter Technik: Man sollte sie stets mit aktueller Firm- und Software einsetzen. Hier unterscheiden sich die Hersteller: Während manche sich noch Jahre nach dem Verkauf um Updates bemühen, enttäuschen andere ihre Kunden schneller. Wie die Hersteller zukünftig agieren, weiß man vor dem Kauf nicht, aber alte Updates erlauben eine erste Prognose. Die größte Sicherheitslücke stellt allerdings meist der Nutzer selbst dar: Wer längst bekannte Standardpasswörter nutzt und sämtliche Default-Einstellungen beibehält, macht es Angreifern besonders leicht.

Allein die potenzielle Verwundbarkeit eines Systems ist für manch einen Nutzer Anlass genug, auf jegliche Online-Verbindung zu verzichten. Andere trennen zumindest zwischen sicherheitsrelevanter Technik und den Komfortsystemen – der Schaden bei einer gehackten Heizungssteuerung ist vielleicht zu verkraften.

Selbst wer keine Berührungsängste mit der Cloud hat, sollte zumindest den Schutz seiner Privatsphäre nicht aus den Augen verlieren. Die Sensordaten aus dem smarten Heim lassen Rückschlüsse zu, die bis in die intimsten Bereiche gehen können. Vertraut man die Informationen eher US-amerikanischen Internetriesen an oder eher unbekannten chinesischen Unternehmen? Oder wartet man auf die lange versprochene Cloud-Lösung der Telekom auf deutschen Servern? Lässt man zu Hause seine Gäste ins gleiche WLAN wie das Smart Home oder etabliert man lieber ein Gästenetz? Diese Fragen sollte man sich zumindest einmal gestellt haben.

Fazit

Der Weg zum Smart Home nach Maß ist steinig, aber er lohnt sich. Nie war die Auswahl größer, die Einsatzmöglichkeiten waren nie vielfältiger. Dabei mag es manch einem Nutzer vollkommen genügen, ein paar gut funktionierende Insellösungen parallel zu betreiben und sie bei Bedarf über die Cloud miteinander zu verknüpfen.

Bei großen Neubauprojekten zahlt sich eine sorgfältige Planung doppelt aus. Die smarte Technik führt leicht zu zehntausenden Euro Mehrkosten. Belohnt wird man mit unsichtbarer Technik, die das Leben der Bewohner über viele Jahre bereichert.

In jedem Fall sollte das System möglichst flexibel sein, da sich mit den Jahren die Bedürfnisse der Bewohner ändern. Es ist unwahrscheinlich, dass man mit einer fixen Lösung auf Dauer zufrieden sein wird. Diese Flexibilität sollte sich sowohl in Sachen Hardware als auch bei der steuernden Software niederschlagen. Für Bastler und Tüftler bietet sich hier ein spannendes Spielfeld für eigene Softwareprojekte. Denn niemand kennt einen so gut wie man selbst. *(sha@ct.de)* c't

Smart Home vom Internetriesen

So ein Smart Home nach Maß braucht viel Planung. Wer gar nicht so tief in die Materie einsteigen will, wirft eventuell schnell das Handtuch – zu viel Aufwand und komplexe Technik.

Hier sehen die Internetkonzerne Amazon und Google ihre Chance; im Schlepptau haben sie Größen wie Apple und Samsung: Egal ob es sich um eine nahezu x-beliebige vernetzte Glühlampe oder eine WLAN-Steckdose handelt – es ist mittlerweile schwierig, ein Smart-Home-Gerät zu kaufen, auf dem nicht ein Sticker die Kompatibilität mit Amazon Alexa und dem Google Assistant anpreist.

Entsprechende Produkte hievt man mit wenigen Fingertipps in die Cloud der Internetriesen und steuert sie fortan ganz bequem per Sprachbefehl. Die dazu nötigen Smart-Lautsprecher verramschen Google und Amazon schon ab 20 Euro, Neuester Trend: Smarte Displays, die als Assistenten dienen und gleichzeitig allerlei nützliche Informationen auf ihren Bildschirm bringen. Die günstigen Smart Speaker gibt es oft kostenlos obendrauf, wenn man ein teureres Produkt wie ein Smartphone oder Tablet kauft.

Per App alles im Griff

Doch es geht auch ohne Lautsprecher: Die Apps für Google Home, Alexa und nicht zuletzt Apple HomeKit bringen auf dem Smartphone übersichtliche und gut zu bedienende Oberflächen, die alle Smart-Home-Geräte nach Räumen sortiert auflisten. So lässt sich mit nur einer App sowohl die Funksteckdose von Hersteller X als auch die Glühlampe von Hersteller Y bedienen. Die Datenschutzproblematik und die Abhängigkeit vom Internet, um ein nur wenige Meter entferntes Gerät zu bedienen, bleiben dabei aber bestehen.

Apple-Nutzer verzichten eventuell freiwillig auf einen Lautsprecher, aber eher wegen der Kosten: Der Home Pod kostet über 300 Euro. Viele greifen dann lieber am Handy auf Siri zurück oder nutzen die schöne und übersichtliche Oberfläche von HomeKit am iPhone oder iPad.

Samsung mischt mit seinem SmartThings-Ökosystem ebenfalls fleißig mit. Der eigene Sprachassistent Bixby hat bislang aber keine Heimat auf einem smarten Lautsprecher gefunden, sondern ist nur auf Samsung-Smartphones verfügbar. Ein entsprechender Lautsprecher mit Assistenzfunktion wurde zwar mehrmals auf Messen präsentiert, hat es aber noch nicht in den Handel geschafft.

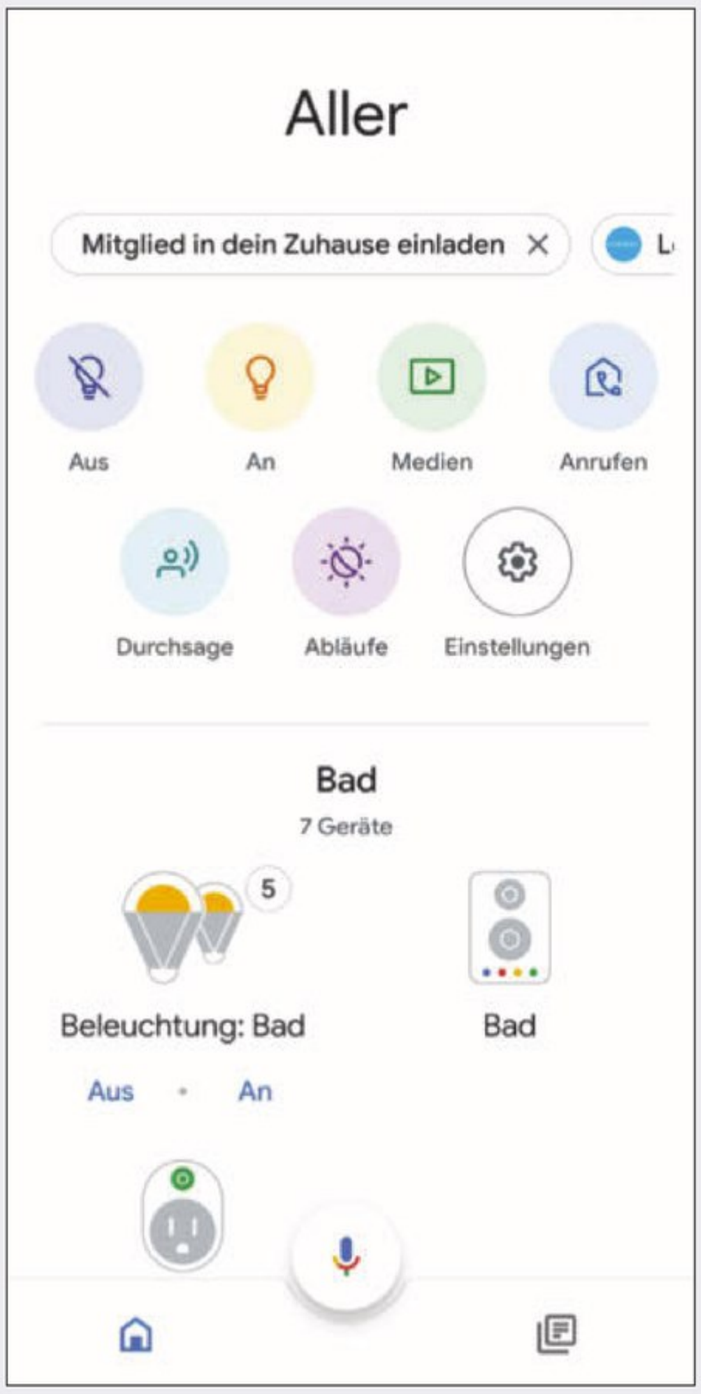
Leicht aber oberflächlich

Mit digitalen Assistenten lassen sich die meisten Smart-Home-Geräte zwar steuern, aber oft nur rudimentär. So kann man mit Alexa einen Saugroboter zwar losschicken, aber weitere Einstellungen wie die Saugstärke lassen sich nur äußerst selten anpassen.

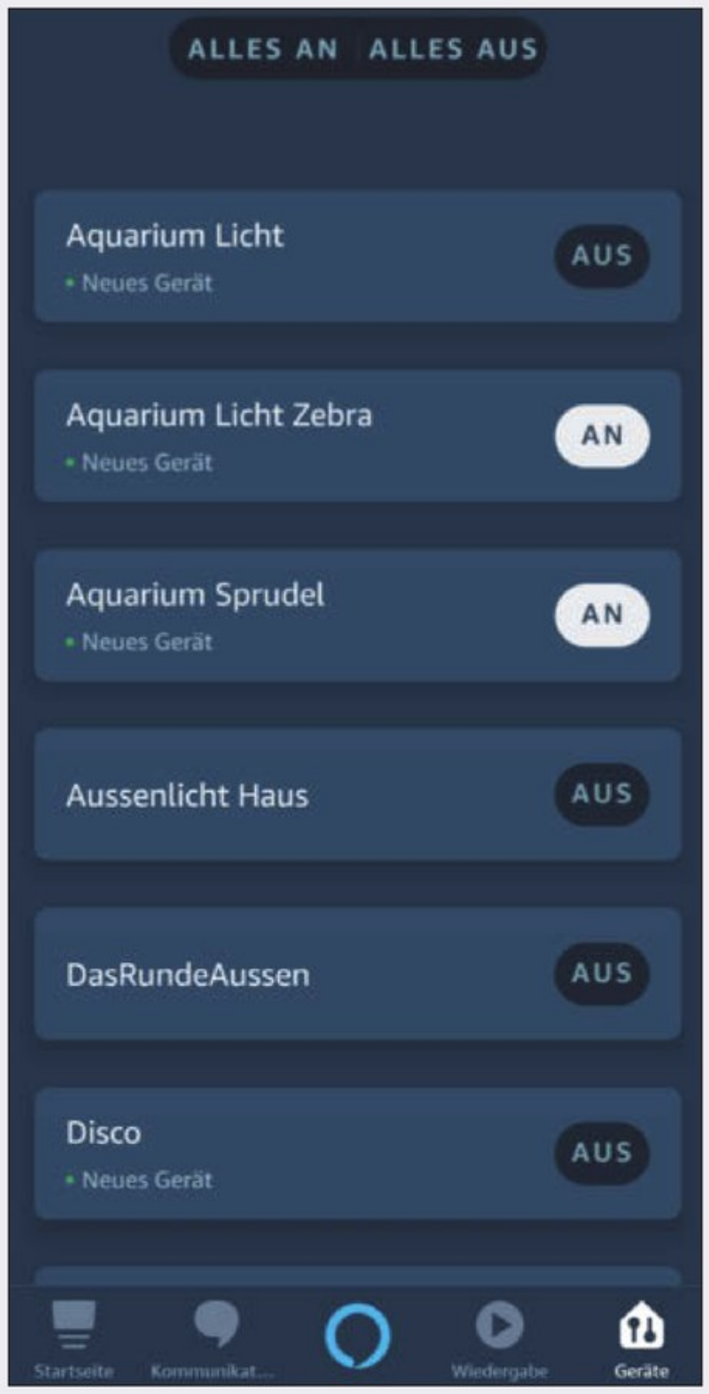
Eine weitere Einschränkung: In vollwertigen Smart-Home-Zentralen lassen sich einfache oder mitunter auch komplexere Wenn-Dann-Regeln entweder in Skriptsprachen programmieren oder in grafischen Flussdiagrammen zusammenklicken. Diese regelbasierten Abläufe zur Automatisierung fehlen den digitalen Assistenten derzeit noch. Doch mittlerweile verdichten sich die Hinweise, dass beim Google Assistant in Kürze zumindest die Unterstützung von Sensoren Einzug halten wird.

Bis es so weit ist, gibt es bei Amazon, Apple und Google immerhin schon heute die Möglichkeit, eigene Routinen anzulegen. Ihnen ordnet man ein Sprachbefehl zu und der steuert dann eine Reihe unterschiedlicher Smart-Home-Geräte in einem Rutsch.

Wer nur ins Smart-Home-Thema hineinschnuppern möchte oder generell keine Automatisierung wünscht, der ist mit den Assistenten gut bedient. Doch wirklich smart wird das Smart Home erst durch eine Zentrale, die einzelne Geräte autark steuert und deren Zusammenspiel regelt.



Mit Googles Home App kann man das smarte Heim auch vom Telefon aus steuern. Alle Komponenten lassen sich übersichtlich nach Räume gruppieren.



Die ebenfalls für iOS und Android erhältliche Alexa-App ist nicht ganz so übersichtlich geraten. Zur Not nutzt man die integrierte Sprachfunktion.

Bluetooth LE

Beim Internet der Dinge liegt das 2,4-GHz-Funkprotokoll Bluetooth Low Energy alias Bluetooth LE oder BLE gut im Rennen: Vom Mobilgerät aus lassen sich damit vernetzte Leuchtmittel ebenso ansprechen wie smarte Zahnbürsten oder Spielzeug. Als Smart-Home-Protokoll setzen es nur Apple (HomeKit) und Medion ein.

Ungünstig fürs Smart Home: BLE wurde für die Anbindung einzelner Geräte auf kurze Distanz und ohne Zentrale geschaffen. Bei den wenigen protokollübergreifend arbeitenden Smart-Home-Zentralen mit Bluetooth LE ist das Protokoll – anders als beworben – meist nicht nutzbar. Einzige Ausnahme ist Apples HomeKit.

Batteriebetriebene Geräte arbeiten zudem mit einer niedrigen Funkleistung, um Strom zu sparen – und kommen damit nur auf einen Bruchteil der theoretisch möglichen Reichweite. In der Praxis lässt sich oft nicht einmal eine Lampe am anderen Ende einer großen Wohnung schalten. Um größere Distanzen zu überbrücken, setzt Apple bei HomeKit daher auf eine Kombination mit WLAN. Medion versuchte es (recht erfolglos) mit einem BLE-Repeater.

Um das Problem auf Seiten von Bluetooth LE anzugehen, wurde Mitte 2017 nachträglich ein vermaschtes Netz spezifiziert. Bis heute sucht man damit ausgestattete Komponenten jedoch vergeblich.

- direkte Anbindung an Smartphones
- allgemein gute IoT-Verbreitung
- kaum verbreitet im Smart Home
- geringe Reichweite

DECT-ULE

Als Funktechnik für Schnurlostelefone ist DECT seit Anfang der 1990er-Jahre im Einsatz. 2011 wurde der Basisstandard dann um die „Ultra Low Energy“-Variante erweitert, die den Batteriebetrieb von Peripheriegeräten ermöglicht. Eine neue DECT-Basisstation ist für DECT-ULE nicht zwangsläufig nötig. So lassen sich etwa eine Reihe von Fritzbox-Routern von AVM und einige Telekom-Router als Smart-Home-Zentrale für das Protokoll nutzen.

In der Praxis zeigt dieses Konzept allerdings Schwächen: Zwar gibt es für DECT-ULE Smart-Home-Produkte verschiedener Hersteller, darunter Funksteckdosen, Bewegungsmelder und Türsprechstellen. Aber gerade im Unterputz-Bereich bestehen große Lücken. Auch unterstützten nicht alle Router als Zentralen alle verfügbaren Komponenten. Zudem bieten sie einen kleineren Funktionsumfang als reine Smart-Home-Zentralen. Batteriebetriebene Komponenten sind oft mit leistungsstarken, aber kostspieligen Lithiumzellen ausgestattet.

DECT-Systeme operieren im europaweit reservierten Frequenzband 1880 bis 1900 MHz. Indem sie den Kanal dynamisch festlegen, weichen benachbarte Stationen einander aus. Ein DECT-ULE-Netz verwendet eine Sterntopologie. Um die Reichweite zu erhöhen, stehen DECT-Repeater bereit, die auch ULE unterstützen.

- Router als Zentralen
- Funkprotokoll hat Frequenz exklusiv
- Komponentenauswahl gering
- Interoperabilität teils schlecht

EnOcean

Im Smart Home nimmt EnOcean eine besondere Stellung ein, da es konsequent auf das Prinzip des „Energy Harvestings“ setzt: Sensoren und Schalter arbeiten überwiegend batterielos und gewinnen die nötige Energie aus Bewegung, Licht und Temperatur (etwa über Peltier-Elemente). Alternativ lassen sich einige Sensoren jahrelang mit einer Knopfzelle betreiben. Das ist besonders für gewerbliche Objekte interessant, bei denen es um niedrige Wartungskosten geht.

Technisch wird dies realisiert, indem das Protokoll lediglich kurze Funktelegramme versendet. Je nach Region funkt EnOcean dabei auf unterschiedlichen Frequenzen, hierzulande auf 868 MHz. Die niedrige Frequenz durchdringt Wände und kommt so auf eine ordentliche Reichweite. Darüber hinaus spannt das Protokoll ein Mesh-Netzwerk auf.

EnOcean wird von einer Reihe von Zentralen unterstützt , den für die Nutzung am Rechner nötigen USB-Funkstick gibt es für 45 Euro. Das Protokoll deckt mittlerweile einige Anwendungsgebiete ab. Die Auswahl an Komponenten ist nur auf den ersten Blick recht groß: Viele EnOcean-Geräte werden schlicht unter unterschiedlichen Modellbezeichnungen von verschiedenen Unternehmen angeboten. Auch in vielen Aufputzschaltern steckt letztlich ein und dasselbe Modul.

- energiesparende Lösung
- hohe Reichweite
- Komponentenauswahl gering
- nicht für alle Smart-Home-Felder

WLAN

Auf den ersten Blick ist WLAN das optimale Smart-Home-Funkprotokoll: Ein WLAN hat man in der Regel sowieso im Heim aufgespannt, zudem steckt in jedem Smartphone ein passender Funkchip. Und tatsächlich sind beispielsweise smarte Leuchtmittel und Funkschalter erhältlich, die sich per WLAN steuern lassen.

Für batteriebetriebene Geräte galt WLAN jedoch lange als zu stromhungrig. Mittlerweile arbeiten aber mehrere Unternehmen an Lösungen für dieses Problem – und haben durchaus gute erste Ergebnisse hervorgebracht.

Smart-Home-Komponenten mit WLAN funken im (eventuell schon recht vollen) 2,4-GHz-Band, gegen eine Nutzung von 5 GHz spricht die geringere Reichweite. Mesh-Technik zwischen den Komponenten gibt es nicht, stattdessen lässt sich das Netz mit Repeatern leicht vergrößern.

Bei der Sicherheit kommen die vorhandenen Mechanismen zum Einsatz, gegen Angriffe aus dem Netz heraus sind allerdings zusätzliche Maßnahmen (Authentifizierung, Gästenetz) nötig. Bei größeren Anlagen sollte man zudem beachten, dass jede WLAN-Komponente eine IP-Adresse belegt. Bedenkt man, dass ein Smart-Home-Projekt schnell 100 Komponenten oder mehr umfassen kann, ist der lokal verfügbare Adressraum schnell ausgeschöpft.

- **WLAN meist bereits vorhanden**
- **Geräte leicht ansprechbar**
- **Batteriebetrieb schwierig**
- **2,4-GHz-Netz eventuell überfüllt**

ZigBee

Bei vernetzten Leuchtmittel führt kaum ein Weg an ZigBee vorbei: Sowohl die Lampen von Philips Hue, als auch die von Innr und Ikea funken nach diesem Protokoll. Einige Echo-Lautsprecher haben einen ZigBee-Hub daher gleich eingebaut.

ZigBee nutzt das 2,4-GHz-Band, bietet anders als WLAN und BLE aber keine direkte Mobilgeräte-Anbindung. Daher kommt bei Philips Hue eine LAN-Bridge zum Einsatz. In Steuerzentralen ist ZigBee noch recht selten anzutreffen.

Genau genommen handelt es sich bei ZigBee für Leuchtmittel um das „Light Link"-Profil der Hauptspezifikation, die sieben weitere Profile kennt. So funken Miele-Geräte im „Home Automation"-Profil und brauchen eine eigene Bridge. Das hemmt die Entwicklung über Licht hinaus. Die Ende 2016 angekündigte Spezifikation 3.0 sollte alles zusammenbringen – bislang mit magerem Erfolg. Dafür findet man Schaltsteckdosen auf dem Markt, die im „Light Link"-Profil funken und sich über Lampen-Apps schalten lassen.

Die Reichweite ist trotz 2,4 GHz bei ZigBee eher selten das Problem, da es als echtes Smart-Home-Protokoll ein vermaschtes Netz aufbaut. Allerdings kommen immer mal wieder Problemberichte von Nutzern, in deren Smart Home viele benachbarte WLANs einstrahlen.

- **sehr hohe Verbreitung**
- **mehr Reichweite durch Mesh**
- **vor allem für Leuchtmittel genutzt**
- **2,4-GHz-Netz eventuell überfüllt**

Z-Wave (Plus)

Das einst vom Chiphersteller Sigma Designs und der Z-Wave Alliance entwickelte und von Beginn an auf niedrigen Stromverbrauch ausgelegte Funkprotokoll ist heute ein Klassiker im Smart Home.

Für kein anderes Protokoll gibt es eine so breite Auswahl an batterie- und netzbetrieben Komponenten verschiedenster Hersteller. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Steuerzentrale. Tatsächlich klaffen dort Lücken: In der Praxis ist es mit der Interoperabilität nicht immer so weit her, vor allem wenn es um Komponenten mit neuen beziehungsweise ungewöhnlichen Funktionen oder um Firmware-Updates für Geräte unterschiedlicher Hersteller geht. Die Alliance schob daher mehrere neue Versionen nach, die auch Sicherheitslücken angingen. Das macht die Lage kaum übersichtlicher: Neue Z-Wave-Geräte unterstützen teilweise verschiedene Versionen.

Je nach Region funkt Z-Wave auf unterschiedlichen Frequenzen zwischen 850 und 950 MHz. Gegenüber dem von anderen Protokollen genutzten 2,4-GHz-Band bieten diese Frequenzen eine deutlich bessere Durchdringung durch Wände und weniger Verluste durch Reflexionen. Hinzu kommt, dass Z-Wave von Beginn an auf ein vermaschtes Netz setzte, was der Reichweite ebenfalls zugute kommt.

- **breite Auswahl an Komponenten**
- **hohe Reichweite**
- **Interoperabilität mäßig**
- **Sicherheitsfeatures uneinheitlich**

Von Null auf Hundert

Stefan Portecks privates Smart-Home: openHAB vereint einzelne Komponenten

Eigentlich hatte ich gar kein Interesse an einem Smart Home. Erst ein paar Zufälle sorgten dafür, dass ich dann doch plötzlich in kürzester Zeit fast alles automatisiert habe, was sich automatisieren lässt.

Von Stefan Porteck

Das Thema Smart Home hat mich anfangs kaum interessiert. Es hörte auf den ziemlich langweiligen Namen Heimautomatisierung, erforderte eine Unterputzverkabelung und in der Szene diskutierte man über bidirektionale Protokolle – von E-Technikern für E-Techniker, aber sicher nichts für mich. Das änderte sich mit meinem Einzug in eine Wohnung in einem Niedrigenergiehaus. Dessen Dämmung hält im Winter die Kälte und im Sommer die Wärme draußen. Letzteres aber nur, wenn man zur Südseite tagsüber die Außenrollos herunterfährt. Andernfalls heizt die Sonne die Wohnung auf wie einen Brutofen. Leider war mein Vermieter zu geizig oder zu unachtsam, Schalter mit Einrastfunktion einbauen zu lassen. Man musste deshalb für jedes Rauf- oder Runterfahren des Rollos rund 45 Sekunden einen Knopf gedrückt halten. Das ergibt bei vier Fenstern pro Tag sechs Minuten dummes Rumstehen – was mich schon nach wenigen Tagen massiv nervte.

Klar, ich hätte bessere Schalter einbauen können, aber wenn schon ein Upgrade, dann auch ein richtiges. Nach einiger Recherche stieß ich auf die Z-Wave-Funkmodule von Fibaro speziell für die Rollosteuerung. Somit brauchte ich irgendeine Smart-Home-Zentrale mit Z-Wave-Unterstützung. Kommerzielle Produkte schienen mir zu teuer und zu unflexibel, weshalb mir eine Software-Lösung auf einem Raspberry Pi mit angeschlossenem Z-Wave-USB-Stick vorschwebte.

Weil ich Wert auf Datenschutz legte, also keinen Cloud-Zwang wollte, schielte ich in die Open-Source-Ecke und wurde dort mit openHAB fündig. Die Installation gelang problemlos, und sofort folgte die Ernüchterung: Um Hardware einzubinden und irgendwas zu automatisieren, muss man sich erst ausgiebig in openHAB und dessen Funktionsweise einlesen. Die projekteigene Doku erschien mir dafür nicht sehr geeignet, weil sie für meinen Geschmack zu viel Wissen voraussetzte. Ich stand also wie der Ochs vorm Berg. Doch mit Hilfe der großen Community und einigen Blogs fand ich doch schnell einen Zugang zu openHAB.

Der anfänglichen Frustration folgte schnell ein Aha-Moment auf den nächsten.

Zu Diensten

Wirklich begeistert hat mich dabei die Tatsache, dass openHAB gefühlt fast jede Hardware unterstützt und dass sich mit einer einfachen Skriptsprache relativ leicht ziemlich ausgefeilte Regeln zur Automatisierung stricken lassen. Ursprünglich sollten die Rollos im Sommer nur morgens runter und am frühen Abend wieder hochfahren. Doch da openHAB Wetterdaten aus dem Netz zieht und ich für Küche und Wohnzimmer je einen kombinierten Bewegungs-, Helligkeits- und Temperatursensor (ebenfalls von Fibaro) gekauft hatte, wurde viel mehr daraus: Nun fahren die Rollos nicht zu festen Zeiten hoch und runter, sondern nur dann, wenn die Sonne hineinscheint. Außerdem gibt es nicht nur auf und zu. Stattdessen wird je nach Bewölkungsgrad sowie den Außen- und Innentemperaturen variabel verschattet und bei Bedarf alle 30 Minuten nachjustiert. Mit Abschluss dieses Projekts waren meine Smart-Home-Ambition zunächst beendet.

Der schicksalhafte Moment kam, als Google auf seiner Entwicklerkonferenz seinen ersten Smart Speaker vorstellte und den anwesenden Journalisten ein Exemplar zum Testen in die Hand drückte. Zwar gab es bereits Alexa – also die Echo-Lautsprecher –, aber außer Shopping und Lichtsteuerung hatte Alexa damals noch wenig zu bieten. Google Home dagegen wollte mir nichts verkaufen, sondern mich unterstützen – was ich deutlich spannender fand. Mit dem ersten Google Home zog obendrein ein Starterkit von Philips Hue in meine Wohnung ein, offenbar hatte mich inzwischen doch das Smart-Home-Fieber erfasst.

So dauerte es trotz der nicht gerade niedrigen Preise nur wenige Wochen, bis in fast jedem Raum und jeder Lampenfassung Hue-Birnen steckten.

Automatisch statt zu Befehl

Aber mein „Grundproblem“ mit smarten Lampen blieb: Jedes Licht per Sprache zu steuern ist mir genauso zu blöd, wie dafür das Handy rauszukramen, zu entsperren und die passende App zu öffnen. Was mit den Rollos eigentlich schon begonnen hatte, sollte nun zum Mantra werden: Smart heißt für mich nicht, alles zu vernetzen und den Dingen Befehle zuzurufen, sondern es heißt für mich, dass die Dinge einfach genau das automatisch machen, was ich mir in dem Moment gerade von ihnen wünsche.

Es war also klar, dass die (guten und günstigen) Bewegungsmelder von Philips für mich keine Option sind, sondern dass ich in jedem Raum ein oder zwei weitere der Fibaro-Multi-Sensoren installierte, weil ich über openHAB viel mehr Kontrolle über die Lichtsteuerung bekomme.

Mittlerweile funktioniert meine Lichtsteuerung in 99 Prozent der Fälle wie gewünscht: Kein Licht bleibt aus, wenn man den Raum betritt, keins bleibt an, wenn man den Raum verlässt. Natürlich schalten sich die Lampen erst ein, wenn

es wirklich nötig ist und auch solche Banalitäten wie die Frage, ob der Beamer eingeschaltet ist, bleiben nicht unberücksichtigt. Zudem geht nachts zwischen eins und sieben nur ein stark gedimmtes Nachtlicht an – aber nur unter der Woche. An Wochenenden, im Urlaub und an Feiertagen gibt's auch dann Festbeleuchtung. Dafür fragt openHAB täglich meinen Kalender ab.

Nach den positiven Erfahrungen mit Automatisierungsregeln und Z-Wave-Geräten wollte ich die Bewegungssensoren auch für das Thema Sicherheit einspannen. Eine Sirene sollte Alarm schlagen, wenn Bewegungen erkannt werden, obwohl niemand daheim ist. Die Anwesenheit erkennt openHAB mit Hilfe der Fritzbox, die mitteilt, welche Smartphones im WLAN angemeldet sind. Doch der erste Fehlalarm ließ nicht lange auf sich warten: Dafür genügt schlimmstenfalls ein schneller Wechsel der Bewölkung oder eine herumschwirrende Motte. Abhilfe schaffte ein Türsensor: Die Alarmfunktion schaltet sich nun erst scharf, wenn in Abwesenheit die Haustür geöffnet wurde.

Dass sich eine solche Alarmfunktion simpel mit einem Funkstörer oder dem Spoofen der MAC-Adresse meines Handys umgehen lässt, ist mir klar. Wer es gezielt auf meine Wohnung abgesehen hat, der kommt auch rein. Aber für Banden, die wahllos mit einem Brecheisen auf Tour gehen, wird es reichen – und außerdem gefällt meinem inneren Nerd der Gedanke, dass ich mit rund 50 Euro und zehn Minuten Coden eine simple Alarmanlage gebaut habe.

Apropos Gefallen: Selbst im Jahr 4 in meinem Smart Home fallen mir immer noch spontan Kleinigkeiten ein, die man binnen weniger Minuten umsetzen kann: Etwa die Flurlampe rot Blinken zu lassen, wenn man die Haustür zum Gehen öffnet, aber ein Fenster offensteht oder die Kaffeemaschine noch eingeschaltet ist.

Licht und Schatten

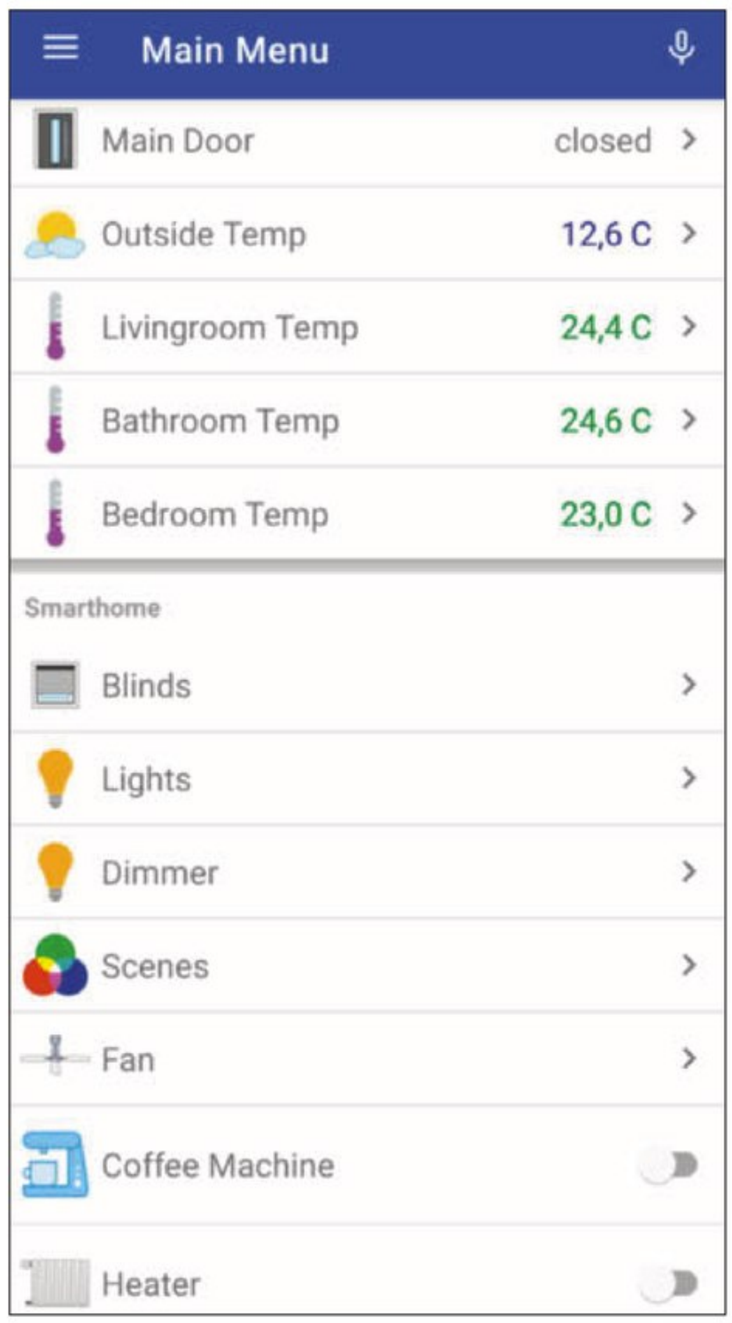
Gerne hätte ich mich mit demselben Elan auch der Heizungssteuerung gewidmet, doch das ist in einem Passivhaus eher kontraproduktiv und hätte weder für die Umwelt noch für meinen Geldbeutel einen Vorteil. Als nächstes Projekt steht stattdessen die Anschaffung eines Raumluftsensors an, der die richtige der drei möglichen Gebläsestufen meiner Lüftungsanlage auswählt. Diese ist zwar nicht vernetzt, aber hier erfreut mich openHAB immer wieder: Lässt sich ein Gerät irgendwie über Relais, Steckdosen oder HTTP-Requests steuern, bekommt man es mit etwas Nachdenken und Basteln auch in openHAB integriert. Und wenn Produkte als smart verkauft werden, gibt es ohnehin meist schon eine offizielle Unterstützung.

Auf diesem Wege lässt sich bei Geräten, die nicht mit Alexa oder dem Google Assistant kompatibel sind, auch immer eine Sprachsteuerung nachrüsten. Zudem lassen sich Geräte zur Zusammenarbeit bewegen, statt einzeln aneinander vorbeizuwerkeln. Und openHAB schont den Akku meines Handys: Jedes neue Gerät lässt sich über die openHAB-App steuern, sodass ich nicht mit jeder Neuanschaffung eine weitere Stand-Alone-App auf dem Smartphone installieren muss. So habe ich beispielsweise mit dem Nuki-Türschloss und Nuki-Opener für die Gegensprechanlage einen schlüssellosen Zugang zu meiner Wohnung. Die Nuki-App benutze ich dafür aber selten: Mit der Automatisierungs-App Tasker habe ich mir individuellere Regeln und ein für mich praktischeres Geofencing programmiert. Tasker schickt bei Bedarf HTTP-Requests an das REST-Api von openHAB und das erledigt den Rest.

Doch so schön der Ansatz auch ist, alles unter einem Dach zu vereinen und durch Verknüpfen das volle Potenzial der oft nur semi-smarten Geräten auszuschöpfen, die Sache hat auch eine Kehrseite: openHAB ist ein mächtiges, aber auch ziemlich frickeliges Projekt. Wer sich nicht einarbeitet und Informatikgrundwissen mitbringt, wird damit wohl nicht glücklich. Ich habe nach Jahren immer noch nicht komplett verstanden, welche Einstellungen wo gespeichert werden. Manches landet in Config-Dateien, anderes in einer JSON-Datenbank. Backups mache ich deshalb als vollständiges SD-Karten-Image. Was sehr zu empfehlen ist, denn – zumindest bei mir – hat bisher nach jedem Major-Update von openHAB irgendwas nicht mehr funktioniert.

Trotzdem kommt ein Wechsel auf eine kommerzielle Lösung für mich nicht in Frage. Die sind zwar leichter einzurichten und zu bedienen, sie werden mir aber nicht dieselbe Flexibilität bieten. Und wer sich so lange eingearbeitet hat, wechselt nicht so mir nichts, dir nichts auf Alternativen wie ioBroker, Node-Red oder Home Assistant & Co. Was aber nicht heißt, dass ich diese Projekt nicht ebenfalls weiterhin im Auge behalten werde.

(spo@ct.de) c't



Die grafische Oberfläche von openHAB erreicht man über den Browser und eine Handy-App.

Stefans Smart-Home-Menü

Steuerzentrale

Raspi 3 mit openHAB

Geräte

Z-Wave-Außenrollosteuerung
Z-Wave-Tür- und -Fensterkontakte
Philips-Hue-Leuchtmittel
Nuki-Smartlocks

Protokolle

(W)LAN
ZigBee
Z-Wave
Infrarot

Hybrides Smart-Home

Merlin Schumacher privates Smart-Home: Ein Raspi mit c’t Smart Home als Zentrale

Ein datenschutzfreundliches Smart Home ohne Cloud: Das war das Ziel für mein Projekt „c’t Smart Home“. In der Praxis kam ich aber schnell an Grenzen. Deswegen wurde aus der lokalen, auf Node-Red basierenden Lösung schrittweise doch eine mit Clouddiensten und proprietären Protokollen.

Von Merlin Schumacher

Begonnen hat mein Interesse am intelligenten Haushalt, wie bei vielen, mit der Lichtsteuerung. Ikea hatte gerade seine Trådfri-Lampen mit ZigBee-Technik vorgestellt. Die Teile sind dimmbar und können in wechselnden Farben oder Lichttemperaturen leuchten. Der Einstieg gestaltete sich günstig. Ich benötigte nur ein paar Trådfri-Lampen; zum Ansteuern der Beleuchtung gab es noch allerhand ungenutzte Philips-Hue-Bridges im Redaktionsfundus. Aber auch wenn bei Beleuchtung Geräte von Hersteller A an der Bridge von Hersteller B funktioniert, klappt das bei vielen anderen Gerätetypen nicht. ZigBee-Geräte von chinesischen Herstellern sind sehr günstig und machen einen guten Job, aber laufen eben nicht mit Philips’ Infrastruktur. Meine Lösung: Zigbee-2mqtt und ein günstiger ZigBee-Adapter-Stick. Für 12 Euro kann man damit hunderte von Geräten unterschiedlichster Hersteller nutzen. Die Kommunikation mit dem Stick läuft per MQTT und ist daher mit fast jeder Smart-Home-Zentrale kompatibel.

Rotes Herz

Zur Steuerung und Auswertung der Geräte musste natürlich eine Software-Zentrale her. Die Wahl fiel auf das grafische Entwicklungswerkzeug Node-Red, denn dafür gibt es zahllose Erweiterungen und mit dem Flow-Editor lassen sich problemlos komplexe Abläufe bauen, ohne dass man Skripte schreiben muss. Außerdem passt es gut in meine mit vielen Docker-Containern laufende Infrastruktur. Da einige Kollegen ebenfalls eine „Versmartung“ des eigenen Wohnraums planten und sich für Node-Red begeisterten, entstand das Projekt „c’t Smart Home“, als datenschutzfreundliche und flexible Basislösung für uns und für Sie.

Die Lampensteuerung per Node-Red klappte auch wunderbar – bis jemand den Lichtschalter drückt und den Strom abstellt. Alle Lichtschalter in der Wohnung gegen ZigBee-Modelle auszutauschen, war mir zu aufwendig und vor allem zu teuer. Zum Glück fand ich durch Zufall die Unterputzschalter der Firma Shelly. Deren Herz ist ein ESP8266-Mikrocontroller und die Schalter sprechen nicht nur mit der Hersteller-Cloud, sondern auch MQTT. Mit den richtigen Einstellungen melden Sie nur noch das Betätigen des angeschlossenen Schalters per MQTT, aber schalten nicht mehr das integrierte Relais. So bleibt die Lampe am Stromnetz und Node-Red kann sie auf den Schaltvorgang hin per Funk ein- oder ausschalten. Die Reise meines Lichtwunsches vom Schalter über den Mikrocontroller per WLAN zum Raspi hin zu Node-Red und von dort weiter per ZigBee-Stick zur Lampe wirkt lang. In der Praxis ist kein Unterschied zum dummen Schalter zu spüren. In Bad und Küche arbeiten die Shellys übrigens als ganz normale Relais und schalten die vorhandenen dummen Lampen wirklich ab. Das Flurlicht ist vollautomatisch, denn meist laufe ich dort eh nur kurz durch. Dort schaltet ein kleiner ZigBee-Bewegungsmelder die Flurlampe ein und aus. Das natürlich nur, wenn es wirklich dunkel ist. Damit ich beim spontanen, nächtlichen Weg zur Toilette nicht von einer kleinen Sonne im Flur geblendet werde, leuchtet die Lampe zwischen 23 und 8 Uhr nur noch mit 10 Prozent Leistung. Das reicht, um nicht auf die Nase zu fallen und ist dunkel genug für die verschlafenen Augen. Für gemütliches Licht im Wohn-

zimmer sorgt noch eine RGB-Lampe von Ikea. Leider lässt deren Farbwiedergabe zu wünschen übrig.

Warmer Sündenfall

Das erste proprietäre API kam mit der Tado-Heizungssteuerung ins System. Zuverlässige Open-Source-Alternativen zum Steuern von Heizungen über eBus scheint es nicht zu geben. Außerdem wollte ich weder mit meinem Leben spielen, noch meinem Vermieter eine Gastherme bezahlen, weil ich beim Löten oder Programmieren nicht aufgepasst habe. Die Bedienung der originalen Vaillant-Thermensteuerung war ein Krampf. Bis zum Kauf der Tado-Thermensteuerung musste ich immer genau planen, wann ich von Dienstreisen zurückkehre, damit ich nicht im Bett erfriere, denn bis der schlecht isolierte Altbau mit hohen Decken menschenwürdige Temperaturen erreicht, vergehen Stunden.

Am allerbesten: Wenn man mal vergisst, die Heizung abzuschalten, bevor man das Haus verlässt, ist die Lösung nur eine App entfernt. Das lernte ich zu schätzen, als ich das erste Mal am anderen Ende der Welt stand und die Heizung ausmachen konnte. Das fühlte sich wirklich ein bisschen nach Zukunft an. Glücklicherweise bietet Tado ein extrem detailliertes API an, mit dem sich praktisch alles steuern und auslesen lässt. So kann man auch die von Tado selbst angebotene, kostenpflichtige Anwesenheitserkennung durch eine eigene Lösung ersetzen. Im Rahmen einer Shoppingtour durch chinesische Online-Portale fand ich noch sehr kleine und günstige ZigBee-Fenstersensoren. Meldet einer von ihnen ein geöffnetes Fenster, schaltet Node-Red den Kessel ab. Der Planet heizt sich ja schon genug auf.

Komfort gewinnt

Obwohl ich bis zu einem gewissen Punkt auf Datenschutz geachtet habe, wurde mir der Wunsch nach mehr Komfort im Smart Home wichtiger und gewann schließlich. Stein des Anstoßes war die Bedienung per Handy und per Sprache. Als Bedienoberfläche für mein Smart Home diente eine ganze Zeit das Node-Red-Dashboard. Das brauchte aber viel Pflege. Inzwischen habe ich viele Geräte in Google Home integriert. Dabei half die Node-Red-Erweiterung node-red-contrib-google-smarthome. Sie ist noch lange nicht soweit, dass man alles damit umsetzen kann, aber verschiedene Lampentypen, Steckdosen, Thermostate und Fenster sind bereits kontrollierbar. Der Vorteil dabei ist, dass man die Geräte dann sowohl per Google Assistant als auch per Home-App steuern kann. Einziger Nachteil: Die Einrichtung ist echte Fleißarbeit. Wenn die Geräteunterstützung breiter wird, plane ich einen c't-Praxisartikel zur Einrichtung. Im Bett liegen und per Sprachkommando das vergessene Klolicht auszuschalten, ist aber eine ausreichende Belohnung für den Fleiß.

Das nächste Projekt steht bereits im Wohnzimmer. Ich habe den alten Billigfernseher durch ein zeit- und (wie ich finde) standesgemäßes 4K-OLED-Gerät von LG ersetzt. Das kann man auch bis in den letzten Winkel per API steuern – also prädestiniert dafür, es in Wohnzimmerszenen einzubauen, bei denen sich das Licht automatisch dimmt, wenn nach 20 Uhr die Netflix-App angeht. Einziger Spielverderber ist mein treuer, aber sehr alter AV-Receiver. Der funktioniert zwar noch einwandfrei, ist technisch aber völlig überholt. Digitalton kennt er nur per SPDIF und da auch nur ganz normales PCM, DTS und Dolby Digital. Von den modernen Tonformaten oder gar APIs will er nichts wissen. Ihn kann man nur per Infrarot zur Mitarbeit überreden. Das macht die alte Logitech Harmony-Fernbedienung noch am besten, denn Sie behält selbst den Überblick über den Zustand der Geräte – auch wenn ich die Gerätefarm unterm Fernseher auch durch eine Infrarot-Box per MQTT schalten könnte.

Für die Hausarbeit habe ich mir noch einen Staubsaugerroboter von Xiaomi ins Haus geholt. Mit der richtigen Behandlung gehorcht auch der auf Kommandos von Node-Red und spricht nicht mehr mit seinen chinesischen Herren. Zudem saugt er viel lieber Staub, als ich das je täte. Auch er wird noch in Google Home integriert und dann kann die Xiaomi-App endlich auf den Müll.

Datensammlung

In so einem Smart-Home fallen allerhand Daten an. Die kann man nach Herzenslust abschöpfen. Dafür kommt die Zeitreihendatenbank Influxdb zum Speichern und Grafana als Visualisierungswerkzeug zum Einsatz. Neben den Temperaturen in Wohnzimmer, Küche und Schlafzimmer landen dort auch die aktuelle DSL-Geschwindigkeit, die Batteriestände von Sensoren, die Sendeleistung von Zigbee-Geräten sowie die Heizleistung der Gastherme. Außerdem überwache ich dort den Energieverbrauch der Waschmaschine. Leider ist das Ganze auch eine Quelle von Arbeit, da man die Daten von jedem Gerät so umformen muss, dass sie in der Datenbank auswertbar sind. Das beginnt mit Formatkonvertierung und endet mit ausführlichen Rechenoperationen zur Anpassung von Daten verschiedener Geräte. Bislang sind die Daten auch nur hübsch anzusehen, aber vielleicht deutet der Graph der Waschzeit meiner Waschmaschine mal darauf hin, dass sie langsam ihre irdische Existenz überstanden hat.

Zukunftspläne

Eine Steuerung für die Waschmaschine wäre schön, damit die Wäsche nicht immer ein paar Stunden in der Trommel liegt und muffelt oder erst spätabends fertig ist. Ein angefangenes, möglicherweise zu ambitioniertes Lötprojekt für einen passenden Controller liegt noch auf meinem Schreibtisch. Meine Waschmaschine ist glücklicherweise dumm wie Brot und lässt sich gerade deshalb gut versmarten. Ein modernes Gerät mit WLAN-Funktion müsste man wieder langwierig zum Mitspielen überreden. Die Versuche, die Maschine zu starten und dann den Strom mittels einer WLAN-Steckdose abzuschalten, klappten zwar, doch sie hinterließen auch ein mulmiges Gefühl. Aber mir fällt da schon noch was ein. *(mls@ct.de)* c't

Merlins Smart-Home-Menü

Steuerzentrale

Raspberry Pi 4 mit Node-Red und ZigBee-Stick

Geräte

Rund 30 Komponenten für Licht, Heizung, Sensorik, Automatisierung, Entertainment

Protokolle

ZigBee
(W)LAN
Infrarot
MQTT
Proprietäre APIs

Im steten Wandel

Nico Jurrans privates Smart-Home: Schrittweiser Rückzug von Z-Wave

Nachdem ich mich mit den klassischen Heimautomationssystemen nie anfreunden konnte, bin ich seit sechs Jahren doch Feuer und Flamme für Smart Home. Die Begeisterung hat nicht nachgelassen, manches sehe ich aber inzwischen nüchterner.

Von Nico Jurran

Mein aktuelles Smart Home empfängt mich bereits an der Haustür des Mehrfamilienhauses, in dem ich wohne. Diese öffnet sich dank verbundener Steuereinheit von Doorbird nämlich nach einem von mir festgelegten Zeitplan, wenn ich bei mir selbst klingele. An der Wohnungstür habe ich zwar kein Smart Lock, hinter der Tür lauert aber die Überwachungskamera Netatmo Welcome auf ungebetene Gäste.

In der Wohnung selbst kommen in fast allen Zimmern vernetzte Leuchtmittel zum Einsatz – neben smarten (Hue-)Lampen und LED-Strips auch gewöhnliche LED-Glühbirnen, die von Unterputz-Modulen und von Funk-Schaltern am Netzkabel gesteuert werden. Die Heizung ist komplett vernetzt, mit Steuereinheit für den Kessel und smarten Thermostaten an den Heizkörpern.

Ein Sensor von Everspring plus Sirene von Aeon Labs alarmiert mich lokal und auf dem Handy, wenn an der Waschmaschine oder der Spüle Wasser austritt. Auch der Status der Rauchmelder lässt sich aus der Ferne überprüfen. So weit, so nützlich. Aber auch die Unterhaltung fehlt nicht, und so gehört die Steuerung der Heimkino-Anlage zu meinem Smart-Home-Konzept.

Als Steuerzentrale dient ein alter Mac mini mit einer Leistungsaufnahme von rund 12,5 Watt, auf dem die kostenpflichtige amerikanische Smart-Home-Software Indigo Pro läuft. Sie steuert über einen USB-Funkstick Z-Wave-Komponenten und sendet IP-Befehle zu (W)LAN-Komponenten. Ein Raspi mit FHEM vermittelt für das Protokoll EnOcean, nach dem unsere Fensterkontake funken.

In mehreren Räumen finden sich vernetzte Echo-Lautsprecher mit integrierter Sprachassistentin – teilweise nur, um darüber Radio zu hören oder die Wettervorhersage abzurufen, im Wohn- und im Arbeitszimmer aber auch, um Licht, Heizung und Heimkino-Anlage zu steuern.

Für letzteren Punkt kommen ein Fire TV Cube und ein Funkstecker zum Einsatz, die auf Zuruf den Fernseher, den AV-Receiver und Zuspieler ein- und ausschalten und die jeweils passenden Eingänge an den Geräten wählen.

Fehlkäufe

Rückblickend ist es für mich selbst spannend zu sehen, wie viele Komponenten ich in rund sechs Jahren hinzugekauft, ausgetauscht oder in Rente geschickt habe. In einigen Fällen geschah der Austausch aus Frust – etwa bei den Fensterkontakten, wo zunächst Z-Wave-Modelle von Fibaro zum Einsatz kamen. Hier war ich es bald leid, mindestens einmal im Jahr die Batterien an sechs Fenstern zu wechseln. Denn das war bei den 3,6-Volt-Zellen nicht nur kostspielig, sondern oft auch nervtötend, weil sich die Module dabei aus dem System ausklinkten und wieder neu angelernt werden mussten.

Erste Versuche mit rein von Solarzellen angetriebenen EnOcean-Sensoren als Alternative brachten nur mäßigen Erfolg: In einigen Räumen war es an manchen Tagen für diese Energieversorgung zu dunkel. Letztlich stieß ich aber auf ein Modell von Nodon, das auch den Batteriebetrieb erlaubt – und zwar bis zu drei Jahre am Stück mit einer Knopfzelle.

Fortschritt

Andere Wechsel ergaben sich schlicht, weil sich die Technik weiterentwickelte – etwa bei der Steuerung unserer Heizung. Anfangs war ich schon froh, meine ältere Vaillant-Therme über ein Z-Wave-Modul nachts herunterfahren zu können. Als das System von Tado auf den Markt kam, das eine aufs Grad genaue Steuerung erlaubt, wechselte ich. Bei der Gelegenheit tauschte ich gleich die Z-Wave-Heizkörperthermostate mit ihren schwer ablesbaren Front-Displays aus.

Die Steuersoftware läuft auf einem Mac mini, links sieht man den Raspberry Pi als EnOcean-IP-Bridge. Im Vordergrund stehen die jeweiligen USB-Funksticks auf Standfüßen.

An Tados automatischer Heizungssteuerung mit ihrer selbstständigen Ermittlung der Standorte aller Bewohner (Geofencing) erfreue ich mich immer wieder. Als Altkunde zahle ich aber auch nicht die monatliche Gebühr, die Tado inzwischen für diese Funktion von Neukunden verlangt. Würde ich noch einmal von vorne beginnen, wäre das für mich ein echter Wermutstropfen.

Störend ist bei Tado der noch zu jeder Heizperiode anstehende (aber immerhin unproblematische) Batteriewechsel. Hinzu kommen Zweifel hinsichtlich der Robustheit der Heizkörperthermostate: Im Bad haben wir in gut drei Jahren bereits zwei durch gewöhnliche Nutzung so verschlissen, sodass sich die Temperatur nicht mehr einstellen ließ. Nun hängt zusätzlich ein Wandthermostat neben dem Badspiegel – in der Hoffnung, dass dieser langlebiger ist.

Perspektivenwechsel

Schließlich gab es für den Austausch einiger Komponenten noch einen anderen Grund, den viele Smart-Home-Fans gut kennen: die Erkenntnis, dass nicht alles, was in der Theorie super klingt, auch wirklich praktikabel ist.

Darunter fällt meine ursprüngliche Idee, alles über ein iPad zu steuern. Trotz der von mir eigens programmierten, wunderschönen Oberfläche wollte meine Frau einfach weiter Schalter benutzen. Und auch ich drückte bald lieber Knöpfe, als das Tablet hervorzukramen. Mittlerweile läuft die Steuerung im Wohnzimmer aber vor allem per Sprache über Alexa.

Schalter haben auch den großen Vorteil, dass man Besuchern keinen Einführungskurs zur Benutzung geben muss, sind aber auch nicht immer der Weisheit letzter Schluss – wie ich bei unseren Vitrinen im Flur feststellen musste: Deren mehrfarbige LED-Spots sind die einzige Beleuchtung in dem Raum – was morgens und abends eine wichtige Rolle spielt, da die LEDs dafür sorgen, dass meine Frau und ich nicht im Dunkeln den Weg ins Bad oder in die Küche finden müssen.

Anfangs wollte ich hier einen LED-Controller mit Z-Wave-Anbindung in Verbindung mit batteriebetriebenen Aufputzschaltern an beiden Enden des Raums nutzen. Ich fand aber keine brauchbaren Modelle für das Funkprotokoll.

Als Aeon einen Touch-Schalter auf den Markt brachte, griff ich daher begeistert zu – nur um festzustellen, dass dessen Akku

Als Funksteckdosen für Stehlampen und ähnliches kommen in letzter Zeit statt Z-Wave-Steckdosen Zwischenstecker von Innr zum Einsatz, die im ZigBee-Light-Link-Profil funken und sich wie smarte Leuchtmittel direkt in das Hue-System integrieren lassen. Dadurch lassen sich die Lampen anschließend über Echo-Lautsprecher mit Befehlen wie „Alexa, schalte die Stehlampe aus“ per Spracheingabe steuern.

selbst bei geringer Nutzung nach wenigen Tage leer ist. EnOcean-Schalter erwiesen sich wiederum als ungeeignet: Das laute Klicken des Energy Harvesting riss mich am Morgen aus dem Halbschlaf, wenn meine Frau auf den Schalter drückte.

Letztlich war die Lösung simpel: Zwei Bewegungssensoren und ein Zeitplan sorgen heute dafür, dass das Licht in den Vitrinen zu bestimmten Zeiten automatisch an- und ausgeht, wenn jemand durch den Flur geht – aber nur, wenn es tatsächlich dunkel ist. Gelöst war dies zunächst über Indigo Pro und Z-Wave, heute übernimmt dies die Hue-Bridge mit passenden ZigBee-Komponenten.

Allgemein gilt bei mir inzwischen: Wenn möglich, sollte das Smart Home ohne mein Zutun die nötigen Handlungen ausführen. Daher habe ich an die Tado-Heizungssteuerung die EnOcean-Fenstersensoren angebunden: Mache ich ein Fenster auf, wird der Heizkörper im betreffenden Raum heruntergedreht. Schließe ich es wieder, wechselt Tado zum Standardprogramm. Die dafür gewählte Anbindung über den Webdienst IFTTT läuft seit Jahren ohne spürbare Verzögerungen oder gar Ausfälle.

Schleichender Abschied

Aufmerksam Leser dürften bemerkt haben, dass ich häufig Z-Wave-Komponenten durch Geräte mit anderen Funkprotokollen ersetzt habe. Tatsächlich war dies anfangs dem Umstand geschuldet, dass die nun eingesetzten Lösungen eigene Funknetze aufbauen (Heizung) oder mit anderen Protokollen stromsparender arbeiteten (Fensterkontakt).

Mittlerweile betreibe ich das Upgrade beziehungsweise den Wechsel auf neue Sensoren und Aktoren aber aktiv, da sich meine anfänglich große Liebe zu Z-Wave durch Interoperabilitätsprobleme (siehe dazu Seite 14) merklich abgekühlt hat. Zudem läuft die Anbindung der Z-Wave-Komponenten an Alexa über Workarounds, die die ganze Geschichte unnötig wackelig machen.

Am Ende des Tages stellte sich für mich die Frage, ob ich für die verbliebenen Z-Wave-Komponenten eine Steuerzentrale betreiben möchte und muss. Verneinen konnte ich dies bei Funkschaltern: Heute nutze ich Modelle von Amazon und Innr, die sich direkt in Alexa beziehungsweise Hue einbinden und dann per Sprache problemlos steuern lassen.

Den LED-Controller und die Bewegungssensoren im Flur habe ich gegen ZigBee-Modelle getauscht, die sich ebenfalls in Hue integrieren lassen. Die auf der Hue-Bridge möglichen Routinen reichen für die Beleuchtungssteuerung völlig aus. Als Bonus gibt es wiederum die Steuermöglichkeit per Sprachbefehl – und die Unterstützung für die Hue-Dimmer von Philips. So ist auch im Flur wieder das „Schalter-Prinzip“ erfüllt. *(nij@ct.de)* c't

Nicos Smart-Home-Menü

Steuerzentrale

Mac mini mit Indigo Pro
Raspi mit FHEM als Vermittler

Geräte

Circa 50 Komponenten
rund um Licht, Heizung, Sicherheit

Protokolle

EnOcean
(W)LAN
ZigBee
Z-Wave
proprietärer 868-MHz-Funk
Infrarot

Smart Home extrem

Homematic IP Wired in der Praxis

Das Homematic-System startete als funkbasierte Nachrüstlösung für Bastler und Tüftler. Mit Homematic IP Wired will es nun aufs Kabel und so dem KNX-Standard auf der Hutschiene Konkurrenz machen. Wie gut das funktioniert, erfuhren wir bei einem Hausbesuch im hohen Norden.

Von Sven Hansen

Der Informatiker Tommy Lee hat für sich und seine Familie einen Traum verwirklicht. Ihr moderner Bungalow liegt in einem gewachsenen Siedlungsgebiet in der Nähe von Bremen. Auf 280 Quadratmeter bietet er nicht nur genug Platz für die dreiköpfige Familie, sondern ist auch in Sachen Smart Home mit allem Schnickschnack ausgestattet. „Hier ist nichts von der Stange“, erklärt Lee.

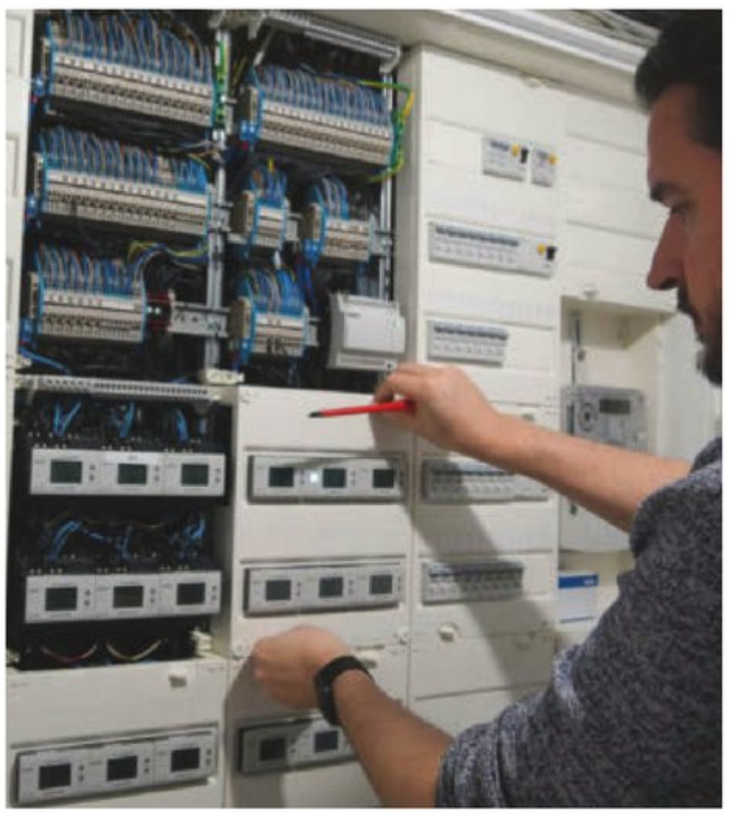
Sowohl die Raumaufteilung als auch alle technischen Details sollten vollkommen auf die Bedürfnisse der Familie und ihrer zwei Katzen zugeschnitten sein. Der Bauherr hat sich aus diesem Grund intensiv ins Planungsgeschehen eingeklinkt. Seit etwa einem halben Jahr wohnen die Lees nun in ihrem Traumhaus. Haben sie schon etwas bereut? „Bis jetzt noch nicht“, antwortet Lee.

In Zahlen ausgedrückt ist das Smart-Home-Projekt überaus beeindruckend: 224 Eingänge, 27 Dimmkreise, 56 Schaltaktoren, 11 Bewegungsmelder, 13 Thermostate und 3 Heizkreisverteiler für 24 Heizkreise. Dazu noch diverse Funk-Türkontakte und natürlich eine Homematic-Zentrale. Im Keller laufen alle Strippen zusammen. „Ich habe komplett auf eine Sternverkabelung gesetzt, um größtmögliche Flexibilität zu sichern“, erklärt Lee. Bilder aus der Bauphase zeigen wild über die Decke gezogene Leitungen vor dem Guss der nächsten Betonschicht. „Ich hatte eher eine geordnete Leitungsführung wie auf einem Mainboard erwartet“, erzählt er. Doch zu viele parallel geführte Leitungen hätten die Stabilität der Betondecke beeinträchtigen können. Am Ende kamen rund 2,6 km Kabel zusammen – in einem nicht smarten Objekt dieser Größe würde man mit rund 800 Meter kalkulieren.

Lee hatte schon sein altes Haus mit Homematic-Technik ausgestattet, das Interesse für die Homematic-IP-Wired-Lösung war somit geweckt. Die endgültige Entscheidung fiel, als der Elektriker der Wahl das Objekt als „Sunrise Projekt“ beim Homematic-Hersteller eQ-3 platzieren konnte. Um Referenzhäuser zu erschaffen, unterstützt eQ-3 Installateure mit intensivem Support. „Nachdem der Elektriker die Hardware-Installation abgeschlossen hatte, wurden die Komponenten von einem eQ-3-Mitarbeiter an der Zentrale CCU3 angelernt“, erinnert sich Lee. Die Projektkosten betrugen rund 40.000 Euro.

Als Lichtsystem kommt an den meisten Stellen Philips Hue zum Einsatz. Alle Schalter, Bewegungsmelder und die Steuerung des Verschattungssystems stammen von eQ-3. „Nur die Eingangstür habe ich aus der Smart-Home-Planung ausgenommen“, erklärt Lee. Aus Sicherheitsgründen. Zwar ist auch diese mit einem Fingerabdruckscanner ausgestattet, dieser ist allerdings nicht mit der Smart-Home-Zentrale verknüpft. Sollte die Smart-Home-Anlage gehackt werden, ist die äußere Gebäudehülle immer noch dicht.

Im alten Haus hatte Lee sein Smart Home ebenfalls über die CCU3-Zentrale von eQ-3 programmiert. Beim Neubau stieß er unvermittelt an die Grenzen des Systems. So ließen sich zwar alle Komponenten anlernen, doch je komplexer die



Blick hinter die Kulissen: In der Verteilung finden neben Sicherungsautomaten auch Homematic-IP-Komponenten Platz.

Regeln wurden, desto träger wurde das System: „Irgendwann brauchte schon das Einspielen kleinster Änderungen fünfzehn Minuten, um sich niederzuschlagen."

Doch wenn das Smart Home flüssig mit seinen Nutzern interagieren soll, ist ständiges Finetuning gefragt. Betritt man beispielsweise den Ankleideraum im Haus, wird der Schrank beleuchtet und die äußeren Jalousien sorgen für Sichtschutz – wenn es draußen dunkel ist. Welche Schwellwerte hier richtig sind und wann die Abläufe perfekt ineinandergreifen, findet man nur im Alltag heraus.

In dieser Phase entdeckte Lee RedMatic, ein Node-Red-Add-on für die Homematic CCU. In der objektorientierten Oberfläche lassen sich Regeln in sogenannten Flows organisieren. Die umtriebige Community stellt zudem zahlreiche Nodes bereit, mit denen sich auch andere Smart-Home-Komponenten oder auch Cloud-Dienste einbinden lassen. „Ich saß plötzlich wie vor einer Riesenkiste mit Legosteinen mit ungeahnten Möglichkeiten". Kurzentschlossen kippte er das bisherige Regelwerk auf der CCU3 über Bord und baute alles über RedMatic wieder neu auf.

Obwohl RedMatic auf der Hardware nur als Addon läuft, arbeitet es ressourcenschonender als das Kernsystem. „Die über RedMatic erstellten Flows lassen sich bequem anpassen und sind im Haus sofort verfügbar", erzählt Lee. Über einen Node ließ sich die Fritzbox zur Anwesenheitserkennung einsetzen, der andere Node lieferte die Verbindung zur Sprachassistenz von Alexa. In Amazons Cloud-System hat Lee eigens eine virtuelle Birne hinterlegt. Die Dimmstufen dieser Command-Leuchte spiegeln unterschiedliche Szenen wider, die man so über Alexa-Routinen aufruft. Hinter einer angeblichen Helligkeit von vier Prozent verbirgt sich beispielsweise ein kompletter RedMatic-Flow.

Über RedMatic hat Lee auch eine interessante Funktion im Hausflur realisiert. Ein RGB-Taster von Homematic IP zeigt hier beim Verlassen den Status des Hauses an. Ist beispielsweise noch ein Fenster geöffnet, leuchtet ein Feld rot. „Frage ich nun Alexa nach dem Status, erklärt sie genau, welches Problem vorliegt", ein Druck auf den Taster tut es natürlich auch. Um dies zu erreichen, werden Statusänderungen im Hintergrund dokumentiert und als Text-String in einer Variable festgehalten. Bei Bedarf liest Alexa dann den String vor.

„Momentan nutzen fast alle Bewohner ausschließlich die Sprachsteuerung über Alexa" erzählt Lee. Die Wandschalter werden geschont. Trotzdem gehören sie zum Haus: „Würden sie fehlen, könnte das den Wiederverkaufswert mindern", erklärt der Hausherr. Das Schalterfeld im Wohnzimmer ist nicht einmal voll belegt – hier sollen künftig ein paar Lichtstimmungen abrufbar sein.

Das Haus folgt aber nicht nur den Bedürfnissen seiner Bewohner, es führt auch ein gewisses Eigenleben. In sieben Phasen durchläuft es einen festen Tagesrhythmus, in dem sich die Stellung der Verschattungselemente, die Fußbodenheizung und die Lichtstimmung ändern. In der Schlafphase reagieren die Lampen im Flur auf anschlagende Bewegungsmelder anders als bei Dunkelheit um 18 Uhr im Winter.

Hat es große Fehler gegeben? Nein, meint Lee. Die Hausbewohner sind glücklich. Lediglich dem Briefkasten fehlt die Verkabelung: „Ich würde gerne im Haus signalisieren, dass etwas im Postkasten liegt", erklärt Lee. Dank den Homematic-Wurzeln ist eine Lösung in Sicht, denn nach wie vor lassen sich auch Funkkomponenten an der Zentrale anmelden.

Große Hoffnungen setzt Lee auf das Thema KI: „Es wäre natürlich cool, wenn das System eine Regel von sich aus vorschlagen würde, etwa wenn man einen Ablauf dreimal manuell ausgeführt hat." Auf diese Weise könnte ein neuronales Netz einen Teil des Finetunings übernehmen. Auf der anderen Seite geht es auch immer um das dynamische Anpassen solcher Routinen, denn die Bedürfnisse der Bewohner sind im steten Fluss.

Als nächstes Projekt steht zum Frühling die Programmierung der Gartenbewässerung anhand von Daten der hauseigenen Wetterstation an. Der Nachbar hat schon Interesse bekundet, denn auch er ist mit seiner Bewässerung nach Zeitschaltuhr nicht zufrieden. „Er will den Hahn jetzt immer aufdrehen, wenn meine Sprenger hochfahren" lacht Lee, „das Haus kann ihm aber auch einfach morgens eine Mail schicken, dass er sprengen sollte." *(sha@ct.de)* c't

In der Verteilung arbeiten unterschiedliche Hutschienen-Aktoren für Homematic IP Wired. Im Vordergrund beispielsweise ein Dimm-Aktor für drei Kanäle bis maximal je 200 Watt.

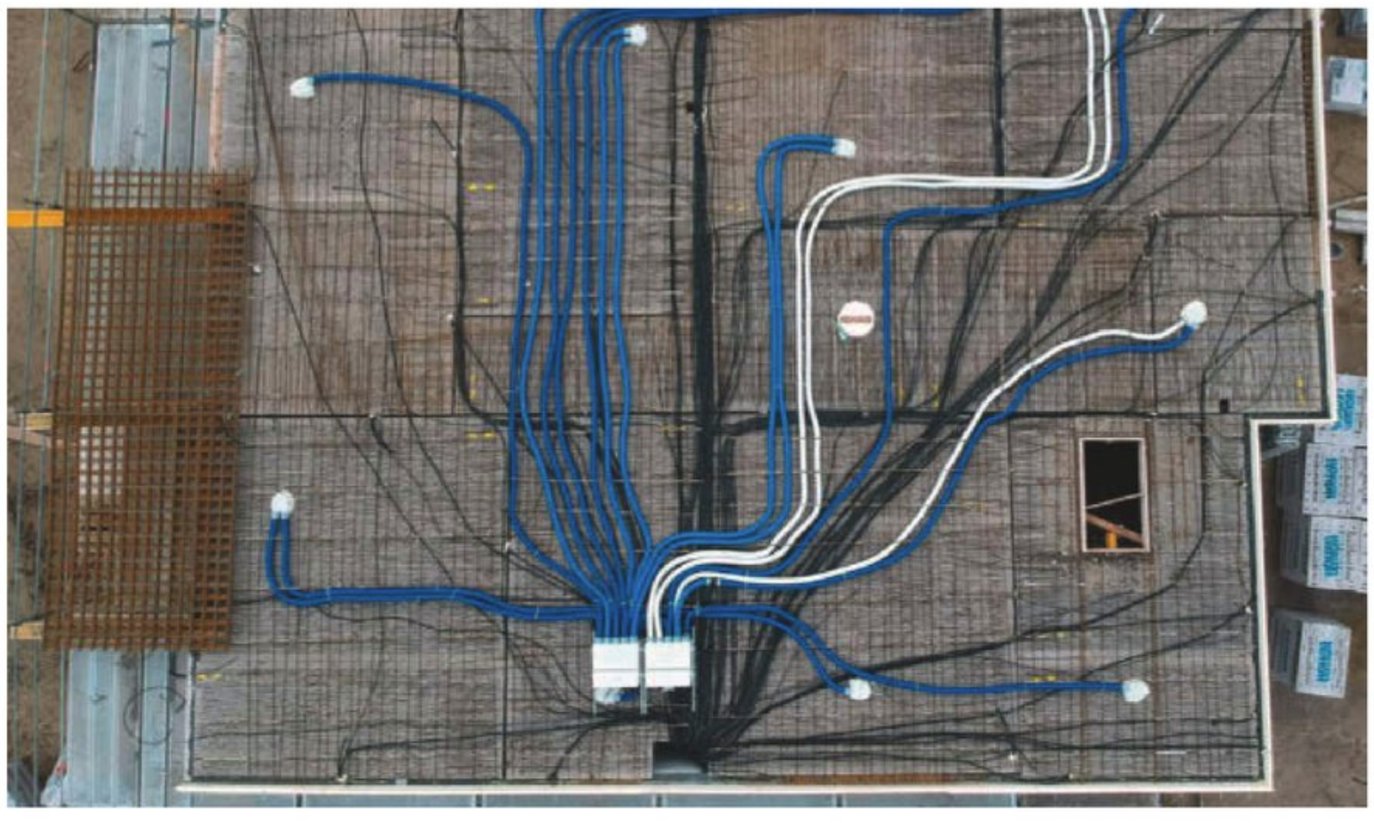


Bild: Tommy Lee

Blick von oben: Kabel und Lüftungsschläuche vor dem Gießen der Decke. Alle Leitungen führen zum Kabelschacht unten im Bild, der in den Keller führt.

Datenleck an Hochschulen

Hunderttausende Adress- und Immatrikulationsdaten offen im Netz

Aufgrund eines Konfigurationsfehlers der Hochschulinformationssysteme standen persönliche Daten von Studierenden vieler deutscher Hochschulen über Jahre offen im Netz.

Von Sylvester Tremmel

Seit Jahren klaffte eine erhebliche Lücke in Systemen der HIS Hochschul-Informations-System eG, die an deutschen Hochschulen weit verbreitet sind. Durch eine fehlerhafte Berechtigungsprüfung war es möglich, persönliche Daten hunderttausender Studierender per Browser abzufragen, darunter Name, Adresse, Matrikelnummer, Geburtsdatum und Immatrikulationsstatus.

Die HIS eG wurde nach eigenen Angaben am 6. März 2020 vom Administrator einer betroffenen Hochschule auf die Sicherheitslücke hingewiesen. Man habe noch am selben Tag einen Workaround an die eigenen Kunden kommuniziert und am Montag, den 9. März ein Sicherheitsupdate zur Verfügung gestellt, erklärte das Unternehmen gegenüber c't.

Allerdings spielten nicht alle Universitäten das Update der HIS eG unverzüglich ein. c't – von einem anonymen Tippgeber auf das Problem aufmerksam gemacht – überprüfte am 12. März insgesamt 58 Hochschulen und konnte noch mehrere anfällige Systeme finden. Daten von über 600.000 Studierenden der Universitäten in Bonn, Düsseldorf, Hildesheim und dem Saarland waren online abrufbar, wofür allein die Kenntnis der URL genügte. c't informierte die vier Universitäten noch am selben Tag und einige Tage später hatten auch sie die Lücke geschlossen. Abrufbar waren teilweise Daten vom Wintersemester 1991/92 bis zum aktuellen Sommersemester 2020. Als Grund, warum jahrzehntealte Daten überhaupt noch gespeichert werden, gaben mehrere Universitäten gegenüber c't den Nachweis von Studien- und Versicherungszeiten an.

Lücke seit 2011 vorhanden

Laut Angaben der HIS eG bestand die Lücke seit 2011. Unklar ist, wie viele Universitäten tatsächlich betroffen waren und ob bereits Unbefugte auf die Daten zugegriffen haben. Entsprechende Log-Dateien reichten oft nur einige Wochen zurück und nicht alle Kunden der HIS eG setzten die fehlerhafte Komponente auch tatsächlich ein, teilte das Unternehmen mit. Zumindest potenziell betroffen sind wahrscheinlich Millionen Studierende und Absolventen.

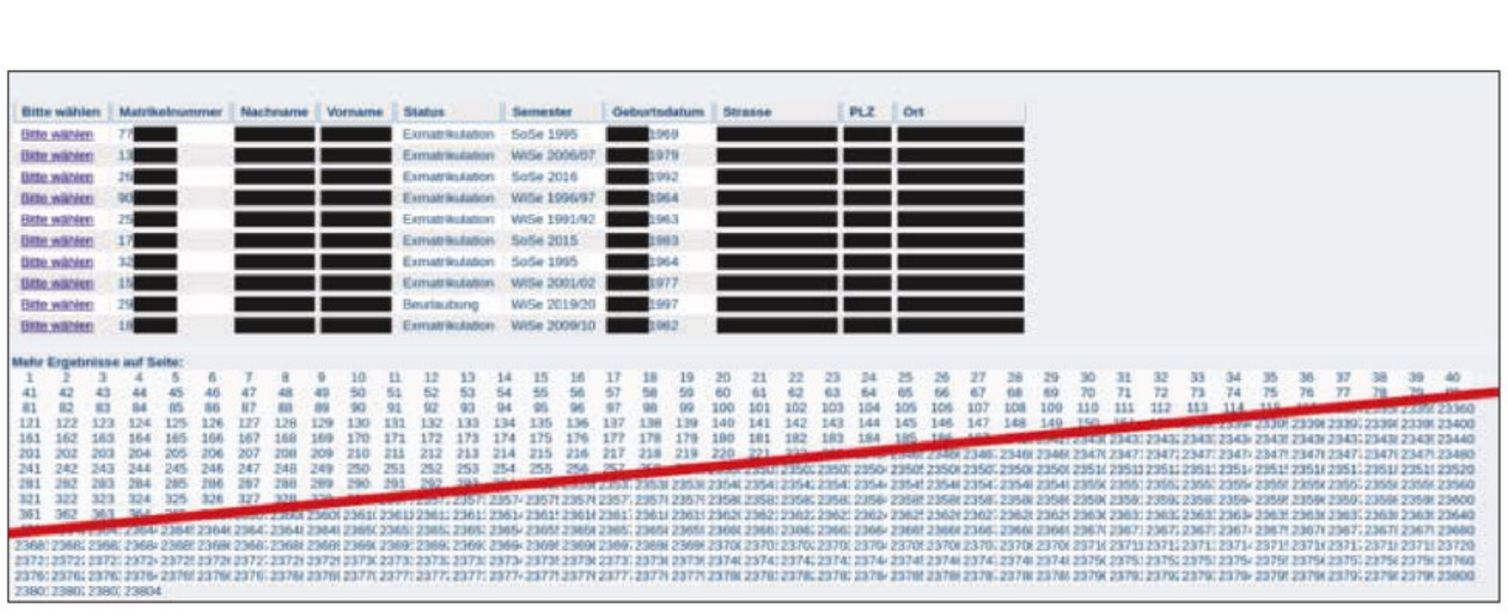
Die Namen, Adressen und Geburtsdaten lassen sich mitunter zum Identitätsdiebstahl missbrauchen. Über die Matrikelnummern ließen sich auch Noten und Beurteilungen zuordnen, die an Unis – zumindest früher – oft öffentlich aushingen. Ebenso ließe sich über den Immatrikulationsstatus unter anderem nachvollziehen, wann und bis zu welchem Semester eine Person an einer Uni studiert hat.

Rechtliche Fragen

Betroffene Universitäten müssen die für sie zuständigen Datenschutzbehörden umgehend über die Lücke informieren. Alle von c't kontaktierten Hochschulen gaben an, das unverzüglich getan zu haben. Die betroffenen Studierenden müssen von den Hochschulen vermutlich nicht informiert werden, denn dafür müsste von dem Datenleck eine „erhebliche Gefahr" ausgehen. Letztendlich entscheidet die jeweilige Datenschutzaufsichtsbehörde, ob das der Fall ist. Wer will kann natürlich von sich aus eine datenschutzrechtliche Selbstauskunft von seiner Alma Mater erfragen, zum Beispiel mit der Vorlage unter ct.de/y2f2. So eine Auskunft wird aber kaum enthalten, ob die Daten in einem betroffenen System gespeichert waren und dadurch abgegriffen werden konnten – um diese Information kann man die eigene Hochschule nur freundlich bitten.

Übrigens können die Aufsichtsbehörden gegenüber (staatlichen) Hochschulen keine Bußgelder verhängen, genauso wenig wie gegenüber anderen Behörden. Der Staat würde in solchen Fällen ohnehin nur an sich selbst zahlen. Schadenersatzansprüche werden dadurch zwar nicht verhindert, aber in einem Fall wie diesem wird sich ein tatsächlicher Schaden kaum beweisen lassen.

Die HIS eG erklärte gegenüber c't, mit jedem Release „umfangreiche Qualitätssicherungsmaßnahmen" durchzuführen, sowie „regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen durch externe Spezialisten". Diese Maßnahmen wird man künftig verbessern müssen, damit solche gravierenden Fehler nicht jahrelang unentdeckt bleiben. Und die Universitäten müssen Sicherheitspatches umgehend einspielen oder zumindest Workarounds sofort umsetzen. *(syt@ct.de)* c't



23.804 Seiten Ergebnisse, jeweils mit Namen, Matrikelnummer, Immatrikulationsstatus, Geburtsdatum und Postadresse. Bei den betroffenen Universitäten waren zehn- oder sogar hunderttausende Datensätze abrufbar.

***Vorlage für datenschutzrechtliche Selbstauskunft:* ct.de/y2f2**

Zu offenes Bayern

Bayerisches Ministerium führte interne Gespräche in ungeschützten Videoräumen

Die virtuellen Konferenzräume des bayerischen Gesundheitsministeriums standen offen im Netz. So konnte c't an einer internen Sitzung zum Coronavirus mit Bayerns Innenminister Joachim Herrmann teilnehmen.

Von Achim Barczok

Entschuldigung, könntet ihr ein bisschen klarer, verständlich sprechen, oder näher ans Mikrofon." Der Mann, der zu hören ist, sitzt alleine in einem Konferenzraum und ist als „jabberguest" in die Videokonferenz zugeschaltet. Es ist der bayerische Innenminister Joachim Herrmann, der sich über die schlechte Tonqualität im Gesundheitsministerium beschwert, das in einem zweiten Raum mit rund 20 Personen am Gespräch teilnimmt. In einem dritten Raum hört ein Stab der bayerischen Polizei zu.

Die Videokonferenz dreht sich um das Coronavirus und die Lage in Bayern dazu. Es ist eine nichtöffentliche Besprechung. Und niemand bemerkt die vierte Kamera, die seit einigen Minuten uneingeladen dazugeschaltet ist und einen leeren Raum zeigt: Dahinter verbirgt sich die c't-Redaktion.

Offene Konferenzräume

Dass c't unbemerkt teilnehmen konnte, liegt an dem Videokonferenzsystem, das das bayerische Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP) bis vor Kurzem ohne Zugangsschutz betrieben hat.

Mit dem auf Cisco Webex basierenden Online-Meeting-Dienst lassen sich Videokonferenzen in unterschiedlichen Modi starten. Entweder erstellt man Meetings individuell und lädt dann die Teilnehmer per Mail ein. Oder man setzt einen virtuellen Konferenzraum auf, der jederzeit genutzt werden kann. Dann braucht der Mitarbeiter nur die Adresse des Raums zu kennen, um ein Meeting zu initiieren. Je nach Einstellung kann der Verantwortliche neue Teilnehmer erst einmal in einer vorgeschalteten Lobby warten lassen und manuell dazuholen – oder den Zugang mit Passwort oder PIN einschränken.

Das Gesundheitsministerium hatte mit dem Cisco-System gleich mehrere virtuelle Räume aufgesetzt, die für Mitarbeiter offenbar jederzeit zugänglich waren. Dabei nutzte es allerdings weder die von Cisco vorgesehenen Sicherheitsmechanismen, noch schirmte es den Zugang von außen ab. Man musste lediglich die Adresse des Raums in seinen Browser eintippen, um mithören und mitschauen zu können.

Das Konferenzsystem wird unter der Domain video.bayern.de betrieben. Dort sind Räume nach dem Schema video.bayern.de/Pfad/Raumnummer angelegt, wobei der „Pfad" aus wenigen Buchstaben und die „Raumnummer" aus sechs Ziffern besteht. Die Räume verwenden fortlaufende Nummern, sodass man durch Hoch- und Runterzählen gleich mehrere entdeckt.

Nachdem wir auf den Link gestoßen waren, wollten wir uns davon überzeugen, dass es sich nicht bloß um ein schlecht abgesichertes Demosystem handelte. Wir betraten an mehreren Tagen stichprobenartig verschiedene Räume. Während wir die Räume in den meisten Fällen leer vorfanden, stießen wir in einem Fall auf die Krisenkonferenz. Nachdem wir nach einigen Minuten sicher waren, dass es sich hierbei um keine öffentliche Veranstaltung handelte, verließen wir das Meeting unbemerkt und informierten umgehend das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Außerdem baten wir das bayerische Innenministerium um Stellungnahme.

Schnelle PIN-Sperre

Im Hintergrund schien sich nun einiges zu tun, denn als wir einen Werktag später den Raum erneut betreten wollten, forderte das System nun zu einer PIN-Eingabe auf. Die Frist zur Stellungnahme ließ das bayerische Innenministerium indes verstreichen. Erst nach Veröffentlichung auf heise online meldete sich das bayerische Gesundheitsministerium bei uns.

Nach Ansicht des Ministeriums sei ein öffentlicher Zugang zwingend erforderlich, um die Teilnahme von Personen außerhalb des bayerischen Behördennetzes zu ermöglichen. Dass jeder teilnehmen konnte, war aber offenbar nicht gewollt: „Der Zugang wurde jedoch umgehend passwortgeschützt." Die in der Konferenz besprochenen Sachverhalte seien nicht als geheim oder vertraulich einzustufen.

Also alles halb so schlimm? Nein, denn selbst wenn das Ministerium den Inhalt des Meetings nicht als geheim ansieht: Die Gespräche waren eindeutig nicht für die Allgemeinheit bestimmt. Dazu kommt, dass das unsichere Betreiben unnötig war: Offenbar aus Bequemlichkeit hatte man die vorhandenen Sicherheitsmechanismen nicht genutzt. Und auch der freie Zugang von außen ist nicht notwendig – per VPN hätte sich der Innenminister über eine sichere Verbindung ins Behördennetz einloggen können.

(acb@ct.de) c't

Der bayerische Innenminister Joachim Herrmann bespricht die Coronakrise.

Bild: Woog UG

Box für die Tonne

AVM verhindert Verkauf gebrauchter Fritzboxen

Der Hersteller AVM hat einem Händler den Verkauf einer Charge von Fritzbox-Kabelroutern gerichtlich untersagen lassen. 20.000 funktionsfähige Geräte könnten deshalb auf dem Schrott landen.

Von Christian Wölbert

Die umstrittene Ware ist im Lager des Online-Händlers Carlo Faber bis fast unter die Decke gestapelt: rund 20.000 gebrauchte Fritzboxen, Typ 6490 Cable, verpackt in neutralen Kartons, auf 70 Europaletten. Einwandfreie Geräte aus Sicht des Händlers. „Unsere Kunden lieben sie“, sagt er.

Doch Hersteller AVM hat eine andere Haltung. Er hat Faber den Vertrieb der Router gerichtlich untersagen lassen. Der Händler habe die spezielle Provider-Firmware der Gebrauchtgeräte gegen eine andere Firmware ausgetauscht, die für Geräte aus dem freien Handel gedacht sei, erklärt eine AVM-Sprecherin gegenüber c’t. Das sei „eine nicht zulässige Produktveränderung“.

Faber sagt, dass er die 20.000 Boxen zwangsläufig entsorgen müsse, wenn sich AVM mit seiner Haltung durchsetzt. Zwei LKW-Ladungen funktionsfähiger Router würden dann im Müll landen. Außerdem sieht der Händler die Zukunft seines Unternehmens mit sechs Angestellten gefährdet. Mit der Hilfe von zwei Anwaltskanzleien wehrt er sich gegen das Verbot.

Was dürfen Händler?

Der Streit hat auch eine grundsätzliche Bedeutung. Es geht um die Frage, unter welchen Bedingungen Händler ein Betriebssystem gegen den Willen eines Herstellers verändern dürfen. Sollte sich Faber durchsetzen, könnte das dazu führen, dass mehr gebrauchte Kabelrouter auf den Markt kommen – und die Preise sinken.

Fabers Firma Woog hat sich auf die Wiederaufbereitung gebrauchter Technik spezialisiert. Sie vertreibt zum Beispiel Router, die Netzbetreiber zuvor an ihre Kunden vermietet hatten. Bei vielen Geräten ist das kein Hexenwerk. Die meisten DSL-Router funktionieren in allen Netzen problemlos und können auch nach einem Weiterverkauf mit Software-Updates versorgt werden.

Knifflig wird es bei Kabelroutern aus den Beständen von Netzbetreibern. Die Unternehmen passen die Firmware ihrer Mietgeräte stark an, um die Einrichtung zu erleichtern und Funktionen zu entfernen oder hinzuzufügen. Updates für diese Spezialfirmware liefern sie in der Regel nur selbst aus, über ihr eigenes Netz. Landet so ein Gerät in einem anderen Kabelnetz, ist es von der Update-Versorgung abgeschnitten, wenn es überhaupt funktioniert.

Software ausgetauscht

So bot zum Beispiel der Provider Unitymedia, der mittlerweile zu Vodafone gehört, seinen Kunden eine Sonderedition der Fritzbox 6490 Cable zur Miete an – im weißen statt roten Gehäuse, mit Unitymedia-Logo zusätzlich zum Fritzbox-Schriftzug und mit veränderter Firmware.

Von diesem Modell kaufte Faber Ende 2019 tausende Exemplare über Zwischenhändler, nicht direkt von Unitymedia. Dann bereiteten seine Mitarbeiter die Boxen auf: Sie reinigten sie, entfernten das Unitymedia-Logo und spielten eine andere Firmware auf – und zwar diejenige, die auch auf der roten 6490-Cable-Version läuft, die AVM im freien Handel anbietet. (Wie so ein Wechsel funktionieren kann, erklären wir am Beispiel eines anderen Fritzbox-Modells im Artikel auf S. 136.)

Faber hatte nun weiße Fritzboxen, die denselben Funktionsumfang boten wie die roten. Das Betriebssystem war auf dem neuesten Stand, obendrein gab es die Aussicht auf weitere Software-Updates direkt von AVM, genau wie bei den roten Boxen. Woog bot das Modell im Schnitt für unter 70 Euro an. Zum Vergleich: AVMs rote Version kostet als Neuware rund 155 Euro.

Woog verkaufte nach eigenen Angaben rund 10.000 Exemplare – bis AVM Mitte Februar beim Landgericht München I eine einstweilige Verfügung gegen den weiteren Verkauf erwirkte (Az.: 33 O 1703/20).

Als juristischen Hebel verwendet AVM sein Recht an der Marke Fritzbox. Laut der europäischen Unionsmarkenverordnung dürfen Inhaber die Benutzung einer Marke untersagen, „wenn berechtigte Gründe es rechtfertigen, dass der Inhaber sich dem weiteren Vertrieb der Waren widersetzt, insbesondere wenn der Zustand der Waren nach ihrem Inverkehrbringen verändert oder verschlechtert ist“ (Art. 15 UMV).

Sicher oder riskant?

Faber bestreitet keineswegs, dass Woog den Zustand der Unitymedia-Fritzboxen

Aufbereitete Unitymedia-Fritzbox, rote Handelsversion: gleiche Firmware, großer Preisunterschied

durch das Aufspielen einer anderen Firmware „verändert“ hat. Das sei aber noch lange kein „berechtigter Grund“, den Vertrieb zu untersagen.

Die Woog-Anwälte verweisen unter anderem auf ein Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH) aus den Achtzigerjahren. Diesem zufolge liegt kein Verstoß vor, wenn der Eingriff „keine Beeinträchtigung der Ware mit sich bringt“. Und Woog habe die Router keineswegs beeinträchtigt, sondern im Gegenteil dafür gesorgt, dass sie „einwandfrei funktionsfähig und sicher“ genutzt werden können.

AVM hingegen verweist gegenüber c’t auf ein BGH-Urteil aus dem Jahr 2004, laut dem ein Handy-Hersteller es anderen Unternehmen untersagen darf, eine SIM-Sperre zu entfernen. Sein Vorgehen begründet der Hersteller in erster Linie mit möglichen Nachteilen für die Nutzer. Sei nicht die für die jeweilige Produktversion vorgesehene Original-Firmware installiert, „besteht das Risiko, dass zukünftige wichtige Updates nicht aufgespielt werden können“, sagt eine Sprecherin.

Wie sich die Faber-Boxen bei künftigen Updates verhalten, lässt sich heute nicht mit Sicherheit sagen. c’t entdeckte jedenfalls an einem von Woog zur Verfügung gestellten Exemplar in einem kurzen Test keine Anzeichen für Einschränkungen. Die übliche Update-Funktion war in der Bedienoberfläche vorhanden. Theoretisch könnte AVM aber versuchen, die fraglichen Boxen zu identifizieren und von künftigen Updates auszuschließen.

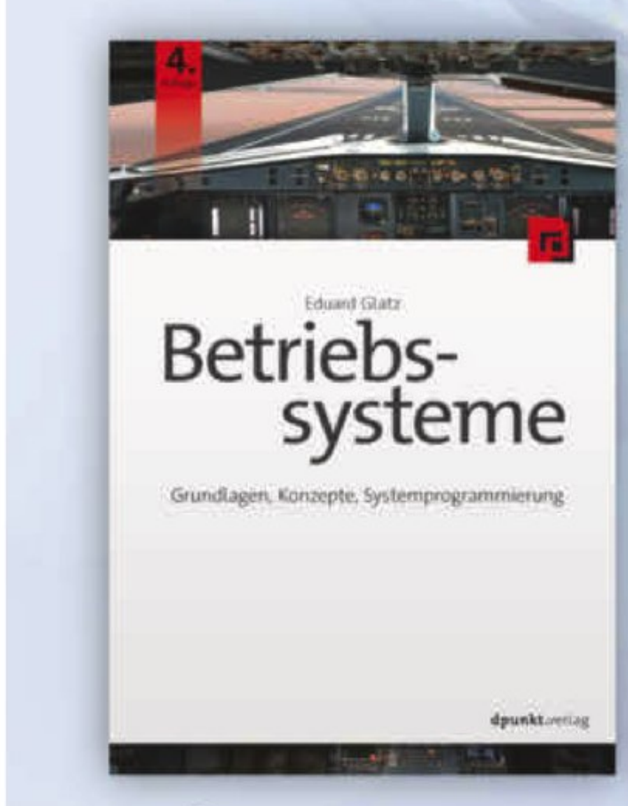
Faber fragt sich jedoch, ob es AVM nicht vor allem darum geht, den Absatz von Neugeräten zu fördern. Für jede gebrauchte Fritzbox werde schließlich theoretisch eine neue Box weniger verkauft.

Kein Lösungsvorschlag von AVM

Die Boxen einfach mit der Unitymedia-Firmware zu verkaufen, kommt für Faber nicht infrage. Die Software sei teilweise fünf Jahre alt, es fehlten mehrere wichtige Updates. Der Verkauf verbiete sich deshalb allein aus Sicherheitsgründen. Außerdem verweist er auf Vorgaben der Netzbetreiber. Tatsächlich fordern Provider wie Vodafone ihre Kunden auf, keine ehemaligen Leihgeräte zu verwenden. Manche stellen auch Mindestanforderungen an den Software-Stand.

Auch AVM warnt auf seiner Webseite: „FRITZ!Box-Cable-Produkte, die zuvor etwa als Mietgerät über einen Provider bezogen worden sind, können nicht an beliebigen Kabelanschlüssen verwendet werden.“

Doch was soll Faber nun mit den Geräten tun? Sieht AVM eine Alternative zur Verschrottung? Diesen Fragen weicht der Hersteller gegenüber c’t aus. AVM sei bekannt für „seine langlebigen Produkte und seine nachhaltige Updatepolitik“, betont die Sprecherin lediglich. *(cwo@ct.de)* c't

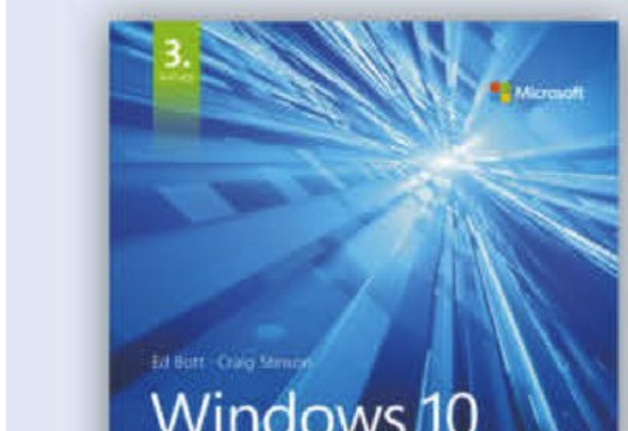


4. Auflage
2019, 734 Seiten
€ 44,90 (D)
ISBN 978-3-86490-705-0

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

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

2019, 368 Seiten
€ 39,90 (D)
ISBN 978-3-86490-698-5



3. Auflage
2019, 854 Seiten
€ 36,90 (D)
ISBN 978-3-86490-638-1
(Microsoft Press)

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

dpunkt.verlag

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
www.dpunkt.de

Bit-Rauschen

AMDs kommende GPU-Technik, ARM-CPUs und Intel-Lücken

AMD und Intel schauten bei öffentlichen Veranstaltungen mit Analysten weit in ihre jeweilige Zukunft. Bei Serverprozessoren kommt ARM deutlich stärker in Fahrt, während Intel weitere Lücken abdichtet.

Von Christof Windeck

Bald werden die ersten Ryzen-4000-Notebooks erwartet sowie Intels Zehnkerner Core i9-10900K alias Comet Lake-S auf neuen LGA1200-Mainboards. Aus technischer Sicht spannender sind aber Zen-3-Prozessoren, die später im Jahr wohl als „Milan"-Epycs für Server debütieren werden. Hier hat AMD klargestellt, dass der Auftragsfertiger TSMC nicht zwingend die Lithografie mit extrem-ultraviolettem (EUV-)Licht einsetzt. Das hatte man bisher erwartet, weil AMD bei Zen 2 von „7nm" und bei Zen 3 von „7nm+" gesprochen hatte. Mit letzterem meint AMD aber nur eine verbesserte 7-Nanometer-Fertigungstechnik.

AMD-CTO Mark Papermaster verriet Anfang März außerdem, dass bei Zen 4 dann 5-Nanometer-Technik zum Einsatz kommen wird – frühestens wohl 2021. Epyc-„Genoa"-Prozessoren mit Zen 4 sollen im Zwei-Exaflops-Supercomputer El Capitan rechnen, den Löwenanteil der Rechenleistung liefern darin aber Radeon-Instinct-Rechenbeschleuniger mit CDNA2-Mikroarchitektur. Mit CDNA – das „C" steht für Compute – ist eine für Rechenbeschleuniger optimierte Variante der Radeon-DNA-(RDNA-)Technik für Gaming-Grafikkarten gemeint. Die erste CDNA-Generation soll noch 2020 erscheinen, ebenso wie die zweite RDNA-Generation RDNA2. Letztere wiederum soll der von Nvidia erwarteten Ampere-GPU paroli bieten.

Den erwähnten El-Capitan-Supercomputer fertigt die HPE-Sparte Cray. Jeder Zen-4-Epyc bindet darin jeweils mehrere CDNA2-Chips an, und zwar Cache-kohärent per „Infinity Architecture", der Nachfolgerin des bisherigen Infinity Fabric. Auch Intel verspricht für den für 2021 geplanten Aurora-Supercomputer kohärente Links zwischen den „Sapphire Rapids"-Xeons und den „Ponte Vecchio"-Rechenbeschleunigern, nutzt dabei jedoch den Compute Express Link (CXL), der wiederum auf PCIe 5.0 aufsetzt.

ARM-Attacken

Die IT-Webseite Anandtech hat in der Amazon-Cloud AWS EC2 drei Server mit unterschiedlichen Prozessoren verglichen: Mit dem Intel-Platzhirsch Xeon Platinum 8259 (Cascade Lake), einem AMD Epyc der ersten Generation – der Epyc 7002 ist bei AWS noch nicht verfügbar – sowie mit dem Amazon-Eigengewächs Graviton2 mit ARM-Rechenkernen (siehe S. 38). Im Graviton2 stecken 64 Kerne vom Typ Neoverse N1, deren beeindruckende Rechenleistung Intel einige graue Haare wachsen lassen dürfte. Außerdem bringt Ampere noch den 80-Kerner Altra, der Zwei-CPU-Server mit 160 Kernen, 8 TByte RAM und PCIe 4.0 ermöglicht. Marvell setzt mit dem ThunderX3 noch einen drauf, hier sind es bis zu 96 Kerne mit je 4 SIMD-Einheiten und Vierfach-Multithreadring, also 768 logische Kerne im Dual-Socket-System.

Angesichts der ARM- und AMD-Übermacht streicht Intel die Cooper-Lake-Segel teilweise: Dieser dritte Aufguss des 14-Nanometer-Xeon-SP soll nur noch in Varianten für Server mit vier oder acht CPU-Fassungen kommen. In dieser Nische kann Intel noch punkten.

Schlüssel in Gefahr

Die Sicherheitsexperten Mark Ermolov und Maxim Goryachy von der russischen Firma Positive Technologies (PTE) graben seit Jahren immer tiefer in Intels Management Engine (ME), auch Converged Security and Management Engine (CSME) oder CSE genannt. Sie meinen nun, dass ein wichtiger kryptografischer Schlüssel von Intel-Prozessoren kurz vor der Enttarnung steht. Dieser „Hardware Key" ist laut den PTE-Leuten bei Prozessoren aus den Jahren 2011 bis heute identisch und lässt sich nicht durch Firmware-Updates gegen einen anderen austauschen. Würde der Schlüssel kompromittiert, könnten in der Folge einige ME-Funktionen unbrauchbar werden. Intel hatte bereits Ende 2019 Updates der CSME-Firmware verteilt, um Angriffe auf den Hardware-Schlüssel zu erschweren. Am 10. März kündigte Intel noch eine Fülle weiterer Updates an, etwa für Grafiktreiber mit Sicherheitslücken und auch BIOS-Updates für fast alle NUC-Mini-PCs. Auch eine weitere Sicherheitslücke der Spectre-Art wurde veröffentlicht: Load Value Injection (LVI) ist vor allem für verschlüsselte RAM-Enklaven gefährlich, die sich mit Software Guard Extensions (SGX) einrichten lassen. Intel begegnet LVI mit Compiler-Updates, die aber relativ viel Performance kosten, allerdings eben nur in Trusted Execution Environments (TEEs) mit SGX.

(ciw@ct.de) c't

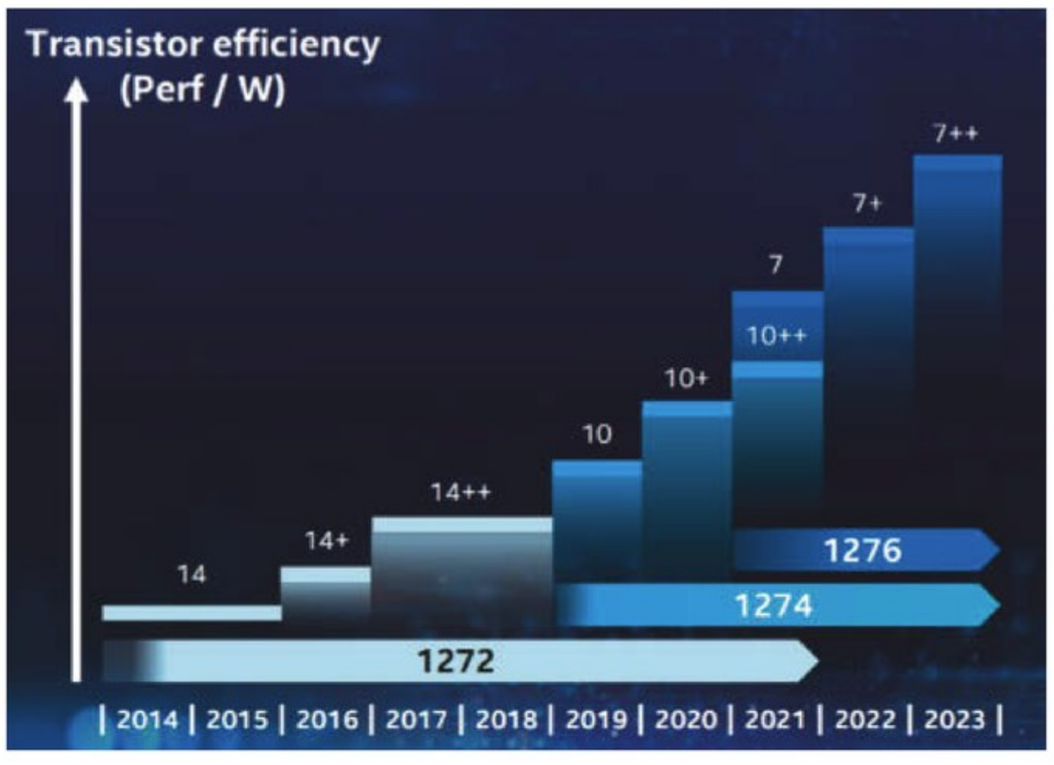


Bild: Intel

Auf die von Pannen und Verzögerungen geplagte 10-Nanometer-Technik soll bei Intel ab 2021 die 7-Nanometer-Fertigung folgen. Frühestens ab 2023 will man dann bei 5 Nanometern wieder der Konkurrenz voraus sein.

Drei sind nicht genug!

1blu-Homepage 10

10 .de-Inklusiv-Domains!

1blu Homepage „10“

Noch bis Ende April 2020
Bestellungen nach dem 30.04.2020 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. 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

Mobiler Achtkerner

Ryzen 4000: mehr Details, erste Benchmarks

AMD gibt zusätzliche Details zu den mobilen Ryzen-4000-Prozessoren bekannt und ergänzt das Portfolio um leistungsstarke Ryzen-9-Varianten.

Von Florian Müssig

AMDs Notebook-Prozessoren der Ryzen-4000-Familie (Codename Renoir)stellen Intels mobile Core-i-CPUs in den Schatten: AMD bringt auf einem monolithischen Die bis zu acht CPU-Kerne samt überarbeiteter Radeon-Grafikeinheit unter und lässt die Chips bei TSMC in einem 7-Nanometer-Prozess fertigen. Intel muss hingegen wegen fortdauernder Fertigungsprobleme die zehnte Core-i-Generation aus zwei Baureihen bestücken: Ice Lake (10 Nanometer) mit verbesserter Grafikeinheit, aber maximal vier Kernen, und Comet Lake (14 Nanometer) mit bis zu sechs Kernen, aber veralteten Bestandteilen.

Eigene Messungen müssen wir an dieser Stelle schuldig bleiben: Das Coronavirus hat auch AMDs Fahrplan durcheinandergewirbelt, sodass bislang noch keine Ryzen-4000-Testgeräte ausgeliefert werden konnten. Von AMD gezeigte Benchmarks lassen jedoch einiges erhoffen: Egal ob Singlethreading-, Multithreading- oder 3D-Leistung – AMDs Ryzen-7-CPUs sind Intels Core-i7-Prozessoren der zehnten Generation oftmals überlegen.

Optimierte Architekturen

Die Ryzen 4000 sind die ersten Mobilprozessoren mit Zen-2-Kernen, die bei Desktop-PCs bereits seit Mitte 2019 in Ryzen-3000-Prozessoren für einen ordentlichen Geschwindigkeitsschub sorgten. Allerdings hat AMD die Kerne für Mobilgeräte angepasst, etwa die Caches verkleinert (4 statt 16 MByte L3-Cache pro CCX).

Die integrierte Radeon-GPU basiert noch auf der älteren Vega-Architektur statt auf Navi. Durch größere Caches, doppelt so breite interne Datenpfade und höheren Takt konnte AMD allerdings ein Plus an 3D-Leistung erzielen. Die Video-Engine wurde unabhängig von der 3D-Architektur modernisiert.

Energiesparmaßnahmen

Die zweite große Baustelle, die AMD angegangen ist, ist der Stromverbrauch im Leerlauf. Ryzen-4000-CPUs haben weiterhin dieselben internen Schlafzustände, doch sie geben diese nun in drei Stufen nach außen. Das Betriebssystem kann somit anhand der anstehenden Aufgaben entscheiden, ob ein leichter Schlaf oder lautes Schnarchen angebracht ist. Zusätzlich hat AMD dafür gesorgt, dass Kerne schneller schlafen und wieder aufwachen können.

Andere laufzeitrelevante Aspekte wie die Akkukapazität eines Notebooks kann AMD hingegen nicht beeinflussen – dies ist die Domäne der Gerätehersteller. Ganz generell können diese weitaus mehr bewirken als AMD beim Prozessor: Ryzen 4000 unterstützt zwar moderne Stromsparkonzepte wie LPDDR4x-Speicher und 1-Watt-Bildschirme mit Panel Self Refresh, doch wenn ein OEM diese Optionen aus preislichen Gründen nicht implementiert, dann wird dadurch viel mehr Energie verschenkt, als die CPU jemals einsparen kann.

Ryzen 9 für Notebooks

Während die U-Modelle von Ryzen 4000 für flache und mobile Notebooks gedacht sind, will AMD mit dieser Chipgeneration auch wieder bei leistungsstarken Gaming-Notebooks mitspielen. Dafür gibt es die H-Serie der Prozessoren mit ebenfalls bis zu acht Kernen, aber dank 45 statt 15 Watt erlaubter Abwärme mit höherer Performance. In Ergänzung zum bisherigen H-Sortiment aus Ryzen 5 und Ryzen 7 wird es erstmals auch Ryzen-9-Modelle geben.

Um auch vergleichsweise dünne oder kompakte Notebooks mit viel Rechenleistung zu ermöglichen, sieht AMD die von den H-Prozessoren abstammenden HS-Modelle vor. Sie haben identische (Ryzen 5, Ryzen 7) oder ähnliche (Ryzen 9) Taktraten, sind allerdings auf 35 Watt Abwärme begrenzt. AMD stellt den OEMs die HS-Modelle allerdings nur unter Auflagen bereit – das Notebook muss etwa unter zwei Zentimeter dick sein und über 10 Stunden Akkulaufzeit bei der Videowiedergabe schaffen.

Im Vergleich zu bisherigen Ryzen-Prozessoren gibt es im Renoir-SoC zwar je vier PCIe-Lanes und USB-Ports mehr, doch an den Fähigkeiten – PCIe 3.0 beziehungsweise 10-GBit/s-USB – hat sich nichts geändert.

Ausblick

Während seit Jahresbeginn gerade einmal eine Handvoll an Ryzen-4000-Notebooks angekündigt wurden, sollen laut AMD bis Jahresende über 100 Modelle erscheinen. Ob diese Prognose zu halten sein wird, hängt nicht nur vom weiteren Verlauf der Coronaviruspandemie ab. Denn obwohl Intels anhaltende Lieferprobleme inzwischen altbekannt sind, konnte AMD daraus kaum Profit schlagen: Die Ryzen-Lieferungen sind von langfristigen Lieferverträgen mit TSMC abhängig, und die wurden vor geraumer Zeit und offensichtlich eher konservativ ausgehandelt. Intel liefert daher immer noch weitaus mehr Prozessoren an die Notebook-Hersteller als AMD. *(mue@ct.de)* c't

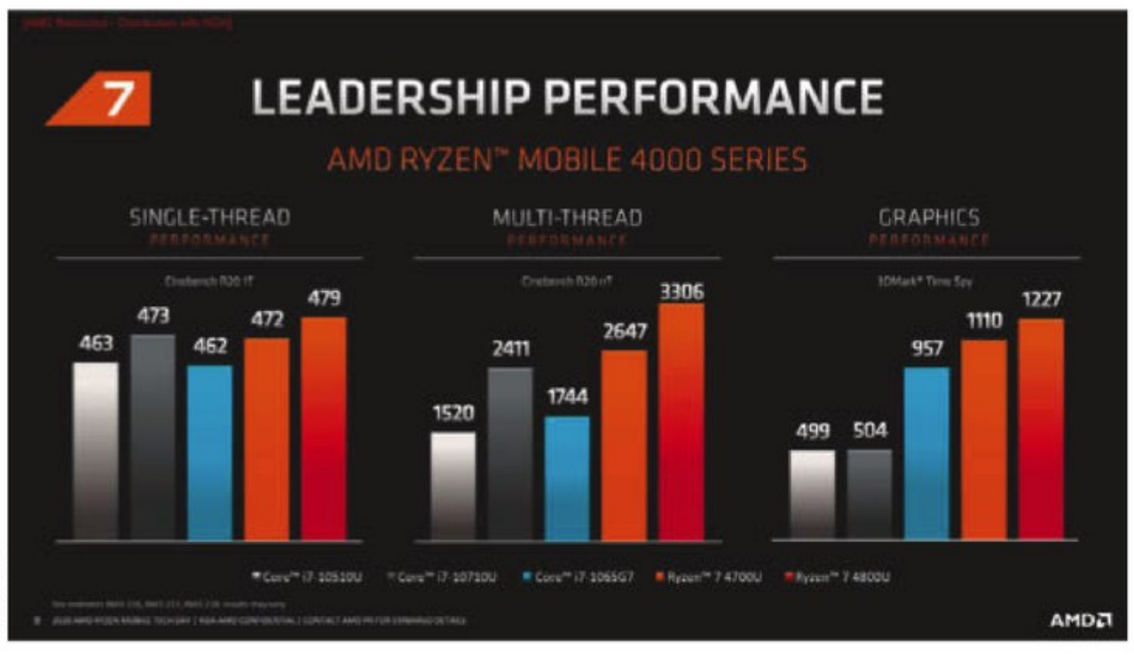


Bild: AMD

In von AMD erstellten Benchmarks lassen Ryzen-4000-CPUs ihre Konkurrenten der zehnten Core-i-Generation hinter sich.

PS5 und Xbox X mit AMD RDNA2

Nach vielen Spekulationen steht nun die Hardware der kommenden Konsolengeneration fest: **Sonys Playstation 5 und Microsofts Xbox Series X setzen jeweils auf achtkernige AMD-Prozessoren mit Zen-2-Technik (16 Threads) und eingebauter RDNA2-Grafik**. Radeon-Grafikkarten für PCs mit RDNA2-GPUs sind noch nicht auf dem Markt, werden aber noch 2020 erwartet. Beide Konsolen haben je 16 GByte GDDR6-RAM, den sich CPU und GPU teilen. In den Details unterscheiden sich die Konzepte der Hersteller. So besitzt die Xbox-GPU mehr Compute Units als die PS5 (52 statt 36 CUs), dafür taktet letztere höher (2230 statt 1825 MHz). Microsoft kommt damit auf 12 Teraflops, Sony auf 10,28 - und betont freilich, dass nicht nur die reine Rechenleistung relevant fürs Spielerlebnis ist.

Bild: Microsoft

Microsofts Xbox Series X hat eine ungewöhnliche Bauform. Die PS5 zeigt Sony noch nicht.

Spannend ist der Einsatz sehr schneller SSDs: Sonys 825-GByte-Modell soll 5,5 GByte pro Sekunde über PCIe 4.0 schaufeln, die Xbox (1 TByte) rund 2,4 GByte/s. Beide Hersteller nutzen obendrein Hardware-Kompression, um die Übertragungsraten zu steigern. Entwickler von Konsolenspielen sollen die schnellen SSDs als Quasi-Erweiterung des RAM einbinden können. Mit „Tempest Audio“ gibt es obendrein eine neuartige 3D-Audio-Engine für die PS5.

Bei beiden Konsolen lässt sich der SSD-Speicherplatz vergrößern, allerdings setzt Microsoft auf proprietäre Module und bei Sony müssen es schnelle PCIe-4.0-Typen sein. Preise und Liefertermine nannten die Konkurrenten nicht – man erwartet einen Verkaufsstart vor Weihnachten. Wie sich die Verwerfungen durch die Corona-Pandemie auf die Fertigung auswirken, blieb ebenfalls offen. *(jkj@ct.de)*

Preiswerter Office-PC

Im Bürorechner Exone Business S 1301 Athlon 3000GSSD W10Pro steckt ein sparsamer Dual-Core-Prozessor vom Typ AMD Athlon 3000G mit 3,5 GHz Taktfrequenz, der **ausreichend Performance für gängige Büroarbeiten** und Webdienste liefert. Der Hersteller rüstet den PC in der Basisvariante mit einer 250-GByte-SSD und 4 GByte Arbeitsspeicher aus. Maximal sind laut Exone 32 GByte DDR4-RAM möglich. Die in der CPU integrierte Vega-3-Grafik steuert über DVI und HDMI zwei digitale Displays an. Inklusive 24 Monaten Garantie und Windows 10 Pro kostet der Büro-PC 399 Euro. *(chh@ct.de)*

Bild: Exone

Exone liefert beim Business S 1301 Athlon 3000GSSD W10Pro Tastatur und Maus von Cherry mit.

Leise Audio-Workstation fürs Rack

Die Firma Digital AudionetworX (DA-X) aus Berlin hat für ihre „Audio Workstation Compact“ ein spezielles Einschubgehäuse für 19-Zoll-Racks entworfen. Der Computer ist für den Einsatz als **Digital Audio Workstation (DAW) in Studios** oder auch Übertragungswagen gedacht und hat eine leise Kühlung. Zum Basispreis von 1379 Euro ist der Intel-Sechskerner Core i5-9600 zusammen mit 8 GByte RAM und einer 250-GByte-NVMe-SSD eingebaut. Maximal sind der Achtkerner Core i9-9900, 64 GByte RAM und bis zu 24 TByte Flash-Speicher verteilt auf vier SSDs möglich.

Externer Massenspeicher lässt sich per USB 3.2 Gen 2 und Thunderbolt 3 anschließen; die integrierte GPU des Core-i-Prozessors steuert via HDMI 2.0 und DisplayPort 1.2 zwei Monitore mit Auflösungen bis Ultra HD an.

Das 8,8 Zentimeter flache Gehäuse (2 Rack-Höheneinheiten) bietet auch Platz für eine PCI-Express-Karte voller Länge, beispielsweise für den Echtzeit-Mischer Avid Pro Tools HDX. Alternativ offeriert DA-X Interfacekarten mit MADI, AES/EBU, ADAT, Dante oder SDI. *(ciw@ct.de)*

Bild: DA-X

Die leise und flache Audio Workstation Compact von Digital AudionetworX passt in 19-Zoll-Racks.

Kurz & knapp

Für das kostenlose Battle-Royale-Spiel Call of Duty: Warzone stellt Nvidia **aktualisierte GeForce-Grafiktreiber** zum Download bereit. Die Version 442.59 für GeForce-GPUs behebt zudem Abstürze beim 3D-Spiel NBA 2K20.

Das zypriotische Unternehmen Cybenetics führt eine **Datenbank mit Effizienz- und Geräuschmessungen von 650 PC-Netzteilen**. Cybenetics teilt die Produkte nach eigenen Messungen in fünf Effizienzklassen ein.

ARM-Serverprozessoren von Ampere und Marvell

Konkurrenz für Intel und AMD: Ampere bringt den 80-Kerner Altra und Marvell den ThunderX3 mit 384 Threads.

Neue 64-Bit-ARM-Prozessoren für Cloud-Server erhöhen den Druck auf AMD Epyc und Intel Xeon. In der Amazon-Cloud AWS EC2 kann man mittlerweile Instanzen mit dem hauseigenen **Graviton2** buchen, der 64 Kerne mit der von ARM entwickelten Mikroarchitektur Neoverse N1 hat. Letztere ähnelt dem Cortex-A76, der auch in schnellen Smartphone-Chips steckt; laut ersten Benchmarks kann sich der Graviton2 gut gegen seine x86-Gegner behaupten.

Auch die Firma **Ampere setzt beim Altra auf Neoverse N1**, packt aber gleich 80 Kerne hinein. Jeder Kern hat zwei 128-Bit-SIMD-Einheiten und taktet im Turbo-Modus mit bis zu 3 GHz. Die SIMD-Einheiten verarbeiten auch Int8- und FP16-Datenformate für Machine-Learning-Algorithmen. Außerdem gibt es Speicher-Controller für acht DDR4-Speicherkanäle und 128 PCI-Express-4.0-Lanes. Bei zwei Altra-CPUs in einem Dual-Socket-Server sind 192 PCIe-4.0-Lanes möglich; ein Teil davon lässt sich für kohärente CCIX-Verbindungen zu Rechenbeschleunigern nutzen. Die TDP der Chips liegt bei 210 Watt. Ampere liefert bereits die Server Mt. Jade und Mt. Snow mit einer oder zwei Altra-CPUs an Pilotkunden aus.

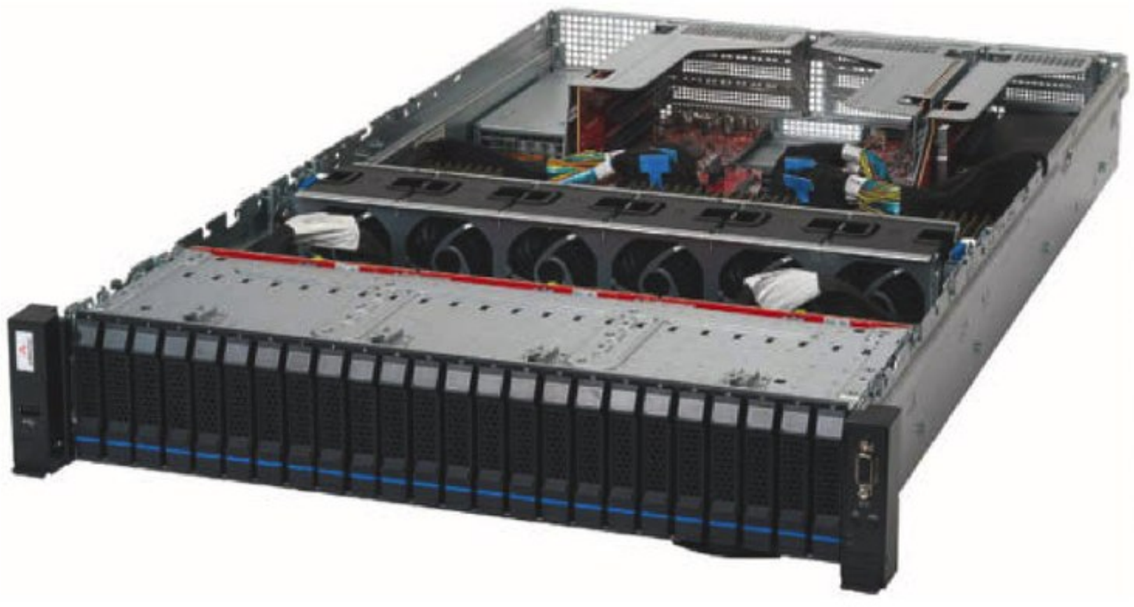


Bild: Ampere

Im Server „Mt. Jade“ rechnen zwei Ampere-Altra-Prozessoren mit je 80 ARM64-Kernen, PCIe 4.0 und bis zu 4 TByte RAM.

Unter der Marke Marvell, die 2017 die Firma Cavium aufgekauft hat, erscheint der **ThunderX3 mit bis zu 96 Kernen und 384 Threads**. Marvell verwendet eine selbst entwickelte ARMv8.3-Mikroarchitektur mit vier SIMD-Einheiten pro Kern. Zwei ThunderX3 lassen sich in einem Dual-Socket-Server koppeln. Auch hier sind PCIe 4.0 und acht DDR4-Speicherkanäle eingebaut. *(ciw@ct.de)*

SmartNIC: Netzwerkadapter mit FPGA

Die PCI-Express-Karte Xilinx Alveo U25 hat zwei 25-GBit/s-Ethernet-Ports, einen FPGA-Chip vom Typ Zynq Ultrascale+ XCU25 sowie 10 GByte RAM. Sie verarbeitet als **intelligenter Netzwerkadapter** TCP-Datenströme, um (Web-)Server und In-Memory-Datenbanken zu beschleunigen. Auf der SmartNIC-Karte läuft dabei die Software Cloud Unload der 2019 übernommenen Firma Solarflare.

Xilinx verspricht, dass sich Datenbanken wie Redis oder Nginx-Webserver per SmartNIC erheblich auf Trab bringen lassen; angeblich sind bis zu 400 Prozent mehr Nutzer möglich. Die Alveo U25 teilt ihre 16 PCIe-3.0-Lanes in zwei x8-Ports auf. Per SR-IOV-Virtualisierung stellt sie bis zu 240 Virtual Functions bereit. Einen Preis für die Alveo U25 mit Cloud Unload nannte Xilinx bisher nicht. *(ciw@ct.de)*

Bild: Xilinx

Der FPGA-Netzwerkadapter Xilinx Alveo U25 beschleunigt In-Memory-Datenbanken und Webserver.

Kurz & knapp

Memblaze stellt neue **Enterprise-SSDs** vor, die als PCIe-3.0-x8-Steckkarten sowie im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2-Anschluss erhältlich sein werden. Die maximale Kapazität der Baureihe PBlaze V 920 liegt bei 7,68 TByte, beim Lesen gibt der Hersteller eine Geschwindigkeit von knapp 6 GByte/s und 1 Million IOPS an.

Seagate erweitert seine Ironwolf-Serie um eine **NAS-SSD im M.2-Format 2280**: Die Ironwolf 510 SSD ist mit Kapazitäten zwischen 240 und 1920 GByte erhältlich und soll sich nicht nur als Datenablage eignen, sondern auch als schnelle Cache-SSD.

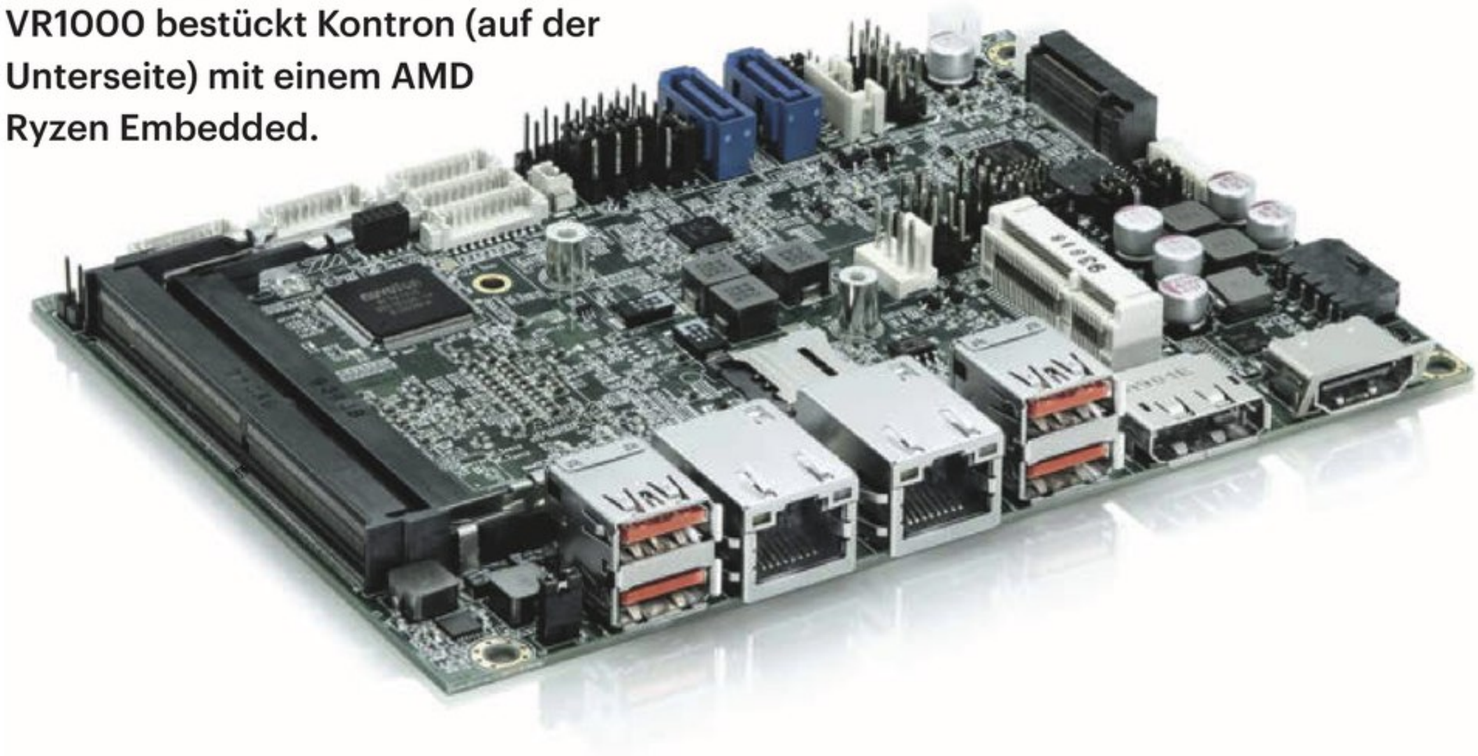
Thomas-Krenn verkauft **Rack-Server mit AMD Epyc 7002** ab rund 2000 Euro. Dafür bekommt man einen 1-HE-Einschub mit dem Achtkerner Epyc 7232P, 16 GByte RAM sowie Platz für vier 3,5-Zoll-Laufwerke und eine PCIe-Karte.

3,5-Zoll-Boards mit AMD- und Intel-CPUs

Einplatinencomputer im 3,5-Zoll-Format kommen in vielen Systemen zum Einsatz; die Bauform ist schon seit Jahren auf dem Markt. Kontron und ICP Deutschland bestücken Single Board Computer (SBC) in diesem Format nun mit aktuellen Embedded-Prozessoren von AMD und Intel. Der Kontron 3.5“-SBC-VR1000 ist mit dem AMD Ryzen Embedded V1000 oder R1000 bestückt; die V1000-Typen haben vier Kerne, die meisten R1000-Typen nur zwei. Auch bei der GPU-Performance und der Anzahl der USB-3.2-Gen-2-Ports gibt es Unterschiede. Bis zu drei 4K-Monitore lassen sich via DisplayPort, HDMI 2.0 und LVDS anschließen. Zwei SODIMM-Slots ermöglichen bis zu 32 GByte RAM.

ICP Deutschland setzt beim WAFER-ULT5 auf einen Intel-Prozessor der Generation Whiskey Lake, vom Celeron 4205UE bis zum Core i7-8665UE. Die CPU-Kühlung übernimmt ein großer Aluminiumkörper ohne Lüfter. Auch hier sind 4K-Displays anschließbar, aber wegen HDMI 1.4 nur mit bis zu 30 fps. Beim RAM-Ausbau sind ebenfalls 32 GByte möglich; drei Gigabit-Ethernet-Buchsen sorgen für Netzwerkanschluss.

Noch deutlich kleiner als der Kontron 3.5"-SBC-VR1000 ist der ebenfalls mit Ryzen R1000 bestückte DFI GHF51; auf seine Platine im 1,8-Zoll-Format mit 8,4 und 5,5 Zentimetern Kantenlänge passen aber nur wenige Anschlüsse. *(ciw@ct.de)*



Den Einplatinencomputer 3.5“-SBC-VR1000 bestückt Kontron (auf der Unterseite) mit einem AMD Ryzen Embedded.

Bild: Kontron

KIOXIA

Toshiba Memory is now KIOXIA

Brustkrebsanalyse ohne Biopsie

Europäische Forscher haben ein Bildgebungsverfahren für die Brustkrebsuntersuchung entwickelt, das bösartige Knoten nicht-invasiv identifiziert. Künftig könnte die Technik Millionen von Frauen die peinigende Biopsie-Prozedur ersparen.

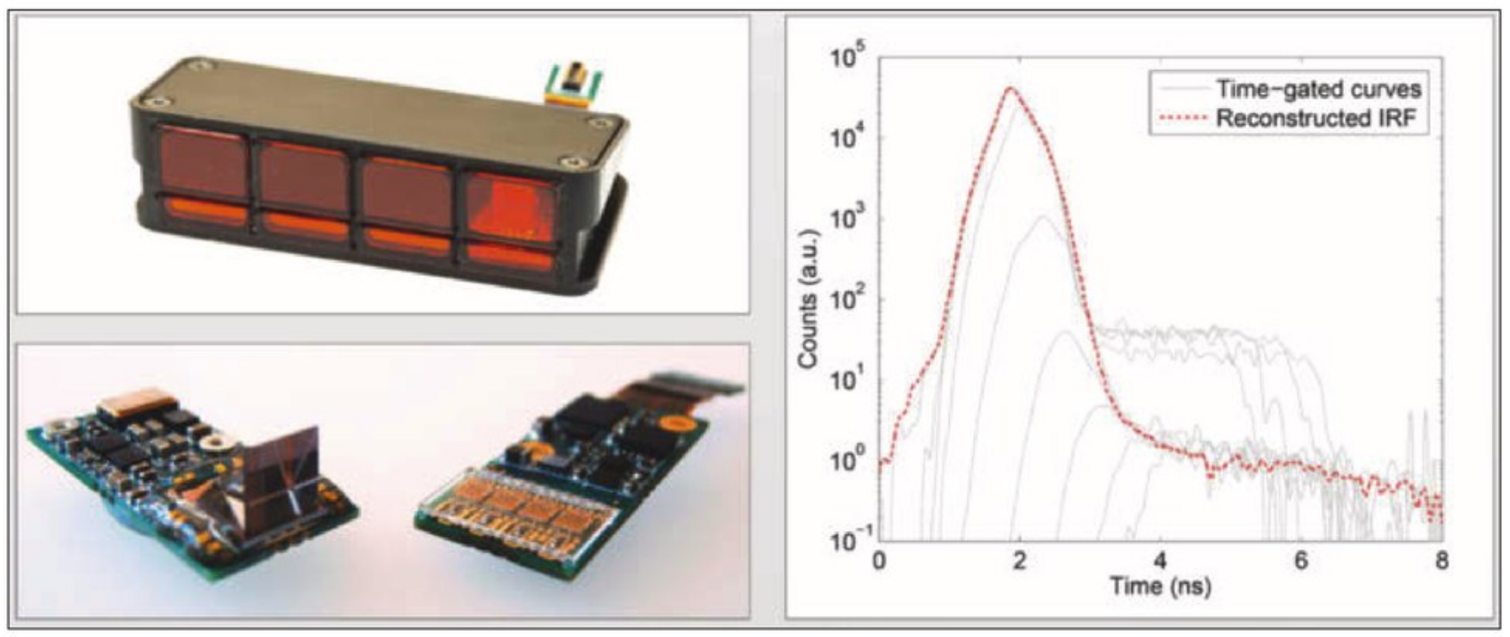


Bild: Politecnico di Milano

Der SOLUS-Scanner kombiniert drei nicht-invasive Methoden zur Unterscheidung von gut- und bösartigen Brustknoten.

Der SOLUS-Scanner (Smart Optical and Ultrasound Diagnostics of Breast Cancer) kombiniert Licht- und Ultraschallsignale mit der Elastografie, mittels der sich visko-elastische Gewebeeigenschaften messen lassen. Mit den drei Verfahren zusammen lassen sich gut- und bösartige Brustknoten unterscheiden. Das Hauptelement des Scanners ist eine „Smarte Optrode“, die Laserlicht unterschiedlicher Wellenlängen aussendet und die reflektierten Signale mit einem Detektor erfasst. Die Methode gründet auf der in der Neurologie und der Wundüberwachung genutzten „diffuse optical tomography“. Das Laserlicht gibt Aufschluss über den Gehalt an Blutsauerstoff, Wasser und Lipiden in einem Gewebe. Tumore haben üblicherweise erhöhten Sauerstoff- und Wassergehalt, während der Lipidgehalt niedriger ist als bei gesundem Gewebe.

Die gängige Mammografie findet Knoten in der Brust zwar einigermaßen zuverlässig, kann aber bösartige von gutartigen kaum unterscheiden, sodass für eine definitive Diagnose oft invasive Prozeduren wie die Biopsie angewendet werden. Falsch-positive Befunde kosten laut einer aktuellen Studie allein in den USA jährlich rund 2 Milliarden US-Dollar und stellen für die betroffenen Patientinnen wegen langer Wartezeiten auf das Ergebnis eine erhebliche psychische Belastung dar.

Der SOLUS-Scanner liefert die Ergebnisse umgehend und erreicht eine Sensitivität von 95 Prozent (Richtig-Positiv-Rate) und eine Spezifität von 90 Prozent (Richtig-Negativ-Rate). Die Mammografie kommt auf je 83 und 97 Prozent.

Den Scanner haben neun Arbeitsgruppen aus Frankreich, Großbritannien, Italien, Österreich und Deutschland unter der Leitung der Professorin Paola Taroni am Politecnico di Milano entwickelt. Die EU-Kommission fördert das Projekt mit 3,8 Millionen Euro (Horizont 2020). Die Mailänder Gruppe greift auf 20 Jahre Erfahrung mit „diffuse optical imaging“ zurück (funktionelle Neuroanalyse und Muskeloximetrie). Bisher wurde der SOLUS-Scanner in klinischen Studien mit mehr als 400 Patienten getestet. Die nächste, für das klinische Umfeld angesetzte Testphase soll bis 2021 laufen. *(dz@ct.de)*

Fahrerüberwachung in 3D

Eyeware und Melexis arbeiten an einem Überwachungssystem, das mittels eines 3D-Sensors Kopfbewegungen und Blickrichtungswechsel von Fahrern selbst bei starkem Sonnenlicht korrekt erfassen kann. Dafür ermittelt der Sensor Melexis MLX75027 die Laufzeit von Infrarotsignalen (entweder 850 oder 940 nm Wellenlänge). Von Eyeware stammt die Aufmerksamkeitsüberwachung.

Gängige 3D-Systeme nutzen zur Ausleuchtung LEDs oder Laserdioden mit sehr kurzen Infrarot-Pulsen und Intervallen, sodass die Sensoren viele Laufzeitmesswerte in kurzer Zeit ermitteln. Im neuen 3D-System sind die Intervalle extrem kurz (20 bis 100 MHz), was **die Genauigkeit erhöht und die Anfälligkeit gegenüber Sonnenlicht senkt**.

Ein erstes Demosystem erfasst die Umgebung mit einem VGA-auflösenden Array (640 × 480 Pixel), für das Melexis Sonys Depthsense-Pixel von 10 × 10 Mikrometer Größe einsetzt. Es liefert bis zu 135 Frames pro Sekunde. Der Sensor belegt einen Rauminhalt von 14 × 14 × 2,2 Millimetern und lässt sich laut Hersteller in die Rückspiegelbaugruppe integrieren. Er ist für Temperaturen von –40 °C bis 105 °C ausgelegt. *(dz@ct.de)*

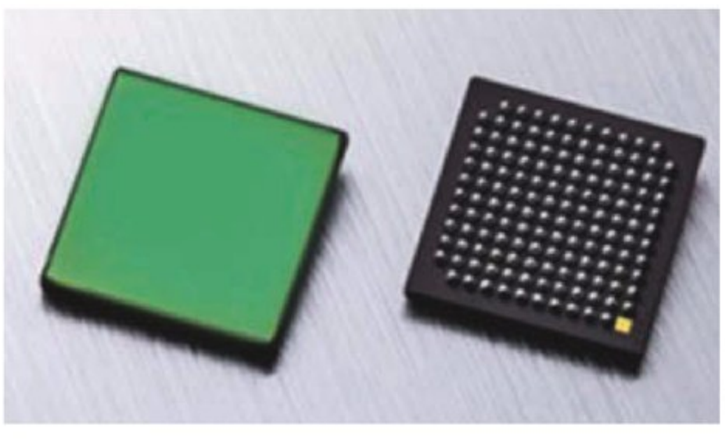


Bild: Melexis

Der 3D-Sensor MLX75027 von Melexis liefert 640 × 480 Entfernungsmesspunkte.

Always-On-Sensor

Der neue Bosch BHA260 ist ein genügsamer Smart-Sensor-Hub mit 32-Bit-Mikrocontroller (Fuser2 Core), Gleitkomma-, Speicherschutzeinheit, 256 KByte SRAM, 144 KByte bereits belegtem On-Chip-ROM und 1,8 Volt Betriebsspannung. Er arbeitet mit einem Takt von 20 oder 50 MHz und nimmt dann laut Bosch 950 µA oder 2,8 mA auf (2 oder 5 mW). An Bord ist ein 16-bittiger **3-Achsen-Beschleunigungsmesser**. Für die Kommunikation, beispielsweise mit externen Sensoren, sind GPIO-, SPI- und I2C-Ports an Bord.

Bosch bietet zur Programmierung sein hauseigenes Software-Framework, das unter anderem die BSX-Sensorfusions-Software enthält. Damit seien bereits die 3D-Bewegungsverfolgung und Aktivitätserkennung möglich. *(dz@ct.de)*

Mainboard mit ISA, PCI und COM-Ports

Die Firma Spectra vertreibt das Mainboard MS-98L9 V2.0 der IPC-Sparte von MSI, auf dem sich **alte ISA-Erweiterungskarten mit Core-i-Prozessoren** aus dem Jahr 2017 koppeln lassen. Es gibt zudem fünf PCI-Slots, bis zu sechs COM-Ports und eine PS/2-Buchse, aber auch zweimal PCI Express, zweimal Gigabit Ethernet sowie USB 3.0.

MSI verwendet den betagten Chipsatz H110, der eine LGA1151-Prozessorfassung für einen Intel Core i-6000 (Skylake) oder Core i-7000 (Kaby Lake) anbindet. Für alte Software genügt aber oft auch ein Celeron G3900 für 45 Euro. In zwei Fassungen für DDR4-Speicherriegel passen bis zu 32 GByte Hauptspeicher.

Ob sich alte ISA-Karten im MS-98L9 V2.0 weiternutzen lassen, hängt von mehreren Faktoren ab, etwa von Betriebssystem und Treibern. Außerdem bindet der Chipsatz H110 PCI- und ISA-Busse nicht direkt an, sondern über Bridge-Chips. Damit kommt nicht jede ISA-Karte beziehungsweise deren Treiber zurecht. *(ciw@ct.de)*

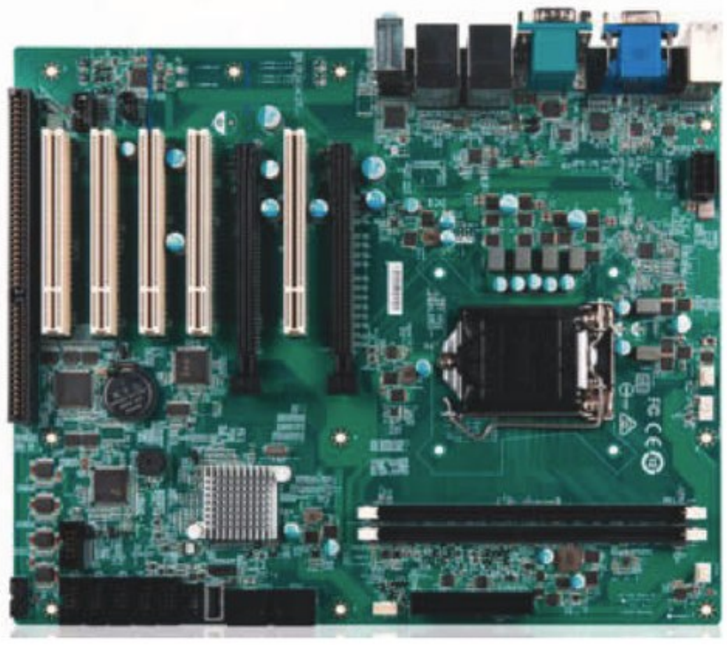


Bild: Spectra

Auf das MS-98L9 V2.0 von Spectra passt noch eine alte ISA-Karte.

Kurz & knapp:

Nach Samsung, Renesas und Uwetek hat nun auch Cypress **Controller für USB Power Delivery mit Authentifizierung** im Angebot. Die Chips EZ-PD CCG6DF und CCG6SF sind vor allem für Notebooks gedacht, die sich über ihre USB-C-Buchsen per USB-PD laden lassen. Der CCG6DF kann zwei USB-C-Buchsen steuern, der CCG6SF nur eine. Beide Chips beherrschen den Rollenwechsel, können also Leistung annehmen oder abgeben (Dual Role Port, DRP). Die USB-PD-Controller enthalten auch 20-Volt-Spannungsregler.

Die RISC-V Foundation hat die Processor Trace Spezifikation für RISC-V-CPUs verabschiedet. Damit lassen sich Standardwerkzeuge zum **Debugging von RISC-V-Chips** entwickeln.

KIOXIA

We are Memory
We are SSDs
We are Innovators
We are KIOXIA

Datenratenrekorde auf Glasfasern

Im Labor laufen schon über 1000 GBit/s auf einzelnen Wellenlängen über große Distanzen. Infinera treibt die Datenrate nun auch in Produktivnetzen in diese Richtung.

Der Netzwerkhersteller Infinera beschleunigt die Datenrate auf Weitverkehrsverbindungen im praktischen Einsatz: In einem Versuch Mitte März 2020 transportierte eine einzelne Wellenlänge (Farbe) **800 Gigabit/s über eine Distanz von 950 Kilometern** im Produktivnetz eines nicht genannten amerikanischen Netzbetreibers. Erst Anfang März hatte Infinera auf nach ITU-G.652 standardisierten Glasfasern von Corning 800 GBit/s über 800 Kilometer geschafft. Für die Betreiber großer Internetknoten stellt die Technik eine deutliche Effizienzsteigerung in Aussicht: Die Transportkapazität lässt sich vervielfachen, ohne neue Glasfaserstrecken in Betrieb nehmen zu müssen.

Als Endpunkte dienten Infineras Groove-GX-Switches mit ICE6-Schnittstellen (Infinite Capacity Engine). Da die Übertragung mit 96 GBaud in einem 100-GHz-Frequenzraster lief, klettert die **Gesamtkapazität einer Faserstrecke auf rund 35 Terabit/s.** Bisher waren 100 GBit/s auf einer Farbe im 50-GHz-Raster üblich, was eine Summendatenrate von knapp 9 TBit/s ergibt.

Auf die 800 GBit/s kommt Infinera mit 64-QAM-Modulation (6 Bit pro Symbol, also Übertragungselement) und „Long-Codeword Probabilistic Constellation Shaping“ (PCS, ct.de/yy3p). PCS sendet häufiger Symbole mit niedrigem Energiegehalt als welche mit hohem. Das reduziert Störungen durch nichtlineare Effekte in der Faser und steigert so die Übertragungszuverlässigkeit: In 16-QAM-Systemen kletterte der Durchsatz im Bestfall um mehr als 40 Prozent. Erst im Herbst 2019 schaffte Juniper Networks mit 400 GBit/s über 2000 Kilometer das gleiche Distanz-Datenraten-Produkt. Adva Optical trieb die Geschwindigkeit auf einer Farbe schon auf 1200 GBit/s hoch, aber im 150-GHz-Raster (c’t 26/2019, S. 50).

Ebenfalls Mitte März haben die Nokia Bell Labs einen neuen Rekord gesetzt, wenn auch nur für mittlere Strecken, also Metronetze: Im Versuch flossen **1,52 TBit/s über 80 Kilometer** gewöhnlicher Glasfasern. Die Datenrate lässt sich zwar nicht in Fußballplatz-Äquivalenten ausdrücken, aber Nokia vergleicht sie mit **1,5 Millionen parallelen YouTube-Streams**. Der Cheftechniker (CTO) Marcus Weldon, gleichzeitig Chef der Nokia Bell Labs betont, dass der Wert seit den anfänglichen 45 MBit/s in 40 Jahren Weiterentwicklung optischer Datenübertragung eine mehr als 20.000-fache Verbesserung darstelle.

(ea@ct.de)

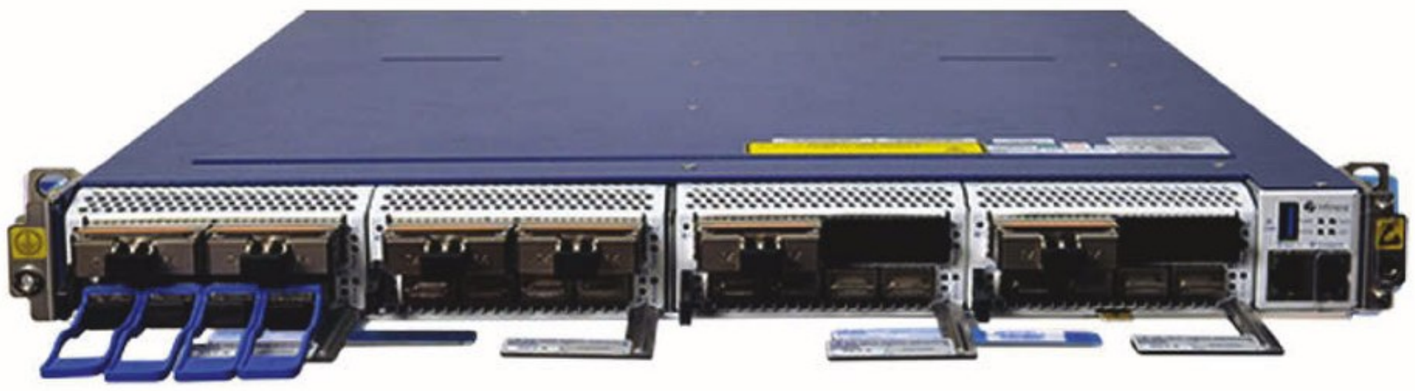


Bild: Infinera

Mit ICE6-Schnittstellen bestückt können Infineras Groove-GX-Switches nun 800 GBit/s pro Farbe über fast 1000 Kilometer transportieren.

Digitaler Autoschlüssel

Der Chiphersteller NXP und der deutsche Sicherheitsspezialist Huf Secure Mobile haben digitale **Autoschlüssel auf NFC-Basis** vorgestellt. Damit lassen sich künftige Autos gemäß dem Release 2 der Spezifikation Car Connectivity Consortium nicht nur per NFC-Autoschlüssel öffnen und starten, sondern auch mit Smartphones und SmartCards, Zugangsmodule mit integriertem NFC-Reader vorausgesetzt. Ein erstes Beispiel hat die in Velbert ansässige Firma Huf zusammen mit NXP entwickelt. Die digitalen Schlüssel können weitergegeben, auf mehrere Fahrzeuge übertragen oder mehrere digitale Schlüssel auf einen physischen kopiert werden. NXP setzt dafür ein zertifiziertes Secure-Element- und einen hauseigenen NFC-Chip ein. Laut NXP können sich Familien und Freunde so ihre Autos teilen oder Flotten- und Carsharing-Unternehmen ohne Kundenkontakt „Cloudschlüssel“ bereitstellen.

Die Technik wird weiterentwickelt, sodass sie ab dem kommenden CCC Release 3 auch für einen **Handsfree-Zugang zum Auto** genutzt werden kann. Dafür will NXP den NFC-Funk mit Bluetooth und der Ultra-Wideband-Lokalisierungstechnologie (UWB) kombinieren. *(dz@ct.de)*

Mit dem NFC-Autoschlüssel im Smartphone können mehrere Nutzer ohne physischen Schlüsseltausch das Familienauto oder den Firmenwagen gemeinsam nutzen.

Wi-Fi 6 mit Latenzoptimierer

Nokias WLAN-Familie hat Zuwachs bekommen: Der neue Mesh-Knoten heißt **„Beacon 6“** und beherrscht die frische WLAN-Spezifikation Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax). Wie seine Vorgänger ist der Beacon 6 klavierlack-weiß und quadratisch mit abgerundeten Ecken. Geht man nach dem Vorgänger Beacon 5, dann wird der Sechser zwei WLAN-Module für 2,4 und 5 GHz haben. Letzteres könnte gemäß Wi-Fi 6 (4) mit vier MIMO-Streams funken (maximal 2400 MBit/s brutto bei 80 MHz Kanalbreite). Neben Multi-User-MIMO und OFDMA (ct.de/-4632760) sollen ein eigenentwickelter PI-Regler sowie der **Warteschlangenalgorithmus L4S** die Latenz auch bei starker Auslastung klein halten.

Der Nokia Beacon 6 ist voraussichtlich ab August 2020 im Handel erhältlich, einen Preis nannte Nokia noch nicht.

(amo@ct.de)

DRIVE TOGETHER

mazda

GitHub übernimmt NPM und gibt App frei

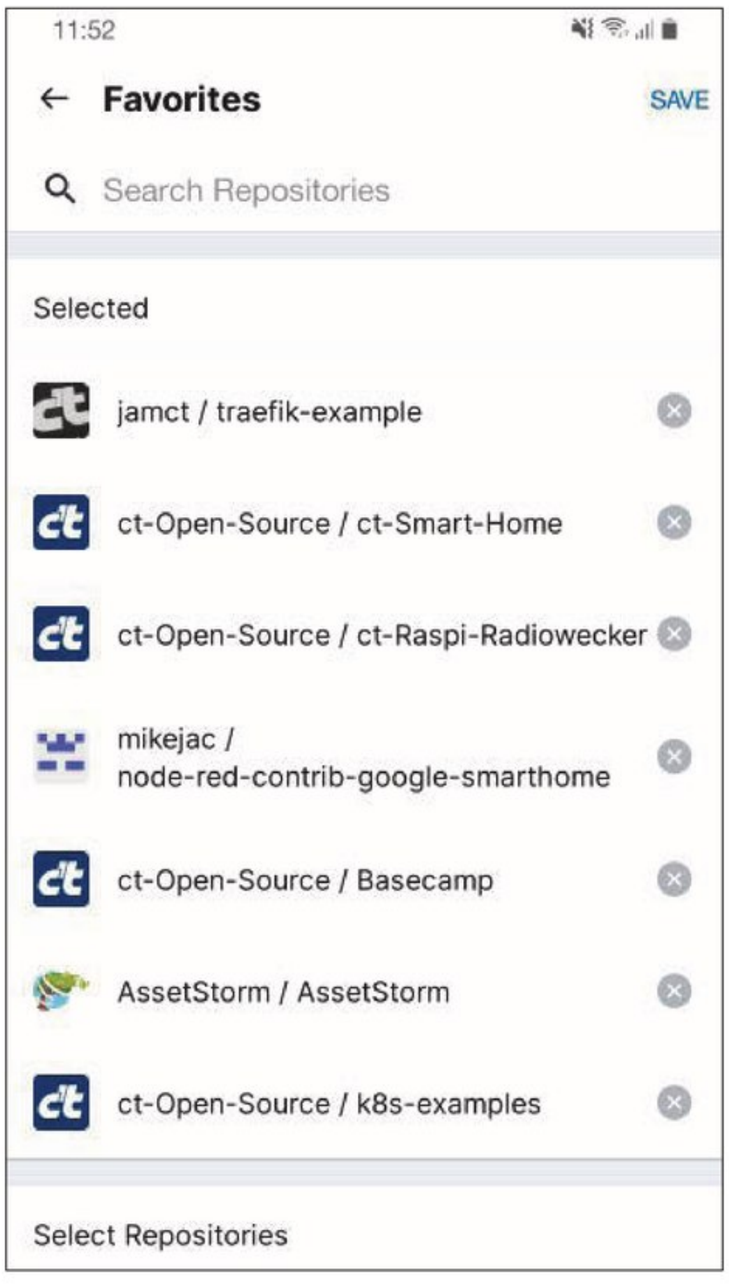
NPM, der wichtigste Paketmanager für JavaScript-Entwickler, gehört nun zu GitHub. Wie GitHub ist NPM damit Teil von Microsoft.

NPM liefert etwa 1,3 Millionen JavaScript-Pakete von knapp 12 Millionen Entwicklern aus und ist das Rückgrat moderner JavaScript- und Webentwicklung. Der Dienst hatte seit Längerem Probleme, ausreichend Einnahmen zu generieren. Es gab den Versuch, mit bei der Installation von Paketen eingeblendeten Werbebannern Geld zu verdienen. Das führte zu massiver Kritik von Entwicklern. Anschließend sah sich NPM genötigt, Werbung in Paketen zu verbieten. Die häufigen Managementwechsel im Unternehmen führten ebenfalls zu Problemen.

Laut GitHub-CEO Nat Friedman soll NPM weiterhin frei verfügbar sein. Nach der Übernahme will man in Registry-Infrastruktur und -Plattform investieren. Auch die Weiterentwicklung von NPM v7 soll vorangetrieben werden. GitHubs eigene Paket-Repositorys sollen weiter bestehen bleiben. Zahlende Kunden können ihre privaten NPM-Pakete aber bald von NPM zu GitHub Packages migrieren. Man gehe diesen Schritt, damit NPM sich darauf konzentrieren kann, eine bessere öffentliche Paket-Registry zu sein.

Außerdem haben GitHubs Apps nun das Betaprogramm verlassen und sind damit allgemein für iOS und Android verfügbar. Mit den Apps können Entwickler am Smartphone oder Tablet Code kommentieren, evaluieren und einpflegen. Die Betaversion für iOS startete zur GitHub Universe 2019. Android-Nutzer kamen erst Anfang 2020 dran.

Beide Apps teilen sich laut GitHub eine Codebasis und integrieren sich nahtlos in die jeweilige Plattform. Laut Entwicklungsleiter Nat Friedman ist das Release nur ein erster Schritt. Zahlreiche von den Nutzern gewünschte Features werde man mit der Zeit nachrüsten. *(mls@ct.de)*



In der neuen GitHub-App können Entwickler ihre (Lieblings-)Repositorys im Blick behalten.

Online-Glücksspiele künftig erlaubt

Online-Kasinos sind bislang nur in Schleswig-Holstein erlaubt. Ab Mitte 2021 soll es sie überall in Deutschland geben dürfen. Das sieht der neue **Glücksspielstaatsvertrag** vor, den die Ministerpräsidenten der Länder beschlossen haben. Der Staatsvertrag muss allerdings noch von den einzelnen Landesparlamenten ratifiziert werden. Er sieht eine neue, zentrale Glücksspielbehörde vor, die ihren Sitz in Sachsen-Anhalt haben soll. Vorausgegangen waren lange Verhandlungen unter Federführung der NRW-Staatskanzlei. In einer Sperrdatei sollen künftig Zocker erfasst werden, die das Ausgabenlimit von 1000 Euro pro Monat überschritten haben. Der Vertrag sieht außerdem Einschränkungen bei der Werbung für Online-Glücksspiel vor. So darf täglich zwischen 6 und 21 Uhr keine Werbung in Rundfunk und Internet für virtuelle Automatenspiele, Online-Poker und -Casinospiele erfolgen. *(hob@ct.de)*

Bayerische Staatsregierung

Am 12. März fand in Berlin eine Ministerpräsidentenkonferenz statt: Der Ministerpräsident von NRW Armin Laschet (links) im Gespräch mit dem bayerischen Ministerpräsidenten Markus Söder.

Google soll Dienste trennen

Browserhersteller Brave fordert in einem **Beschwerdeschreiben** an mehrere europäische Behörden, dass Google seine Dienste trennen müsse, beziehungsweise die jeweils gesammelten Daten nicht mehr miteinander verknüpfen dürfe. Googles Vorgehen verletze die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO).

Laut DSGVO müssen Nutzer wissen, welche ihrer Daten konkret wofür gesammelt und genutzt werden sowie dieser Nutzung explizit zustimmen. Google jedoch verbinde die Daten, die das Unternehmen über die verschiedenen Dienste einholt und erstelle damit ein umfassendes Profil, heißt es in dem Beschwerdeschreiben. Stattdessen müsse ein legaler Rahmen für jeden einzelnen Anwendungsfall geschaffen und dieser transparent kommuniziert werden. Brave hat sein Schreiben an die Europäische Kommission, das Bundeskartellamt, die britische, irische und französische Wettbewerbsbehörde sowie die irische Verbraucherschutzbehörde geschickt. *(jo@ct.de)*

Profi-Tablet gegen Einsteiger-Laptop

Erwartungsgemäß ist das MacBook Air 2020 schneller als der Vorgänger. Doch genau besehen hinkt es mit der CPU anderen Laptops hinterher. In Gestalt des iPad Pro 2020 erwächst dem Apple-Laptop allmählich Konkurrenz aus eigenem Hause.

Apple hat Mitte März die 2020er-Version des MacBook Air vorgestellt. Erfreulich: Die sehr flache, aber **anfällige Butterfly-Tastatur ist Geschichte**. Nach Jahren kommt wieder konventionelle Scherenmechanik zum Einsatz; entsprechend ist der Tastenhub größer.

Zwar ist das MacBook Air erstmals mit Quad-Core-Prozessoren erhältlich, doch handelt es sich offenbar nur um Intels Hinterdrein-Galoppierer der Serie Ice Lake Y; andere Laptop-Hersteller greifen lieber zur U-Serie mit mehr Leistung. Auf Ice Lake Y lassen die LPDDR4x-Unterstützung sowie ein Vergleich der von Intel und Apple gesondert angegebenen Taktraten schließen. Zwar stimmt der Basistakt beim i7-Quad nicht – laut Intel-Specs sind es 1,0 GHz, und nicht 1,2 GHz, wie Apple schreibt. Doch wäre es nicht das erste Mal, dass Apple Sonderanfertigungen bekommt.

Die CPU-Palette reicht vom 1,1 GHz Dual-Core Core i3 (Turbo-Boost bis 3,2 GHz) bis hin zum mit 1,2 GHz getakteten Vierkerner Core i7 mit Turbo-Boost bis 3,8 GHz. Die Prozessoren seien bis zu zweimal so schnell wie die des Vorjahresmodells. Die Grafikleistung habe um bis zu 80 Prozent zugelegt. In der Grundkonfiguration steckt ein SSD-Massenspeicher von 256 GByte Kapazität (bislang 128 GByte). Optional sind bis zu 2 TByte erhältlich, was 1000 Euro Aufpreis kostet. Erstmals lässt sich ein externer 6K-Monitor anschließen – Apples Pro Display XDR. Auch die neuen Stereo-Lautsprecher und Mikrofone sind laut Apple verbessert. Der Einstiegspreis beträgt knapp 1200 Euro.

Dem Mac mini spendiert Apple nun doppelt so viel SSD-Massenspeicher wie dem Vorgänger: 256 GByte stecken im Einstiegsmodell (rund 930 Euro) und 512 GByte in der leistungsfähigeren Variante (knapp 1280 Euro).

Die 2020er-Modelle der iPad-Pro-Serie sind weiterhin mit 11"- oder 12,9"-Bildschirm erhältlich. In beiden Tablets steckt der neue Bionic-Chip A12Z mit Achtkern-CPU und -GPU. Er sei schneller als der im Vorgänger und habe eine „verbesserte thermische Architektur“. Laut Apple sind die neuen Pro-Modelle schneller „als die meisten Windows-Laptops“. Ob das tatsächlich so ist, müssen unabhängige Benchmarks erst noch zeigen.

Der rückseitig angebrachte LiDAR-Scanner erfasst bis zu 5 Meter entfernte Objekte und soll Augmented-Reality-Anwendungen zugute kommen. Fünf integrierte Mikrofone sollen Audioaufnahmen in Studioqualität ermöglichen. Die 11"-Variante des iPad Pro bekommt man ab knapp 880 Euro (128 GByte Speicher); mit LTE-Modem kostet sie 170 Euro mehr. Die 12,9"-Version kostet ab 1100 Euro. In Maximalausstattung mit 1 TByte Speicherplatz und LTE sind 1820 Euro zu zahlen.

Bild: Apple

Sehen zusammen wie ein Laptop aus: Apples neues iPad Pro mit der optionalen Tastatur „Magic Keyboard“.

Optional ist ein „Magic Keyboard“ mit Scherenmechanik, Hintergrundbeleuchtung und Trackpad erhältlich. Es haftet magnetisch am iPad an, der Neigungswinkel lässt sich bis zu 130 Grad stufenlos einstellen. So könne man das Tablet nach Laptop-Art auf dem Schoß verwenden, erklärte Apple. Im Scharnier steckt ein USB-C-Port zum Aufladen; der des iPad Pro bleibt für andere Peripherie frei.

Den Trackpad-Support inklusive Gestensteuerung bringt erst das kommende iPadOS 13.4 mit. Das Magic Keyboard eignet sich auch für iPad-Pro-Modelle ab Baujahr 2018. Es soll im Mai in den Handel kommen. Die kleinere Ausführung für das 11"-Modell kostet knapp 340 Euro. Die für das 12,9"-Modell kostet rund 400 Euro.

(dz@ct.de)

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

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

USB zu TPC/IP INU-100 | USB-Hub IH-304 | Seriell zu USB SU-302

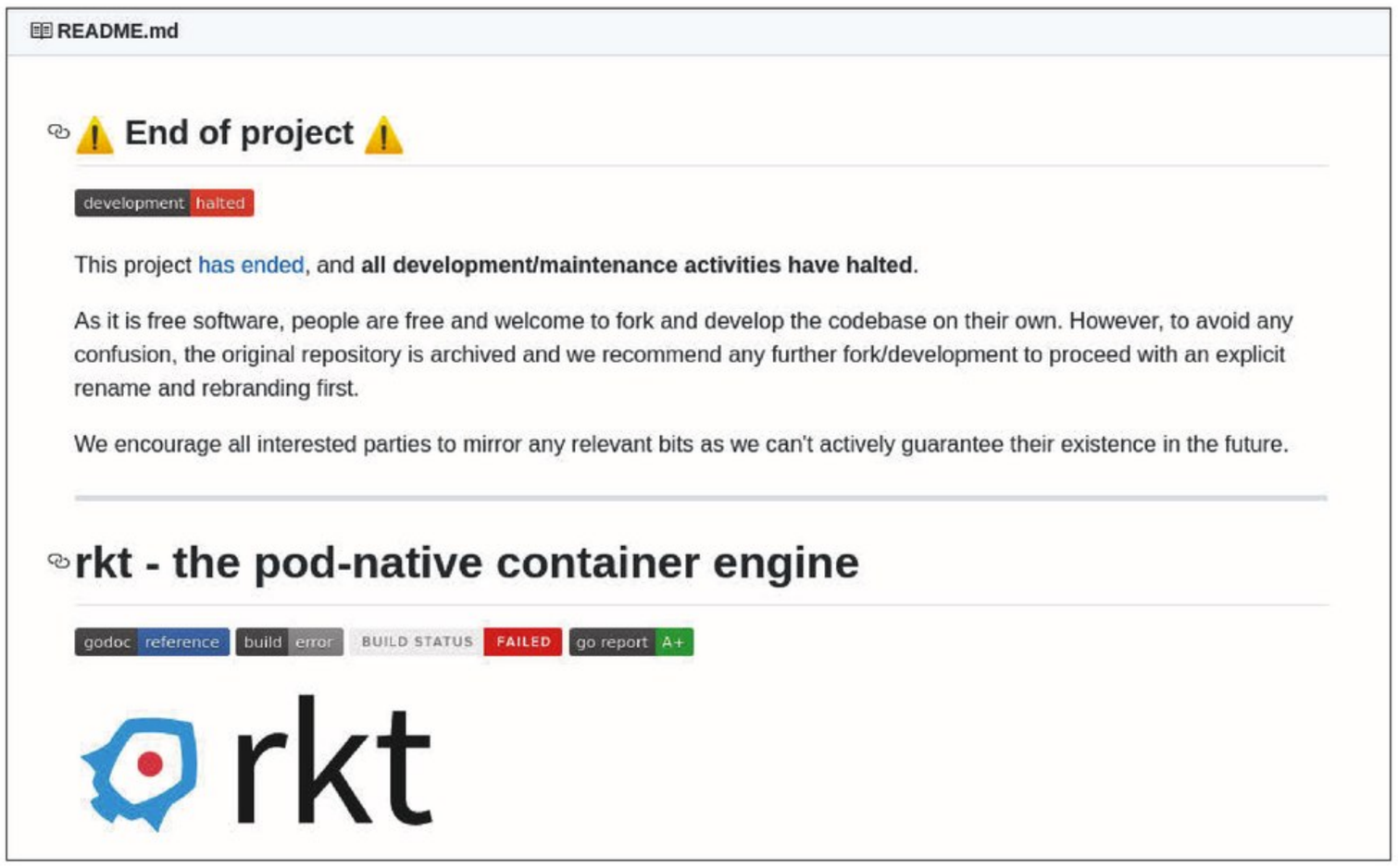
SEH

Testprodukte **anfordern!** SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-0 | E-Mail: info@seh.de | **www.seh.de**

Docker-Alternativen: rkt gibt auf, Podman lernt Docker-API

Die Container-Umgebung **rkt** (gesprochen „Rocket“), die 2014 als Alternative zu Docker begonnen hat, wird eingestellt. Es gibt keine neuen Features oder Bugfixes. Entwickelt wurde die Software vorwiegend vom Unternehmen CoreOS Inc., das Anfang 2018 von Red Hat übernommen wurde – bevor IBM 2018 wiederum damit begann, Red Hat zu schlucken. Die Nische, die rkt bediente, wurde ohnehin immer kleiner: Das eigene Format für Container-Abbilder AppC setzte sich nie durch, motivierte aber indirekt Docker Inc., gemeinsame Standards ins Leben zu rufen. Als Daemon-freie Alternative zu Docker konnte sich rkt ebenfalls nicht positionieren. Die meisten Anwender, die Container ohne Daemon ausführen wollen, setzen auf Podman – vor allem solche aus der Red-Hat- und Fedora-Szene.

Die Entwickler von **Podman** haben unterdessen eine neue Funktion im Alpha-Status vorgestellt: ein HTTP-API, das weitgehend mit dem des Docker-Daemons kompatibel ist. Zuvor hatte sich Podman ein eigenes API-Format auf Basis des Varlink-Standards ausgedacht. Für das Docker-API gibt es aber zahlreiche Werkzeuge für CI/CD, zur Automation und Fernsteuerung. Allen voran Docker-Compose, das in Zukunft auch mit Podman funktionieren soll. Bisher war das Fehlen eines vergleichbaren Hilfsmittels der größte Nachteil an Podman – Docker-Container kommen in freier Wildbahn meist nicht einzeln vor. *(jam@ct.de)*



Die Entwickler von rkt stellen das Projekt ein. Die Container-Umgebung hatte nur wenig Nutzer.

c't Docker & Co.

Im Sonderheft c't Docker & Co. zeigen wir Ihnen, wie Sie Ihren ersten Container einrichten, einfache und auch komplexe Dienste als Container starten und eigene Projekte in Container verfrachten. Dank Docker, Kubernetes & Co kann man mit nur einem Befehl ein Wordpress-Blog mit Datenbank aufsetzen, das obendrein noch automatisch mit Let's-Encrypt-Zertifikaten versorgt wird. Wer das Spiel mit den Containern beherrscht, kann im Handumdrehen neue Software testen und diese bei Nichtgefallen spurlos wieder entfernen. Diese erweiterte Neuauflage enthält zahlreiche neue und überarbeitete Artikel, durch die Sie Schritt für Schritt zum Container-Profi werden.

Das Sonderheft c't Docker & Co. ist im heise Shop und am Kiosk für 14,90 Euro erhältlich. Die digitale Ausgabe für 12,99 Euro finden Sie im heise Shop sowie in den c't-Apps für iOS und Android. Wenn Sie sich für ein Bundle aus Heft und digitaler Fassung entscheiden, zahlen Sie für beides zusammen im heise Shop nur 19,90 Euro. (mls@ct.de)

Docker öffnet sich für die Community

Das Unternehmen **Docker Inc.** orientiert sich nach dem Verkauf der Enterprise-Sparte an Mirantis neu und bezieht die Community mehr ein. Was bei den meisten Open-Source-Projekten schon immer Standard ist, gibt es jetzt auch für die Enterprise-Edition von Docker, die bisher größtenteils unter Ausschluss der Öffentlichkeit entwickelt wurde: Mit einer Roadmap in Form eines Kanban-Boards bei GitHub kann man sich über den Status von neuen Funktionen informieren. Die neue Übersicht finden Sie über ct.de/y3xr. Die Karten im Kanban-Board sind mit Issues bei GitHub verknüpft, sodass man die Diskussion nachvollziehen und sich daran beteiligen kann.

Gerade in Arbeit ist etwa ein automatischer Scan von Docker-Abbildern im Docker-Hub auf bekannte Sicherheitslücken mit CVE-Nummer. Kurz vor der Fertigstellung ist eine von Docker bereitgestellte Action für GitHubs CI/CD-Umgebung GitHub Actions, mit der Images automatisch im Hub landen.

(jam@ct.de)

T-Systems tauscht Konnektoren für Arztpraxen aus

In der zweiten Jahreshälfte sollen zehntausende Praxen ihre Konnektoren zur Telematik-Infrastruktur wechseln. Die Kosten gehen in die Millionen.

Die Telekom-Tochter T-Systems will in der zweiten Jahreshälfte 2020 ihre Konnektoren austauschen, mit denen Arztpraxen und Kliniken an die Telematik-Infrastruktur (TI) angeschlossen sind. T-Systems-Kunden sollen ein Austauschmodell von Secunet erhalten, bestehende Verträge von T-Systems mit Praxen und Kliniken aber weiterlaufen.

Von dem Gerätetausch sind nach Informationen des Handelsblatts circa 15.000 bis 20.000 Konnektoren betroffen. Die Kosten lägen im zweistelligen Millionenbereich. T-Systems trägt die Hardware-Kosten, aber die Praxen und Kliniken sollen laut Handelsblatt die Austauschkosten für die Techniker vor Ort übernehmen, wogegen sich die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) wehrt.

Die zum Verbindungsaufbau mit der Telematik-Infrastruktur nötigen Zertifikate der aktuellen T-Systems-Konnektoren würden nach Auslieferung der neuen Modelle „zentral gesperrt". Danach können die alten Konnektoren keine Verbindung mehr zur TI aufbauen. Der Zeitpunkt, zu dem die Zertifikate gesperrt würden, steht laut T-Systems noch nicht fest. Zur Begründung führt T-Systems einen „Strategiewechsel" an. Das Unternehmen wolle sich künftig auf die Software-Entwicklung im Bereich der Telematik konzentrieren, darunter Smartphone-Apps für Patienten und Ärzte sowie Cloud-Anbindungen. Die neuen Konnektoren von Secunet sollen laut Gematik neue Funktionen erlauben. Dazu gehöre ein Notfalldaten-Management sowie ein elektronischer Medikationsplan.

Bild: T-Systems

Secunet liefert künftig die Konnektoren für T-Systems.

Laut KBV würden solche Updates aber generell keinen kostspieligen Hardwaretausch benötigen: „Alle geplanten Funktionserweiterungen erfordern kein neues Gerät, sondern sind per Software-Upgrade installierbar", ist auf ihrer Homepage zu lesen. Auf die Frage, warum T-Systems die Konnektoren trotzdem tauscht, ging das Unternehmen nicht ein.

c't hatte in der Ausgabe 3/2020 unter dem Titel „Sicher wie die TI-tanic" über strukturelle Probleme bei der Zertifizierung von Telematik-Konnektoren im Rahmen der Common Criteria berichtet, von denen sämtliche Konnektor-Hersteller betroffen sind. Der Autor und Sicherheitsexperte Thomas Maus legte im Artikel dar, dass für Software-Updates nötige Zertifizierungsverfahren sehr aufwendig seien. Deshalb käme es zwangsläufig zu Verzögerungen zwischen der Entdeckung neuer Verwundbarkeiten und der möglichen Reparatur per Software-Update.

T-Systems erklärt, dass ihr Konnektor von derartigen potentiellen Sicherheitsproblemen nicht betroffen sei: „Das ist Unsinn. Unser Angebot wurde vom BSI geprüft und von der Gematik zugelassen. Und auch nach Zulassung wird die Technik kontinuierlich auf potenzielle Schwachstellen untersucht." Die zur Zertifizierung erforderlichen Angaben nach ALC_FLR.2 zur Behebung potenzieller Lücken übermittle T-Systems regelmäßig dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Die Common Criteria schreiben allerdings auch vor, dass die Nutzer über behobene potenzielle Sicherheitslücken aus der CVE-Datenbank informiert werden müssen. Das hat T-Systems bisher nicht getan.

(hag@ct.de)

WIBU SYSTEMS
CodeMeter – Katalysator der IoT-getriebenen Wirtschaft
Profitieren Sie von einer ausgereiften Technologie.
- Schützen Sie Ihre Software vor Piraterie und Reverse Engineering.
- Sichern Sie die Integrität Ihrer Produkte vor Manipulation.
- Implementieren Sie lizenzbasierte, leicht anpassbare Geschäftsmodelle.

Kundenorientierter Ansatz
Von der Cloud bis zu FPGAs
Digitaler globaler Marktplatz
Bestehende und neue Systeme
Software, Firmware und sensible Daten

Warten Sie nicht länger!
Schützen Sie Ihre Produkte
jetzt s.wibu.com/sdk

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

SECURITY
LICENSING
PERFECTION IN PROTECTION

Digitalkick

Die Fußball-Bundesliga rüstet auf: mit 5G und neuen Tracking-Systemen

Schon heute beobachten Dutzende von Kameras und Sensoren die Fußballer auf dem Feld. Doch noch immer sind sie nicht genau genug, weshalb sie etwa ein Abseits nicht zweifelsfrei erkennen können. Künftige Systeme sollen jede noch so kleine Bewegung von Gliedmaßen erfassen und Zuschauern per 5G aufs Handy streamen.

Von Torsten Kleinz

Eigentlich ist der Fußball als moderne Entertainment-Industrie längst im digitalen Zeitalter angekommen: Internetdienste strahlen Spiele per Stream in die ganze Welt aus. Kameras, Sensoren und Fan-Apps erfassen systematisch Besucherströme auf dem Weg zum Stadion. Und Platzwarte setzen Drohnen ein, um die Rasenqualität per App zu überwachen.

Der Datenhunger der vielen Beteiligten – Vereine, Verbände, TV- und Streamingdienstleister sowie Zuschauer – entfaltet sich aber so richtig erst auf dem Spielfeld. In jedem Stadion der ersten und zweiten Bundesliga ist ein umfangreiches Tracking-System installiert. Alleine 14 verschiedene Kameras und Sensoren sind dafür zuständig, genau zu erfassen, ob ein Ball die Torlinie überquert hat. Weitere 16 bis 20 Kameras sind in den oberen Rängen montiert, die das Spielfeld von jeder Seite im ständigen Blick haben. Dieses System ist komplett unabhängig von den 20 bis 25 Kameras, die die Bilder für Fernsehübertragungen einfangen – die Kameras für das Tracking dienen vielmehr dazu, 25-mal pro Sekunde die Position jedes Spielers und des Balls exakt festzustellen.

Kameras sehen alles

„Mit unseren optischen Systemen können wir die Spielerposition hochgenau orten“, erklärt Hendrik Weber, Geschäftsführer von Sportec Solutions, einem Joint Venture des Ligaverbands Deutsche Fußball-Liga (DFL). Im ganzen Stadion sind zudem Richtmikrofone verteilt, die den Ton zum Spielgeschehen auffangen. Dank der Echtzeit-Positionsdaten lässt sich den Bildern automatisch das richtige Mikrofon zuordnen, sodass die Zuschauer vor den Fernsehgeräten immer hören, was um den Ball vor sich geht.

Aus den Daten lässt sich aber noch viel mehr ablesen: Anhand der Entfernung, dem Schusswinkel und der Stellung der gegnerischen Spieler errechnet das System in Echtzeit den xG-Wert – kurz für „Expected goals“, also „erwartete Torerfolge“. Je höher dieser zwischen 0 und 1 ausgeworfene Wert ist, desto wahrscheinlicher ist der Torschuss erfolgreich. Für einen Strafstoß gilt beispielsweise ein xG-Wert von 0,76 – durchschnittlich landen rund drei von vier Versuchen vom Punkt im Netz. Welche Mannschaften auf dem Platz stehen, wer schießt und wer im Tor steht, fließt dabei nicht in die xG-Berechnung ein.

Ganz perfekt ist das System der automatisierten Erfassung aber noch nicht. Obwohl die Kameras per Glasfaser verbunden und mit einem eigenen Serverraum im jeweiligen Stadion vernetzt sind, können die Algorithmen das Spiel in seiner Komplexität noch nicht völlig eigenständig erfassen. Deshalb sitzen bei jedem Spiel mehrere Datenoperatoren im Stadion, die zusätzliche Informationen liefern.

Manuelle Nachbearbeitung

Einer der Operatoren kommuniziert mit einem Controller ähnlich dem an einer Playstation, wann der Ball im Aus ist und wann er sich wieder im Spiel befindet. Andere Ligamitarbeiter reichern die Daten über Sprachnachrichten an und füttern das System mit den jeweiligen Spielzügen oder Schiedsrichterentscheidungen. Alle Daten werden möglichst schnell zusammengeführt: „In weniger als drei Sekunden, nachdem das Tor fällt, ist es bereits in der Datenbank erfasst“, erklärt Hendrik Weber. So können Fans per Push-Nachricht informiert werden, noch bevor das Tor im Fernsehen zu sehen ist. Denn auch bei einer Liveübertragung kommt es je nach Übertragungstechnik zu einigen Sekunden Verzögerung.

Die genaue Erfassung von Fußballdaten ist mittlerweile eine Multi-Millionen-Geschäft. So werten auch auf Sportwetten spezialisierte Firmen die Spieldaten mit eigenen Methoden systematisch aus, um die Quoten zu optimieren. Nicht zuletzt wollen die Vereine die Leistung der Spieler möglichst umfangreich und systematisch erfassen. So können sie Einsätze planen, Verletzungen vermeiden und Spieler anderer Mannschaften für spätere Transfers analysieren.

Funktechnik: billiger, aber beschränkt

Da beim Training außerhalb des Stadions bislang keine 20 Kameras und ein Serverraum bereitstehen, nutzen die Vereine hier andere Systeme, etwa das des Münchner

Bild: ChyronHego

In den deutschen Bundesliga-Stadien hängt mittlerweile die fünfte Generation eines optischen Tracking-Systems für die Bewegungen auf dem Platz – zusätzlich zu den TV-Kameras.

Anbieters Kinexon. Das Unternehmen zeigte seine Technik auf der Fachmesse Spobis: Anstelle einer optischen Erfassung setzt man dort auf einen Funksender, der sich in einer kleinen Tasche im Trikot der Spieler befindet.

Die primäre Ortung funktioniert mittels Ultra-Weitband-Funktechnik (UWB). Die ortet die Spieler in der Fläche auf 10 Zentimeter genau, in der Höhe auf 20 Zentimeter. Mit zusätzlichen Lagesensoren wie Gyroskop und Magnetometer lässt sich die Genauigkeit bis auf 3 Zentimeter verbessern.

Viele Anwendungen benötigen eine möglichst geringe Latenz von unter 50 Millisekunden. „Bei optischen Systemen ist dazu ein enorm hoher Rechenaufwand notwendig – eine Investition, die sich nur wenige Sportligen leisten können“, erklärt Kinexons Geschäftsführer Maximilian Schmidt. Inzwischen arbeiten sieben Bundesligavereine mit dem Unternehmen zusammen. Einige von ihnen haben das System von Kinexon bereits zusätzlich im Stadion installiert.

Trotz der Fortschritte bei den optischen Techniken sieht Kinexon in der Funktechnik weiter Potenzial: „Wir erwarten, dass sich beide Systeme in Zukunft immer mehr ergänzen“, sagt Schmidt. So ist das Kinexon-System heute schon in der Lage, die Positionsdaten aus unterschiedlichen Quellen zu kombinieren.

Der Weltverband FIFA hatte die neuen Tracking-Systeme frühzeitig auf dem Schirm und stellte fest, dass manche kommerziellen Kamerasysteme unter Realbedingungen nur beschränkt einsatzfähig waren. „Kein Platz ist zu 100 Prozent flach“, erklärt Nicolas Evans, der für den Weltverband die digitale Entwicklung vorantreibt. Auch könne die Optik von Kameras das Bild verzerren. Deshalb definierte die FIFA nicht nur Qualitätskriterien, sondern testet regelmäßig neue Systeme.

Auf die Füße geguckt

Der Ligaverband und die Vereine arbeiten unterdessen am nächsten Schritt in der kameragestützten Technik. Die DFL hat dazu einen Anteil an der israelischen Firma Track160 gekauft. Sie verspricht, noch wesentlich mehr Datenpunkte durch optische Systeme zu erfassen.

Unterstützt von künstlicher Intelligenz und einer neuen Kamerageneration soll künftig das „Limb Tracking“ hinzukommen, also das Tracking einzelner Gliedmaßen. Anstatt pro Spieler nur eine einzige Position zu ermitteln, wird der gesamte Körper mit 16 bis 25 Datenpunkten einbezogen. Ergebnis: Die Systeme können das Geschehen auf dem Spielfeld viel genauer erfassen, Spielmanöver automatisch erkennen und noch bessere Prognosen treffen. Einsatzfähig soll die neue Technik 2021 oder 2022 werden. Gelingt dieser Schritt, dürfte sich die optische Technik weiter durchsetzen.

Aufgrund der technischen Grenzen lässt sich aber noch nicht jeder Wunsch erfüllen, beispielsweise zur Unterstützung der Schiedsrichter. So können viele Systeme trotz hochgenauer Sensoren keine hinreichend nutzbaren Positionsdaten liefern, um ein Aus oder ein Abseits genau zu festzustellen. Deshalb startete die FIFA mit verschiedenen Ligen Arbeitsgruppen. Sie sollen die Anforderungen für den weiteren digitalen Ausbau liefern, damit die Systeme bei offiziellen Turnieren eingesetzt werden können. Um die Positionsdaten weltweit nutzen zu können, hat die FIFA außerdem einheitliche Datenaustauschformate geschaffen.

Das hat auch Konsequenzen für den Videobeweis: „Wir gehen weg von einer rein visuellen Entscheidungsfindung zu einer Entscheidung, die auf Daten und Messwerten basiert“, sagt Evans. Stand jetzt, sollen bei der nächsten Klub-Weltmeisterschaft etwa virtuelle Abseitslinien erprobt werden. Die Computer entscheiden zwar nicht eigenständig, ob ein Abseits vorliegt, sie können den Schiedsrichtern aber das ideale Bildmaterial anzeigen, um ihnen die Entscheidung zu erleichtern.

5G und Augmented Reality

Auch Zuschauer sollen von den Fortschritten profitieren. Vodafone etwa hat eine Kooperation mit der DFL und dem VfL Wolfsburg gestartet, um das Potenzial der 5G-Technik für Dienste auf Basis von Tracking zu testen. Was im Stadion bisher Vereinen und TV-Sendern vorbehalten war, steht im Probebetrieb bereits ersten Fans mit 5G-Handys und Vodafone-SIM-Karte zur Verfügung: Haben sie das Gerät kurz kalibriert, können sie mit dem Prototypen einer neuen App per Augmented Reality Informationen in das Bild einblenden.

Tippt man auf dem Handy beispielsweise einen Spieler an, kann die App in Echtzeit Statistiken abrufen oder anzeigen, mit welcher Geschwindigkeit der Kicker gerade unterwegs ist. Die Datengrundlage liefern die zusätzlich im Stadion

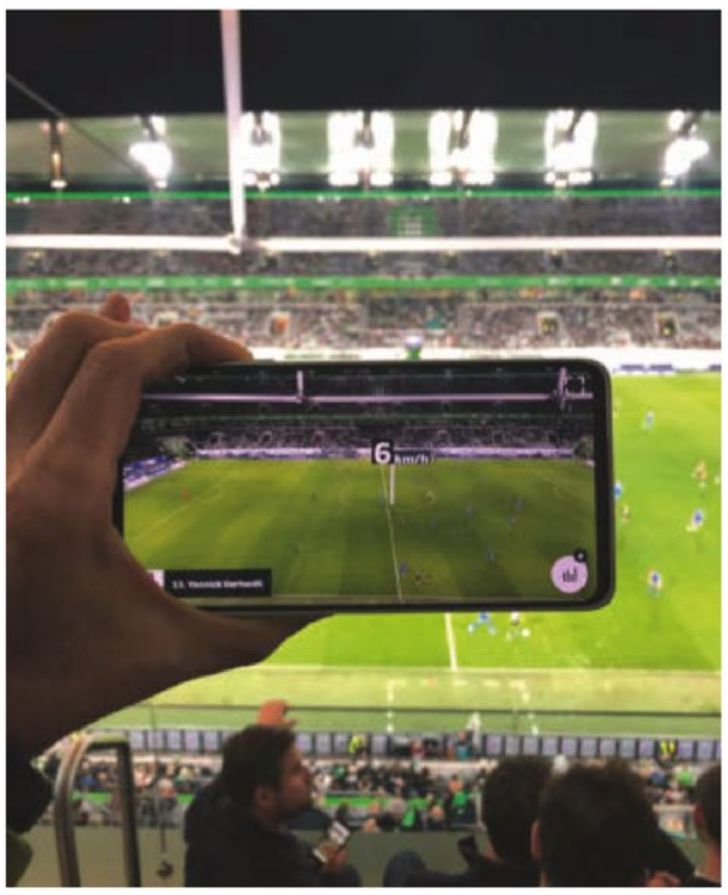


Bild: Dušan Živadinović

Mit 5G-Datenübertragung in den Stadien und niedrigen Latenzen in den Video-Codecs – damit sollen Fans im Stadion Zusatzinformationen live als Augmented Reality auf dem Smartphone abrufen können.

installierten Kameras; die Verarbeitung übernimmt ein Server von Vodafone in der Arena. Durch die räumliche Nähe sollen in der 5G-Zelle Latenzen im einstelligen Millisekundenbereich möglich werden – im Vergleich zu 20 bis 30 Millisekunden im 4G-Netz. Den eigentlichen Flaschenhals bilden derzeit aber noch die Video-Codecs mit etwa 100 Millisekunden Latenz.

Künftig sollen immer mehr solcher Echtzeit-Informationen abrufbar sein. Bei einer Freistoßsituation etwa ließe sich anzeigen, wie groß die Distanz vom Schützen bis zum Tor ist. Torschützen würde die App sofort melden. Die Ligaverantwortlichen wollen die Spiele darüber auch für eine jüngere Generation spannend halten. So sieht es jedenfalls Hendrik Weber vom DFL-Joint-Venture Sportec Solutions: „Ich kenne kaum einen 19-Jährigen, der sich 90 Minuten ein Spiel ansieht, ohne zum Smartphone zu greifen“, sagt er.

Nach bisheriger Planung soll die 5G-Ausstattung des Stadions bis zum Sommer 2021 komplett sein. Ob die Kurve dann vermehrt aufs Smartphone schaut, bleibt abzuwarten. Experten, Taktik-Nerds und interessierte Zuschauer werden an solchen Tools aber ihre Freude haben – und auch die Medienvertreter und nicht zuletzt die Vereine ihr Analyse-Instrumentarium weiter verfeinern können.

(mon@ct.de) c't

VideoStudio Ultimate 2020

Das Videoschnittprogramm VideoStudio Ultimate 2020 wählt automatisch Clips sowie Bilder aus und erstellt daraus einen Film. Außerdem bietet es neue Effekte und Titel sowie ein verbessertes Malstudio für Grafiken und Animationen.

Mit VideoStudio von Corel sollen auch ungeübte Anwender kreative Videos erstellen können. Die neue Funktion „Rolle hervorheben“, eine denkbar unglückliche Übersetzung von „Highlight Reel“, analysiert und extrahiert die besten Teile importierter Fotos und Videos und komponiert daraus einen Film.

Das integrierte Malstudio hat neue Pinsel aus Painter und PaintShop Pro für grafische Bildüberlagerung bekommen, beispielsweise um sogenannte Bauchbinden zu erstellen, grafische Vorlagen für Bildtitel zur Beschriftung von Interviews. Anwender können Live-Malereien aufnehmen und als animierte Grafiken exportieren.

Für Videomasken bietet das Programm neue Formen und verbesserte Einstellungen für Kanten – sowohl für Standbild- als auch für animierte Videomasken. Mit dem Color Grading-Farbrad kann man das Farbschema des gesamten Videos verschieben, entweder komplett oder selektiv für Glanzlichter, Mitteltöne und Schatten.

Bild: Corel

Der „Highlight Reel“-Assistent analysiert Bilder und Clips, um daraus automatisch einen Film zu erstellen.

Die aktualisierte Inhaltebibliothek enthält neue Effekte, Titel, 20 neue LUT-Profile, Hintergrundbilder, Texturen, animierte Grafiken und Soundeffekte. Auf Clips angewendete Effekte lassen sich nun direkt in der Zeitleiste bearbeiten. Als Standard-Export-Parameter stellt das Programm nun automatisch die Auflösung der Clips in der Zeitleiste ein. Außerdem soll das Programm dank Hardware-Beschleunigung mit Intel Quick Sync und Nvidia Cuda schneller rendern und 4K-Videos in Echtzeit wiedergeben können.

VideoStudio Ultimate 2020 enthält die Effektsammlung Boris FX, Titelvorlagen von NewBlueFX, das Diashowprogramm FastFlick sowie das Brenntool MyDVD. Es läuft unter Windows und kostet 89,99 Euro. *(akr@ct.de)*

DxO PhotoLab 3.2 bringt verbesserte lokale Korrektur

Der **Raw-Entwickler** DxO PhotoLab 3.2 hat ein optimiertes Reparaturwerkzeug und flexiblere Maskenwerkzeuge für lokale Korrekturen erhalten. Anwender können Kontrollpunkte, Verlaufsfilter oder gezeichnete Masken kopieren, um sie auf andere Fotos anzuwenden, oder sie zur besseren Übersicht umbenennen.

Bild: DxO

Mit dem Korrekturpinsel aufgenommene Bildbereiche zeigt DxO PhotoLab nur als Kontur, um den Hintergrund sichtbar zu lassen.

Die mit dem Korrekturpinsel bearbeiteten Bildbereiche zeigt das Programm jetzt lediglich durch eine Kontur an. So bleibt der als Kopierquelle aufgenommene Bildbereich sichtbar, ohne dass der Hintergrund dabei ausgeblendet wird. Den Ursprungsbereich der Korrektur kann man dadurch einfacher an die richtige Stelle verschieben. Außerdem lassen sich die Deckkraft und die Kantenschärfe des Korrekturbereichs einstellen.

In der integrierten Fotothek kann man nun Schlüsselwörter umbenennen. Außerdem unterstützt das Programm eine Reihe neuer Kameras wie die Canon EOS-1D X Mark III, die Nikon D780, die Olympus E-M1 Mark III sowie die Leica D-Lux 7 und Q2.

Das Programm steht für Windows und macOS in zwei Varianten zur Verfügung. DxO PhotoLab 3.2 Essential kostet 129 Euro, die Elite Edition 199 Euro. Letztere reduziert Bildrauschen, unterstützt Bildoptimierung über den DxO-Algorithmus ClearView Plus und nutzt auf Wunsch DCP-Farbprofile. *(akr@ct.de)*

AquaSoft DiaShow 11.7

AquaSoft hat sein **Fotoshowprogramm** DiaShow und das **Präsentationstool** für Profis Stages in Version 11.7 veröffentlicht. Der Videoausgabe-Assistent zeigt nun ein Vorschaubild des Videos und spielt es bei Doppelklick ab. Clips lassen sich per Drag & Drop über entsprechende Profile bei YouTube, Facebook oder WhatsApp veröffentlichen. Die mittlerweile üblichen Seitenverhältnisse 16:9, 9:16 und 1:1 kann man nun beim Projektstart auswählen.

Stages hat einige Verbesserungen erhalten. So bleibt das Timing von Nachfolgeobjekten nun korrekt, wenn man einen Effekt auf ein Bild zieht. Für den Export von Projekten als Zip-Datei gibt es kein Größenlimit mehr. Beim Löschen von Effekten wie „Wiederholung“ bleiben keine Artefakte mehr in der Timeline zurück.

Für Nutzer von DiaShow 11 oder Stages 11 sind die Updates gratis. DiaShow 11 Ultimate kostet 97 Euro, AquaSoft Stages 11 ist für 247 Euro erhältlich. Beide Programme gibts ausschließlich für Windows. *(akr@ct.de)*

100 Millionen Neuronen in der Cloud

Unter dem Namen Pohiki Springs stellt Intel ein neuromorphes System mit nahezu 100 Millionen Neuronen und etwa 100 Milliarden Synapsen bereit. Per Cloud-Zugriff sollen Forscher ab sofort diese **Recheninfrastruktur zur Entwicklung intelligenter Systeme** nutzen können. Das Netzwerk baut auf Intels Loihi-Chips (sprich: Lo-i-hi) auf. Das sind Forschungsprozessoren, die das Unternehmen zur CES im Frühjahr 2018 erstmals vorstellte.

Neuromorphe Systeme sollen die Denkprozesse im menschlichen Gehirn genauer nachbilden als neuronale Netze. Sie sind stärker vernetzt und nicht in Schichten strukturiert. Zudem folgen sie keinem Prozessortakt. Stattdessen agieren die einzelnen neuronalen Rechenwerke lediglich, wenn sie über die Synapsen Impulse von anderen Neuronen erhalten. Dieser Aufbau könnte sich gegenüber anderen Prozessorstrukturen als sehr energieeffizient erwiesen.

Natürliche Gehirne trennen nicht zwischen Prozessor und Speicher, das Wissen steckt in der Vernetzung der Neuronen. Dieses Prinzip gilt auch für neuromorphe Systeme, die bis heute allerdings im Versuchsstadium stecken. Das für neuronale Netze bewährte Backpropagation-Verfahren lässt sich für ihr Training nicht anwenden, da sie nicht in Schichten strukturiert sind. Gleichwohl arbeiten Forscher an einer Rückkopplung, die erfolgreiche Synapsen stärkt und andere verkümmern lässt.

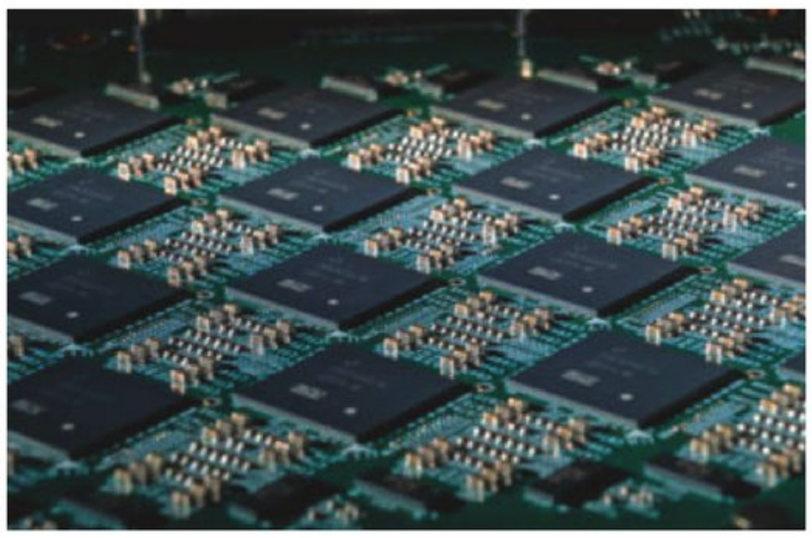


Bild: Tim Herman / Intel

Auf einem Board verbindet Intel bis zu 32 neuromorphe Loihi-Chips. 768 dieser Chips vernetzen so viele Neuronen wie das Gehirn eines kleinen Säugetiers vereint.

Die ersten Erfolge sind da: In einer Studie haben jüngst Forscher der Intel Labs und der Cornell University im Bundesstaat New York gezeigt, dass ein neuromorphes System mit den Daten von 72 chemischen Sensoren Gerüche von Chemikalien klar unterscheiden konnte. Im direkten Vergleich mit einem neuronalen Netz benötigte ihr System deutlich weniger Trainingsschritte und konnte vor allem einzelne Gerüche nachlernen, ohne die bisherige Erkennungsleistung zu beeinträchtigen. *(agr@ct.de)*

Quantencomputer 2021 in Deutschland

Am Standort Ehningen bei Stuttgart baut IBM Anfang 2021 einen Quantencomputer der Baureihe Q System One zu Forschungszwecken auf. Dazu hat das Unternehmen eine Partnerschaft mit dem deutschlandweiten Fraunhofer-Netzwerk vereinbart, das hierzulande den Online-Zugriff auf das künftige Multi-Qubit-System koordinieren soll. Um die regionale Forschungslandschaft zu stärken, fördert das Land Baden-Württemberg die Installation mit 40 Millionen Euro. Q System One wurde Anfang 2019 ursprünglich als 20-Qubit-Computer für die Wirtschaft vorgestellt und erregte Aufsehen, aber kein nennenswertes Kaufinteresse. Das Fraunhofer-Netzwerk hat sich nach eigenen Angaben die „**Entwicklung anwendungsorientierter Quantencomputeralgorithmen**“ auf die Fahnen geschrieben, und das „unter vollständiger Datenhoheit nach europäischem Recht“, wie Fraunhofer-Präsident Reimund Neugebauer betont. Anwender können Quantenalgorithmen über die IBM-Umgebung Qiskit erstellen.

2021 ist auch das Jahr, in dem das europäische Projekt OpenSuperQ mit etwa 5000 beteiligten Forschern einen Quantencomputer am Forschungsstandort Jülich aufbauen soll. Das Projekt im Rahmen der EU-Initiative „Quantum-Flagship“ soll bis zum Herbst des Jahres 100 Qubits koppeln. *(agr@ct.de)*

Bild: IBM

Ein Q System One nimmt Anfang 2021 bei Stuttgart seinen Dienst auf.

KENTIX
Innovative Security
Kentix MultiSensor®
SmartMonitoring
Schützt Ihre
IT Infrastruktur
Data-Center + IT-Rack +
kritische Infrastruktur
KLIMA
MONITORING
BRAND
E-MAIL / SMS / SNMP
EINBRUCH
APP
Komplette
Software integriert!
kentix.com

Spiele Marke Eigenbau

PS4-Spiel Dreams mausert sich zum Universal-Baukasten

Modellieren, komponieren, digitale Videos drehen: Auf der Playstation etabliert sich Dreams als einfach zu bedienender Editor für Spiele und andere Medienformen.

Von Daniel Herbig

Das britische Studio Media Molecule macht mit dem PS4-Exklusivtitel Dreams die Spieler zu Entwicklern. Dreams ist eine mächtige Entwicklungsplattform, mit der virtuelle Stillleben gebaut, Musikvideos gedreht und sogar komplexe Videospiele erstellt werden können. Das alles geht direkt mit dem Gamepad und setzt keine Programmierkenntnisse voraus. Die Kreationen der Community dürfen andere Käufer dann anschauen oder spielen.

Schon in der Betaphase haben sich die Teilnehmer kreativ ausgetobt: Der Dreams-Nutzer Robo_Killer_v2 hat zum Beispiel mit dem Nachbau von Bethesdas Action-Rollenspiel Fallout 4 in Dreams für Aufsehen gesorgt.

Mit Dreams können auch ganz neue Spiele entstehen, wie zum Beispiel das Puzzle-Spiel „Pip GemWalker“ beweist. Media Molecule selbst hat die kurze Demo-Kampagne „Arts Traum“ ebenfalls komplett im Ingame-Editor zusammengebastelt. Der Baukasten von Dreams ist enorm umfangreich und flexibel, braucht aber eine gewisse Eingewöhnungszeit. Bastler steuern den Cursor mit dem Bewegungssensor des Dualshock-Controllers, alternativ lässt sich auch ein Move-Controller nutzen. Mit dem rechten Stick greift man Objekte, mit „X“ wählt man Menüpunkte aus. 3D-Modelle und Texturen modelliert und malt man direkt im Editor. Auch Skripte und Interaktionen lassen sich in der grafischen Benutzeroberfläche per Gamepad umsetzen.

Viele Dreams-Projekte verwenden Themen, Charaktere und Gameplay-Elemente aus bekannten Film- und Videospiel-Reihen wie Tomb Raider, Silent Hill und Star Wars. Alle Projekte werden erst dann geprüft, wenn sich ein Rechteinhaber bei Entwickler Media Molecule beschwert. „Viele Studios freut es sogar, wenn ihre Titel auch in Dreams zu sehen sind“, sagte Community Manager Tom Dent im Gespräch mit c’t.

Wer Spiele oder Assets für Dreams entwickelt, hat keine Möglichkeit, sie direkt zu Geld zu machen. Dreams kostet einmalig 40 Euro, alle Community-Schöpfungen müssen kostenlos angeboten werden. Allerdings gewährt Dreams die Rechte an den Kreationen ihren jeweiligen Entwicklern. Sie können ihr Konzept also theoretisch außerhalb von Dreams nachbauen und auf Spiele-Marktplätzen verkaufen. Eine Exportfunktion wurde vor Jahren angekündigt, existiert aber bislang nicht.

Mit Dreams haben Spieler und aufstrebende Entwickler erstmals die Möglichkeit, ihrer Kreativität auch auf der Playstation 4 freien Lauf zu lassen. Der PS4-Titel könnte wegen seiner charmanten Oberfläche, der vergleichsweise intuitiven Steuerung und der liebevollen Tutorials neue Kreativköpfe für die Branche gewinnen. *(jkj@ct.de)* c't

„Fallout 4: Dreams Edition“ von Robo_Killer_v2 stellt Bethesdas Rollenspiel nach.

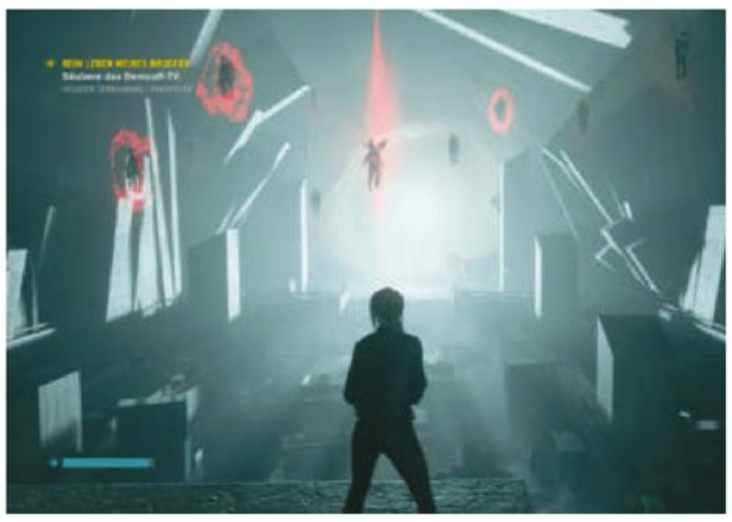
„Pip Gemwalker“ von ManChickenTurtle ist ein knuffiges Rätselspiel mit mehreren Leveln.

Ins bekannte Gemälde von Vincent van Gogh versetzt die virtuelle Installation „Starry Night“ von TheOneironaut.

Erste Erweiterung für Control: The Foundation

Am 26. März soll eine erste Erweiterung (DLC) für den im letzten Jahr veröffentlichten Third-Person-Shooter Control im Epic Games Store und auf PS4 erscheinen.

Ab dem 25. Juni soll das DLC dann auch für Xbox One folgen. Ein erster Trailer gibt Hinweise auf die Handlung: So soll sich die Protagonistin Jesse Faden vermutlich auf die Suche nach Helen Marshall, Head of Operations des Federal Bureau of Control machen.



Im Dezember hatte das Spiel von 505 Games mit „Expeditions“ einen neuen, kostenlosen Spielmodus erhalten. Um diesen zu spielen, muss man die Mission „My Brother’s Keeper“ abgeschlossen haben. Bei Erfolg gibt es exklusive Erweiterungen, seltene Materialien und ein neues Outfit für Jesse.

Ab August 2020 wird **Control** auch auf Steam verfügbar sein, bislang war das Spiel am PC dem Epic Games Store vorbehalten. *(lmd@ct.de)*

Angezockt-Video zu Control: ***ct.de/y36c***

Spiele-Baukasten Core

Das Studio Manticore veröffentlicht mit **Core** einen Spiele-Baukasten, der als öffentliche Alpha-Version verfügbar ist.

Mit Core lassen sich Actionspiele wie Diablo ebenso erschaffen wie ein Battle-Royale-Shooter à la Fortnite. Für die Optik sorgt die Unreal-Engine, den Editor haben die Entwickler aber selbst gebaut. Nach dem Baukastensystem können fertige Formen platziert, transformiert und verbunden werden.

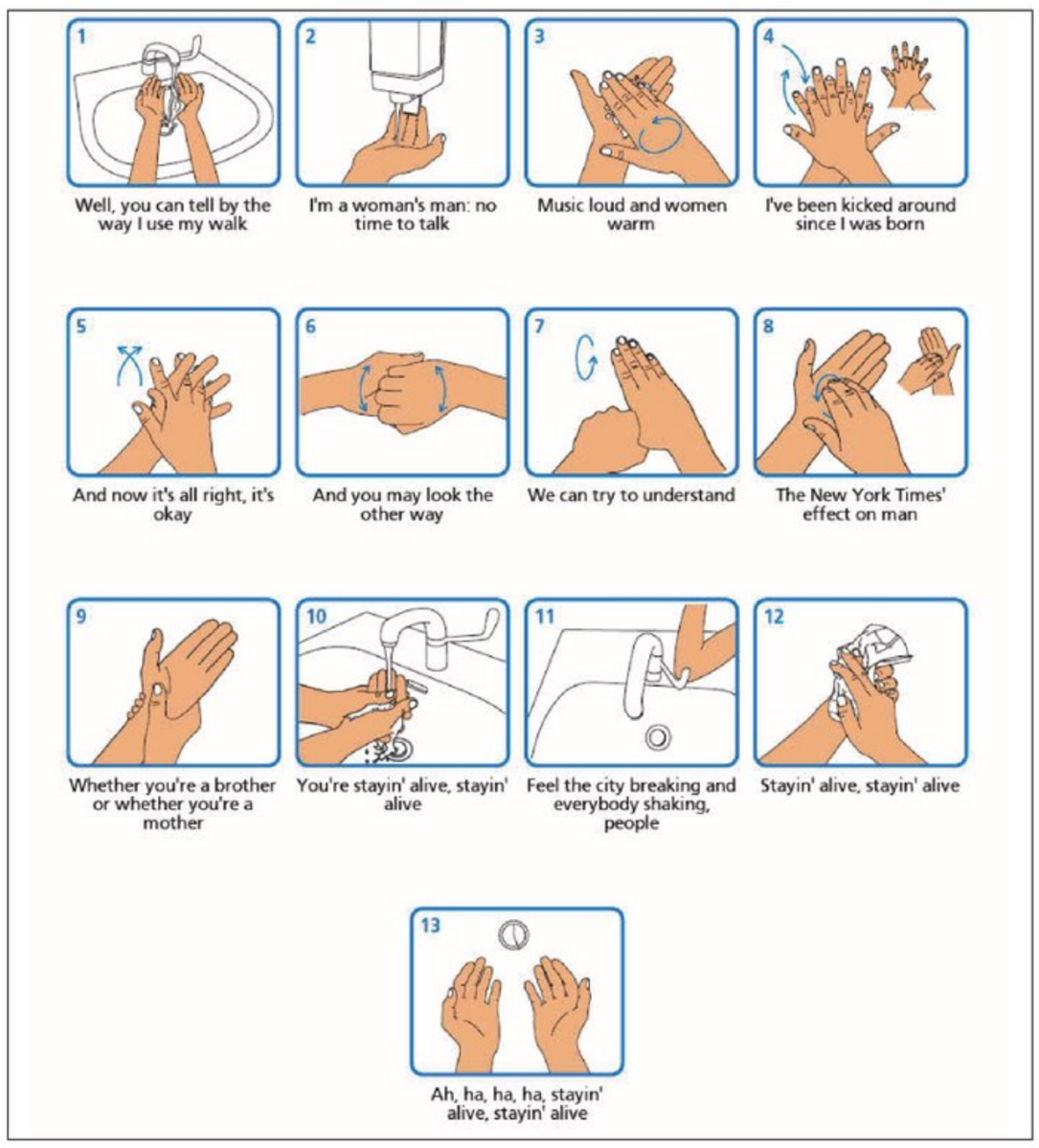
Spiele spielen und erschaffen ist mit Core kostenfrei, für den Download ist eine Registrierung notwendig. Die Rechte an den Spielen liegen stets bei Manticore. Content Creator erhalten erst Geld beim Verkauf von Verschönerungen und Erweiterungen. *(wie@heise.de)*

Kurz & knapp

Die für den 9. bis 11. Juni geplante **Videospielemesse E3** wird wegen des Coronavirus nicht stattfinden, hat der Veranstalter Entertainment Software Association (ESA) bekannt gegeben. Stattdessen soll ein Streaming-Ersatzprogramm auf die Beine gestellt werden. Die E3 gilt als weltweit wichtigste Spielemesse. Traditionell werden dort hochkarätige neue Spiele vorgestellt, Trailer veröffentlicht und neue Konsolen angekündigt.

Das polnische Entwicklerstudio CD Projekt plant eine Fortsetzung der **Rollenspielserie „The Witcher“**. Das Konzept für ein weiteres Singleplayer-Spiel steht bereits, die Entwicklung des vierten Teils soll im Herbst beginnen.

Naughty Dogs Actionspiel **„The Last of Us“** soll als TV-Serie verfilmt werden. HBO will zusammen mit Rechteinhaber Sony eine Serie produzieren, die den Geschehnissen aus Teil 1 folgt. Darin kämpfen die Teenagerin Ellie und der grummelige Schmuggler Joel nach einer Zombie-Apokalypse gemeinsam ums Überleben. Das Videospiel ist für seine spannende, aber auch einfühlsame Erzählung bekannt.



Musikalischer IQ-Test

themusiclab.org/quizzes/miq

Teil einer Studie zu sein, ist spannend – vor allem, wenn der dazugehörige Test auch noch Spaß macht. Psychologen und Musiker der US-amerikanischen Harvard University haben eine Reihe von Online-Tests entwickelt, in denen es um die Wahrnehmung von Tönen, Rhythmus und Melodien geht. Neu hinzugekommen ist **Test Your Musical IQ** – ein Experiment, mit dem die Wissenschaftler herausfinden wollen, wie Musik von Menschen wahrgenommen wird und welche Emotionen sie bei ihnen auslöst.

Um mitzumachen, muss sich der Besucher nicht registrieren. Nach ein paar demografischen Fragen geht es richtig los. Ab jetzt empfehlen sich Kopfhörer, um die vorgespielten Töne und Melodien konzentriert anzuhören. Für die erste Aufgabe („Erkenne den leisesten Ton“) spielt die Website jeweils drei unterschiedlich laute Töne vor. Nach einer ganzen Reihe weiterer Tests dieser Art folgen zum Schluss noch Fragen zum allgemeinen Musikwissen und zu den Hörgewohnheiten des Teilnehmers. Das englischsprachige Experiment dauert rund 20 Minuten. Anschließend verrät die Website dem Besucher seinen „Musik-IQ“ und gibt differenziertes Feedback zum Hörvermögen. *(Alisha Battenfeld/dwi@ct.de)*

Händewaschen zum Mitsingen

washyourlyrics.com

Aktuell gilt gründliches Händewaschen als bester Schutz vor einer Ansteckung mit dem Corona-Virus. Der 17-jährige William Gibson hat innerhalb von 24 Stunden eine Webseite entwickelt, die das langweilige Einseifen spritziger machen soll. Auf **Wash Your Lyrics** gibt der Besucher seinen Lieblingssong samt Interpret an und schon wird mit dem Songtext eine personalisierte Schritt-für-Schritt-Anleitung generiert, die sich als PNG-Datei herunterladen lässt. So muss man nur die Melodie im Kopf haben und schon kann der Wasch-Spaß losgehen!

(Alisha Battenfeld/dwi@ct.de)

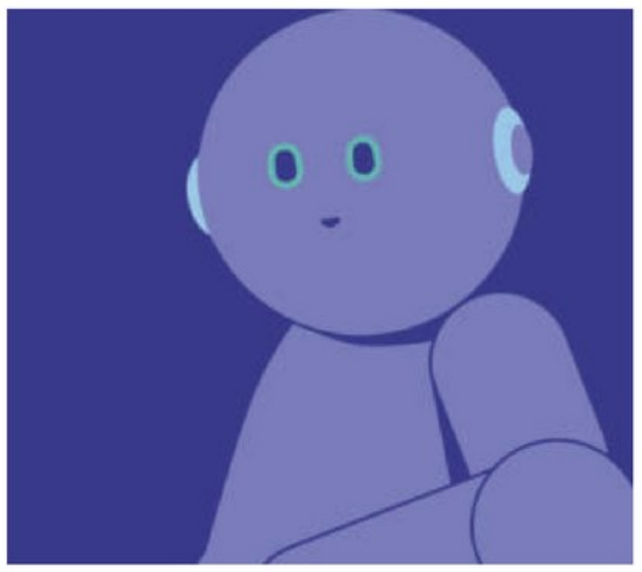
Sonderzeichen ganz einfach

typefacts.com/artikel/tastaturkuerzel

Wie bekommt man eigentlich ein Summenzeichen oder ein spanisches Fragezeichen ins Textdokument? Für Sonderzeichen dieser Art gibt es Unicode-Zeichen, doch wer weiß die schon alle auswendig? Auf seiner Seite **Typefacts** hat Christoph Koeberlin die wichtigsten Kodierungen aufgelistet. Oft helfen auch Tastaturkürzel weiter, wenn zum Beispiel Währungszeichen wie Yen oder Pfund benötigt werden. Die Webseite listet nützliche Kürzel in Kategorien unterteilt und jeweils für macOS, Windows und Linux auf. *(Alisha Battenfeld/dwi@ct.de)*

KI-Kurs gratis

elementsofai.de



Viele Menschen können die Macht der künstlichen Intelligenz nicht einschätzen oder wissen nicht, wozu sie fähig ist. Seit Anfang 2018 gibt es einen Online-Kurs, der interessierten Laien die künstliche Intelligenz näher bringt. **The Elements of AI**, ein Gemeinschaftsprojekt der Universität Helsinki und der Unternehmensberatung Reaktor, ist auch auf Deutsch verfügbar.

Bisher haben sich schon über 350.000 Teilnehmer aus mehr als 170 Ländern für den Kurs registriert; dazu ist die Angabe von Mailadresse, Namen, Nationalität und Postleitzahl erforderlich. Der Frauenanteil ist mit rund 40 Prozent doppelt so hoch wie bei anderen Informatikkursen. Die Teilnehmer können sich für ein selbstgewähltes Lerntempo entscheiden oder sich festlegen, den Kurs in sechs Wochen à fünf Stunden zu absolvieren. Der Stoff ist in 25 Kapitel unterteilt, die jeweils mit einem kurzen Test abschließen.

(Alisha Battenfeld/dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/y3gu

Warnung vor Sicherheitslücken!

Schnell umsteigen auf Windows Server 2019!

Sicherheits- und Server-Probleme, DSGVO-Verstöße wegen fehlendem Datenschutz oder im schlimmsten Fall Datendiebstahl von personenbezogenen Daten – **jetzt schlau sein und umsteigen auf Windows Server 2019!** **thomas-krenn.com/schutz**

Schützen Sie Ihr Unternehmen!
Jetzt auf Windows Server 2019 umrüsten!

thomas-krenn.com/schutz

Kontaktieren Sie uns:
+49 (0) 8551.9150-300

THOMAS KRENN®

Umzugsverlängerung

O2 will sich mit Bürokratie die Einnahmen sichern

Wer nach einem Umzug am neuen Wohnort keine DSL-Versorgung vom bisherigen Provider beziehen kann, hat ein verbrieftes Sonderkündigungsrecht. Doch Provider wie O2 versuchen alles, die gesetzliche Kündigungsfrist in die Länge zu ziehen.

Von Tim Gerber

Jana S. ist bei der Bundeswehr. Im Sommer vergangenen Jahres verlegte sie ihren Wohnsitz aus dienstlichen Gründen in eine Einrichtung ihres Dienstherren. Ein privater DSL-Anschluss ist in dieser Liegenschaft vom Eigentümer nicht gewünscht. In solchen Fällen, in denen die Leistung nach einem Umzug in der neuen Wohnung nicht erbracht werden kann, räumt das Telekommunikationsgesetz (TKG) dem Kunden ein Sonderkündigungsrecht ein (§ 46 Absatz 8 Satz 3). Mit Schreiben vom 21. August teilte Jana S. also ihrem bisherigen DSL-Provider ihren Umzug mit und kündigte ihren Vertrag unter Berufung auf dieses Gesetz fristgerecht mit der vorgesehenen dreimonatigen Kündigungsfrist, also zum 30. November 2019. Mit Schreiben vom 13. September, adressiert an die neue Adresse von Jana S. bei der Bundeswehr, bestätigte O2 den Erhalt der Kündigung. Für die weitere Bearbeitung sei jedoch eine Kopie der Anmeldebescheinigung der örtlichen Behörde erforderlich. Ihr „Antrag auf eine vorzeitige Vertragsauflösung“ könne erst nach Eingang der angeforderten Dokumente geprüft werden.

Unglücklicherweise übersah Jana S. den Inhalt dieses Schreibens und war im Herbst bedingt durch eine dienstlich begründete Abwesenheit vom Wohnort nachvollziehbar gehindert, weiteren Schriftverkehr mit dem Provider zu führen. Sie ging davon aus, dass mit der Umzugsmitteilung und der ausgesprochenen Kündigung die Sache erledigt sei. Am 2. Dezember erhielt sie per E-Mail eine Aufforderung, 74,91 Euro an O2 zu zahlen. In dem Betrag war neben noch ausstehenden Beträgen vor Vertragsende auch der Grundbetrag für Dezember enthalten. Am 2. Januar folgte die nächste Zahlungsaufforderung, nun bereits über 101,89 Euro.

Erst ab Mitte Januar kam Jana S. dazu, sich um die Sache zu kümmern. Sie übersandte dem Provider eine Bestätigung seitens der Bundeswehr über den Wohnsitz in der Kaserne. Am 23. Januar erhielt sie jedoch eine weitere Mahnung mit der Aufforderung, den ausstehenden Betrag binnen drei Werktagen zu zahlen. Den Anschluss, den die Kundin seit dem Sommer bereits nicht mehr nutzen konnte und den sie in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Regeln fristgerecht zum Ende November gekündigt hatte, wollte O2 ihr andernfalls nun abschalten – kostenpflichtig versteht sich.

Mit Schreiben vom 24. Januar bestätigte O2 den Erhalt ihres Schreibens mit der Bestätigung. Man werde den Anschluss zum 5. Februar abschalten. Aufgrund ihres Umzuges stehe der Kundin ein gesetzliches Kündigungsrecht mit einer Frist von 3 Monaten zum Monatsende zu. Man werde den Vertrag unter Berücksichtigung dieser Frist beenden und Ihren Anschluss zum 5. Februar 2020 deaktivieren. Durch die vorzeitige Beendigung von Vertragsbestandteilen mit Mindestvertragslaufzeit werde man jedoch „zur Abgeltung der Restlaufzeit“ weitere Gebühren in Rechnung stellen. Dazu sei man nach einer Sonderkündigung wegen Umzugs nach § 46 Absatz 8 TKG für weitere drei Monate berechtigt.

Dagegen protestierte Jana S. umgehend und verwies erneut auf ihren bereits im Sommer erfolgten Umzug sowie die rechtzeitige Kündigung im August. Doch es folgten Anfang Februar noch einige weitere Mahnungen und Androhung der Abschaltung des bereits abgeschalteten Anschlusses. Am 14. Februar schrieb O2 erneut an die Kundin. Nun hieß es, die Dreimonatsfrist beginne mit dem Meldedatum. Man bestehe deshalb auf weiteren Zahlungen. Jana S. wandte sich nunmehr völlig verunsichert an c’t und fragte, welcher Zeitpunkt denn nun tatsächlich für ihre Kündigung maßgeblich sei.

Blick ins Gesetz

Wir wagten zunächst einen Blick in den Absatz, den der Deutsche Bundestag im Jahr 2012 zur Regelung von Umzugsfällen in § 46 TKG aufgenommen hatte. Wörtlich heißt es dort in Satz 3: „Wird die Leistung am neuen Wohnsitz nicht angeboten, ist der Verbraucher zur Kündigung des Vertrages unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von drei Monaten zum Ende eines Kalendermonats berechtigt.“ Damit hat der Gesetzgeber auf die zu Recht kritisierte Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes reagiert, wonach selbst in diesen Fällen der Schutz der Investitionen der DSL-Anbieter in der Regel Vorrang gegenüber den Interessen der Kunden an einem Umzug vor Ende der Vertragslaufzeit habe.

Doch auch ein eigentlich klares Gesetz zu Gunsten der Verbraucher, das sich an den Kündigungsfristen für Wohnraum orientiert, hindert höhere Gerichtsinstanzen nicht daran, weiterhin die vermeintlichen Investitionen der DSL-Anbieter schützen zu wollen. So entschieden die Oberlandesgerichte (OLG) in Düsseldorf und München, dass die Dreimonatsfrist erst mit dem tatsächlichen Umzug beginne. Angeblich habe der Gesetzgeber die Telekommunikationsunternehmen schützen wollen. Die Belege dafür, die etwa das OLG München in seinem Urteil angibt, sind allerdings ausgesprochen dünn (siehe ct.de/y6ah).

Nicht einleuchtend

Auch unter Berücksichtigung dieser Rechtsprechung leuchtete uns immer noch nicht ein, warum Jana S. über den 30. November hinaus zahlen sollte. Schließlich war sie ja bereits im Sommer umgezogen und hatte dies rechtzeitig mitgeteilt. Deshalb fragten wir am 27. bei der Pressestelle von Telefonica, der Konzernmutter von O2, nach und wollten wissen, wie man dort auf die Fristen kommt, die man Jana S. genannt hatte.

Am 3. März schrieb ein Beschwerdemanager an Jana S., man könne eine außerordentliche Kündigung eines DSL-Anschlusses erst dann berücksichtigen, wenn der Kündigungsgrund ausreichend belegt worden sei. Solange der Kündigungsgrund nicht nachgewiesen wurde, bleibe die DSL-Leitung aktiviert und werde auch die monatliche Grundgebühr weiterhin berechnet. Er habe aber durchaus Verständnis, dass die Kundin den Nachweis aus beruflichen Gründen erst am 22. Januar 2020 nachreichen konnte. Gleichzeitig hoffe er jedoch auf ihr Verständnis, dass eine frühere Kündigung ihres DSL-Vertrages ein hohes Missbrauchsrisiko des Sonderkündigungsrechts darstelle. Um die Sache einvernehmlich abzuschließen, komme man ihrem Wunsch dennoch nach und erlasse ihr die berechnete Grundgebühr ab dem 1. Dezember 2019 nebst Mahngebühren in Höhe von insgesamt 60,48 Euro.

Ende gut, alles ungut

Auch wenn O2 im Fall des Umzugs von Jana S. letztlich nachgegeben hat, in der Sache legt das Unternehmen Züge autoritärer Bürokratie an den Tag. Die Kunden sollen Anträge stellen und Nachweise erbringen. Dabei genügt im Falle eines Umzuges an einen Ort, an dem die bisherige Telekommunikationsleistung von dem Vertragsunternehmen nicht erbracht werden kann, eine Kündigung unter Angabe von Gründen. Die Angaben müssen freilich der Wahrheit entsprechen, anderenfalls macht man sich unter Umständen des Betruges schuldig. Im Streitfall muss man dafür tatsächlich den Beweis erbringen, aber das kann auch etwas anderes sein als eine amtliche Bescheinigung.

(tig@ct.de) c't

Urteil des OLG München: ***ct.de/y6ah***

Vorsicht, Kunde: Nachgehakt

Im Artikel berichten wir, wie sehr Provider auf die Einhaltung von Vertragslaufzeiten pochen, zur Not auch gegen das Gesetz. In Ausgabe 25/2019 (S. 62) haben wir geschildert, wie Provider Vodafone die Vertragslaufzeiten ignoriert, wenn man dem Kunden vorzeitig den Preis erhöhen will. Wie beschrieben räumte Vodafone im Zuge unserer Recherchen ein, dass der Zeitpunkt der Preiserhöhung wohl nicht in jedem Fall gerechtfertigt war, und kündigte eine Überprüfung seiner Praxis an.

Trotzdem erreichten uns nach der Veröffentlichung weitere Beschwerden von Lesern, bei denen Vodafone auch unter Hinweis auf den Bericht in c’t nicht von einer vorzeitigen Preiserhöhung ablassen wollte. Wir nahmen das zum Anlass, bei Vodafone nachzufragen, was dort unternommen wurde, um solchen Beschwerden abzuhelfen.

Am 5. März teilte uns Unternehmenssprecher Thorsten Höpken mit, dass man in dem Einzelfall von c’t-Leser Günter N., den wir beispielhaft geschildert hatten, inzwischen auf eine Preiserhöhung vollständig verzichtet habe. Eine Antwort auf die alle betroffene Kunden interessierende Frage, wie man denn generell künftig bei Preiserhöhungen vor Ende der turnusmäßigen Vertragslaufzeit verfahren wolle, erhielten wir aber nicht. Von derartigen Preiserhöhungen betroffene Vodafone-Kunden sollten sich weiterhin zur Wehr setzen und dabei auf unsere Veröffentlichungen zum Thema verweisen.

Bild: Albert Hulm

Folgen des Datencrashs

Der Autovermieter Buchbinder lässt Kunden über sein Datenleck im Unklaren

Die DSGVO verlangt, dass Betroffene über ein Datenleck transparent informiert werden. Die Autovermietung Buchbinder laviert sich jedoch schweigsam durch die Folgen ihrer riesigen Datenpanne, die c't und Die Zeit im Januar aufdeckten.

Von Holger Bleich und Joerg Heidrich

Die EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) gibt strenge Regeln zum Umgang mit personenbezogenen Daten vor. Pflichten ergeben sich gerade im Nachgang von Schadensfällen, etwa, wenn Kundendaten wegen einer Sicherheitslücke ungeschützt abrufbar waren. Befolgt eine Firma diese Regeln nicht, drohen deftige Sanktionen.

Seitdem die DSGVO wirksam ist (Mai 2018), haben die Aufsichtbehörden bereits zu einigen kleineren Datenlecks Bußgelder verhängt. Keines davon ist vergleichbar mit der Panne beim Autovermieter Buchbinder, die c't und das Wochenblatt Die Zeit Ende Januar veröffentlichten. Die Unternehmensgruppe speicherte über mehrere Monate regelmäßige Backups ihrer Firmendatenbank auf einem ungeschützten Server, die über das Dateisystemprotokoll SMB frei im Internet zugänglich waren.

Die Backups enthielten dem Augenschein nach die komplette MSSQL-Kundendatenbank zusammen mit über 9 Millionen Mietverträgen bis zurück zum Jahr 2003. Neben den Mietern waren auch Fahrer mit Name, Adresse, Geburtsdatum, Führerscheinnummer und -ausstellungsdatum sowie Mobilfunknummern und zuweilen auch E-Mail-Adressen aufgeführt. Hinzu kamen 5 Millionen Dateien mit umfangreicher Firmenkorrespondenz nebst eingescannten Rechnungen, Verträgen, Faxen, E-Mails und Schadensbildern von Autos. Verknüpfungen von Fahrern und Mietern ließen Rückschlüsse auf sensible Personengruppen zu. Zudem waren unter anderem

Kontaktdaten von Unfallbeteiligten gespeichert.

Nach einem Hinweis von c't und Die Zeit am 20. Januar schloss Buchbinder das Leck noch am selben Tag. In einer Pressemitteilung entschuldigte sich Buchbinder und versprach seinen Kunden, „alle notwendigen technischen Maßnahmen zu ergreifen, um das Niveau des Datenschutzes und der Sicherheit zu erreichen, das wir ihnen schulden".

Außerdem teilte das Unternehmen mit, dass es gemäß der Verpflichtung aus Art. 34 DSGVO die Betroffenen über diese Datenverletzung und mögliche Folgen wie Phishing-Versuche oder Identitätsdiebstahl informieren wird. Man habe die zuständige Datenschutzbehörde informiert, den betroffenen Server neu konfiguriert und damit weitere Zugriffe auf die Datenbank unterbunden.

Schweigen und aussitzen

Nach dieser Mitteilung folgte lange: nichts. In der öffentlichen Darstellung setzt Buchbinder bislang augenscheinlich auf die Taktik des Schweigens und Aussitzens. Betroffen von dem Datenleck waren auch Mitarbeiter in der c't-Redaktion. Jedoch wurde bislang keiner von Buchbinder proaktiv davon informiert, dass seine Daten in fremde Hände gelangt sind. Buchbinder erfüllte sein beschwichtigendes Versprechen bis heute nicht.

Mit Recht hatte das Unternehmen auf Art. 34 DSGVO verwiesen. Danach müssen verantwortliche Firmen die Betroffenen eines Datenlecks „ohne schuldhaftes Zögern" informieren. Der Gesetzgeber spricht sogar von einer Pflicht, die Betroffenen „umgehend zu unterrichten". Einen Zeitraum von über zwei Monaten wird man darunter kaum verstehen können, selbst wenn die Anzahl der zu informierenden Personen hoch ist.

Als Voraussetzung muss das Datenleck „voraussichtlich ein hohes Risiko für die persönlichen Rechte und Freiheiten natürlicher Personen zur Folge" haben. Beispiele wären etwa ein möglicher Identitätsdiebstahl oder -betrug, eine Diskriminierung oder andere erhebliche wirtschaftliche oder gesellschaftliche Nachteile. In jedem Fall gehören dazu die in den Datenbanken gespeicherten Informationen, die Kunden des Autoverleihers als Vertreter von Selbsthilfegruppen aus dem gesundheitlichen oder sexuellen Bereich ausweisen. Auch Datensätze, die sich etwa auf Autounfälle mit Verletzten beziehen, sind zweifellos betroffen.

Für die meisten Buchbinder-Kunden dürfte zumindest das Problem bestehen, dass ihre Daten beispielsweise für Identitätsdiebstahl durch Phising verwendet werden könnten. So wäre es zum Beispiel für Betrüger recht leicht, über die ergatterten Mietverträge Kunden anzurufen und zur Herausgabe von Kontodaten zu überreden. Hier wäre es hilfreich und wichtig gewesen, jeden Betroffenen möglichst früh zu warnen – sei es mit einem postalischen Anschreiben oder mit einer E-Mail.

Gut versteckte Hinweise

Stattdessen findet sich auf der Website des Unternehmens seit einiger Zeit lediglich folgender Hinweis-Link: „WICHTIGE INFORMATION – Erklärung von Buchbinder". Da dort kein Zusammenhang zum Datenleck hergestellt wird, dürften Besucher der Homepage wohl eher mit Sonderangeboten und kaum mit einem dringlichen Datenschutzhinweis rechnen. Auch in der verlinkten Erklärung findet sich ein „Zusatz gemäß Artikel 34 der DSGVO", wonach man „über diese Datenverletzung informieren" müsse. Wer genau davon angesprochen werden soll, ergibt sich aus dem Text allerdings nicht.

Immerhin werden die Kunden darüber informiert, dass Daten von Ihnen in den Umlauf gekommen sein können: Buchbinder zufolge geht es „insbesondere" um „Mietwagenverträge, Namen, E-Mail-Adressen, Telefonnummern und Postanschriften". Dass auch Informationen über die Anmietung, Führerscheindaten sowie die während der Anmietung entstandenen Schäden oder Unfälle geleakt worden sind, verschweigt das Unternehmen. Im Zusammenhang mit Schäden und Unfällen waren darüber hinaus auch die Namen der Beteiligten – keine Kunden von Buchbinder – und Bankinformationen betroffen.

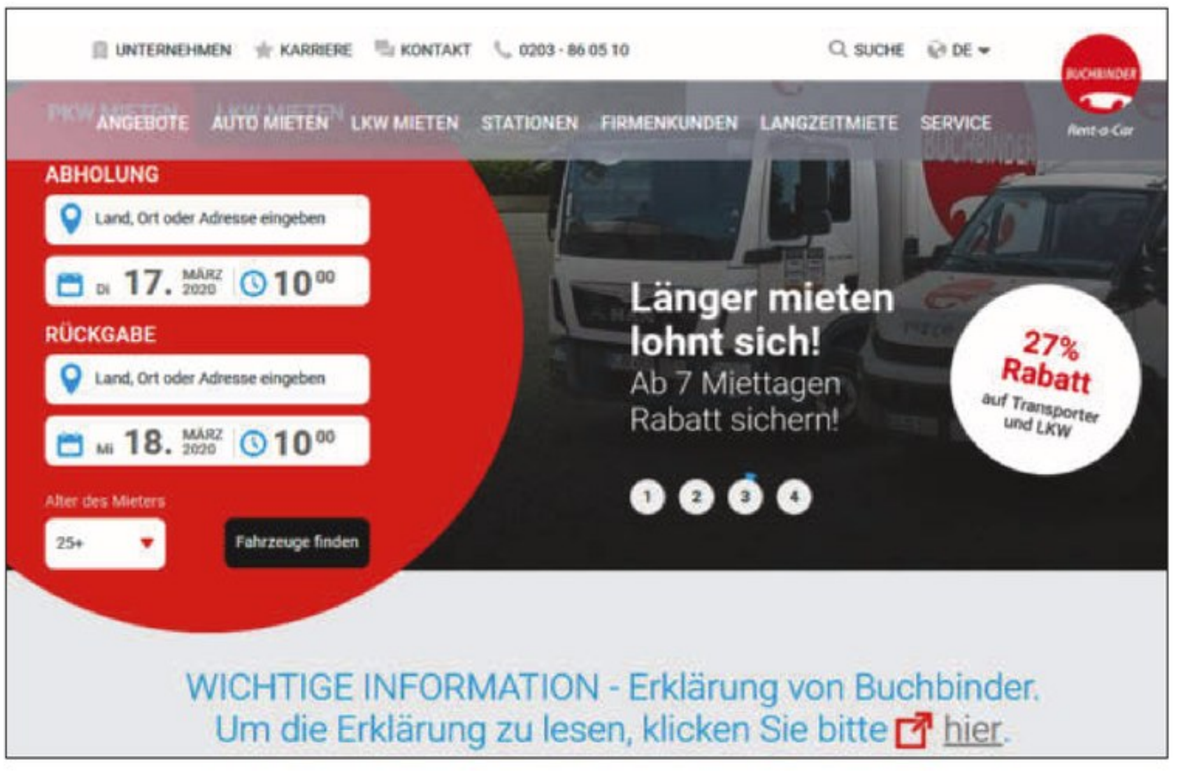
Dass dieser Hinweis ausreichend sein könnte, um für eine sichere Information der über 3 Millionen betroffenen Buchbinder-Kunden zu sorgen, ist sehr unwahrscheinlich. Nur ein Bruchteil der Betroffenen dürfte seit dem Vorfall überhaupt das Online-Angebot des Autovermieters besucht haben. Zudem sind auch Kunden betroffen, die ihren Wagen nicht wissentlich über Buchbinder, sondern über einen anderen Vermittler gebucht hatten.

Selbstauskunft

Neben den gesetzlichen Benachrichtigungspflichten dürfte eine Menge Kunden eine Auskunft nach Art. 15 DSGVO verlangt haben. Mit einer solchen Anfrage dürfen sie sich detailliert darüber informieren lassen, welche eigenen personenbezogenen Daten gespeichert sind, wo diese erhoben wurden und an wen sie gegebenenfalls weitergegeben worden sind. Ein Muster für eine solche Anfrage hat auch c't zur freien Nutzung bereitgestellt (siehe ct.de/ym2r).

Der DSGVO zufolge muss der Verantwortliche solche Anfragen „unverzüglich, in jedem Fall aber innerhalb eines Monats nach Eingang des Antrags" beantworten. Uns ist kein Fall bekannt, bei dem ein Buchbinder-Kunde, der um Auskunft gebeten hatte, diese innerhalb der Frist erhalten hätte.

Stattdessen liegen uns E-Mail-Antworten des „Buchbinder-Datenschutz-Teams" von Ende Februar vor, in denen um Auskunft ersuchende Kunden nach einem Monat Wartezeit vertröstet wurden: „Wir bedanken uns für Ihre Anfrage und möchten Sie auf diesem Wege darüber informie-



Auf seiner Homepage verlinkt Buchbinder mit einem irreführenden Text die spärlichen Infos zum Datenleck.

ren, dass wir aufgrund der zahlreichen Anfragen potenziell betroffener Personen die Frist zur Beantwortung Ihrer Anfrage um zwei Monate verlängern müssen.“ Und: „Bitte seien Sie versichert, dass wir unser Bestes tun, um Ihre Anfrage so schnell wie möglich zu beantworten, spätestens jedoch in der verlängerten Frist von drei Monaten ab Eingang Ihrer Anfrage.“

Zwar lässt die DSGVO ausnahmsweise eine Verlängerung um weitere zwei Monate zu. Voraussetzung hierfür ist aber, dass dies „unter Berücksichtigung der Komplexität und der Anzahl von Anträgen erforderlich ist“. Im Fall von Buchbinder sind sicher vergleichsweise viele Anträge gestellt worden. Dass jedoch die Antwort auf die Anfragen besonders komplex sein soll, erschließt sich zumindest von außen nicht.

Schweigsames Amt

Zu all den hier angesprochenen rechtlichen Themen hat c’t Buchbinder einen ausführlichen Fragenkatalog geschickt, etwa: „Nach unserer Kenntnis befanden sich auf dem Server offen abrufbar auch Daten, die aus dem Jahr 2003 oder den Jahren danach stammen. Unter welcher Rechtsgrundlage haben Sie solche Daten gespeichert?“

Statt konkreter Antworten erhielten wir lediglich ein kurzes Statement. Unter anderem versichterte man uns: „Potenziell betroffene Personen wurden informiert und ein Standardprozess wurde aufgesetzt, um deren Auskunftsersuchen zu entsprechen.“ Auf welchem Weg die betroffenen Kunden informiert wurden, ließ Buchbinder offen. Diese Aussage kann sich eigentlich nur auf den kurzen Hinweis auf der Homepage beziehen, der wohl kaum ausreichen dürfte.

Weil das Unternehmen Carpartner Nord GmbH, dem die Marke Buchbinder gehört, in Regensburg sitzt, ist das Bayerische Landesamt für Datenschutzaufsicht (BayLDA) für den Fall zuständig. Man kooperiere mit dieser Behörde, versicherte Buchbinder sowohl gegenüber den Kunden als auch den Medien.

Auf Anfrage von c’t bestätigte das BayLDA tatsächlich wortwörtlich „eine Kooperation“ mit Buchbinder. Die Frage, ob ein Ordnungswidrigkeitsverfahren eingeleitet werde, entscheide man, „sobald das aufsichtliche Verfahren zur Ursache und Umgang mit dem Sicherheitsvorfall abgeschlossen ist“, teilte die Behörde mit. Ob eine Information an die Betroffenen nach Art. 34 DSGVO erforderlich sei, hänge im vorliegenden Fall auch von der „Eintrittswahrscheinlichkeit eines Downloads der Daten“ ab. Dies prüfe man gerade. Die Fristverlängerung von Buchbinder um zwei Monate bewertet die Behörde als „verhältnismäßig und zulässig“.

Schadenersatz

Neben der Bußgeldsanktionierung liefern die DSGVO-Vorschriften eine weitere, bislang in Deutschland eher weniger bekannte monetäre Drohung für Unternehmen: Jede Person, der wegen eines Verstoßes gegen die Vorgaben des Datenschutzes ein materieller oder immaterieller Schaden entstanden ist, hat Anspruch auf Schadenersatz. Dies regelt Art. 82 der DSGVO. Als Beispiele für materiellen oder immateriellen Schaden gelten Fälle, bei denen die Datenverarbeitung zu einer Diskriminierung, einem Identitätsdiebstahl, einem finanziellen Verlust, einer Rufschädigung oder anderen erheblichen wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Nachteilen führen kann.

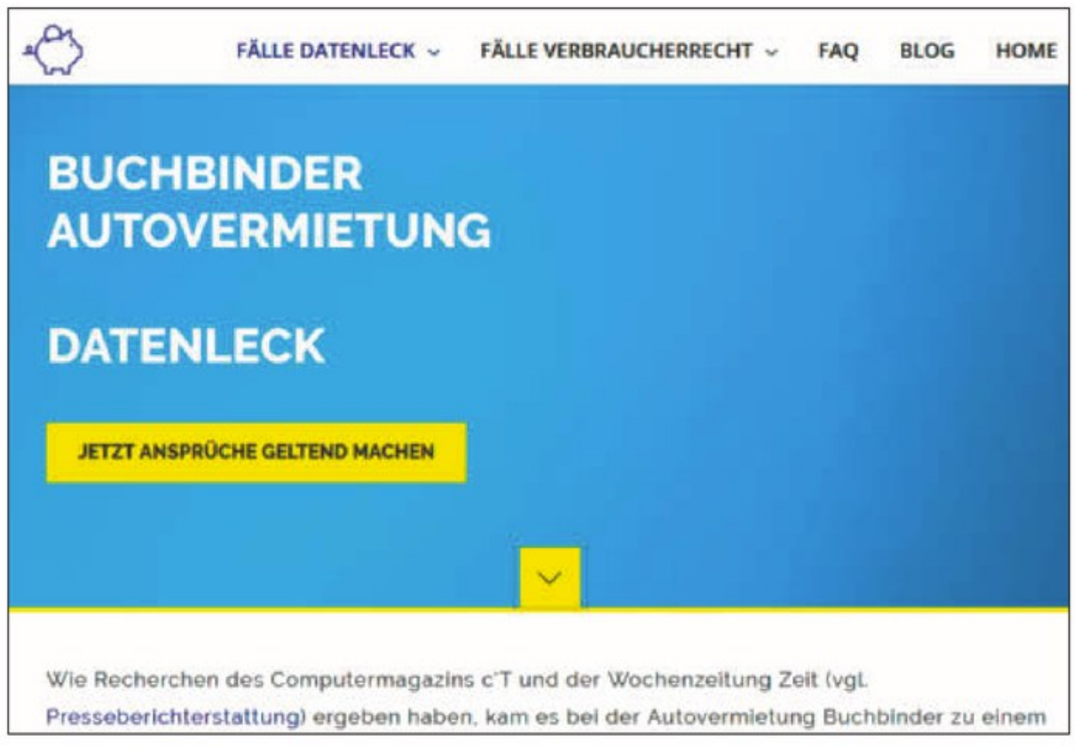
Dazu existieren allerdings bislang kaum Gerichtsurteile. Ungeklärt ist insbesondere die Frage, welche Intensität der immaterielle Schaden haben muss, um eine Ausgleichszahlung zu rechtfertigen. So entschied das Amtsgericht Diez mit Urteil im November 2018 (Az.: 8 C 130/18), dass ein geringfügiger Verstoß gegen die Vorschriften des Datenschutzes ohne ernsthafte Beeinträchtigung nicht ausreicht. Geklagt hatte der Empfänger einer Spam-Mail, der dafür eine Zahlung von 500 Euro erreichen wollte.

Offen ist also, ob bereits die ungewollte Veröffentlichung von Kundendaten zu einem Ausgleichsanspruch führen kann oder ob Gerichte dies eher als Bagatellfall werten. Eindeutig dürfte der Anspruch allerdings in Fällen sein, in denen sensible Daten frei im Netz verfügbar waren, etwa Krankheitsinformationen bei Unfällen. Ebenfalls wahrscheinlich ist ein Anspruch, sofern das Datenleck eine Zuordnung des Betroffenen zu Vereinen aus dem Bereich Erkrankung, Politik oder sexuelle Vorlieben zulässt.

Die Möglichkeit, solche potenziellen Ansprüche einzusammeln und gebündelt durchzusetzen, lockt sogenannte Legal-Techs an. Erste Angebote entstanden bereits am Tag, als heise online Informationen zu dem Buchbinder-Datenleck veröffentlicht hatte. Kunden sollen bei den Legal-Techs ihre Daten angeben und Ansprüche gegen Provision abtreten.

Doch offensichtlich haben diese Unternehmen bislang keine ausreichende Informationsbasis. Wir meldeten uns etwa probehalber bei der kedapro UG an, die Schadensersatzansprüche aus dem Buchbinder-Leck durchsetzen will. Erst zwei Monate später erhielten wir erste Infos per Mail: „Genau wie auch für Sie, ist die Situation derzeit nicht ganz übersichtlich. Unter der Bezeichnung ‚Buchbinder’ agieren mehrere Unternehmen.“ Und: „Wir gehen nicht davon aus, dass wir hier bereits in den kommenden Wochen einen Zwischenstand präsentieren können und bitten um Ihre Geduld.“

Legal-Tecs dürften in dieser Situation vorerst keine Hilfe sein. Für betroffene Kunden bleibt zunächst, auf Auskunft bei Buchbinder zu bestehen. Außerdem können Sie gegebenenfalls Beschwerde bei der Datenschutzbehörde einreichen. Wer in dieser Situation einen Schadensersatzanspruch durchsetzen möchte, sollte sich zumindest zuvor von einem versierten Anwalt beraten lassen. *(hob@ct.de)* c't



Die Legal-Tech-Firma kedapro buhlt um Datenleck-Betroffene, um deren Ansprüche gegen Provision durchzusetzen.

c't-Muster zur Auskunftsanfrage:
ct.de/ym2r

IONOS by 1&1

CTRL your web business and **SHIFT** projects from good to great. **DEL** time-intensive administration and access management. **ESC** from long working nights with cold pizza. Your **ALT**ernative: The **IONOS Partner Program** for agencies, developers and designers.

www.ionos.de/partnerprogramm

Ein Tool für alles, was Sie brauchen:

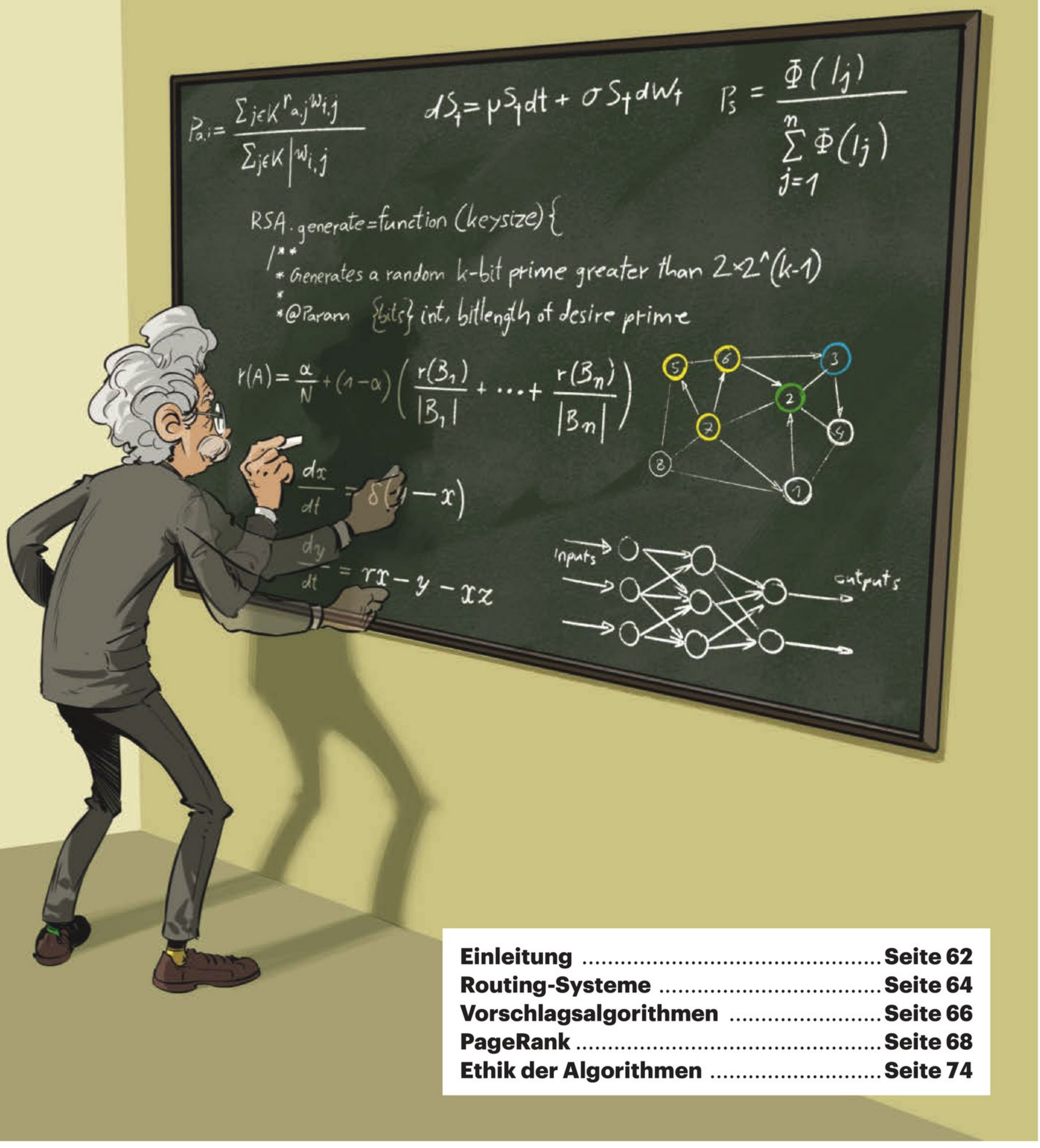
Zugriffsverwaltung, Kundenkommunikation, Hosting, Domains und Administration.
Als Teil unseres Netzwerks gewinnen Sie neue Kunden und profitieren von unserem garantiert KI-freien Support aus Deutschland.

www.ionos.de/partnerprogramm

- Kunden gewinnen und Projekte zentral verwalten
- Dedizierter Expertensupport und persönliche Beratung
- Websites, Webhosting und Cloud-Produkte für Web-Professionals
- Exklusive Testphasen und Startguthaben inklusive

Die Macht im Computer

Algorithmen: Nützliche Hilfsmittel oder Gefahr?



Einleitung ..... **Seite 62**
Routing-Systeme ..... **Seite 64**
Vorschlagsalgorithmen ..... **Seite 66**
PageRank ..... **Seite 68**
Ethik der Algorithmen ..... **Seite 74**

Bild: Albert Hulm

Wer hat Angst vorm Rechenwerk? Die Sorge vor einer Übermacht der Algorithmen beschäftigt mittlerweile Politik und Öffentlichkeit. Da kann etwas Grundwissen über ihre Funktion nicht schaden.

Von Wolfgang Stieler

Sie sind überall, und sie sind mächtig: Algorithmen entscheiden, ob wir einen Job bekommen oder nicht, wie kreditwürdig wir sind, welche Nachrichten wir sehen, was wir lesen, sehen und hören. Für viele Menschen klingt das mittlerweile mehr wie eine Drohung als eine Verheißung. So bedrohlich, dass inzwischen auch die Politik aufgewacht ist: Die Bundesregierung etwa berief eine Datenethikkommission ein.

Im Herbst 2019 legten die 16 von der Bundesregierung eingesetzten Experten ein erstes Gutachten vor. Mit drastischen Forderungen: Unter anderem empfahl die Kommission ein risikoadaptiertes Regulierungssystem für den Einsatz algorithmischer Systeme, eine Bewertung von Programmen nach „Kritikalität“ und „Schädigungspotenzial“ und sogar ein komplettes Verbot der allerschädlichsten Programme.

Ist das eine vernünftige Abwägung der Risiken technischer Entwicklung oder die Angst vor der Allmacht der Maschine? Eine Angst, die sich mehr aus popkulturellen Bildern und überzogenen Marketing-Versprechen speist als aus konkretem Wissen? Dieser Schwerpunkt soll diese Diskussion versachlichen: Er zeigt in den folgenden drei Artikeln anhand von Vorschlagsalgorithmen, Googles PageRank-Verfahren und Routing-Systemen, was Algorithmen so bedeutsam macht und wo ihre Risiken und Nebenwirkungen liegen.

Der Kontext macht den Unterschied

Im Kern sind Algorithmen in der IT zunächst nichts weiter als eine Folge von Rechenanweisungen. Was sie so mächtig und gelegentlich problematisch macht, ist nicht ihre Ausführung, sondern der Kontext, in dem sie entworfen und verwendet werden. Denn um abstrakte Probleme für Computer berechenbar zu machen, muss die Problemstellung auf ein mathematisches Modell abgebildet werden. Der betreffende Algorithmus löst dann dieses mathematisch abstrahierte Problem.

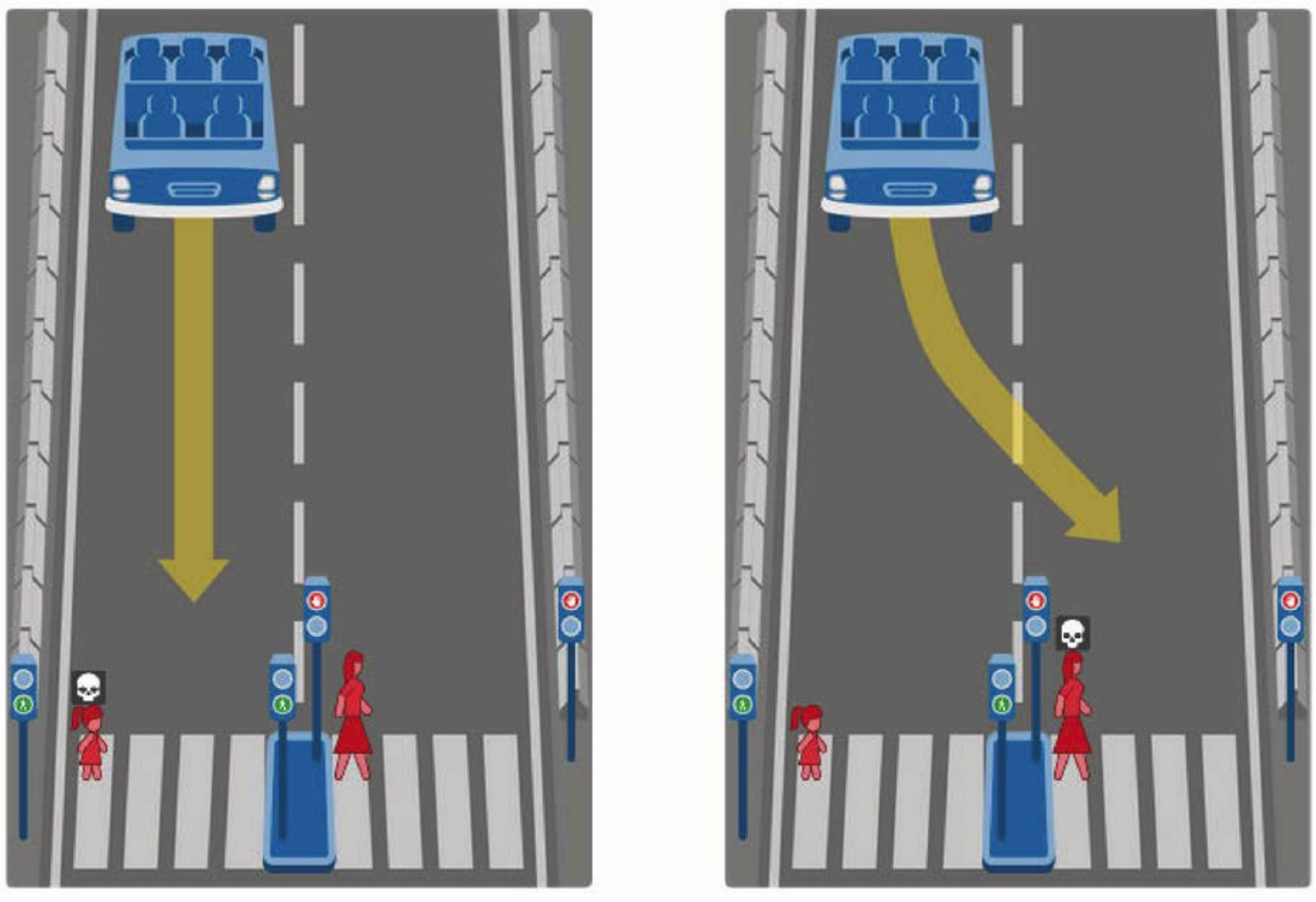
Die abstrakte Lösung kann dann auf alle möglichen konkreten Probleme angewandt werden. Einem Sortier-Algorithmus beispielsweise ist es egal, ob er Zahlenwerte sortiert, Produkte nach Beliebtheit oder Bilder nach ihrem Motiv. So gesehen sind Algorithmen wirklich so mächtig, präzise, unbestechlich und objektiv, wie viele Menschen glauben.

Ein kritischer Punkt dabei ist jedoch, wie genau eigentlich unscharfe, subjektive Größen wie Beliebtheit, Schönheit oder auch die Eignung für einen Job in Zahlenwerte übersetzt werden – die sogenannte Objektivierung. Denn das mathematische Modell kann immer nur einen kleinen Ausschnitt aus der Realität abbilden. Welche Größen wie genau mathematisch abgebildet werden, kann jedoch großen Einfluss auf das Ergebnis einer Berechnung haben. Wer unsinnige Daten eingibt, wird unsinnige Ergebnisse bekommen. „Garbage in, garbage out“ wie der Informatiker sagt.

Dazu kommt, dass oftmals nicht alle Daten zur Verfügung stehen, die für eine exakte Berechnung notwendig wären. Ein autonomes Auto beispielsweise muss seine nächsten Aktionen anhand äußerst lückenhafter Sensordaten planen – und noch dazu damit rechnen, dass sich die Situation während der Planung weiter verändert.

Die Antwort der Informatik darauf sind Vereinfachungen, die oft, aber nicht zwingend immer zum Ziel führen: Sie vergleichen – ähnlich, wie es der Mensch tun würde – die Situation mit früheren Erfahrungen, versuchen die Konsequenz einer falschen Entscheidung abzuschätzen, treffen Annahmen über die zukünftige Entwicklung – und im Zweifelsfall lassen sie den Zufall per Münzwurf entscheiden.

Diese Erkenntnis ist alles andere als beruhigend. Denn sie bedeutet, dass die Bewertung und Regulierung von Algorithmen von ihrem Kontext abhängt. Die Annahmen, unter denen Algorithmen zum Einsatz kommen, sind genauso zu hinterfragen wie die Datenbasis und die heuristischen Methoden. An dieser Diskussion wird kein Weg vorbeiführen. Der Artikel ab Seite 74 gibt den aktuellen Stand dieser Diskussion um die „Ethik der Algorithmen“ wieder. *(jo@ct.de)* c't



Das Auto kann nicht mehr bremsen, wen soll es überfahren? Derzeit sind solche Überlegungen noch Gedankenspiele. Eines Tages müssen selbstfahrende Autos aber vielleicht genau solche Entscheidungen treffen.

Zielfinder

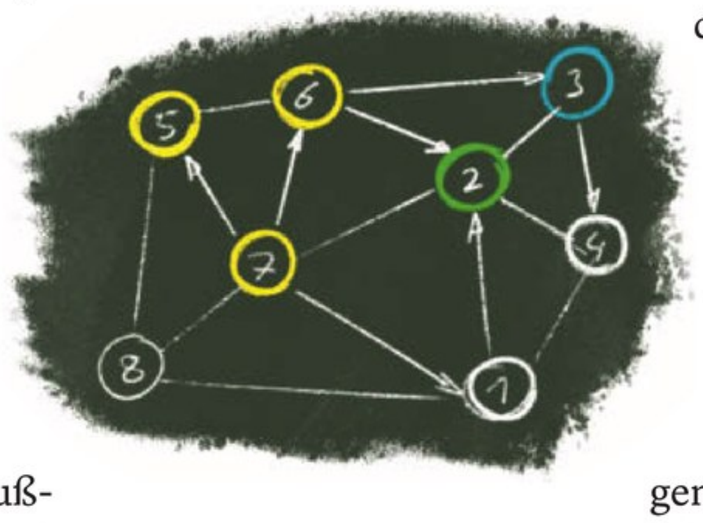
Kürzeste Wege berechnen mit Dijkstras Algorithmus – und viele zusätzliche Daten

Ein Kartendienst wie Google Maps ist eine hochkomplexe Plattform, die weiß, wo es die nächste Tankstelle gibt und die ganz nebenbei Daten für die Routenfindung während der Nutzung erhebt. Für die Kernaufgabe, die Berechnung der optimalen Route von A nach B, kommt ein uraltes Verfahren zum Einsatz.

Von Jo Bager

Sie haben Ihr Ziel erreicht.“ Ein Router wie Google Maps ist längst mehr als ein einfaches Dienstprogramm, das den Nutzer von A nach B bringt. Google Maps ist vielmehr eine komplexe Reiseplattform, die die nächstgelegenen Bäcker inklusive Öffnungszeiten und Kundenbewertungen anzeigt. Und Google ist ein Meister darin, die Crowd dafür einzuspannen, Daten zu diesem Pool beizusteuern. So stammen die Bilder für viele Sehenswürdigkeiten von Freiwilligen – und die Stoßzeiten berechnet Google automatisch aus der Anzahl der Nutzer mit aktivierter Google-Maps-App.

Die Berechnung der Routen ist nur so gut wie die zugrundeliegenden Daten. Google Maps zum Beispiel kartiert längst nicht mehr nur Autostraßen. Es kann Routen auch für Fahrradfahrer, für Fußgänger, für öffentliche Verkehrsmittel und sogar für Flüge berechnen. Dafür bezieht es Kartenmaterial zum Beispiel von Ländern und Gemeinden mit ein, aber auch von Non-Profit-Organisationen oder Firmen.



Außerdem schickt es immer mal wieder Vermessungsautos los, die alte und neue Strecken abfahren, um sie zu kartieren. Dabei erfassen die Fahrerteams nicht nur die reine Strecke, sondern auch den Straßentyp, also etwa, ob es sich um eine Autobahn und Mautstraße handelt. Wie Google Maps und Co. aus den Wegdaten ihre Routen berechnen, zeigt der Kasten. Die aktuelle Herausforderung von Kartenanbietern wie Google Maps ist es, ihre Karten für das autonome Fahren wesentlich genauer zu machen [2].

Die Fahrzeuge, die die Wege kartieren, fertigen auch die StreetView-Aufnahmen der Straßen an und sind auch mit etlichen Sensoren ausgestattet. So entsteht nach und nach ein 3D-Scan der Welt.

Der Nutzer als Datenlieferant

Daten-Crowdsourcing wendet Google auch bei der Anzeige des Live-Verkehrs an. Dabei merken die Nutzer oft nicht einmal, dass sie Google Informationen zuliefern: Jeder Nutzer von Google Maps bezieht nämlich nicht nur seinen Weg aus Googles Cloud, sondern sendet auch permanent Signale dorthin.

Für viele Verbindungen ist nicht die Geschwindigkeit entscheidend, die auf den Straßen grundsätzlich zurückgelegt werden kann, sondern diejenige, die dort tatsächlich gefahren wird. Und die liegt etwa bei einem Unfall oder der Rush Hour oft deutlich darunter.

Damit der Router aber immer die genaue aktuelle Position und Verkehrslage berücksichtigen kann, muss Google regelmäßig die aktuelle Position an Googles Server senden. Daraus kann Google dann wieder die Geschwindigkeit des einzelnen Fahrzeugs ableiten. Und aus den Informationen der Masse der Google-Maps-Daten kann Google Informationen für das Streckennetz ableiten. An einer Stelle fahren alle Maps-Nutzer langsam: Dann muss dort eine Störung sein, die dann auch für die Routenberechnung zugrunde gelegt werden kann.

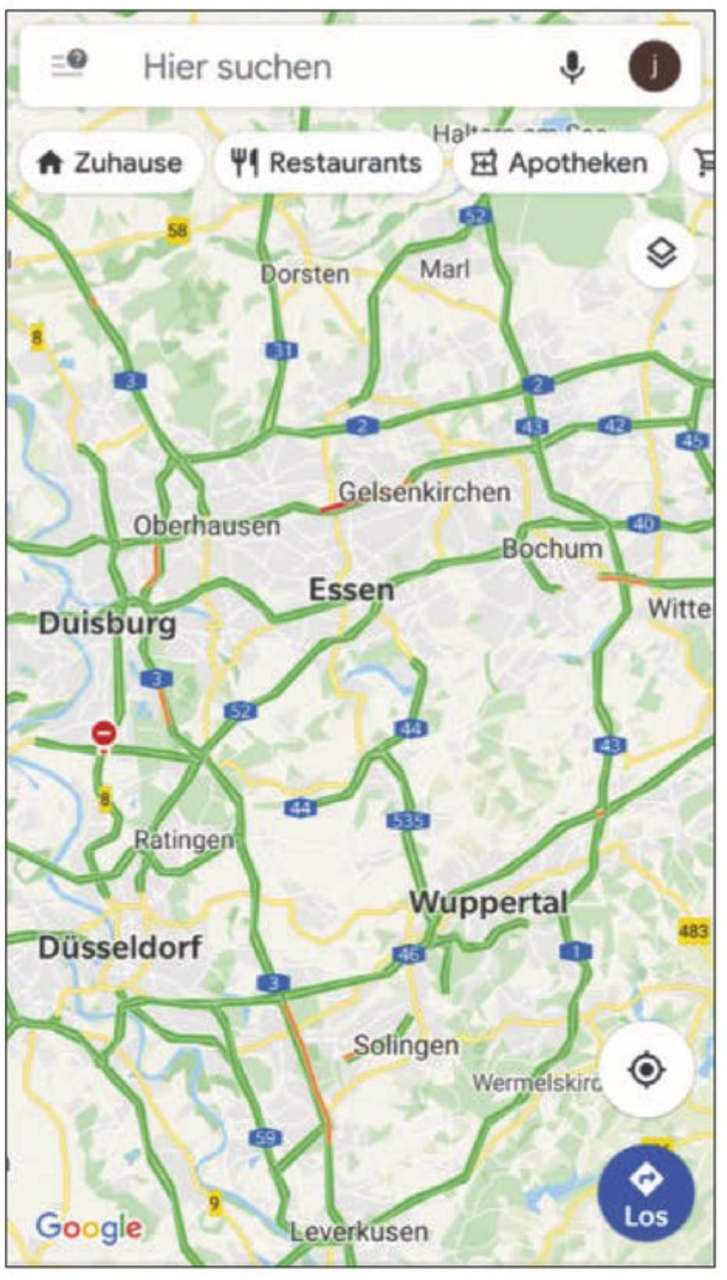
Dieses Prinzip dürfte in Zukunft noch ausgebaut werden. Volvo zum Beispiel experimentiert damit, dass sich die Autos des Herstellers über die Cloud zu Straßenbedingungen austauschen, sich also etwa über vereiste Straßenabschnitte warnen können. Im Zuge des autonomen Fahrens werden Autos sensor- und rechnertechnisch noch aufgerüstet.

Google wiederum arbeitet eng mit etlichen Autoherstellern zusammen, um seine Software in deren Autos zu integrieren. Man benötigt also nicht viel Fantasie, um sich auszumalen, wie sich Autos – und Google – in Zukunft noch viel detaillierter austauschen werden. *(jo@ct.de)* c't

Literatur

[1] Jo Bager: Weg-weisend, Routenplaner finden den optimalen Weg, c’t 4/1995, S. 252

[2] Michael Link: Wegweiser, Wie sich Kartenhersteller aufs autonome Fahren vorbereiten, c’t 7/2020, S. 126



Wo fließt der Verkehr flüssig, wo zäh – Kartendienste wie Google Maps sammeln solche Informationen von ihren Nutzern ein.

Der Algorithmus von Dijkstra

Grundlage für das Routing von Google Maps oder einem anderen Routenplaner ist ein Verfahren, das der niederländische Mathematiker Edsger W. Dijkstra im Jahr 1959 veröffentlicht hat. Kürzeste Wege zwischen zwei Punkten eines Wegenetzes zu berechnen ist ein klassisches Problem der mathematischen Graphentheorie. Graphen, das sind Gebilde aus Knoten (Punkten) und Kanten (Verbindungen zwischen jeweils zwei dieser Knoten).

Unter diesem Netzwerk kann man sich also zum Beispiel Ortspunkte und Streckenabschnitte zwischen diesen Punkten vorstellen, die jeweils ein (positives) „Gewicht“ haben. Dieses Gewicht kann für die Länge der Wegstrecke stehen, aber auch für die Reisedauer oder die Kosten.

Dijkstras Kürzester-Weg-Algorithmus berechnet in diesem Netzwerk die kürzesten Wege von einem Knoten A zu allen anderen Knoten, die von A aus erreichbar sind. Das könnte man natürlich auch naiv versuchen, indem man alle Wegkombinationen durchprobiert und die jeweils kürzesten behält. Das ist aber mit einem riesigen Overhead verbunden.

Dijkstras Algorithmus kommt mit viel weniger Aufwand aus: Im ersten Schritt wählt er den Knoten, der direkt mit A über die Kante mit dem geringsten Gewicht verbunden ist – also im übertragenen Sinn den Punkt mit der geringsten Entfernung. Das sei Knoten B. Der Algorithmus merkt sich den Knoten, die Distanz dorthin und die Kante.

Im zweiten Schritt betrachtet der Algorithmus alle Knoten, die mit A oder B direkt über eine Kante verbunden sind, und wählt den Knoten aus, der die nächstkleinere Gesamtentfernung von A aus hat. In jedem weiteren Schritt geht der Algorithmus entsprechend vor: Ausgehend von den bisher erreichten Knoten sucht er denjenigen Knoten, der mit einem der Knoten der bisherigen Teillösung direkt verbunden ist und die kürzeste Gesamtentfernung zu A hat. Die Entfernung berechnet sich dabei aus der Summe der Gewichte der Kanten von A zum jeweiligen Knoten.

Auf diese Weise entsteht ein Graph, der von A aus zu allen anderen (erreichbaren) Knoten jeweils die kürzesten Wege enthält. Meist handelt es sich um genau einen Weg. Je nach Aufgabenstellung kann der Algorithmus den gesamten Graph der kürzesten Wege von A aus berechnen oder abbrechen, wenn er einen Zielknoten erreicht.

Diverse Heuristiken verbessern die Performance. So kann man zum Beispiel vom Start- und Zielpunkt aus losrechnen lassen und die Suche beenden, sobald sich beide Teilwege treffen. Manche Implementierung berücksichtigt auch die Richtung der Routen: Wer etwa von Hannover aus nach Berlin kommen will, wird kaum die A2 Richtung Dortmund berücksichtigen. Eine Verallgemeinerung und Erweiterung des Dijkstra-Algorithmus nennt sich A*.

Der A*-Algorithmus untersucht immer die Knoten zuerst, die wahrscheinlich auf dem kürzesten Weg zum Ziel führen. Um den viel versprechendsten Knoten zu ermitteln, wird allen bekannten Knoten jeweils ein Schätzwert zugeordnet, der angibt, wie lang der Pfad vom Start zum Ziel unter Verwendung des betrachteten Knotens im günstigsten Fall ist. Der Knoten mit dem niedrigsten Schätzwert wird als nächster untersucht.

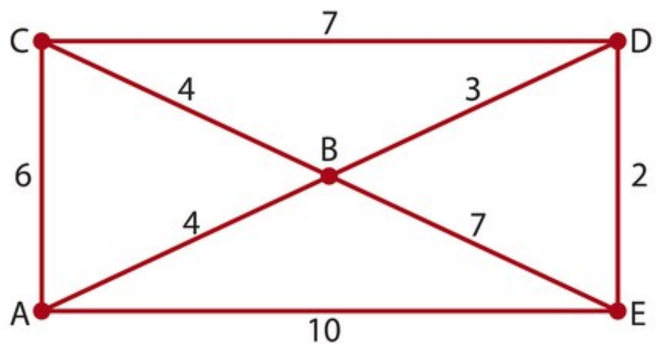
Die Zeichnung veranschaulicht die grundlegende Arbeitsweise des Dijkstra-Algorithmus. Um die kürzeste Verbindung von A nach E zu berechnen, benötigt das Verfahren vier Schritte – was bei dem Beispiel mit nur fünf Knoten der Gesamtlösung gleichkommt. Bei jedem Knoten der Teillösung hält das Verfahren die jeweilige Distanz zu A fest.

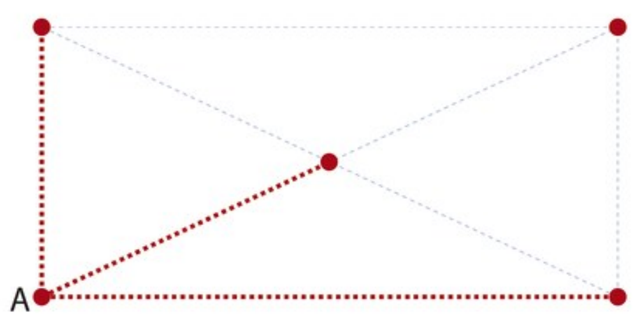
Der kleine Beispielgraph mit im Verhältnis zu den Knoten relativ vielen Kanten täuscht dabei. Bei einem großen Straßenwegenetz muss der Algorithmus in einem Arbeitsschritt nur jeweils einen kleinen Bruchteil der Kanten berücksichtigen. Daher ist der Algorithmus sehr effizient. Bereits 1995 konnte man sich mit einem handelsüblichen PC mit 386er Prozessor und 4 MByte RAM Routen innerhalb Deutschlands und Europas berechnen lassen [1].

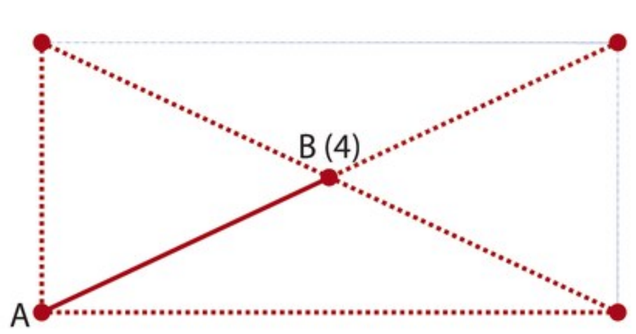
Heute spielt die Rechenleistung auf dem Endgerät meist keine Rolle mehr – wenngleich ein aktuelles Smartphone viel mehr Rechenpower hat, als ein PC von 1997, und Apps wie OSMAnd Routen auch auf dem Mobilgerät berechnen können. Nichtsdestotrotz lassen viele weit verbreitete Apps ihre Routen in der Cloud berechnen und laden sie herunter.

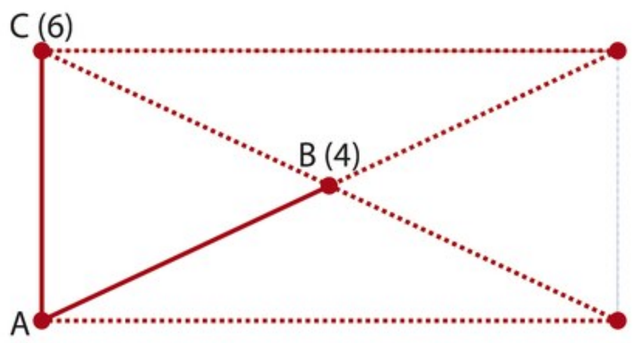
Dijkstras Algorithmus

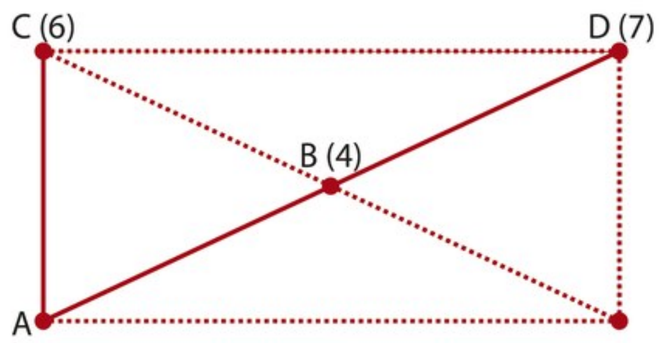
Der zugrundeliegende Graph, die vier Lösungsschritte und das Ergebnis. Die jeweils betrachteten Kanten sind gestrichelt, die (Teil-) Lösungen fett rot. Die hellblauen Kanten werden im jeweiligen Schritt nicht betrachtet.

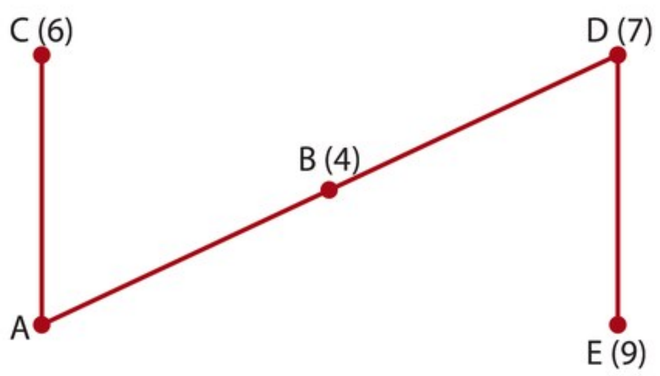












Empfehlungen mit Nebenwirkungen

Subtile Manipulatoren: Vorschlagsalgorithmen steuern Menschenmassen

Empfehlungsalgorithmen wie Collaborative Filtering helfen Onlinehändlern, mehr Umsatz zu generieren. In anderem Kontext – auf News- und Social-Media-Sites etwa – werfen sie große gesellschaftliche Probleme auf.

Von Jo Bager und Andrea Trinkwalder

Amazons großer Erfolg liegt auch daran, dass der weltgrößte Einzelhändler es immer wieder schafft, den Kunden in seinem riesigen Sortiment verblüffend gute Empfehlungen zu geben. „Kunden, die diesen Artikel angesehen haben, haben auch *** angesehen“, „Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch ***“ – solche Vorschläge steuern nach Angaben von Amazon zwischen 10 und 30 Prozent der Umsätze bei.

Dafür hat Amazon einen Klassiker der Personalisierungsalgorithmen entscheidend verfeinert, das sogenannte Collaborative Filtering. Dabei geht es darum, anhand der jeweiligen Einkaufshistorie ähnliche Kunden in eine Schublade zu stecken: Krimi-Liebhaber zu Krimi-Liebhabern, Sachbuchleser zu Sachbuchlesern.

Wer einmal in einem solchen Cluster landet, erhält zukünftig Empfehlungen für Produkte, die Kunden dieses Clusters häufig kaufen. Allerdings wurde das darauf basierende System von Amazon mit der Zeit immer träger und Neukunden ohne Bestellhistorie ließen sich schlecht einer bestimmten Gruppe zuordnen.

Jedes Produkt zählt

Amazon-Entwickler Greg Linden hat dieses Verfahren einen entscheidenden Schritt weitergedacht. Sein „Item-to-Item Collaborative Filtering“ schöpft zwar aus derselben Kunden-Produkt-Tabelle wie das einfache kollaborative Filtern, berechnet aber die Ähnlichkeit zweier Produkte direkt:

$$A(i,j) = \frac{\text{Anzahl Kunden mit } i \text{ und } j}{\sqrt{\text{Anz. Kunden mit } i \times \text{ Anz. Kunden mit } j}}$$

Damit zwei Produkte als ähnlich gelten, müssen sie bei möglichst vielen Kunden gemeinsam im Warenkorb liegen, und zwar unabhängig davon, ob sie gleichzeitig oder nacheinander gekauft wurden. Damit Produkte, die insgesamt selten gekauft werden, nicht automatisch schlecht abschneiden, wird diese Zahl in Beziehung zu den absoluten Verkaufszahlen jedes einzelnen Produkts gesetzt.

So ähneln sich zwei Produkte, die bei eintausend Kunden gemeinsam im Warenkorb liegen, aber je 10.000-mal unabhängig voneinander verkauft wurden, nicht sonderlich. In diesem Fall wird 1000 als Zähler in die obige Gleichung eingesetzt. Da beide Produkte jeweils 11.000-mal verkauft wurden (10.000-mal unabhängig, 1000-mal gemeinsam), ergibt sich folgende Gleichung, die in einem nur geringen Ähnlichkeitswert von 0,09 resultiert:

$$A(i,j) = \frac{1000}{\sqrt{11.000 \times 11.000}}$$

Sehr nah beieinander liegen hingegen zwei Produkte, die nur 100 gemeinsame Kunden haben, aber lediglich an 10 Kunden alleine verkauft wurden. Sie hätten einen Ähnlichkeitswert von gerundet 0,91. Das Item-to-Item Collaborative Filtering ist zwar ähnlich rechenintensiv wie sein Vorgänger, hat aber den Vorteil, dass die Ähnlichkeiten vorab ermittelt und in einer separaten Item-Item-Tabelle gespeichert werden können. Während des Einkaufs reduziert sich der Verarbeitungsaufwand auf einige schnelle Abfragen in dieser reinen Produktmatrix, siehe die Beispieltabellen auf Seite 67 rechts unten.

In vielen Anwendungsfällen funktioniert das Item-to-Item Collaborative Filtering hervorragend. Wenn ein neues Produkt im Sortiment ist, kann das Verfahren allerdings zunächst keine verlässlichen Vorhersagen treffen. Auch Geschenkkäufe oder Freundschaftsdienste können die Vorhersagen verschlechtern.

Nicht nur Versandhändler setzen auf Collaborative-Filtering-Verfahren, sondern auch Online-Radiostationen und Video-Plattformen. Sie bieten so maßgeschneiderte Programme an oder schlagen Titel vor, die der Kunde noch nicht kennt, aber vermutlich mögen wird. Um Empfehlungen zu verbessern, versuchen sie zudem, auch die tatsächlichen Inhalte zu berücksichtigen, also beispielsweise den Musikgeschmack des Kunden anhand der Art und des Klangs seiner Lieblingsmusik zu klassifizieren.

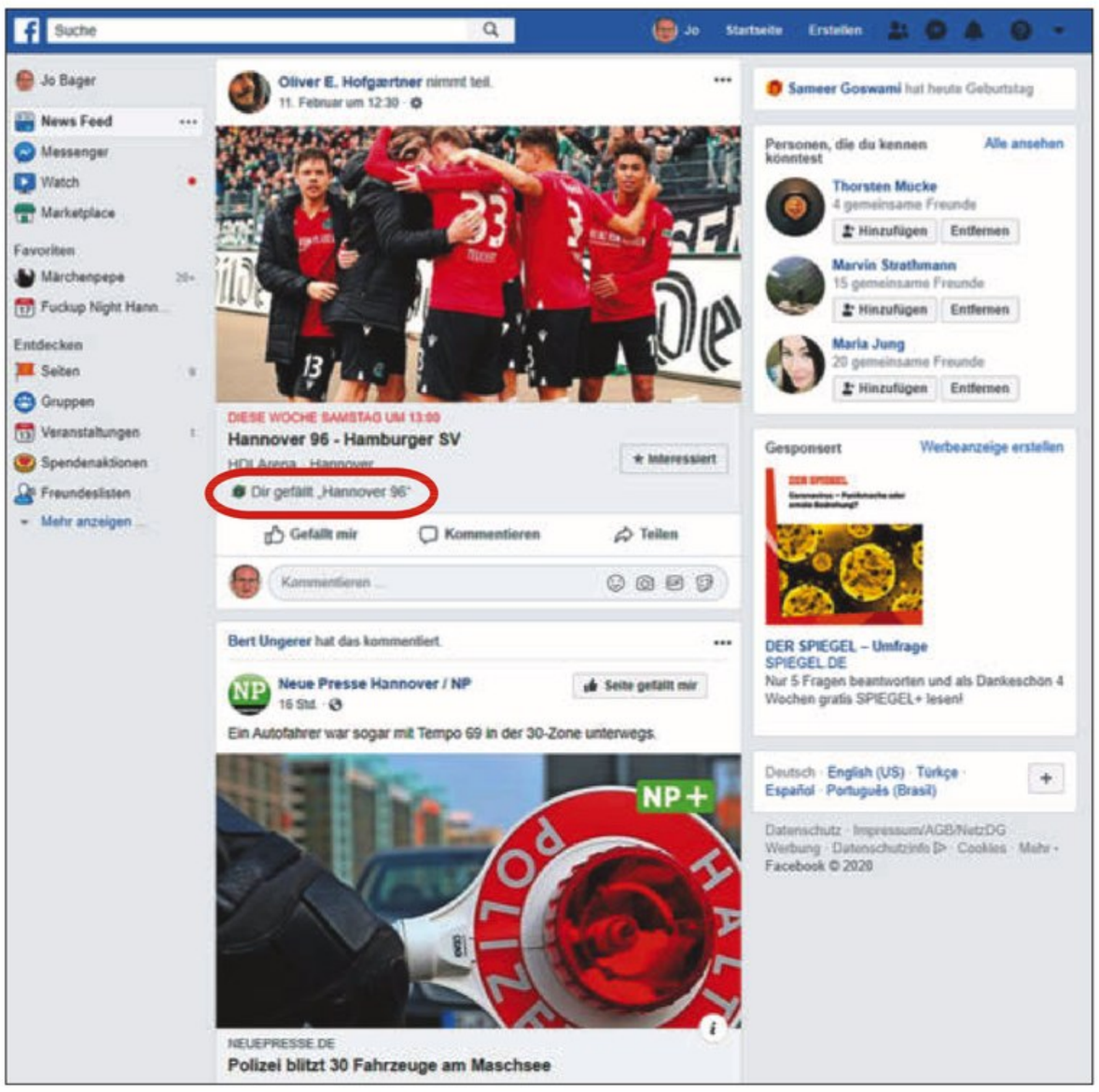
Soziale Spalter

Soziale Netze stehen vor ganz ähnlichen Herausforderungen wie große Einzelhändler: Aus einem riesigen Angebot müssen sie für jeden einzelnen Nutzer individuelle Inhalte zusammenstellen. Der durchschnittliche Facebook-Nutzer etwa hat 155 „Freunde“, die pro Tag hunderte Posts generieren. Viele Nutzer schaffen es nicht, sich durch diesen Berg komplett durchzuarbeiten. Deshalb trifft das soziale Netzwerk eine Vorauswahl.

$$P_{a,i} = \frac{\sum_{j \in K} r_{a,j} w_{i,j}}{\sum_{j \in K} |w_{i,j}|}$$

Dabei geht es nicht ums Verkaufen. In der Welt der sozialen Netze ist die Aufmerksamkeit die wichtigste Währung: Nur wenn ein Mitglied bei der Sache ist, nimmt es Werbung wahr und ist bereit, damit zu interagieren. Facebook etwa will die Interaktion und Aktivität des Nutzers maximieren: Posts, die eine angeregte Diskussion anstoßen oder gerne geteilt und gelikt werden, spült es weiter oben in die Newsfeeds der Mitglieder.

Dabei sammelt Facebook zunächst sämtliche Posts aus dem Freundeskreis,



Manchmal gibt Facebook Hinweise darauf, warum ein Posting im Newsfeed auftaucht – wie hier bei der Hannover-96-Meldung –, meist ist die Auswahl aber völlig intransparent.

Gruppen sowie Seiten, die man gelikt hat. Diesen Pool muss der Facebook-Algorithmus auf wenige hundert reduzieren und anschließend nach Relevanz sortieren. Am Ende bleiben nur etwa 20 Prozent des ursprünglichen Nachrichtenpools übrig.

Seit 2013 erledigt diesen Job nach Facebooks Angaben ein neuronales Netz, das dafür annähernd 100.000 Gewichtungen unterschiedlicher Faktoren vornimmt. Klingt beeindruckend – aber solange Facebook nicht verrät, wie hoch der Einfluss der jeweiligen Faktoren am Ende ausfällt, bleibt Skepsis angebracht, ob das komplexe Verfahren auch wirklich differenzierte Empfehlungen zustande bringt.

Reißerisch macht Klicks

Abgesehen von der Black-Box-Problematik ist das Grundproblem bei der schlichten Maximierung von Interaktion folgendes: Reißerische, skandalträchtige Themen – und damit auch potenzielle Falschnachrichten – bekommen mehr Aufmerksamkeit, weil sie hitzige Diskussionen entfachen und den Nutzer mitsamt seines Freundeskreises aktiv halten.

Um Fake News weniger Aufmerksamkeit zu verschaffen, modifiziert Facebook den Sortieralgorithmus immer mal wieder – zum Beispiel so, dass er Posts von Freunden sowie vertrauenswürdige und lokale Nachrichtenseiten bevorzugen soll. Meldungen aus Quellen, auf die man seit Jahren kaum reagiert hat, soll die Technik hingegen auf die hinteren Ränge verweisen. Bisher konnten solche Maßnahmen aber einseitige, polarisierende Berichterstattung nicht wirksam eindämmen.

All das deutet darauf hin, dass das Problem grundsätzlicherer Natur ist und in der Ausrichtung des Gesamtsystems auf möglichst hohe Interaktion liegt. Diese Metrik, auf die der Algorithmus nach wie vor optimiert, läuft einer ausgewogenen Berichterstattung im Newsfeed offenbar zuwider, allen Reparaturen zum Trotz.

Daran ändern auch die Faktenchecker nichts, mit denen Facebook weltweit zusammenarbeitet – hierzulande etwa das Recherchenetzwerk Correctiv. Bewertet ein Faktenprüfer einen Beitrag als Falschmeldung, will Facebook ihn „weiter unten im News Feed" anzeigen. Zudem können Faktenchecker solche Artikel mit „zusätzlichen Informationen" versehen. Inhalte von Seiten, die wiederholt Falschmeldungen teilen, sollen so weniger verbreitet werden.

Ein grundsätzliches Problem

Aber kann menschliche Intervention die Probleme lösen, die Facebooks Algorithmen aufwerfen? Roger McNamee, Ex-Facebook-Investor und jetzt Kritiker des Netzwerks, glaubt nicht mehr daran: „Der Schaden wird innerhalb von Sekunden angerichtet, Moderation dauert viel zu lange, selbst wenn man Millionen von Leuten dafür abstellt."

Twitter-CEO Jack Dorsey hält die Themenauswahl der Vorschlagsalgorithmen großer Plattformen ebenfalls für fragwürdig – und bezieht in die Kritik explizit seine eigene mit ein. Die Algorithmen seien zudem meist proprietär, sodass man bisher keine Alternativen habe oder gar bauen könne. Twitter will daher mit einem kleinen Team einen offenen Standard zur Dezentralisierung sozialer Netzwerke entwickeln, den der Kurznachrichtendienst eines Tages selbst einsetzen soll.

Roger McNamee und Jack Dorsey sind mit ihrer Kritik nicht alleine. Landauf, landab diskutieren Aktivisten und Politiker, wie man die mächtigen sozialen Netzwerke regulieren kann. Selbst Facebook-Chef Mark Zuckerberg warb im Februar auf der Münchener Sicherheitskonferenz für klare Regulierungen bei den Themen Wahlen, Inhalte, Portabilität und Offenheit von Daten sowie Datenschutz.

Denn so wunderbar algorithmische Empfehlungsverfahren im Kontext E-Commerce funktionieren: Auf großen Plattformen wie Facebook stellen sie ein echtes Problem dar. *(jo@ct.de)* c't

Kunden-Produkt-Matrix (fiktives Beispiel)

	DVD	Kartoffelchips	Buch	Rotwein
Kunde A (Vielfernseher)	1	1	0	0
Kunde B (Bücherwurm)	0	0	1	1
Kunde C (multimedial veranlagt)	1	1	1	1
Kunde D (medienabstinent)	0	1	0	1
Summe	2	3	2	3

Errechnete Ähnlichkeiten (Produkt-Produkt-Matrix)

	DVD	Kartoffelchips	Buch	Rotwein
DVD	1	0,82	0,5	0,41
Kartoffelchips	0,82	1	0,41	0,67
Buch	0,5	0,41	1	0,82
Rotwein	0,41	0,67	0,81	1

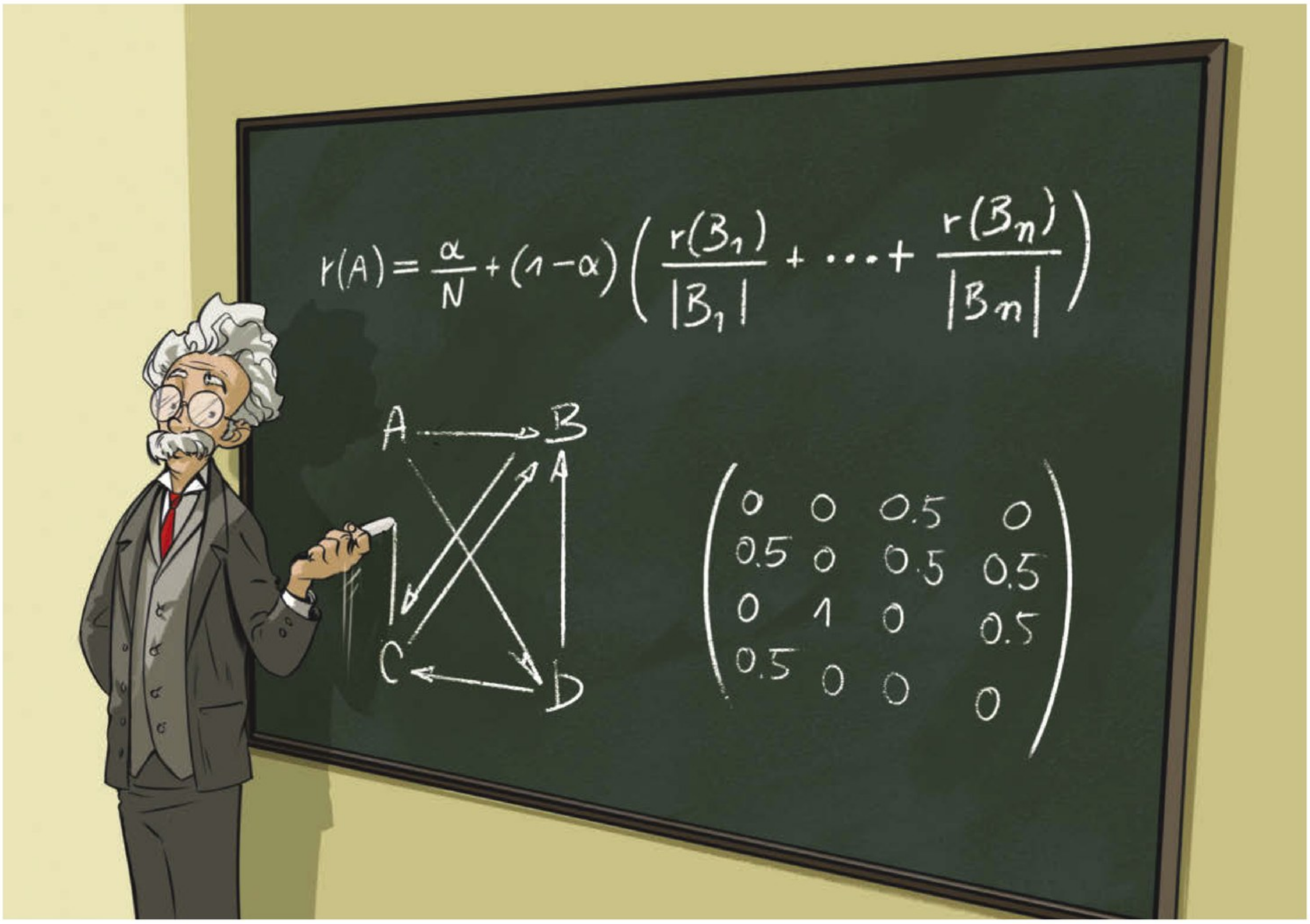


Bild: Albert Hulm

Das Orakel von Mountain View

Eine kurze Geschichte und ein Ausblick in die Zukunft des Google-Algorithmus

Zwei Studenten adaptieren ein jahrzehntealtes Verfahren aus der Soziologie – und legen so den Grundstein für die wichtigste Website der Welt: Google. Seither wird der Algorithmus der Suchmaschine beständig fortentwickelt.

Von Jo Bager

Google ist der einflussreichste Gatekeeper im Web. Wen Google nicht anzeigt, der existiert nicht. Weltweit hat der Suchdienst einen Marktanteil von 93 Prozent, hierzulande sogar von 95 Prozent.

Wer verstehen will, wie Google so erfolgreich werden konnte, muss sich die Anfänge der Suchmaschine vergegenwärtigen, die 1998 an den Start ging. Der von menschlichen Redakteuren editierte Katalog von Yahoo war seinerzeit die wichtigste Orientierungshilfe für Websurfer. Allerdings explodierte das Web in dieser Zeit geradezu und Yahoo kam da nicht hinterher. Es gab auch schon andere Suchmaschinen, AltaVista etwa oder Lycos.

Anders als von Menschen verfasste Kataloge schicken Suchmaschinen sogenannte Crawler durchs Web: Programme, die automatisiert Websites besuchen und deren Inhalte abrufen. Aus diesen Inhalten bauen Suchmaschinen einen Index auf. Gibt der Benutzer einen Begriff oder eine Phrase ins Suchfeld ein, durchsuchen sie ihren Index danach und bringen die gefundenen Seiten in eine Ausgabe-Rangfolge, das Ranking. Schließlich geben sie Verweise auf die wichtigsten gefundenen Webseiten auf der Ergebnisseite aus.

Für den Betrieb einer Suchmaschine sind also mehrere Programme notwendig: der Crawler, der Indexer, der Teil, der für das Ranking zuständig ist, und die Ausgabe. Wenn man vom Algorithmus einer Suchmaschine spricht, zum Beispiel vom „Google-Algorithmus“, ist der Ranking-Algorithmus gemeint.

Schon in den Frühzeiten der Web Economy war es wichtig, dass eine Webseite ein gutes Ranking erhält, also unter den ersten Treffern einer Suche erscheint. AltaVista & Co. machten es Website-Betreibern allerdings nicht gerade schwer, ihre Seiten unter den ersten Treffern zu platzieren, denn die Suchmaschinen zogen nur die Inhalte der indexierten Webseiten selbst für die Berechnung des Ranking heran. Website-Betreiber mussten den potenziellen Suchbegriff nur häufig genug auf ihren Seiten oder in den Meta-Keywords unterbringen, um eine gute Platzierung zu erhalten.

Die Verlinkung zählt

Hier kommen Larry Page und Sergey Brin ins Spiel, zwei Studenten der Universität Stanford – und ein Verfahren aus der Soziometrie, das schon in den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelt wurde. Jacob Levy Moreno hatte damals die sozialen Strukturen innerhalb einer Gruppe als Netzwerk von Sympathie- und Antipathie-Bekundungen analysiert. Dabei genießt dasjenige Mitglied der Gruppe den höchsten sozialen Status, das die Sympathien der meisten Gruppenmitglieder erhält.

Der Statistiker Leo Katz hat Morenos Modell 1953 verfeinert. Dabei gehen die Sympathiebekundungen nicht direkt in die Bewertung ein. Vielmehr sind Sympathien mehr wert, wenn sie von einem Gruppenmitglied stammen, das wiederum viele Sympathien genießt.

Pages und Brins Leistung war es, Katz' Modell auf das Web zu übertragen und daraus eine funktionierende Suchmaschine zu bauen: Das gesamte Web ist die Gruppe, jede Webseite ein Gruppenmitglied und jeder Link eine Sympathiebekundung. Page und Brin nannten ihr Verfahren PageRank. Aus Sicht der verlinkten Seite heißen die Links im Suchmaschinen-Jargon auch Backlinks; bei einer Seite mit vielen Backlinks sagt man auch, dass sie eine hohe Linkpopularität besitzt. Die Mathematik hinter Page Rank beschreibt der Kasten auf Seite 71 genauer.

Page erhielt ein Patent auf PageRank (siehe ct.de/yz11). Die beiden Studenten gründeten das Unternehmen Google, ansässig im kalifornischen Mountain View, das die gleichnamige Suchmaschine betreibt.

Spam-Wettkampf

Der PageRank war lange Zeit das wichtigste Kriterium des Google-Rankings. Google hat den PageRank einer Seite ab dem Jahr 2000 sogar per Browser-Werkzeugleiste veröffentlicht. Nutzer konnten sich so den PageRank der besuchten Seiten anzeigen lassen, um deren Qualität schnell einschätzen zu können.

Der sichtbare PageRank ließ sich vermarkten. Sogenannte Search Engine Optimizers (SEO) nutzten das Werkzeug daher auch gerne: Dienstleister, die versuchen, das Ranking von Websites zu verbessern.

SEOs probierten ein riesiges Arsenal an Tricks aus, um Google ein Schnippchen zu schlagen. So wurden sogenannte Link-Farmen gebaut – große Systeme von Websites mit zigtausenden einander massiv verlinkenden Seiten, die auf diese Weise einen hohen PageRank erhalten sollten. Kommentarbereiche in Blogs und anderen Sites wurden mit Beiträgen geflutet, die Links auf Webseiten erhielten, welche damit in Google-Rankings aufgewertet werden sollten.

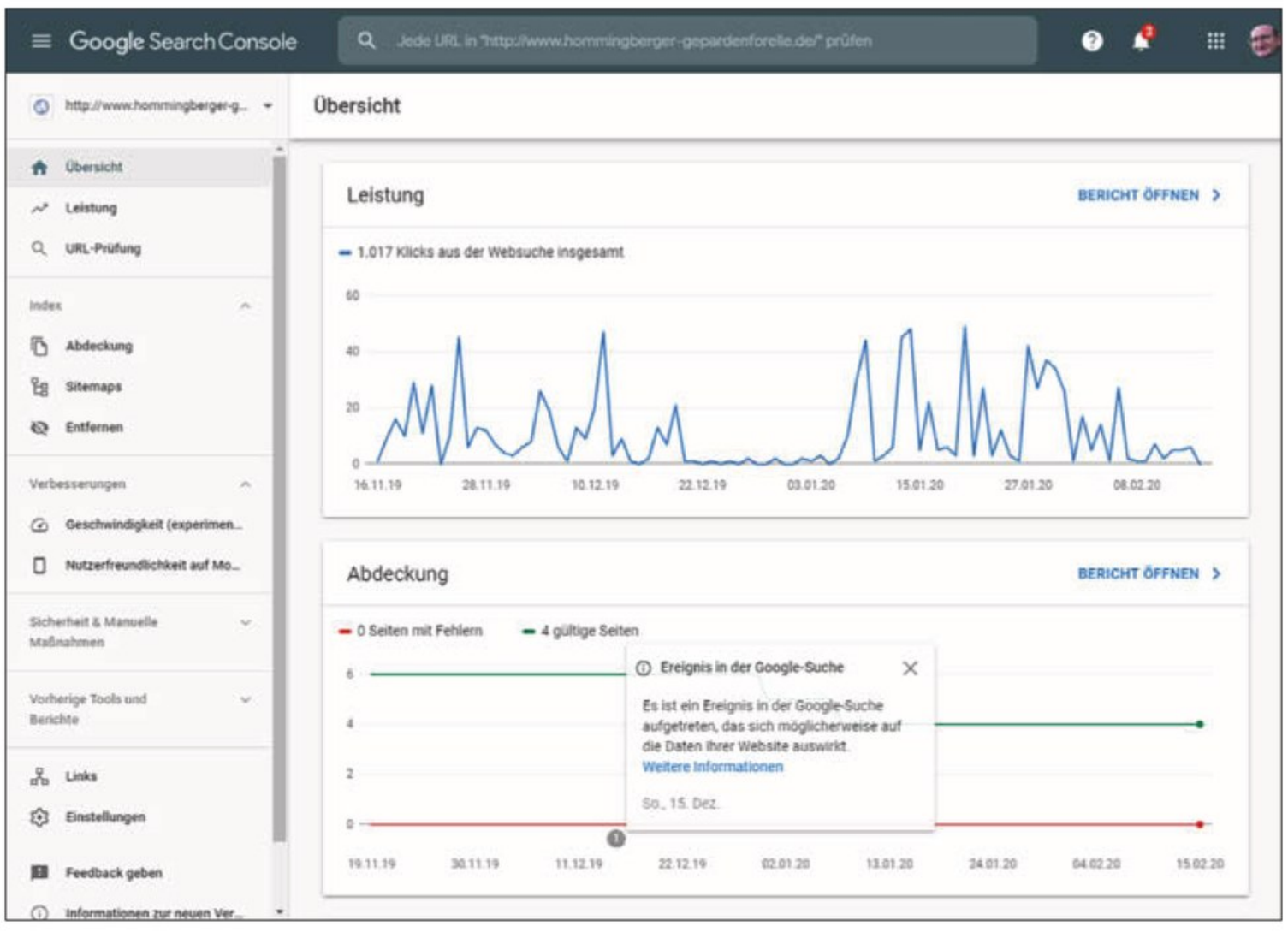
Lange Jahre lieferten sich SEOs mit Google ein Hase- und Igel-Rennen, bei dem erstere es immer mal wieder schafften, Treffer auf den ersten Google-Suchergebnisseiten zu platzieren. Google war und ist bis heute gezwungen, seine Suchmaschine immer wieder anzupassen – oder sogar das Web und die ihm zugrundeliegende Technik generell zu beeinflussen.

Für den Kommentar-Spam zum Beispiel entwickelte Google eine eigene Erweiterung des HTML-Link-Tag namens nofollow:

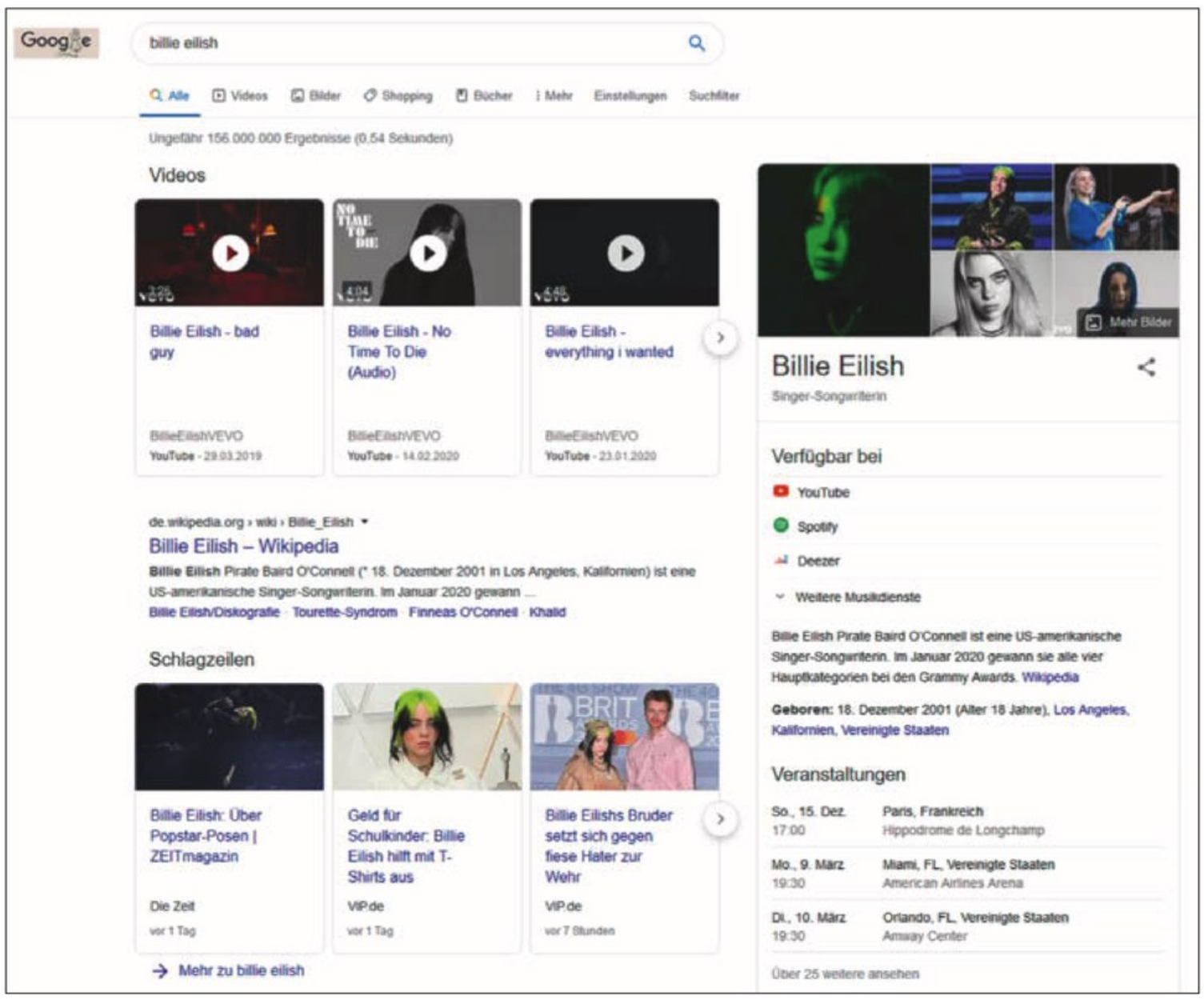
```
<a href="http://example.com/"
rel="nofollow">Beispiel</a>
```

Wenn ein Website-Betreiber einen Link damit auszeichnet, dann vererbte der Link nicht seine Linkpopularität, verhalf der verlinkten Seite also nicht zu einem besseren Ranking. Sobald Webmaster ihre Kommentarfunktionen entsprechend anpassten und Links auf diese Weise auszeichneten, gab es für Suchmaschinenoptimierer keinen Anreiz mehr, Spam-Kommentare abzusetzen.

Mittlerweile ist die Situation komplexer: Auch nofollow-Links können für das sogenannte Linkprofil einer Seite wichtig sein. Seiten, die keine nofollow-Links enthalten, können negativ auffallen. Und Links können helfen, Vertrauen zu erben. So sind nofollow-Links von der Wikipedia sehr begehrt, weil Google der Wikipedia vertraut.



Pflichtprogramm für Website-Betreiber: Google zeigt Webmastern in der Search Console, wie die Suchmaschine ihre Site sieht – und wie sie sie verändern müssen, wenn sie bessere Rankings erzielen wollen.



Patchwork: Die Suchergebnisseiten bedienen sich verschiedener Quellen, etwa des Video- und Newsindex. Der Kasten rechts speist sich aus dem Knowledge Graph – und indirekt unter anderem aus der Wikipedia.

Die Werkzeugleiste mit dem PageRank gibt es seit 2016 nicht mehr, was auch damit zu tun hat, dass der PageRank als Ranking-Faktor an Bedeutung verloren hat. Er war ohnehin nie der einzige Faktor beim Ranking. So hat es zum Beispiel immer schon eine Rolle gespielt, ob und wie häufig der Suchbegriff im Bezug zum restlichen Text auf der Trefferseite vorkommt (Keyword-Dichte). Auch hier gibt es mittlerweile komplexere Modelle.

Im Laufe der Zeit kamen viele weitere Ranking-Faktoren hinzu. Beobachter sprechen von bis zu 200 „Signalen“, die in die Bewertung einer Webseite mit einfließen. Dazu zählt zum Beispiel, ob der Suchbegriff im Namen der Domain, der Subdomain, der URL oder im Titel vorkommt. Wo immer Google den Ort bestimmen kann, an dem eine Suchabfrage gestellt wird, berücksichtigt das Ranking diesen ebenfalls.

Daneben gibt es etliche Faktoren, die sich ganz allgemein um die Seite und Website drehen, etwa wie alt die Domain ist, wie häufig sie den Besitzer wechselte und wie oft die Seite in der Vergangenheit aktualisiert wurde. Sogenannter Duplicate Content, also Inhalte, die woanders in identischer Form vorkommen, können zur Abwertung führen. Der PageRank ist und bleibt aber nach wie vor ein wichtiger Faktor beim Ranking.

Das Web nach Googles Gusto

Seine große Bedeutung für Webmaster hat sich Google in der Vergangenheit öfter zunutze gemacht, um technische Entwicklungen in seinem Sinne voranzutreiben. So stellte das Unternehmen Mitte der 2010er-Jahre fest, dass viele Websites einfach zu fett sind, um auf mobilen Geräten wie Android-Smartphones flott zu laden.

Google hat daher die Performance von Webseiten als wichtiges Ranking-Kriterium der Suche in den Vordergrund gestellt. Für Webmaster, die keine eigenen Mobilseiten bauen können, hat Google sogar ein eigenes schlankes Format für Webseiten geschaffen: Accelerated Mobile Pages, kurz AMP. Stehen Inhalte im AMP-Format bereit, haben sie die Chance, in der mobilen Suche bevorzugt zu werden, etwa in einem prominenten Schlagzeilenkarussell mit Kacheln oberhalb der normalen Ergebnisse.

Google legt großen Wert darauf, dass nach wie vor neutrale Algorithmen für das Ranking verantwortlich sind und niemand von Hand an den Suchergebnissen herummanipuliert. Dennoch spielt der menschliche Faktor eine wichtige, wenn auch nur indirekte Rolle.

So misst Google live die Interaktionen der Besucher mit den Ergebnissen der Suchmaschine. Die Links in den Suchergebnisseiten führen die Google-Nutzer nicht direkt zu den Trefferseiten, sondern zuerst zu einem Google-Skript, das sie zum Ziel leitet. Google kann so messen, auf welche Links einer Ergebnisseite die Benutzer klicken – Hinweise auf brauchbare Treffer – und von welchen Websites sie schnell wieder zurückkommen – Hinweise darauf, dass sie dort nicht gefunden haben, was sie suchen.

Daneben lässt Google die Qualität seiner Suchergebnisse laufend durch menschliche Tester bewerten. Den 168-seitigen Katalog mit den Bewertungskriterien und reichlich Beispielen hat Google veröffentlicht (siehe ct.de/yz11). In Side-by-Side-Tests zum Beispiel erhalten Tester zwei Versionen einer Suchergebnisseite präsentiert, einmal mit einer zur Diskussion stehenden Neuerung und einmal ohne. Die Tester müssen dann angeben, welche Version sie besser finden und warum. Nach eigenen Angaben hat Google allein im Jahr 2018 insgesamt 654.680 „Experimente“ durchgeführt, die zu 3234 Neuerungen führten.

Diese kleineren Updates finden also sehr häufig statt und Otto Normalanwender und Website-Betreiber bekommen davon nicht viel mit. Anders verhält es sich bei größeren Updates. Diese wesentlichen Aktualisierungen des Suchalgorithmus erschüttern häufig das gesamte Web, weil durch größere Ranking-Umgewichtungen oft ganze Branchen prominenter oder abgeschlagener in den Suchergebnissen auftauchen können. Die großen Updates tragen auch eigene Namen wie Panda (2011), Penguin (2012), Hummingbird (2013) oder RankBrain (2015).

Viele Töpfe

Die Ergebnisse der Google-Trefferseiten stammen schon lange nicht mehr nur aus einem Wortindex, auch wenn das nach wie vor der wichtigste Datentopf ist, aus dem Google seine Ergebnisseiten zusammenbaut. Daneben betreibt Google allerdings viele weitere spezialisierte Indizes, etwa für Ortsinformationen, Bilder, Videos, Produkte und Bücher.

Google stellt für die Inhaltekategorien eigene Suchfunktionen bereit. Jeder Index stellt dabei andere Merkmale heraus. Bei der Bildersuche etwa kann Google nach

Die Mathematik hinter PageRank

Der PageRank-Algorithmus berechnet die relative Wichtigkeit einer Webseite innerhalb eines Netzwerks, und zwar in Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung: Er gibt für alle Seiten die Wahrscheinlichkeit an, dass ein Surfer, der zufällig auf Links von Seite zu Seite klickt, auf einer bestimmten Seite landet:

$$r(A) = \left(\frac{r(B_1)}{|B_1|} + \ldots + \frac{r(B_n)}{|B_n|}\right)$$

Bei B_1 bis B_n handelt es sich um die Seiten, die auf A verlinken, $|B_i|$ ist die Anzahl der jeweils ausgehenden Kanten. Die Formel ist rekursiv: Jeder PageRank einer Seite hängt vom PageRank aller anderen Seiten ab.

Um die PageRanks zu berechnen, baut man zunächst eine Matrix, die die Verlinkung innerhalb des Netzwerks von Webseiten abbildet (siehe Abbildung rechts). Dabei stellt jedes Matrixelement m(x,y) die Wahrscheinlichkeit dar, mit der ein Surfer, der sich auf der Seite x befindet und zufällig auf einen darin befindlichen Link klickt, zur Webseite y gelangt. Die Wahrscheinlichkeiten auf einer Seite sind gleich verteilt, weshalb alle von einer Webseite ausgehenden Links, also alle Links einer Spalte das gleiche Gewicht von 1/(Anzahl der Links) der Seite teilen. Links auf sich selbst zählen nicht, daher stehen dort jeweils Nullen.

Die Page-Rank-Berechnung startet mit einem Vektor, der für jede Webseite denselben Wert 1/(Anzahl der Webseiten) enthält. Der Vektor wird rechts mit der Matrix multipliziert. Diese Multiplikation wird mit dem Ergebnis so oft wiederholt, bis die Änderungen im Ergebnisvektor unter einen gewissen Schwellenwert fallen. In den ersten beiden Schritten ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.5 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \\ 0.25 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.125 \\ 0.375 \\ 0.375 \\ 0.125 \end{pmatrix}$$

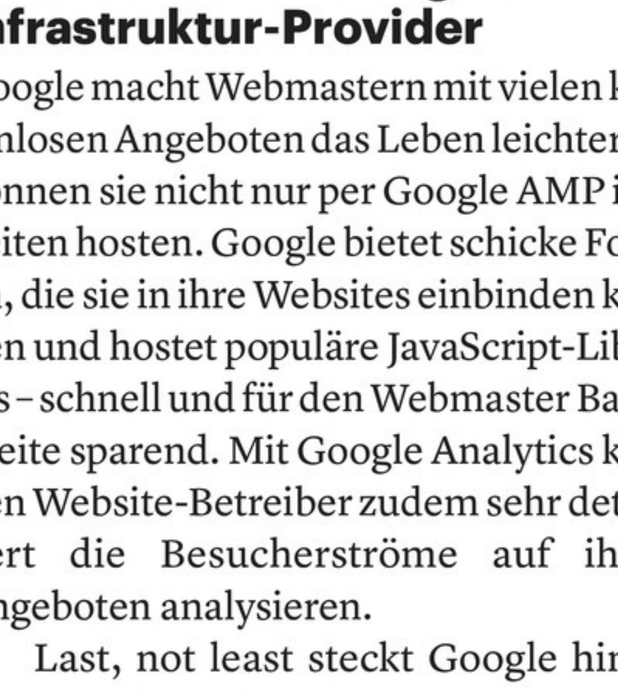
$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.5 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.125 \\ 0.375 \\ 0.375 \\ 0.125 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1875 \\ 0.3125 \\ 0.4375 \\ 0.0625 \end{pmatrix}$$

Bei der eingangs genannten Formel handelt es sich um eine Vereinfachung – mit der sich das Prinzip aber besser verstehen lässt. Tatsächlich rechnet die Formel noch einen Dämpfungsfaktor mit ein, der berücksichtigt, dass Surfer nicht endlos weitersurfen, sondern mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aufhören – siehe die Formel auf der Tafel im Aufmacher.

Das Web umfasst heute zig Milliarden von Webseiten. Matrixmultiplikationen in dieser Größenordnung sind natürlich sehr aufwendig. Page hat in einem Paper bereits 1998 viele Optimierungen angedeutet, die in der Praxis zum Einsatz kommen, um den Rechenaufwand in Grenzen zu halten (siehe ct.de/yz11). Die Details der Implementierung sind aber Firmengeheimnis – wie viele andere Details des Rankings.

Links und Matrix

Als Basis für die Berechnung des PageRank wird die Verlinkungsstruktur in eine Matrix übertragen.



$$\begin{array}{c} \\ A \\ B \\ C \\ D \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A & B & C & D \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 1 & 0 & 0.5 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

der Größe, nach Farben oder Nutzungsrechten fahnden; die Produktsuche ermöglicht es unter anderem, einen Preisrahmen vorzugeben. Die News-Suche hat ebenfalls einen eigenen Index mit sich schnell aktualisierenden Nachrichtensites. Je nach Suchanfrage streut Google Inhalte dieser Quellen in die Ergebnisse des Hauptindex auf den Suchergebnisseiten ein.

Künstliche Intelligenz spielt schon seit einigen Jahren eine große Rolle bei der Google-Suche. So hat Google bereits 2012 begonnen, eine vernetzte Datenbank des Weltwissens aufzubauen, den sogenannten Knowledge Graph. Dieser Graph besteht aus hunderten von Millionen sogenannter Entitäten und ihren Beziehungen zueinander.

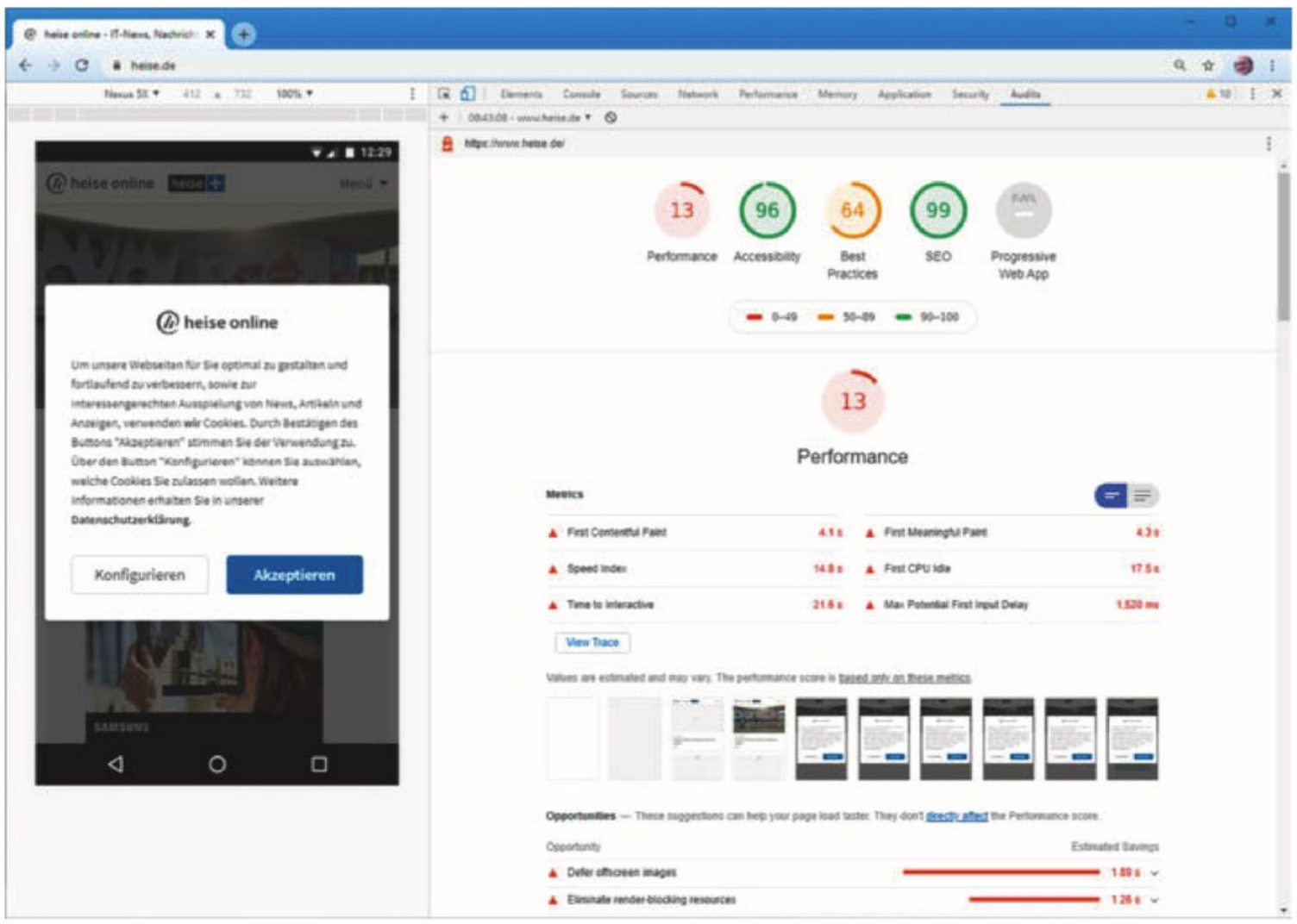
Seine Inhalte für den Knowledge Graph bezieht Google aus der Wikipedia, Wikidata, dem CIA World Factbook und aus vielen anderen Websites, die ihre Informationen extra dafür aufbereiten. Inhalte aus dem Knowledge Graph zeigt Google in Form kleiner Informationskästen rechts neben oder oberhalb der normalen Suchergebnisse an.

Der Knowledge Graph und generell KI werden eine immer größere Rolle spielen, insbesondere beim Verständnis der Suchanfragen. Erst im Dezember hatte Google ein Update namens BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) scharf geschaltet, mit dem die Suchmaschine komplette, als Satz an sie gestellte Abfragen besser als solche erkennt und somit treffendere Antworten geben kann. Diese Neuerung ist auch deshalb so wichtig, weil die Suche immer häufiger in Form des Assistenten unter Android und auf den Google-Home-Lautsprechern zum Einsatz kommt.

Webmasters Liebling und Infrastruktur-Provider

Google macht Webmastern mit vielen kostenlosen Angeboten das Leben leichter. So können sie nicht nur per Google AMP ihre Seiten hosten. Google bietet schicke Fonts an, die sie in ihre Websites einbinden können und hostet populäre JavaScript-Librarys – schnell und für den Webmaster Bandbreite sparend. Mit Google Analytics können Website-Betreiber zudem sehr detailliert die Besucherströme auf ihren Angeboten analysieren.

Last, not least steckt Google hinter dem mit Abstand meistverbreiteten Browser: Chrome. Einige darin enthaltene Werkzeuge dienen dem Zweck, Seiten so zu gestalten, dass die Suchmaschine sie gut finden und indexieren kann. All diese Angebote sind kein reiner Selbstzweck. Sie helfen Google dabei, die weltweiten Sur-



Google beherrscht die Browser-Szene mit seinem Browser Chrome. Die darin enthaltenen Werkzeuge sollen Entwickler dazu bringen, suchmaschinengerechte Seiten zu bauen.

fermassen besser zu verstehen. Und die damit erhobenen Daten haben wiederum Einfluss auf die Suchmaschine.

Lukrative Versteigerung

Spricht man über die Google-Suche, muss man die Werbung erwähnen. Anzeigen sind zwar auf den Suchergebnisseiten als solche gekennzeichnet und Google wird nicht müde zu betonen, dass man sich eine Platzierung in der Suche nicht kaufen kann. Werbung ist aber ein wesentlicher Bestandteil der Ergebnisseiten, die jeder Google-Nutzer zu Gesicht bekommt. Und nicht ganz nebensächlich kommt hier ebenfalls ein interessanter Algorithmus zum Einsatz.

Auf der Suche nach einem Geschäftsmodell für ihre Suchmaschine kopierten Page und Brin kurzerhand das Modell einer anderen Suchmaschine, Overture. Seither können Werbetreibende mit Google Adwords (heute Google Ads) Platzierungen auf den Suchergebnisseiten zu bestimmten Suchbegriffen ersteigern: Wer einen höheren Preis bezahlt, dessen Anzeige stellt Google potenziell prominenter dar. Außer dem Gebot gehen allerdings noch weitere Faktoren ins Ranking mit ein.

Diese Entscheidung für das Erlösmodell Werbung hat den Kurs des gesamten Unternehmens Google entscheidend mitgeprägt. Seither ist Google ein Werbekonzern, der ein riesiges Werbenetz mit tausenden Partner-Websites betreibt und den Großteil seiner Umsätze mit Online-Marketing macht.

Foul gespielt

Google tritt auf verschiedenen Gebieten sowohl als „neutraler“ Gatekeeper für das restliche Netz, gleichzeitig aber auch als eigener Player in Erscheinung. Das gilt zum Beispiel bei der Produkt- und Preisrecherche. Google liefert bei Suchanfragen, die sich um Produkte drehen, Links zu Preisvergleichsdiensten – betreibt aber zudem selber einen.

Solche Doppelfunktionen führen oft zu Ärger mit den jeweiligen Konkurrenten. Andere Webdienste-Anbieter kritisieren immer wieder, dass Google seine Suchmaschine nutze, um eigene Angebote auf den Suchergebnisseiten in den Vordergrund zu stellen.

So hat die EU-Kommission 2017 eine Geldbuße in Höhe von 2,4 Milliarden Euro über Google verhängt: Der Suchmaschinen-Betreiber habe seine marktbeherrschende Stellung als Suchmaschine missbraucht, um den eigenen Preisvergleichsdienst zu bevorzugen. Als zusätzliche Auflage musste Google seine Suchergebnisseiten anpassen.

Der Streit flammt derzeit wieder auf. So haben 41 Google-Konkurrenten Beschwerde bei der EU-Kommission eingelegt, weil Google seinem eigenen Shopping-Service wettbewerbswidrige Vorteile verschaffe. Weitere Wettbewerbsverfahren in verschiedenen Ländern laufen ebenfalls noch.

Staatliche Eingriffe

Als zentraler Wegweiser im Netz finden sich auch immer wieder Links auf illegale Inhalte unter Googles Treffern. Regierungen und Strafverfolgungsbehörden ersuchen Google daher immer wieder, bestimmte Treffer zu löschen. Google ist nach eigenem Bekunden bestrebt, in jedem Land die Gesetze zu erfüllen und monierte Links aus den Suchergebnislisten zu streichen.

Auf den Trefferseiten weist Google auf solche Löschungen hin: „Als Reaktion auf ein rechtliches Ersuchen, das an Google gestellt wurde, haben wir <x> Ergebnis(se) von dieser Seite entfernt.“ Dazu gibt es einen Link auf die Seite der Lumen Database, wo Interessierte weiterführende Informationen zu Sperrungen finden. In seinem Transparenzbericht fasst Google zusammen, welche Länder wie viele Inhalte seit 2010 aus welchen Gründen entfernt haben wollten.

Ein paar Jahre lang betrieb Google eine Version seiner Suchmaschine für China, die den strengen Zensurvorgaben der chinesischen Regierung genügte. Später hat es diese aus Protest gegen die chinesische Zensur eingestellt. Seither sperrt China fast alle Google-Dienste.

Grundstein für ein Imperium

So breit Google heute aufgestellt sein mag: Die Suche ist und bleibt der Markenkern und der wichtigste Dienst des Konzerns. Im Laufe der Jahre hat Google viel Arbeit investiert, um die Suche immer wieder anzupassen und zu erweitern. Auch wenn PageRank heute nicht mehr so einen zentralen Einfluss auf die Suche hat: Google definiert sich bis dato durch die hohe Anzahl an technischen Mitarbeitern und den hohen Stellenwert von Algorithmen in allen seinen Produkten.

Website-Betreiber müssen immer darauf achten, was Google von ihnen will. Das Unternehmen aus Mountain View setzt viele der Standards in der Web- und Mobilwelt. Aber auch alle anderen Unternehmen der IT-Szene sollten im Auge behalten, was Google in seinen Forschungs- und Entwicklungszentren treibt. Vielleicht entsteht dort ja gerade so etwas wie ein PageRank der Zukunft. *(jo@ct.de)* c't

Weiterführende Informationen: **ct.de/yz11**

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.

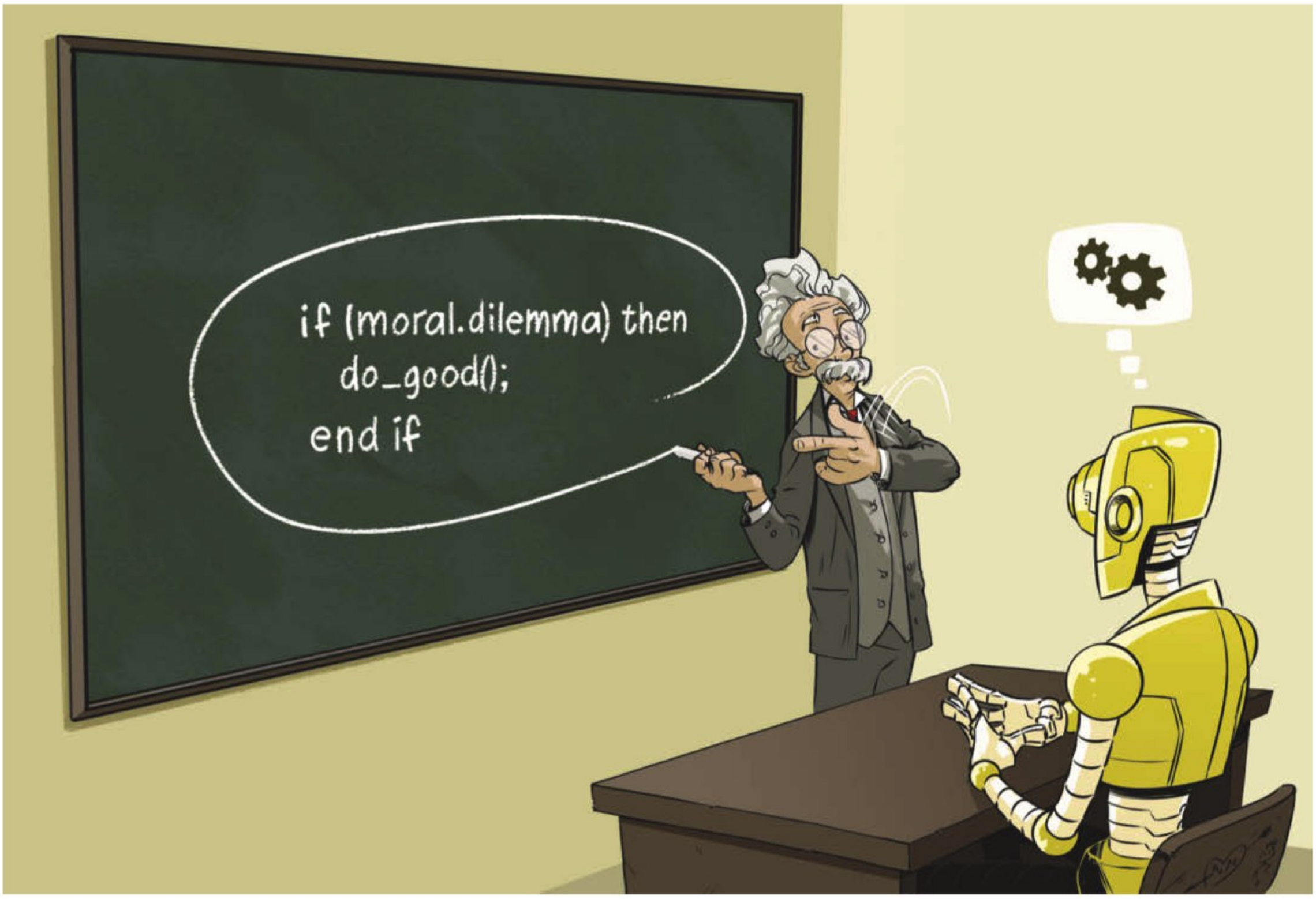


Bild: Albert Hulm

Ethik für Algorithmen

Wie man verhindern will, dass Software Böses tut

Algorithmen sollen fair sein, transparent und nachvollziehbar – solche oder ähnliche ethischen Leitlinien haben derzeit Konjunktur. Aber braucht man überhaupt neue Regeln und lassen sich diese immer umsetzen?

Von Sylvester Tremmel

Algorithmen sind fester Bestandteil unserer Gesellschaft. Sie erleichtern das Leben in unzähligen Situationen, vernetzen Menschen mit Gleichgesinnten und navigieren in unbekannten Städten. Dieselben Algorithmen können aber zum Problem werden, wenn man sie nicht kontrolliert und versteht. Ein System, das Gleichgesinnte zusammenführt, schließt schon fast zwingend Andersdenkende aus. Wenn es zu viel oder zu unkontrolliert Einfluss gewinnt, kann es Gesellschaften spalten und letztlich demokratische Mechanismen gefährden.

Solche Befürchtungen sind nicht aus der Luft gegriffen, immer wieder hört man von Systemen, die an gesellschaftlich relevanten Punkten zum Einsatz kommen und dann unbeabsichtigtes Verhalten zeigen. Bekanntes Beispiel ist ein von Amazon entwickeltes System zur Beurteilung von Bewerbern – bei dem sich zeigte, dass es systematisch Frauen benachteiligt [1]. Noch bedenklicher ist der ebenfalls recht berühmte Fall des Systems COMPAS, das in den USA die Rückfallwahrscheinlichkeit von Straftätern berechnet. Es hat damit direkt Einfluss auf die Länge der verhängten Haftstrafen. Studien werfen dem System vor weitgehend nutzlos zu sein und – noch schlimmer – das Rückfallrisiko von schwarzen Angeklagten grundsätzlich zu über- und das von weißen Angeklagten zu unterschätzen [2].

Ethische Leitlinien

Aufgrund solcher Fälle erfährt das Thema Ethik in der IT zurzeit große Aufmerksamkeit. Projekte wie „Algorithmenethik“ der Bertelsmann Stiftung oder die „AG Ethik“ der Initiative D21 schlagen Regelwerke zur Einhegung solcher Systeme vor, die mal als „algorithmisches System“, mal als „künstliche Intelligenz“ (KI) bezeichnet werden. Auch die Politik hat diverse Initiativen gestartet: auf Bundesebene unter

anderem die Datenethikkommission und die Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“. Und die EU-Kommission hat Mitte Februar ein Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz vorgestellt.

Zusätzlich verpassen sich Firmen von Google bis hin zur Telekom ethische Leitlinien, sei es, weil sie die gesellschaftlichen Bedenken teilen oder einfach nur, um nicht amoralisch oder altbacken zu wirken. Die gemeinnützige Organisation AlgorithmWatch pflegt eine Liste solcher Ethikleitlinien, die bereits über 80 Einträge aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft enthält (alle Links unter ct.de/yxrv).

In den meisten Regelwerken finden sich inhaltlich recht ähnliche Forderungen. Teilweise sind das Selbstverständlichkeiten, die ohnehin gelten würden. „Wir unterstellen unsere KI-Systeme Recht und Gesetz“, schreibt etwa die Telekom, ist mit solchen Banalitäten aber nicht alleine. Außerdem finden sich in vielen Leitlinien Forderungen nach Verantwortlichkeit, Sicherheit, Nichtdiskriminierung und der Möglichkeit, Entscheidungen des Systems zu revidieren. Solche Forderungen mögen zwar offensichtlich wirken, aber sie sind nicht inhaltsleer, sondern weisen auf tatsächliche Unzulänglichkeiten hin.

Handlungsbedarf besteht zum Beispiel für Forscher und Entwickler: Wie man Nichtdiskriminierung in einem „algorithmischen System“ konkret realisiert, weiß nämlich niemand so genau. Wie implementiert man diese Eigenschaft im Programmcode? Wie testet man sie? Kontrolliert man Systeme regelmäßig? Wie sieht so eine Kontrolle aus?

Dass diese Fragen noch nicht zufriedenstellend beantwortet sind, ist den meisten Beteiligten durchaus bewusst. Algo.Rules, ein Gemeinschaftsprojekt der Bertelsmann Stiftung und des iRights.Lab, schreibt: „Die aktuelle Herausforderung der Algo.Rules besteht [...] in ihrer harten Umsetzung. Unsere Analyse hat gezeigt, dass viele der anderen, bestehenden Kriterienkataloge daran gescheitert sind, weil sie entweder nie einen Anspruch auf Implementierung hatten oder ihre Umsetzungsstrategien nicht gefruchtet haben.“

Unklar ist auch, welche Systeme überhaupt von solchen Regeln betroffen sein sollen. Schließlich kann und will man nicht plötzlich auch Taschenrechner-Software und Tetris-Klone auf Sicherheit und Diskriminierungspotenzial hin prüfen. Viele Leitlinien reden relativ schwammig von gesellschaftlicher Relevanz und ähnlichen Kriterien, ohne sie genauer zu definieren. Etwas konkreter sind Vorschläge für abgestufte Vorgehensweisen, wie sie etwa von Datenethikkommission (DEK) kommen. Die DEK schlägt in ihrem Abschlussgutachten vor, Anwendungen nach ihrer „Systemkritikalität“ einzuteilen. Zum Beispiel die Algorithmen in einem Getränkeautomaten wären laut DEK so unkritisch, dass sie nicht weiter geprüft werden müssten. Algorithmen, die Kreditwürdigkeiten beurteilen, wären dagegen sehr kritisch und sollten sogar unter kontinuierlicher Kontrolle stehen.

Allgemein definiert die DEK die Systemkritikalität als eine „Kombination aus der Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts und der Schwere des zu befürchtenden Schadens.“ Solche Ansätze sind in der Technikphilosophie zwar verbreitet, aber die DEK lässt letztlich offen, wie die Berechnung dieser „Kombination“ konkret aussehen könnte.

Schwierige Transparenz

Eine weitere Forderung, die sich in fast allen Leitlinien findet, lautet, algorithmische Systeme transparent und nachvollziehbar zu gestalten. Es soll also bekannt sein, wenn ein solches System eingesetzt wird und wie es allgemein arbeitet.

Man erhofft sich davon verschiedene Effekte. Zum einen wird fehlerhaftes Verhalten besser erkennbar: Operiert ein System mit einem Zusammenhang zwischen Geschlecht und Einstellungswahrscheinlichkeit, liegt etwas im Argen. Zum anderen soll im konkreten Einzelfall überprüft werden können, ob – und wenn ja warum – eine Entscheidung fehlerhaft war. Grundsätzlich soll Transparenz verhindern, dass Menschen entmündigt werden. Wenn man etwa gar nicht wüsste, dass ein algorithmisches System in Entscheidungen involviert ist, könnte man diese auch nicht hinterfragen.

Transparenz klingt gut, erweist sich aber bei selbstlernenden Systemen als handfeste technische Herausforderung. Solchen Systemen muss man nicht jeden

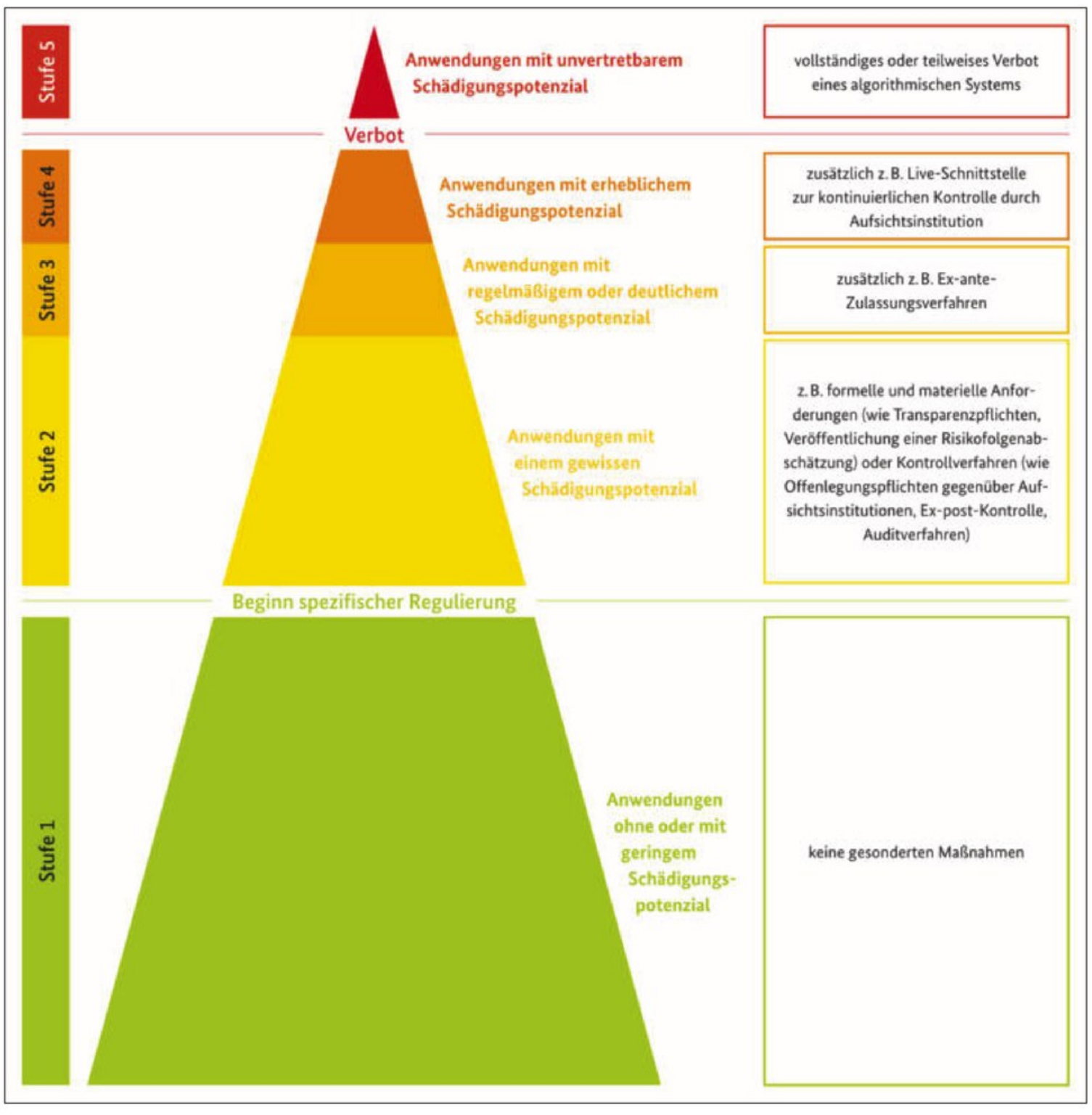


Bild: Gutachten der Datenethikkommission der Bundesregierung

Fünf Stufen „Systemkritikalität“ schlägt die Datenethikkommission vor. Algorithmische Systeme in Stufe 1 will sie nicht regulieren, Stufe-5-Systeme verbieten.

Bild: Fraunhofer HHI

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

Zusammenhang manuell in Form von Code eingegeben – darin liegt ihr großes Potenzial. Stattdessen leiten die Systeme Zusammenhänge selbstständig aus (großen Mengen von) Trainingsdaten ab.

Was genau so ein System aber „lernt“, wenn es Trainingsdaten analysiert, ist auch für seine Entwickler und Anwender nur schwer zu sagen. Ein Problem sind Verzerrungen (Bias) in den Trainingsdaten. Schon die Menschen, aus deren „korrektem“ Verhalten die Trainingsdaten abgeleitet werden, sind nicht frei von Vorurteilen. Chauvinismus oder Rassismus sind schließlich uralte gesellschaftliche Probleme.

Bekannte Vorurteile und ungerechtfertigte Ungleichverteilungen kann man versuchen zu kompensieren, aber das ist schwierig und scheitert spätestens bei unbewussten Vorurteilen. Wem fällt schon auf, dass unter abertausenden von Trainingsbildern Frauen häufiger als Männer in der Küche gezeigt werden. Selbstlernende Systeme erkennen den Zusammenhang beim Training aber und nutzen ihn dann für ihre Ausgaben. Benachteiligungen, die man mittels des objektiven Computers eigentlich vermeiden wollte, werden stattdessen von der Maschine repliziert, schlimmstenfalls unbemerkt.

Bei Systemen wie tiefen neuronalen Netzwerken kommt noch ein Problem hinzu: Häufig ist unklar, auf welche Aspekte der Trainingsdaten das System fokussiert und welche Zusammenhänge es lernt. Welche der gelernten Zusammenhänge im konkreten Einzellfall zur Entscheidung führten, lässt sich ebenfalls nur schwer feststellen – wenn überhaupt. Wissenschaftler forschen daher intensiv an erklärbarer KI (explainable AI) [3]. Interessante Fortschritte gibt es beispielsweise im Bereich der Bilderkennung, aber „Glassbox“-KIs, deren Verhalten allgemein verständlich, nachvollziehbar und erklärbar ist, gibt es noch nicht.

Auch bei klassisch programmierter Software ist Transparenz oft nicht gegeben. Zum einen sind algorithmische Systeme oft so komplex und historisch gewachsen, dass sie niemand mehr vollständig überblickt. Zum anderen sind auch an sich verständliche Algorithmen oft nicht transparent – zumindest nicht für alle Beteiligten. Aus wirtschaftlichen und strategischen Überlegungen heraus schützen Firmen wie Google, Facebook oder die Schufa die genaue Arbeitsweise ihrer Such-, Sortier- und Bewertungsverfahren als Geschäftsgeheimnisse. Transparenz und Nachvollziehbarkeit gegenüber den Betroffenen zu gewährleisten, würde letztlich bedeuten, deren Funktionsweise offenzulegen.

Die Unternehmen begründen die Geheimhaltung unter anderem damit, dass sie Manipulationen verhindern wollen. Wäre allgemein bekannt, wie die Algorithmen sortieren und aussortieren, wäre Missbrauch Tür und Tor geöffnet, heißt es.

Parteiische Computer

Solches „Gaming“ befürchten zum Beispiel auch Firmen, die Bewerbungen algorithmisch analysieren lassen. Wenn die Entscheidungskriterien des Algorithmus bekannt wären, dann könnten Bewerber ihre Unterlagen daran anpassen. Sie würden dann ihre Anschreiben und Lebensläufe auf bekannte Schwachstellen oder Eigentümlichkeiten des Algorithmus hin optimieren. Für die Firmen ist das selbst dann ein Problem, wenn der Bewertungsalgorithmus menschliche Personaler nur unterstützen soll: Menschen neigen dazu, die Ergebnisse eines Computers als neutral, unvoreingenommen und letztlich korrekt hinzunehmen. Eine Bewerbung, die eigentlich zu schön ist, um wahr zu sein, wird dann vielleicht nicht kritisch hinterfragt. Das hauseigene Bewertungssystem hat ihr ja gute Noten gegeben.

Dieses ungerechtfertigte Vertrauen in Maschinen ist ein schon länger bekanntes Problem, man nennt es „Automation Bias“. (Mit dem oben beschrieben Bias in Trainingsdaten hat das nichts zu tun.) Größere Transparenz – etwa durch Begründungen oder Grafiken – kann den Automation Bias paradoxerweise noch verschärfen: Anstatt Ergebnisse anhand der mitgelieferten Argumente zu hinterfragen, nehmen Menschen wahr, dass der ohnehin faire Computer auch noch gute Gründe für seine Entscheidung präsentiert [4].

Trotzdem sind Transparenz und Nachvollziehbarkeit sinnvolle Forderungen an algorithmische Systeme. Dem Automation Bias versucht man mit besseren „Erklärungen“ beizukommen. Wichtig ist dabei etwa, Ergebnisse nicht einfach als Fakt zu präsentieren, sondern einzuordnen und auf Unsicherheiten hinzuweisen.

Moralische Maschinen

Der Automation Bias ist ein Effekt, der auch die gesamte Debatte über ethische Algorithmen beeinflusst. Menschen neigen dazu, die Fähigkeiten von Computern zu überschätzen. Das gilt besonders, wenn sie mit Namen wie „künstliche Intelligenz“ betitelt werden. Bei solchen Begriffen stellt man sich leicht Computersysteme vor, die Bewusstsein und Willen haben und dadurch auch Verantwortung für ihr Tun übernehmen können. Darüber machen sich zwar nicht nur Philosophen Gedanken, zum Beispiel unter dem Schlagwort „E-Person“, aber aktuelle KIs sind weit von solchen Fähigkeiten entfernt.

Deshalb ist auch die Debatte um „ethische Algorithmen“ kurios: In ihr kommt die Idee zum Ausdruck, man könnte moralische Ansprüche direkt an Algorithmen richten. Das ist ungewöhnlich, weil Algorithmen und algorithmische Systeme technische Produkte sind. Moralische Ansprüche richten sich normalerwei-

se gegen die Urheber und Anwender solcher Produkte, aber nicht gegen die Dinge selbst. Man fordert ja auch nicht „ethische Messer“. Stattdessen sind Messerproduzenten und -nutzer aufgefordert, sich moralisch zu verhalten.

Solange KIs noch keine Science-Fiction-gleichen Fähigkeiten haben, ist es deshalb auch nicht sinnvoll, moralische Ansprüche an sie zu stellen. Wer fordert, dass ein Algorithmus nicht diskriminieren darf, meint nach Stand der Technik eigentlich etwas anderes: Der Algorithmus darf nur so implementiert und eingesetzt werden, dass es nicht zu Diskriminierung kommt. Letztlich werden also doch Ansprüche an Entwickler und Nutzer gestellt.

Leitlinien für Entwickler

Das wirft die Frage auf, wie nötig viele der Leitlinien für KIs sind. Richtlinien für die Entwickler von KIs – und von allen anderen Softwareprodukten – gibt es nämlich bereits, in Form von Berufsethiken. Ähnlich dem Hippokratischen Eid der Mediziner, haben auch Ingenieure und Informatiker ethische Grundsätze. In Deutschland stellen etwa der Verein Deutscher Ingenieure und die Gesellschaft für Informatik (GI) solche Anforderungen an ihre Mitglieder. International gibt es unter anderem den „Code of Ethics and Professional Conduct“ der amerikanischen Association for Computing Machinery (siehe ct.de/yxrv).

Ganz unabhängig von konkreten Systemen oder Algorithmen schreiben beispielsweise die Leitlinien der GI vor, dass GI-Mitglieder bereit sind, „das eigene und das gemeinschaftliche Handeln im gesellschaftlichen Diskurs kritisch zu hinterfragen und zu bewerten“. GI-Mitglieder sollen auch „Verantwortung für die sozialen und gesellschaftlichen Auswirkungen [ihrer] Arbeit“ tragen und ermöglichen, dass „von IT-Systemen Betroffene“ selbstbestimmt handeln können.

Verschiedentlich wird gefordert, neben solchen bestehenden Leitlinien auch noch gezielte Berufsethiken für „Algorithmiker“ oder Datenwissenschaftler einzuführen. Ob das nützlich ist, scheint fraglich: Damit Professionsethiken nicht bloße Papiertiger sind, muss die Öffentlichkeit sie nämlich kennen und einfordern. Außerdem müssen sich die Mitglieder der Profession den Leitlinien verpflichtet fühlen, wie beim jahrtausendealten Eid des Hippokrates. Schon die Informatik – eine relativ junge Wissenschaft – tut sich hier schwer. Die gesellschaftlichen Ansprüche an Informatiker und ihre moralischen Verpflichtungen sind noch relativ stark im Fluss. Nicht wenige Informatiker haben außerdem noch nie von den Leitlinien der GI gehört – oder sie bereits wieder vergessen.

Fazit

Bei der Vorstellung des Weißbuchs zur Künstlichen Intelligenz forderte EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen, man müsse „Hochrisiko-KI – das heißt KI, die potenziell die Rechte von Menschen beeinträchtigt – testen und zertifizieren“. Bis das aber wirklich so einfach läuft „wie bei Autos, chemischen Produkten, Kosmetika oder Spielzeug“, wie Frau von der Leyen sich das vorstellt, bleiben noch viele Fragen zu klären.

Unterwegs wird sich wohl auch die Politik von einigen Vorstellungen trennen müssen: Es sei immens wichtig, Daten ohne Bias zu haben, sagt Frau von der Leyen. Algorithmische Systeme ohne Bias könne es nicht geben, steht dagegen in den Leitlinien der Initiative D21, weswegen „klare und verbindliche Richtlinien zum Umgang mit diesen formuliert werden“ müssten.

Vielversprechende Forschungsansätze wie „erklärbare KI“ können helfen, derartige Richtlinien zu erfüllen. Zuerst aber müssen Gesellschaft und Politik diese Vorgaben schaffen, idealerweise in einer sachlichen und übersichtlichen Diskussion. Momentan versuchen eher zu viele Köche den Brei zu verbessern. *(syt@ct.de)* c't

Literatur

[1] Martin Holland, Amazon: KI zur Bewerbungsprüfung benachteiligte Frauen, heise online: https://heise.de/-4189356

[2] Peter-Michael Ziegler, Im Namen des Algorithmus, Wenn Software Haftstrafen verhängt, c't 25/2017, S. 68

[3] Arne Grävemeyer, Intelligenztest für KI, Wie sich KI-Entscheidungen überprüfen lassen, c't 6/2020, S. 58

[4] Will Douglas Heaven, Why asking an AI to explain itself can make things worse, MIT Technology Review: www.technologyreview.com/s/615110

Ethische Leitlinien: **ct.de/yxrv**

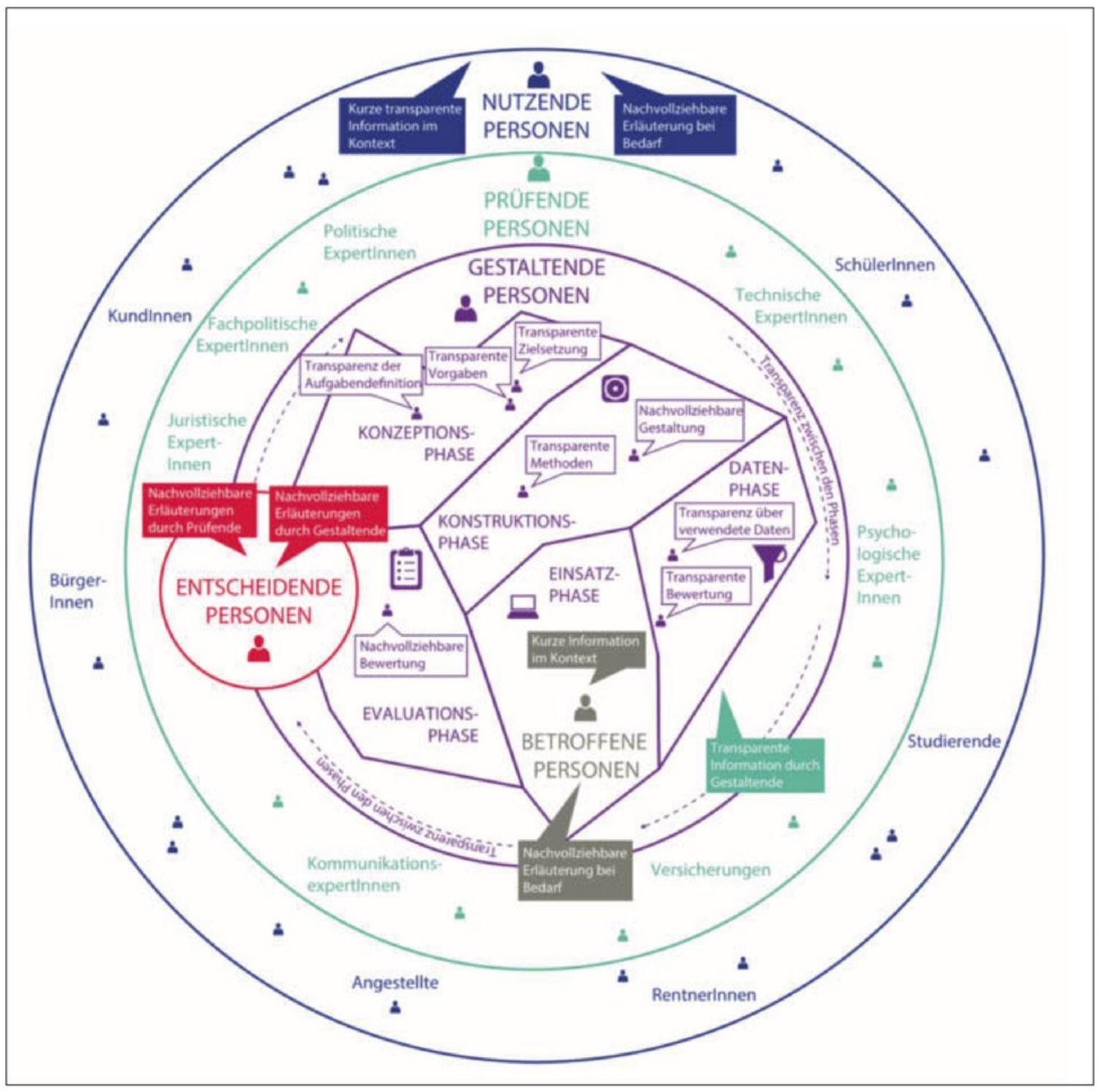


Bild: Initiative D21, #Algomon: 9 Leitlinien zum ethischen Umgang mit Alogrithmen-Monitoring

Transparenz nach Personenkreis. Schon das Übersichtsdiagramm der „AG Ethik“ der Initiative D21 zeigt, dass das Thema komplex ist.

Mobiles Sixpack

MSI-Notebook Prestige 14 mit Sechskern-Prozessor Core i7-10710U

Der 14-Zöller MSI Prestige 14 ist eines von nur wenigen Notebooks, in denen Intels 15-Watt-Sechskerner Core i7-10710U zum Einsatz kommt. Mit dem GeForce GTX 1650 steht ihm eine Mittelklasse-GPU zur Seite.

Von Florian Müssig

Die zehnte Generation von Intels Core-i-Prozessoren für Notebooks umfasst zwei verschiedene Chip-Baureihen. Die 10-Nanometer-Chips der Ice-Lake-Serie kommen mit einer verstärkten integrierten GPU und neuen Stromsparaspekten wie LPDDR4-Unterstützung daher. Die weiterhin in 14-nm-Technik gefertigten Comet-Lake-Prozessoren locken hingegen mit einer besonders hohen CPU-Performance, denn dort gibt es erstmals sechs statt vormals vier CPU-Kerne für flache Notebooks.

Der Haken: Es existiert genau ein 15-Watt-Sechskern-Modell namens Core i7-10710U, und dieses hat sich bislang eher rar gemacht, sodass man bei den meisten Comet-Lake-Notebooks dann doch wieder mit maximal vier Kernen auskommen muss. Die einzigen hierzulande verfügbaren Notebooks stammen entweder aus MSIs Prestige-Familie oder sind eine überarbeitete Fassung des letztjährigen Dell XPS 13. Die für das 2020er XPS 13 angekündigten Neuerungen wie das 16:10-Display gibt es dort also noch nicht.

Performance mit Nebenwirkungen

Nachdem der Core i7-10710U in Intels Mini-PC NUC10 knapp 2400 Punkte erzielte [1], waren wir bei Performance-Messungen desselben Prozessors im MSI Prestige 14 zunächst enttäuscht: Mit weniger als 1600 Punkten im Cinebench R20 war er hier viel langsamer und lag auf einem Niveau mit dem Vierkerner Core i5-10210U in anderen Notebooks [2]. Das änderte sich erst, nachdem wir das Energieprofil in einem Untermenü von MSIs vorinstalliertem Hilfsprogramm Creator Center von Ausgewogen auf Hohe Leistung umgestellt hatten: Dann waren über 2200 Punkte drin. Das MSI-Programm agiert zusätzlich zu den Energieeinstellungen, die Windows 10 mitbringt.

Verwirrend: Es gibt auch eine MSI-Einstellung namens Lautlos, doch diese sorgt nicht für das, was man angesichts des Namens erwartet, sondern nur für einen stark reduzierten Lüfterlärm und mit unter 1000 Cinebench-Punkten die halbe Performance. Auch ein Profil namens Ausgezeichnete Akkuleistung verzichtet nicht durchgehend auf den Lüfter.

Während der Lüfterlärm (bis zu lauten 3,4 Sone) mit der abrufbaren CPU-Leistung korreliert, haben wir hinsichtlich der maximalen Akkulaufzeit bei geringer Rechenlast (rund 10 Stunden) keine Unterschiede zwischen den MSI-Profilen gemessen. Daher erschließt sich uns nicht, weshalb MSI die volle CPU-Performance in einem Hilfsprogramm-Profil versteckt, anstatt einfach Windows-Bordmittel zu nutzen und die maximale Performance per se zuzulassen. Alle in der Tabelle angegebenen Ergebnisse wurden in der Kombination von Ausbalanciert (Windows 10) und Hohe Leistung (MSI) gemessen.

Ein zweites vorinstalliertes Hilfsprogramm namens True Color zeigte noch weniger Wirkung. Dort gibt es Profile wie sRGB und AdobeRGB, doch diese sind praktisch wirkungslos: Sie ändern zwar Farbtemperatur und Helligkeit, nicht aber den tatsächlichen Farbraum, den der matte 4K-Bildschirm darstellt. Stattdessen bleibt er immer bei voller Adobe-RGB-Farbgewalt. Damit hat der Nutzer keine Unterstützung, sondern muss selbst mit einem Colorimeter aktiv werden, wenn er mit Farbprofilen arbeiten möchte.

Kompakt-Gamer

Hinsichtlich der 3D-Power verlässt sich MSI nicht auf die im Prozessor integrierte Grafikeinheit, sondern baut die ungleich leistungsstärkere Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1650 von Nvidia ein. Man bekommt also trotz der kompakten Notebook-Abmessungen ausreichend Grafikleistung, um moderne Spiele in Full-HD-Auflösung

und mittlerer Detailstufe zu zocken. Wie beim ähnlich konzipierten Razer Blade Stealth 13 [3] verwendet MSI den Zusatz-Grafikchip in einer Max-Q-Variante, bei der das Kühlsystem des Notebooks für eine mittlere gemeinsame Auslastung von CPU und GPU ausgelegt ist und nicht darauf, dass beide gemeinsam jeweils am Anschlag laufen können.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt mit gutem Tippgefühl. Bis auf die einzelige Enter-Taste gibt es am Layout nichts zu kritisieren: Es gibt vier große Cursor-Tasten und vier zusätzliche Tasten für Bild-Auf/-Ab/Entf/Einfg. Persönlich wären uns die nur per Fn-Tastenkombination erreichbaren Pos1/Ende zwar lieber gewesen statt Entf/Einfg, doch das ist Jammern auf hohem Niveau. Ab Werk sind die F-Tasten mit Sonderfunktionen belegt; wer stattdessen klassisch F1 bis F12 benötigt, kann die Belegung über Fn+Esc umschalten. Ein Fingerabdruckleser in einer Ecke des sehr breiten Touchpads erlaubt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello; alternativ klappt dies auch über die IR-Webcam.

Bei angestecktem Netzteil und geringer Systemlast verbraucht das Prestige unabhängig vom gewählten MSI-Energieprofil zu viel Strom, weil der Prozessor anders als sonst bei Notebooks üblich nicht in tiefere Schlafzustände wegdösen darf – die gestattet MSI nur im Akkubetrieb. Ein weiterer negativer Nebeneffekt dieser Energieverschwendung ist, dass der Lüfter durch das immer vorgewärmte Kühlsystem schon bei kurzen Lastspitzen hochfrequent aufheult, statt sie lautlos wegzustecken.

Der MicroSD-Kartenleser spricht rasante UHS-II-Kärtchen mit voller Geschwindigkeit an. Die beiden USB-C-Buchsen links beherrschen Thunderbolt 3, 10-GBit/s-USB (alias USB 3.x Gen 2 alias SuperSpeedPlus) und DisplayPort; zudem wird der Notebook-Akku darüber geladen. An der rechten Gehäuseseite gibt es auch noch zwei USB-A-Buchsen, doch diese liefern gerade einmal USB-2.0-Geschwindigkeit – für schnelle USB-Sticks oder LAN-Adapter mit Typ-A-Stecker muss man sich also dann doch wieder einen zusätzlichen Adapter besorgen.

Fazit

Das Prestige 14 vereint einen schnellen Sechskernprozessor und eine Mittelklasse-GPU in einem schicken, kompakten Gehäuse mit größtenteils flotten Schnittstellen, einem tollen Bildschirm und Windows-Hello-Komfort. Der gute Eindruck der Hardware wird aber von schlechter Software untergraben: Das Programm True Color ist praktisch nutzlos, die volle CPU-Performance versteckt sich in einem Untermenü des Creator Center.

Uns erschließt sich nicht, warum MSI auf zusätzliche Hilfsprogramme setzt, anstatt schlicht Windows-Bordmittel zu verwenden, um dieselben Funktionen zu erzielen – weniger ist manchmal einfach mehr. Das würde Entwicklungsressourcen sparen, das System weniger kompliziert machen und Hackern erst gar keine potenziellen Scheunentore öffnen. Hinzu kommt, dass sich die CPU im Prestige 14 beim Nichtstun nicht heruntertakten darf, wenn das Netzteil angesteckt ist – diese Energieverschwendung bringt nicht nur Greta auf die Palme respektive Fichte.

(mue@ct.de) c't

Literatur

[1] Benjamin Kraft, Zwerg mit Sixpack, Intels Mini-PC MUC10i7FNH mit Sechskern-Prozessor, c't 4/2020, S. 70

[2] Florian Müssig, 5 mal 14 mit 10, Fünf Notebooks mit CPUs der zehnten Core-i-Generation und matten 14-Zoll-Bildschirmen, c't 1/2020, S. 104

[3] Florian Müssig, Gaming-Ultrabook, 13,3-Zoll-Notebook Razer Blade Stealth 13 mit Mittelklasse-GPU, c't 6/2020, S. 86

MSI Prestige 14: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	A10SC-009 / 0014C1-009
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB (5 GBit/s) / USB (10 GBit/s) / LAN	2 × R / – / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (MicroSD) / – / –
USB-C: TB / USB (5 GBit/s) / USB (10 GBit/s) / DP / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	AUO 123B: 14 Zoll / 35,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 315 dpi, 26 … 484 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-10710U (6 Kerne mit HT), 1,1 GHz (Turbo bis 4,7 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Comet-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 / USB: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981 (1024 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	50 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	90 W, 503 g, 12,9 cm × 6 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,26 kg / 32 cm × 22 cm / 1,7 … 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 19 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,5 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	5,3 W / 9,5 W / 15 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	87,2 W / 21,4 W / 75,1 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	92,5 W / 0,94
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	10,3 h / 6,1 h / 1,1 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1 h / 10 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 3,4 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3075,7 / 2278,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	134208 / 118072
Leserate SD-Karte	258,6 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	26,5 / 17,3 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,5 dB(A)
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	412 / 2267
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy	15582 / 17960 / 6620 / 2921
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1800 €
Garantie	2 Jahre

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

Krummer Tipper

Ergonomische Tastatur Logitech Ergo K860

Vielschreiber mit schmerzenden Handgelenken finden Entlastung durch ergonomische Tastaturen. Nach längerer Abstinenz macht auch Logitech wieder mit und verspricht Linderung mit der ergonomischen Tastatur Ergo K860.

Von Marcel Jossifov

Ergonomische Arbeitsmittel beugen Gelenkschäden und Ermüdungen vor – das ist ebenso bekannt wie wenig beachtet. Dank ihrer geschwungenen Form und der bequemen Handballenauflage tippt es sich auf der Ergo K860 angenehmer und auch ruhende Hände liegen entspannter als auf einem konventionellen Modell.

Das Design der ergonomischen Tastatur hat im Vergleich zu einer konventionellen Tastatur mehrere Besonderheiten. Das Tastenfeld ist in der Mitte von einem „Λ“-förmigen Ausschnitt im 24°-Winkel unterbrochen und ist so gebogen, dass man die Handgelenke nicht seitlich abknicken muss. Außerdem ist die Tastatur nach oben gebogen – der mittige „Λ“-Ausschnitt ist also zugleich der höchste Punkt. Die Hände liegen links und rechts neben dem erhöhten Ausschnitt auf. Die Tasten haben leichte Vertiefungen für die Fingerkuppen anstelle ebener Oberflächen, um der Form der Finger entgegen zu kommen. Ähnlich aufgebaut sind auch viele ergonomische Tastaturen von Microsoft, zum Beispiel die Microsoft Sculpt und die Microsoft-Surface-Tastatur in ihrer ergonomischen Ausführung (siehe c’t 21/2018, S. 94).

Bequem nach Eingewöhnung

Die Handgelenke liegen bei der Ergo K860 auf einer Handballenauflage, deren Höhe in zwei Stufen einstellbar ist. So bringen auch Nutzer, die an ihrem Schreibtisch stehen, die Tastatur in eine ergonomische Position, bei der die Handballenauflage etwas höher liegt als das Tastenfeld. Die Handgelenke ruhen auf einem festen Schaumstoff, anstatt in der Auflage zu versinken. Das finden wir angenehm. Schade jedoch: Die Handballenauflage sieht abnehmbar aus, ist aber fest integriert, sodass man sie nicht austauschen kann, wenn sie etwa verschmutzt ist. Immerhin kann die Handballenauflage laut Logitech mit Wasser und Seife abgewischt werden.

Ebenfalls fest angebracht ist der Nummernblock. Das mindert die Ergonomie, weil es Nutzer dazu zwingt, die Maus weit rechts auf den Schreibtisch zu legen. Dadurch hält man den Arm zur Bedienung der Maus stets etwas schief, anstatt auf einer Linie mit der Schulter. Daran hat Microsoft bei seiner Surface-Tastatur ebenfalls nicht gedacht, bei seiner Sculpt ist der Nummernblock abnehmbar.

Wer zum ersten Mal eine ergonomische Tastatur nutzt, muss sich umgewöhnen. Nicht nur aufgrund des ungewohnt krummen Tastenfeldes, sondern vor allem wegen des „Λ“-Ausschnitts geht der ein oder andere Tastenschlag zu Anfang daneben. Insbesondere Nutzer mit einem falsch gelernten Zehnfingersystem bekommen Probleme, wenn sie beispielsweise versuchen, mit der rechten Hand das „B“ zu erreichen, das hier aber links des „Λ“-Ausschnitts liegt.

Angenehmes Tippgefühl

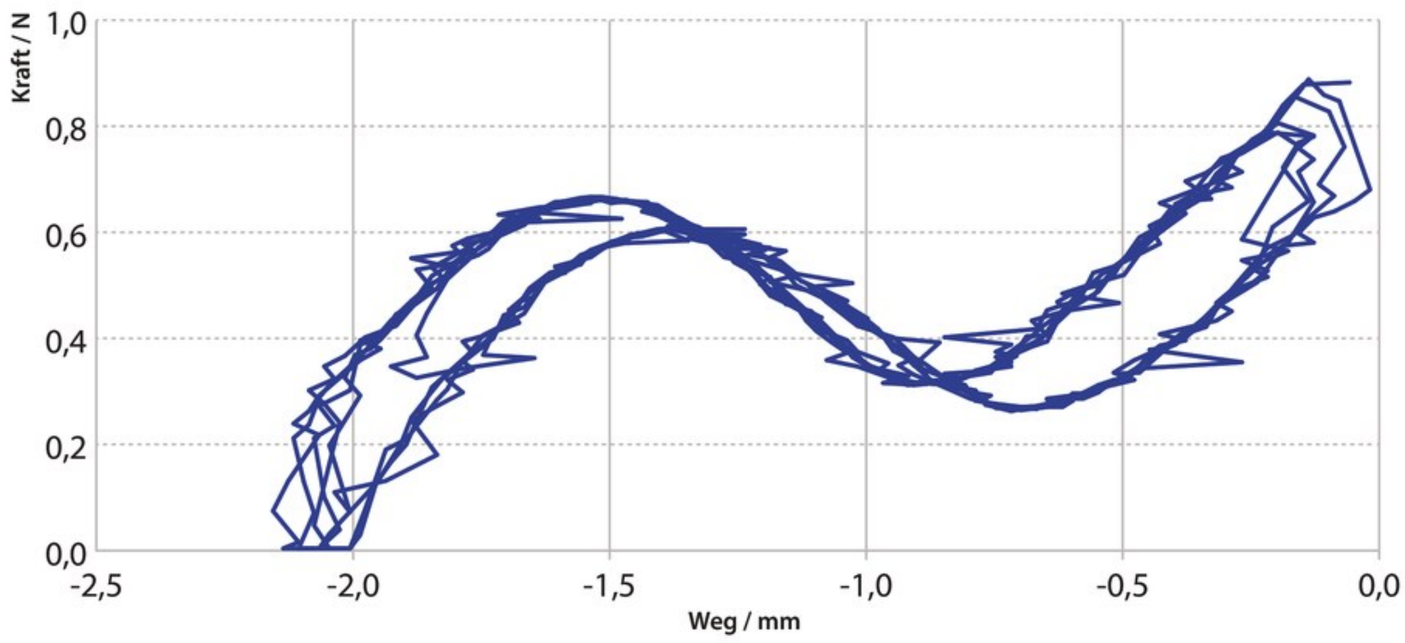
Für die Tasten setzt Logitech auf Rubber-Dome-Technik mit Scherenmechanik. Unterhalb jeder Taste sitzt also eine kleine Gummikuppel, die zusammengedrückt wird, wenn der Nutzer eine Taste betätigt. Beim Loslassen drückt die Gummikuppel die Taste dann wieder in ihre Ausgangsposition. Jede Taste wird von einer kleinen Schere in Position gehalten. Das sorgt für einen recht festen Sitz und ermöglicht die flache Bauform der Tastatur.

Beim Tippen bieten die Tasten einen spürbaren Druckpunkt, der jedoch nicht jenem mechanischer Tastaturen gleichkommt. Die Tasten sind relativ leicht auszulösen, haben einen flachen Hub und bleiben beim Tippen mit 38 dB leise. Sie erinnern an die Tasten von Notebook-Tastaturen sowie an Microsofts Sculpt und

Im Batteriefach mit seinen zwei AAA-Batterien (im Lieferumfang enthalten) findet auch der Unifying-Empfänger Platz, damit er beim Transport nicht verloren geht.

Betätigungskräfte der Logitech Ergo K860

Der typisch flache Hub der Scherenmechaniken findet sich auch im Verlauf der Betätigungskräfte wieder. Die zum Drücken nötige Kraft nimmt recht gleichmäßig bis auf rund 0,62 Newton zu und nimmt nach dem Druckpunkt annähernd genauso schnell wieder ab.



Surface. Wir haben bei unserem Testgerät einen notwendigen Kraftaufwand von 0,62 Newton zum Auslösen der Tasten gemessen. Das entspricht ungefähr den „MX Black“-Switches von Cherry.

Die F-Tasten steuern unter anderem die Medienwiedergabe und Lautstärke, minimieren Fenster und ordnen sie in einer Multitasking-Ansicht an. Zusatztasten oberhalb des Nummernblocks öffnen den Taschenrechner und sperren den Computer – durchaus praktisch. Wer an den voreingestellten Sonderfunktionen keinen Gefallen findet, konfiguriert sie in der Software Logitech Options um.

Verbindung mit Tücken

Die Tastatur verbindet sich kabellos via Logitech-Unifying-Empfänger oder Bluetooth mit dem PC. Das klappte bei uns auf Anhieb. Die Verbindung funktionierte auch über einige Meter Distanz zuverlässig. Die Tastatur speichert die Verbindung zu drei Computern, zwischen denen der Nutzer per Tastendruck wechseln kann. Zwei AAA-Batterien liefern der Funktastatur ihren Strom. Logitech gibt eine Laufzeit von zwei Jahren bei einer täglichen Nutzung von acht Stunden an.

Es gilt jedoch Sicherheitsmängel zu bedenken: Nach wie vor kann ein Angreifer die mittels AES-128-Bit verschlüsselte Verbindung des Unifying-Empfängers knacken (siehe c’t 16/2019, S. 50), wenn er Zugriff auf die Tastatur oder ihren Empfänger hat. Zwar hatte Logitech im August 2019 nachgebessert, doch einige Lücken blieben offen. Wird mit sensiblen Daten oder an einem öffentlich zugänglichen Arbeitsplatz gearbeitet, ist daher vom Unifying-Empfänger abzuraten. Stattdessen sollte man die Tastatur via Bluetooth verbinden.

Fazit

Auf der Logitech Ergo K860 geht das Tippen gut von der Hand. Die Tasten sind leichtgängig und leise, dürften in Anbetracht des Preises aber gerne mit mechanischen Switches ausgestattet sein. Die Hände kommen beim Schreiben in eine bequeme und natürliche Position. Die Funkverbindung funktionierte absolut zuverlässig. Besonders gut gefällt im Vergleich zur sonst ähnlichen Microsoft Surface die Höhenverstellung an der Handballenauflage, die die Tastatur in einen negativen Winkel bringt. *(mjo@ct.de)* c't

Logitech Ergo K860

Ergonomische Tastatur	
Hersteller	Logitech, www.logitech.com
Systeme	Windows 7, MacOS 10.13
Anschluss	Logitech Unifying, Bluetooth LE
Schaltertyp	Rubberdome mit Scherenmechanik
Beleuchtung	–
Kraftaufwand / Lautstärke	0,62 Newton / 38 dB
Sondertasten / programmierbare Tasten	✓ / ✓ (vorgegebene Auswahl)
Tastenmaße (Länge × Breite × Höhe) / Tastenabstand	15 mm × 15 mm × 2 mm / 3 mm
Maße (Länge × Breite × Höhe) / Gewicht	233 mm × 456 mm × 48 mm / 1160 g
Zubehör	Handballenauflage (fest integriert)
Bewertung	
Verarbeitung	⊕⊕
Ausstattung	⊕
Ergonomie	⊕
Preis	120 €

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

Abgeschirmt

Im Großraumbüro oder an einem Tisch mit Kundenkontakt freut man sich über den zuschaltbaren Blickschutz im 24"-Monitor HP E243p.

Die Privacy-Funktion im HP EliteDisplay E243P kann man mit einem Klick auf einen Button am Displayrand aktivieren. Dadurch wird der Einblickwinkel drastisch reduziert: Wer von der Seite auf den Monitor schaut, sieht den Bildinhalt nur sehr kontrastarm und dunkel. Aus 45 Grad liegt die wahrnehmbare Helligkeit beispielsweise bei etwa acht Prozent.

Für den frontal sitzenden Nutzer wird das Bild mit aktiviertem Blickschutzfilter dagegen etwas heller, im Test von 130 auf 144 cd/m². Weil dabei auch Schwarz etwas heller gerät, sinkt der Kontrast auf immer noch gute 1293:1. Im Normalbetrieb überrascht der Monitor mit einem für IPS-Panels sehr hohen Kontrast von 2400:1.

Das EliteDisplay macht im Büro eine gute Figur: Es ist kontraststark, bietet ordentliche Farben und löst Graustufen streifenfrei auf – zumindest im sRGB-Modus. Sobald man ein anderes Farbpreset wählt, wird die Darstellung entweder stark gelbstichig (Nacht) oder gar streifig (Foto). Aber die Modi muss man ja nicht nutzen. *(uk@ct.de)*

HP EliteDisplay E243P

Büromonitor mit eingebautem Blickschutzfilter	
Bildgröße	53 cm × 29,6 cm, 23,8 Zoll
Auflösung	1920 × 1080 (Full HD), 93 dpi
Anschlüsse	1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2, 1 × VGA, USB 3.0 (1 up, 2 down)
Merkmale	HP Sure View, höhenverstellbar, seitlich drehbar, schwenkbar
Garantie	3 Jahre inkl. Vor-Ort-Service
Preis	430 €

Kompakt-Modem

Das Modem-Modul Allnet ALL4783 bindet Geräte mit SFP-Slot an schnelle Internetanschlüsse mit G.fast-Technik an.

Manche Provider setzen G.fast in Fiber-to-the-Building-Installationen (FTTB) ein. Kunden, die einen eigenen Router betreiben wollen, können mit dem ALL4783 ein Gerät mit SFP-Slot wie den Turris Omnia (Test in c't 1/2017, S. 45) zu einem dazu passenden Modem-Router aufrüsten. Ein externes Modem kann so entfallen, was die Kabelage und den Platzbedarf reduziert.

Wir testeten die G.fast-Funktion und den Durchsatz gegen eine Distribution Point Unit (DPU) Keymile MileGate 2012. Dieses Gerät setzt in Gebäuden mit maximal acht Parteien den beispielsweise im Keller per Glasfaser ankommenden Internetzugang auf die Telefonleitungen im Haus um. Es speist G.fast-Signale gemäß ITU-T G.9701 Profil 106a ein: 2 bis 106 MHz, bis 1000 MBit/s Summendurchsatz, per Time-Division-Duplex (TDD) flexibel aufteilbar in Down- und Upstream. Genau darauf ist das ALL4783 ausgelegt. In sehr modernen G.fast-Installationen kommt aber schon das Profil 212a zum Einsatz, das bis 212 MHz hochgeht und Daten noch flotter transportieren kann.

Laut der dem SFP-Modem beiliegenden Kurzanleitung dauert die G.fast-Synchronisierung 60 Sekunden. Bei uns stand der Link indes schon nach rund 12 Sekunden. Das Blättchen warnt vor dem Berühren, da das Modul im Betrieb heiß wird. Bei knapp 3 Watt Leistungsaufnahme wundern die von uns gemessenen 47 °C auf der Oberseite nicht; wir empfanden sie bei kurzer Berührung als noch tolerabel.

Wie bei VDSL2 sinkt bei G.fast die mögliche Datenrate mit steigender Leitungslänge: Über 50 Meter CAT5e-UTP-Kabel (AWG24, 0,2 mm² Leiterquerschnitt) maßen wir mit der standardmäßigen Down-/Upstream-Verteilung von 8:2 in der DPU einen TCP-Nettodurchsatz von 588 MBit/s im Downstream und 192 MBit/s in Gegenrichtung, wobei 50 Meter für eine Inhaus-Verbindung schon recht lang sind. Über 200 Meter waren es noch 376 und 29 MBit/s.

Keymile nennt im Handbuch der MileGate-2012-DPU für Leitungen zwischen 30 und 100 Meter Länge maximale Werte von 760 und 180 MBit/s (DS/US); die von uns bei 50 Meter gemessenen 590 und 190 MBit/s passen also.

Die Ping-Zeit (Round-Trip-Time, RTT) über die 50-Meter-Strecke lag mit 1000 Pings im Mittel bei 2,0 Millisekunden, ein Ausreißer ging auf 3,1 ms hoch. Über 200 Meter war der mittlere Ping genauso flott, ein Ausreißer lag bei 11 ms. Für Spieler stellt also auch eine lange G.fast-Strecke kaum eine Bremse dar.

Mit zwei G.fast-Modems eine tote Telefonleitung als LAN-Verbindung zu nutzen, scheitert leider: Die ALL4783-Module arbeiten nur als Slave gegen eine G.fast-DPU.

Wer Internet per G.fast mit Profil 106a bekommt und einen eigenen Router mit SFP-Slot betreibt, der kann sein externes Modem durch das ALL4783 ersetzen. Mit 125 Euro ist es aber alles andere als ein Schnäppchen. *(ea@ct.de)*

Allnet ALL4783

SFP-G.fast-Modem	
Hersteller	Allnet, www.allnet.de
Anbieter	Reichelt Elektronik, www.reichelt.de
Bedienelemente	2 Statusleuchten (Power, Link)
Anschlüsse	RJ45 (G.fast), SFP
TCP-Durchsatz über 50 m	588 / 192 MBit/s (DS / US)
über 200 m gegen MG2012	376 / 29 MBit/s
Leistungsaufnahme	ca. 2,7 Watt (idle)
Preis	125 €

Fritten-Klingel

Wenn der Besuch klingelt, sollen auch die Festnetztelefone schellen – das geht mit dem KlingelPaul und einer Fritzbox.

Der KlingelPaul von UK-Intech ist ein kleines Kistchen, das sich per Telefonkabel (TAE) an Fritzboxen mit Anlagenfunktion anstöpseln lässt. Das dafür nötige Anschlusskabel Western/TAE ist nicht im Lieferumfang enthalten. Die Box verbindet man über den zweipoligen Pfostenstecker direkt mit einem zusätzlichen Taster oder man betreibt es parallel zu einem bereits angeschlossenen Türgong (max. 18 Volt).

Über die Fritzbox-Oberfläche bindet man den KlingelPaul als Türsprechanlage ein, indem man im Menü „Telefonie“ ein neues Gerät anmeldet, „Türsprechanlage“ auswählt und den analogen Anschluss wählt, an dem das Kistchen hängt. Über den Menüpunkt „Weiterleiten“ bestimmt man anschließend, welches an der Fritzbox angeschlossene Telefon beim Aktivieren des KlingelPauls anschlagen soll. Klingelt es an der Tür, wird der Besucher fortan über die gewünschten DECT- oder Analogtelefone angekündigt. Nutzt man ein FritzFon, lässt sich der Klingelton dabei frei wählen.

Die Fritzbox kann noch mehr: Im Menü für die Türsprechanlagen lässt sich auch eine Videokamera einbinden, deren Live-Bild die DECT-Telefone als Motion-JPG anzeigen. So verrät das Telefon gleich, wer da vor der Tür steht. Wer KlingelPauls Standardkonfiguration ändern will, muss zum Schraubendreher greifen. Unter anderem lässt sich die voreingestellte Klingeldauer von 15 Sekunden im Morseverfahren über einen kleinen Taster auf der Platine anpassen. *(sha@ct.de)*

KlingelPaul

Türklingelmodul für Fritzbox	
Hersteller	UK-Intech, www.uk-intech.de
Anschlüsse	RJ-Buchse (Western), Pfostenstecker
Preis	60 €

Zweiter Aufschlag

Sennheisers kabellose In-Ears Momentum True Wireless 2 unterdrücken aktiv Umweltgeräusche und verlängern die Akkulaufzeit.

Sennheiser hat seine komplett kabellosen In-Ears weiterentwickelt. Die Momentum True Wireless 2 (TW2) nehmen per Bluetooth 5.1 Kontakt zu Zuspielern auf. Die Akkulaufzeit hat sich deutlich verbessert. Statt 4:20 Stunden halten die neuen Stöpsel nun mit aktivierter Geräuschunterdrückung 5:28 Stunden durch und lassen sich in der Akkubox mit USB-C-Anschluss dreimal wieder komplett aufladen. Außerhalb der Ladebox entluden sich die In-Ears zwar im Standby, in der Akkubox will Sennheiser das Standby-Leck des Vorgängers jedoch gestopft haben.

Die Stöpsel sitzen bequem, drei Paare unterschiedlich großer Gummimanschetten liegen bei. Für wilde Sportarten sitzen die TW2 aber nicht fest genug im Ohr.

Klanglich hat sich nur wenig verändert. Auffällig ist weiterhin die starke Absenkung der oberen Mitten. Bässe klingen üppig, aber nicht übertrieben, und die Höhen klar, ohne spitz zu wirken. Im Vergleich zum Vorgänger klingen die unteren Mitten eventuell etwas aufgeräumter, aber das sind nur Nuancen.

Sennheiser hat die Steuerung über die Touch-Flächen verbessert. Es gibt ein deutliches akustisches Feedback, wenn man die Lautstärke verändert, Titel weiterschaltet, die aktive Geräuschunterdrückung oder den Transparentmodus aktiviert, der Umgebungsgeräusche einbleidet. Die Konfiguration lässt sich über eine App (Android/iOS) ändern, die zudem einen einfachen Equalizer mitbringt.

In ihrer Preisklasse konkurrieren die TW2 direkt mit den Airpods Pro von Apple. Letztere bieten einen neutraler wirkenden Klang, der auf das Frequenzloch zwischen 2 und 6 kHz verzichtet, wodurch Stimmen etwas härter und präsenter wirken.

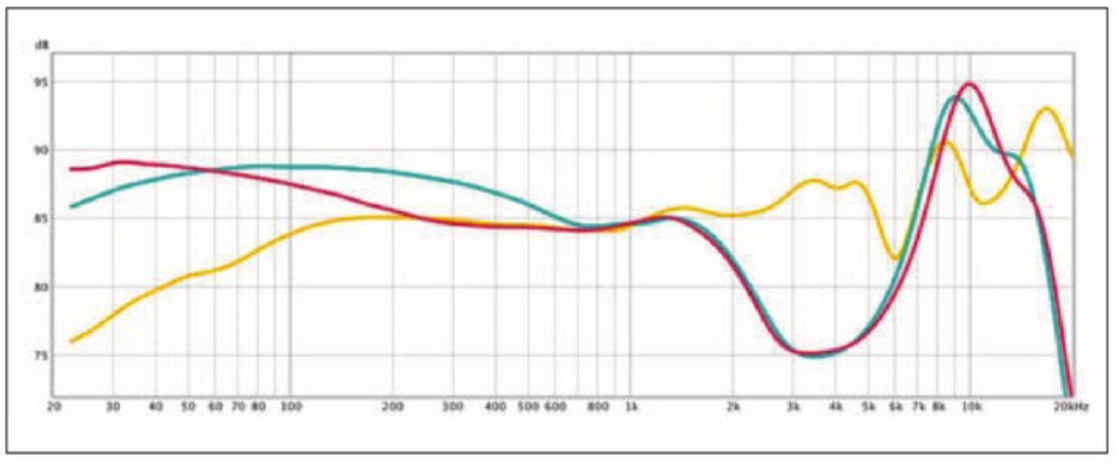
Die aktive Geräuschunterdrückung der TW2 senkt Außengeräusche etwas dumpfer ab als die der Airpods Pro. Das mag daran liegen, dass Apple tieffrequenten Körperschall über Mikrofone im Ohrkanal ausgleicht. Die TW2 können das nicht und erzeugen deshalb ein weniger angenehmes Gefühl der Abschottung als die Airpods Pro.

Verschlechtert hat sich leider die Wiedergabeverzögerung der TW2. Mit 144 Millisekunden ist sie an einem Macbook Pro von 2019 mehr als dreimal so lang wie bei den Vorgänger-In-Ears. Bei Videos kommt es deshalb zu spürbaren Verzögerungen, wenn die Abspielsoftware die Latenz nicht ausgleicht. Android und iOS passen Verzögerungen bei der Videowiedergabe passabel an.

In punkto Klang, Bedienung, Tragekomfort und Verarbeitung überzeugen die TW2 durchaus und werden ihrem Preis von 300 Euro gerecht. Im Vergleich mit den Airpods Pro wirkt das ebenso detaillierte Klangbild der TW2 etwas voluminöser und weicher. Sennheiser punktet zudem mit der um eine Stunde längeren Akkulaufzeit. Die Airpods Pro verringern hingegen das generell dumpfe Pfropfengefühl von In-Ears, senken Außengeräusche gleichmäßiger ab und verbinden sich einfacher mit Apple-Zuspielern. *(hag@ct.de)*

Sennheiser Momentum True Wireless 2

Bluetooth-In-Ears mit aktiver Geräuschunterdrückung	
Hersteller	Sennheiser, de-de.sennheiser.com
Anschluss	Bluetooth 5.1 (SBC, AAC, aptX)
Preis	300 €



Der Frequenzverlauf der TW2 (rot) unterscheidet sich kaum von dem des Vorgängers (cyan). Zum Vergleich der neutrale Sennheiser HD 600 (gelb).

Konsole für Kreative

Bild- und Videomischpult Loupedeck Creative Tools

Loupedeck hatte bisher nur eine Lightroom-Konsole im Angebot. Das neue Modell „Loupedeck Creative Tools" bietet Tasten, Drehregler und Touchscreens für viele Kreativanwendungen.

Von André Kramer

Mit Loupedeck Creative Tools möchte sich der Hersteller von Bedienkonsolen aus seiner selbstgeschaufelten Lightroom-Grube befreien. Bisher hatte er nur ein speziell für den Raw-Entwickler von Adobe zugeschnittenes Bildmischpult mit aufgedruckten Beschriftungen für Tasten und Drehregler im Angebot.

Das neue Pult unterstützt neben Adobe Lightroom Classic auch Profile für Photoshop, Camera Raw, Illustrator, Premiere Pro, After Effects und Audition sowie Apple Final Cut Pro X und die Digital-Audio-Workstation Ableton Live. Profile für weitere Anwendungen sind in Planung. An die Stelle der Beschriftungen tritt eine Reihe Displays.

Über eine USB-2.0-Verbindung kommuniziert das Pult mit Windows oder macOS. Die Loupedeck-Software erkennt das Gerät nach Anschluss problemlos und bringt dessen Displayelemente zum Leuchten. Die Software für Windows oder macOS ist dieselbe wie für die Lightroom-Konsole des Herstellers, das Loupedeck Creative Tools wird aber erst ab Version 3 unterstützt. Über Plug-ins kommuniziert das Gerät mit den unterstützten Anwendungen.

Flexible Bedienelemente

Oben auf dem Pult liegen zwölf Touchscreen-Tasten, die je nach Anwendungsprofil unterschiedliche Werkzeuge anzeigen und auf Fingertipp aufrufen. Links und rechts liegen jeweils drei Drehregler, die über zwei Displayleisten beschriftbar sind. Unten mittig befindet sich ein großes Drehrad, auf dem ebenfalls ein Touchscreen liegt.

Darüber hinaus hat das Pult eindeutig beschriftete Tasten unter anderem zum Löschen, Speichern und Rückgängigmachen, vier Pfeiltasten sowie Tab, Ctrl, Alt und Cmd. Damit orientiert sich das Pult an macOS, was seinen Einsatz einschränkt. Diese Tasten sind zudem auch auf der herkömmlichen Tastatur zu finden, zumal die Pfeiltasten nicht in der üblichen T-Anordnung, sondern im Karree auf dem Pult liegen. Die Taster für aufwärts und abwärts liegen nebeneinander.

Die Tasten mit Display sowie diese Displayleisten für die sechs Drehregler hingegen machen das 15 × 16 Zentimeter große Pult ungemein flexibel. Über die acht Zahlentasten unterhalb der Touchtasten kann man unterschiedliche Belegungen aufrufen, bei Photoshop beispielsweise Werkzeuge, Farbeinstellungen oder Farbkorrekturdialoge. Die F-Taste verdoppelt die Anzahl möglicher Belegungen. Ohne die Displaybeschriftungen könnte man sich derart viele Belegungen niemals merken.

Über die Drehregler ändert man schnell und komfortabel Ebenenmodi oder Deckkraft, kann zoomen oder den Wert von Schiebereglern bearbeiten. Ganz besonders komfortabel geht das mit dem großen Drehrad in der Mitte. Auf dessen Touchdisplay erscheinen für jede der acht Belegungen jeweils vier Menüeinträge, die man durch Tippen oder Wischen auswählen kann. So kann man auch dort über diese Menüs Deckkraft oder Ebenenmodus ändern. Ist es inaktiv, zeigt es eine Uhr.

Die Belegung der Anwendungsprofile kann man in der Konfigurationssoftware per Drag & Drop ändern. Das erschließt sich nicht sofort von selbst, zumal die Profile schnell kompliziert werden, ist aber halbwegs verständlich gelöst.

Fazit

Das Loupedeck Creative Tools ist ein Gimmick, dessen praktischer Mehrwert verglichen mit einem Grafiktablett eher gering ist. Kreativ-Apps sind auf Tasten- und Mausbedienung optimiert und Profis beherrschen die Tastenkürzel ihrer Lieblingsanwendung ohnehin aus dem Effeff. Da braucht es kein zusätzliches Pult.

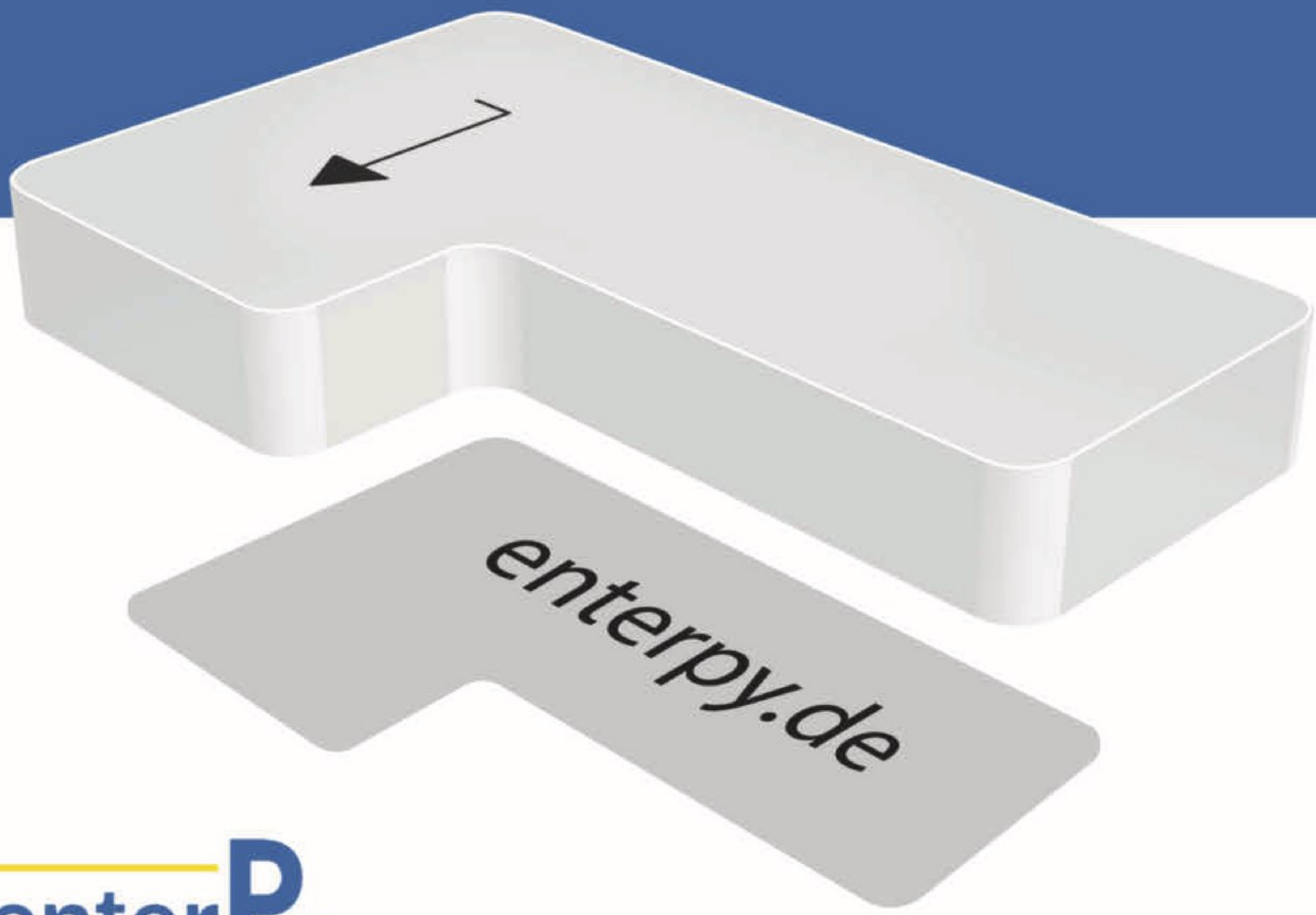
Der große Drehregler findet aber verglichen mit Tastatur- und Mausbedienung nicht seinesgleichen. Auch die übrigen sechs Drehregler erleichtern das Einstellen so manchen Parameters, dessen Bedienelement in der Anwendung per Maus nur schwer erreichbar ist. Die Beschriftung der Räder und Tasten über Displays erlaubt auch komplexe Konfigurationen. Für Gadgetverliebte Power-Nutzer kann das Loupedeck Creative Tools eine sinnvolle Ergänzung sein. *(akr@ct.de)* c't

Loupedeck Creative Tools

Bild- und Videomischpult	
Hersteller	Loupedeck, www.loupedeck.com
Systemanf.	Windows 10, macOS ab 10.13
Preis	499 €

DIE NEUE KONFERENZ FÜR PYTHON

in Business, Web & DevOps



enterPy

25.-26. Mai 2020

Congress Center Rosengarten, Mannheim

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

heise Developer

dpunkt.verlag

Tippspiel

Bei Texteditoren geht der Trend unter Vielschreibern seit einiger Zeit dahin, möglichst ablenkungsarmes Arbeiten zu ermöglichen. Textreme verspricht das genaue Gegenteil.

Jeden Tastendruck quittiert Textreme mit einem satten Schlagzeugsound und einem kurzen Farbwechsel seines Fensters. Neu eingefügte Zeilen blitzen kurz auf. Sogar Tippfehler haben ihren Reiz: Gelöschte Zeichen fliegen in hohem Bogen aus dem Text.

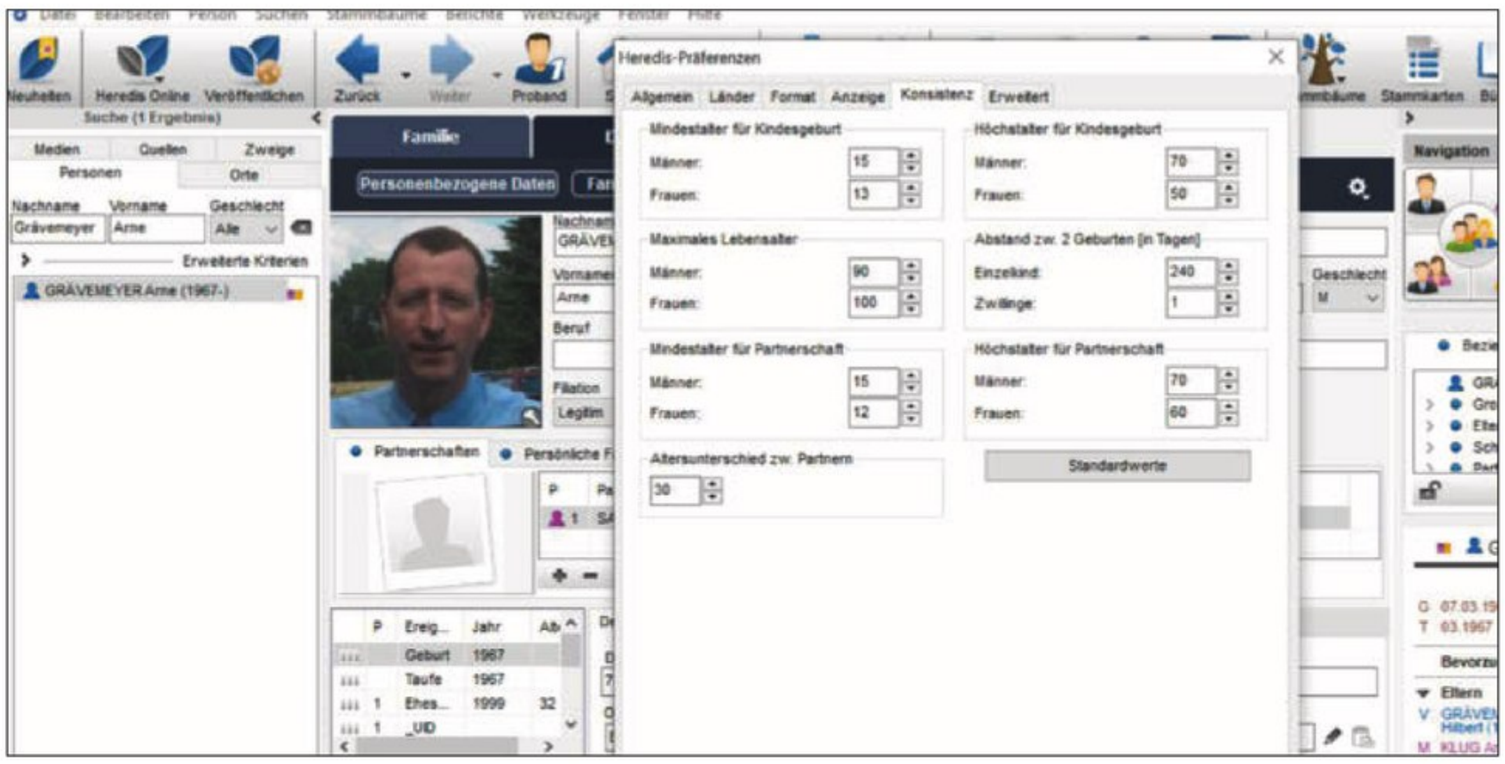
Um sich dazu zu erziehen, in einem regelmäßigen Rhythmus zu tippen, kann man eine kleine Animation am unteren Fensterrand starten und versuchen, immer genau dann zu tippen, wenn die gleitenden Klötzchen ihr Ziel erreichen. Als Belohnung gibts eine nett anzuschauende Explosion. Zusätzlich schlägt in diesem Modus ein Metronom. Das Tempo ist einstellbar.

Ansonsten ist der Funktionsumfang von Textreme überschaubar: Es gibt kein Menü und keine Symbolleiste. Dokumente lädt und speichert man per Funktionstaste. Einzige Luxusfunktion ist die Möglichkeit, ein Syntax-Highlighting für Code einzuschalten. Dazu muss man nur eine Konfigurationsdatei anlegen, die die einzufärbenden Schlüsselwörter samt der jeweils gewünschten Farbe definiert.

Die Entwickler geben den aktuellen Status der Entwicklung von Textreme als „experimentell" an und freuen sich über Anregungen zur Weiterentwicklung. Das Programm ist gewöhnungsbedürftig, stellt aber eine erfrischende Abwechslung in einem ansonsten eher von Langeweile geprägten Software-Segment dar. *(hos@ct.de)*

Textreme

Texteditor mit Animationseffekten	
Anbieter	Ash K, Maxim Loboda; le-von.itch.io/textreme
Systemvorauss.	Windows, Linux, macOS
Preis	**kostenlos** (Open Source)



Heredis ordnet Familienhistorie

Heredis 2020 lädt Ahnenforscher dazu ein, ihre Familienstammbäume übersichtlich anzulegen und zu pflegen.

Wer sich auf die Genealogie-Software Heredis 2020 einlässt, der begibt sich auf das mühevolle Feld der Ahnenforschung. Die Software ist im Kern eine Datenbankanwendung und zeigt das leider auch deutlich. Die vielfältigen Eingabefelder beim Anlegen eines Familienstammbaums können entmutigend wirken. Manchmal fühlt man sich an die Arbeit mit Steuerformularen erinnert. Ein Auswahlfeld namens Filiation etwa erwartet gleich beim Eintrag einer neuen Person die Entscheidung zwischen „Legitim", „Außerehelich", „Rechtlich anerkannt", „Adoptiert", „Unehelich" und noch weiteren. Das kann einen Hobbyforscher gleich am Start ratlos zurücklassen.

Praktisch sind Hintergrund-Plausibilitätsprüfungen direkt bei der Eingabe von Daten. So protestiert die Anwendung etwa, wenn persönliche Ereignisse noch nach dem Tod datieren oder Geschwister alterstechnisch deutlich zu weit auseinander liegen. Allerdings ist die Handhabung des Programms durch die umfassenden Formulare zu jedem Eintrag keinesfalls selbsterklärend. Die Online-Hilfeseiten sind nur zum Teil Deutsch, zum Teil auch Englisch.

Wer auf Online-Plattformen wie MyHeritage.de oder Ancestry.de schon einmal einen Stammbaum angelegt hat, kennt grafische Darstellungen und Eingabemasken, die nach Bedarf in erweiterte Ansichten springen. Heredis bietet zwar grafische Stammbaumansichten, in diesen lassen sich Einträge aber nicht bearbeiten – sie dienen lediglich für repräsentative Ausdrucke.

Stammbäume im standardisierten GEDCOM-Format übernimmt Heredis. Ein Stammbaum von der Plattform MyHeritage.de mit 1400 Personeneinträgen ließ sich ohne Umschweife öffnen und durchsuchen; allerdings blieben die Fotos unberücksichtigt. In der Konsistenzprüfung fiel dabei schnell eine Namens- und Datengleichheit auf, eine Person war fälschlicherweise an zwei Stellen im Stammbaum vertreten.

Für den Online-Forscher integriert die Anwendung Links zu einigen Online-Archiven. Suchergebnisse lassen sich allerdings nicht direkt in den eigenen Stammbaum übernehmen. Interessant für die gemeinsame Arbeit am Familienstammbaum ist die Möglichkeit für Softwarenutzer, ein kostenloses Online-Konto bei Heredis einzurichten und den Familienstammbaum online zu stellen. Der Verwalter kann dann Familienmitglieder per E-Mail einladen, sich den Stammbaum online anzusehen. Möglichkeiten zur Bearbeitung bietet die Online-Version des Familienstammbaums allerdings gar nicht. *(agr@ct.de)*

Heredis 2020

Familienstammbaum-Erstellung	
Hersteller	Heredis SCOPARL, www.heredis.com
Systemanforderungen	Windows 8 oder 10 mit 4 GB RAM, macOS ab 10.12
Bildschirmauflösung	min. 1024 × 700 (Windows) bzw. 1366 × 768 (macOS)
Dateiimport	GEDCOM-kompatibel
Preis	39,99 € (Windows; 19,99 € als Upgrade) / 54,99 € (macOS)

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 ›

Kampf der Titanen

Google Titan Security Keys

Per Zwei-Faktor-Authentifizierung schützt man Online-Accounts bei Facebook, Microsoft, Twitter & Co. zuverlässig vor Hackern. Das klappt zum Beispiel mit USB-Sicherheitsschlüsseln, die es jetzt auch von Google gibt. Dabei geht es weniger um Features, als um Vertrauen.

Von Ronald Eikenberg

FIDO-Sicherheitsschlüssel, auch Authentifikatoren genannt, gibt es in allen Farben und Formen – und von etlichen Herstellern. Nun ist Google hinzugestoßen und verkauft seine Titan-Sicherheitsschlüssel ab sofort auch über seinen deutschen Store. Dem aufmerksamen c't-Leser werden die Google-Schlüssel bekannt vorkommen, denn sie ähneln verdächtig Modellen von Yubico und Feitian, die wir in unserem Vergleich in c't 25/2019 vorgestellt haben. Doch es handelt sich nicht etwa um dreiste Kopien: Google lässt seine Titan Keys tatsächlich von den beiden Herstellern produzieren, nutzt aber eine eigene Firmware.

Man hat die Wahl zwischen drei Modellen mit unterschiedlichen Anschlüssen: Die kompakte USB-C-Version kostet 45 Euro und ähnelt optisch dem in etwa gleich teuren YubiKey 5C. Doch damit hören die Gemeinsamkeiten auch schon auf, denn während der YubiKey bereits FIDO2-kompatibel ist und außerdem allerlei Zusatzfunktionen beherrscht, unterstützt der Google-Schlüssel lediglich das ältere U2F-Verfahren. Der Titan Key ist also nur als zweiter Faktor nutzbar, das von FIDO2 bekannte Einloggen ohne Passwort funktioniert damit nicht. Dies betrifft allerdings nicht nur den Verzicht aufs Passwort, sondern auch Dienste, die etwa erzwingen, dass der Zugriff auf den Authenticator mit einer PIN geschützt ist. Abgesehen von diesen Einschränkungen macht der Titan-Authenticator aber einen guten Job. Er funktionierte im Test sowohl am Rechner (Windows 10, macOS, Linux) als auch am Android-Smartphone tadellos.

Für 55 Euro verkauft Google zudem ein Set aus einem Titan-Schlüssel im USB-Stick-Format und einem Schlüsselanhänger. Der Stick findet über USB-A Anschluss an den Computer, zudem ist er über NFC ansprechbar. So kann man ihn nicht nur mit NFC-fähigen Android-Smartphones, sondern auch mit Apples iPhones nutzen. Die USB-A-Variante unterstützt ebenfalls ausschließlich U2F, es gelten also die gleichen Einschränkungen. Bei unserem Test konnten wir den Stick auf Anhieb sowohl mit Desktop-Betriebssystemen als auch mit Android und iOS nutzen.

Das ungewöhnlichste Format hat ohne Zweifel der tropfenförmige Titan-Schlüsselanhänger, der sich ebenfalls in dem Zweierset befindet. Diesen kann man per Micro-USB-Kabel mit dem Rechner verbinden, außerdem ist er mit NFC ausgestattet. Die Nahfunkverbindung funktioniert nicht ganz so problemlos wie bei dem USB-A-Stick: Während wir mit iOS keine Schwierigkeiten hatten, konnten wir die NFC-Verbindung mit einem Android-Smartphone von Huawei nicht benutzen. Darüber tröstet der Authenticator jedoch mit einer Bluetooth-Schnittstelle hinweg, mit der wir sowohl in Verbindung mit Android als auch mit Windows problemlos nutzen konnten. Der Titan im Schlüsselanhänger-Format ist akkubetrieben. Da der Authenticator immer nur wenige Sekunden aktiv ist und danach wieder einschläft, hält er sehr lange durch. Auch dieser Titan Key unterstützt ausschließlich U2F.

Echtheitszertifikat

In den Sicherheitseinstellungen des Google-Accounts kann man sich bei allen Titan-Modellen davon überzeugen, dass es sich um einen authentischen Titan-Key handelt, auf dem die unmodifizierte Google-Firmware läuft: Bei der Auflistung der mit dem Account verknüpften Sicherheitsschlüsseln erscheint bei den Google-Schlüsseln der Text „Durch Titan Security geschützt“. Die drei Titan-Keys von Google dürften vor allem für Firmen interessant sein, welche die Cloud-Dienste von Google nutzen und bestmöglich absichern wollen. Durch den Einsatz der Google-Schlüssel muss man nicht noch einem weiteren Unternehmen wie Yubico oder Feitian bei der Absicherung der Accounts vertrauen, da alles aus einer Hand kommt. *(rei@ct.de)* c't

Titan Security Keys

Modell	Titan USB-C	Titan USB-A/ NFC	Titan BT/ USB/NFC
USB-Anschluss[1]	USB-C	USB-A	MicroUSB
Funkschnittstellen	–	NFC	Bluetooth & NFC
Resident Keys / U2F	– / ✓	– / ✓	– / ✓
Preis	45 €	55 € (nur im Set)	
Bewertung			
Kompatibilität	⊕	⊕	○
Bedienung	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Extras	⊖	⊖	○
Robustheit	⊕⊕	⊕⊕	⊕

[1] Adapter auf USB-A im Lieferumfang

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

Interview-Mitschrift

f4x erstellt softwaregestützt Transkripte

An Audioaufnahmen von Interviews scheitern viele Spracherkennungsprogramme – der neue Webdienst f4x soll damit zurechtkommen und auch Audiomitschnitte von mehreren Sprechern in Text umsetzen.

Von Dorothee Wiegand

Der Marburger Anbieter audiotranskription ist auf die Verschriftlichung von Audioaufnahmen spezialisiert. Das Unternehmen entwickelt unter dem Namen f4transkript eine Software, die Anwender dabei unterstützt, Aufnahmen von Interviews abzuhören und abzutippen. Der neue Spracherkennungsservice f4x wurde am Fraunhofer Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) entwickelt. Bei audiotranskription entstand das Frontend für den online angebotenen Service.

Der Anwender lädt hier Audiodateien hoch und kann die zugehörigen Textdateien nach der Umsetzung herunterladen. f4x bearbeitet Audio- und Videodateien bis zu einer Größe von 2 GByte. Das Ergebnis der Umsetzung erhält man als Textdatei im RTF-Format. Sie enthält für jeden Wortbeitrag einen separaten Absatz, jeweils beginnend mit einer Zeitmarke.

Auftragsdatenverarbeitung

Wer sich für den Transkriptionsservice registriert, schließt dabei auch einen Vertrag über die Auftragsverarbeitung gemäß Artikel 28 Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) ab. Nachdem die Anmeldung durch Eingabe eines per Mail versandten Codes bestätigt ist, öffnet sich ein Dialog für den Vertragsabschluss. Der Kunde kann online den Vertragstext und eine Beschreibung der technischen und organisatorischen Abläufe einsehen. Nachdem er sein Einverständnis erklärt hat, erhält er den Vertrag per Mail als 16-seitiges PDF.

Laut Anbieter läuft die Spracherkennung ausschließlich auf ISO-27001 zertifizierten Servern in Deutschland und alle beteiligten Dienstleister haben sich zur Einhaltung der aktuellen EU-Datenschutzrichtlinien verpflichtet. Direkt nach der Umsetzung werden die Aufnahmen auf dem Server demnach gelöscht, die Textdatei bis zur Abholung verschlüsselt gespeichert und danach ebenfalls gelöscht.

Testkontingent

Registrierte Nutzer erhalten einmalig ein kostenloses Kontingent für die Bearbeitung von 30 Minuten Audiomaterial. Die weitere Nutzung ist kostenpflichtig. Man kauft dafür Zeitkontingente für 5, 15, 100 oder 1000 Stunden. Studenten und Doktoranden erhalten ein 5-Stunden-Zeitkontingent zum reduzierten Preis von 20 Euro; während des Bestellprozesses wird ein Nachweis über Studium oder Promotion verlangt. Hochschulen, NGOs und Privatpersonen zahlen für dasselbe Kontingent 40 Euro und für Firmen und Behörden gilt ein Preis von 60 Euro.

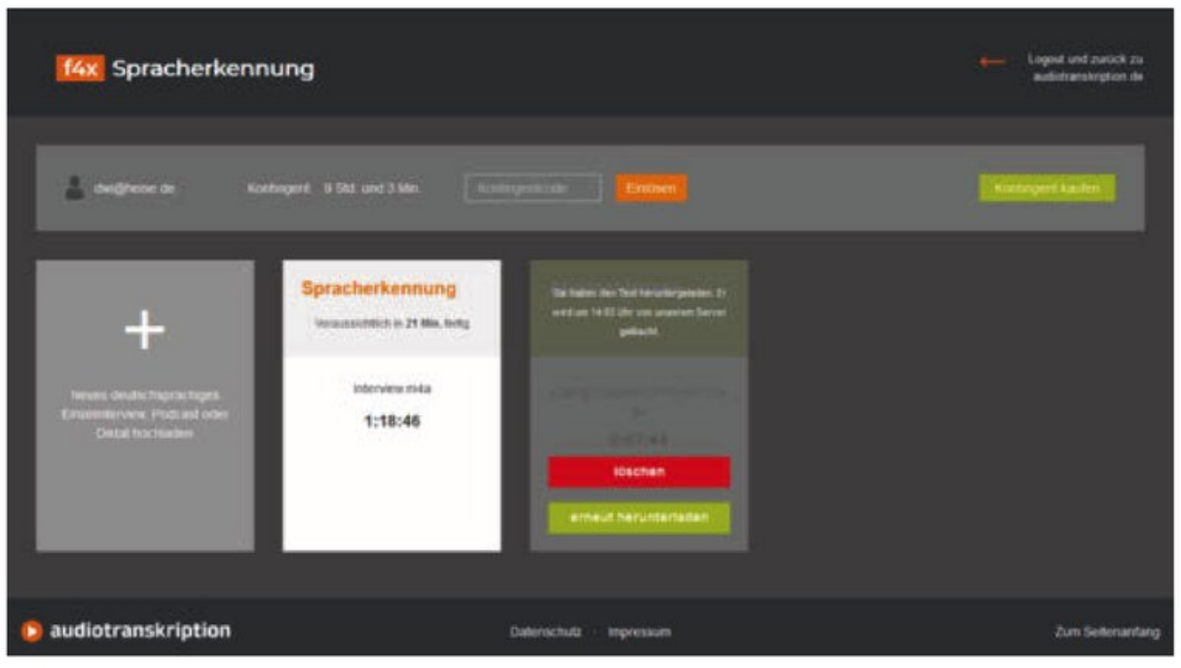
Nach dem Hochladen erhält man eine Prognose zur Bearbeitungsdauer; im Test lautete sie für eine 111 MByte große M4A-Datei „voraussichtlich in 39 Minuten fertig“. Tatsächlich stand das 40-seitige Transkript eines Gesprächs von 1 Stunde und 18 Minuten Länge nach genau 39 Minuten zum Download bereit.

Wenn die Spracherkennung ein Wort nicht kennt, ersetzt sie es durch ein Wort aus ihrem internen Lexikon – auf diese Weise wurde im Test „Product-Key“ zu „Bruderkrieg“. Ein umgangssprachliches „so’n bisschen“ setzte f4x in korrekte Hochsprache („so ein bisschen“) um. Satzzeichen fügt die Software häufig richtig ein – lediglich die Anführungszeichen für Zitate fehlten im Test im Transkript.

Fazit

Der Anbieter empfiehlt als Ausgangsmaterial gut ausgesteuerte Stereo-Aufnahmen mit zwei Personen. Wir haben den Service auch mit einem Telefonmitschnitt und mit der Aufnahme eines Dreiergesprächs getestet. In beiden Fällen war die Erkennung immer noch so gut, dass sie gegenüber der Verschriftlichung von Hand einen deutlichen Zeitvorteil bietet.

Anders als bei einer lokal installierten Software hat man hier nicht die Möglichkeit, ein persönliches Wörterbuch zu pflegen. Bei Interviews mit vielen Spezialbegriffen dürfte die Nachbearbeitung daher aufwendig ausfallen. Auch für sozialwissenschaftliche Forschungsprojekte, in denen es um Mundart oder Slang geht, scheint f4x weniger geeignet. Davon abgesehen liefert der Service zügig und unkompliziert Transkripte in ordentlicher Erkennungsqualität. *(dwi@ct.de)* c't



Im Arbeitsfenster des Webdienstes f4x lädt man Audiodateien hoch und Textdateien herunter. Kurz nach dem Abholen der Texte werden diese vom Server gelöscht.

f4x Spracherkennung

Automatisierte Erstellung von Transkripten	
Anbieter	audiotranskription, www.audiotranskription.de/f4x
Systemvor.	Internetverbindung, aktueller Browser
Preise	5 Std. Audiomaterial 20 € (Studenten) / 40 € (Hochschulen) / 60 € (Unternehmen)

Mattematik

Ein Paket aus Gymnastik-App und spezieller Bodenmatte gibt optische Hilfestellung für gesundes Training.

Wer hätte nicht gern so einen beweglichen Körper wie Spiderman? Gerade Vielsitzer können Rückenbeschwerden durch Sport vermeiden oder lindern. Mit der Gymnastik-App Fitteryou samt spezieller Bodenmatte kann man obendrein erfahren, wie sich ein Muskelkater an selten strapazierten Regionen anfühlt.

Viele Videotrainings für den Sport zeigen topfitte Strahlemänner und -frauen, welche die korrekte Ausführung der Übungen mit geradezu empörender Leichtigkeit und Eleganz demonstrieren. Ob man das Ganze auch genauso nachmacht, kann aber kein Videotraining kontrollieren, weil kein Lehrer hinschaut.

Das tut auch bei der Fitteryou-App niemand. Auf der etwa doppelbettgroßen Matte markieren aber farbig aufgedruckte Umrisse mit Codes, wo die Extremitäten hingehören. Damit diese Markierungen für verschiedene Körpergrößen passen, ist die Matte mit Aufdrucken in vier Größen erhältlich. Mehr als zwei Jahre hat der Hersteller effit an den mehr als 200 Übungen für die private Folterkammer gearbeitet.

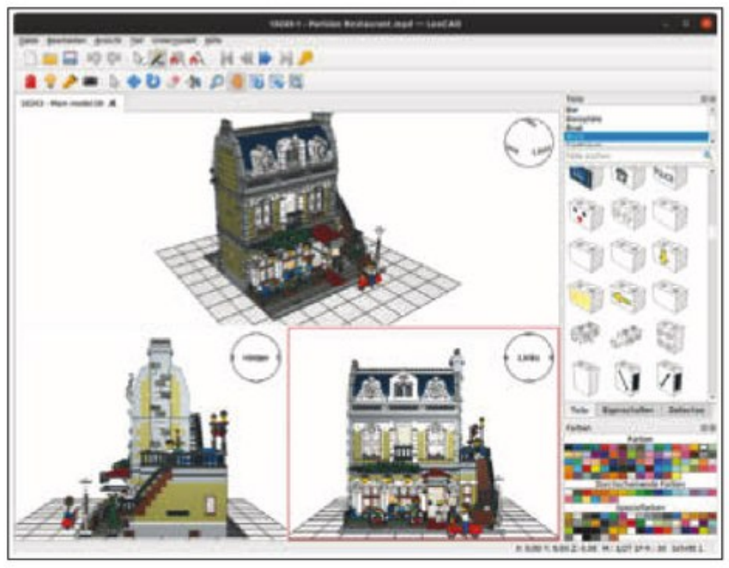
Die rutschfeste Matte ist teilbar und hat einen Reißverschluss. Sie lässt sich zusammenrollen und mit der mitgelieferten Tasche transportieren. Die Unterlage besteht aus thermoplastischem Elastomer, die Paspelierung ist aus Polyester, der Reißverschluss aus Nylon. Allein nützt die Matte wenig, man benötigt die Fitteryou-App und ein sich selbst verlängerndes Abo. Maximal vier Basistrainings pro Monat lassen sich mit der rein deutschsprachigen App kostenfrei absolvieren. Das ist für ordentliches Training zu wenig, reicht aber zum Ausprobieren.

Nach dem Anlegen eines Accounts und der Eingabe körperlicher Grunddaten in der App folgt die Frage nach den Prioritäten. Darauf zugeschnitten gibt es drei Trainingsintensitäten: „Power“ ist für sportlich Ambitionierte gedacht, „In Shape“ für diejenigen, die sich erst mal in Form bringen wollen, und „Vitality“ ist eher auf Entspannung ausgelegt. Zu Beginn des Programms wählt man, ob Luisa oder Martin auf „lockere und lustige Art Schwung ins Training bringen“ sollen. Auf ein „warum diese Übung“, folgt das „wie“ und die Demo. Das Feedback der beiden Trainer auf die eigenen Aktivitäten erfolgt jeweils über die Eingaben in der App. Im Video wirkt es bisweilen etwas generisch, weil die beiden den Aspiranten pausenlos überschwänglich loben, obwohl sie ihm ja nicht wirklich zusehen.

Die Übungen werden durch vier rhythmisch auf das Konzept abgestimmte Hintergrundmusikstile begleitet. Laut App stammen sie alle von der bekannten Band „Lorem ipsum“, die man vielleicht von ihren berühmten Platzhalter-Lyrics kennt. Das war aber auch das einzige Anzeichen dafür, dass die App noch nicht ganz fertig ist. Insgesamt gefällt, dass sich die Übungen jeweils an den bisher erreichten Ergebnissen orientieren und so gezielt trainieren, was sinnvoll ist. *(mil@ct.de)*

Fitteryou Mat und App

Fitnessmatte	
Hersteller	effit.com AG, https://fitteryou.com
kompatibel	Android (ab 4), iOS (ab 11)
Cloud-Dienst	Amazon (AWS), Serverstandort Frankfurt
problematische Signaturen	Adjust, Google (Analytics, Crashlytics, Firebase, Tag Manager)
Größen	2 m × 1,64 m, Aufdrucke in XS, M, L, XL
Preis	nur Matte: 59 €, Matte + Abo: 81 € (3 Monate), 85 € (6 Monate), nur Abo: 32 € (3 Monate)



Baukasten

Mit LeoCAD klicken Anwender ihre eigenen Lego-Modelle aus einem unerschöpflichen Steinvorrat zusammen. Das an CAD-Programme angelehnte Tool liefert dann Teilelisten und Bauanleitungen.

LeoCAD zeigt nach dem Start einen leeren Bauplatz, auf den man aus einer Palette die gewünschten Steine an ihre Position zieht. Über zehntausend Steintypen in zahlreichen Farben stehen hier zur Verfügung. Vorschaubilder und eine Suchfunktion erleichtern die Orientierung im Vorrat. Die Suche findet Steine allerdings nur anhand fester Begriffe, wobei Leerzeichen eine wichtige Rolle spielen. So spürt beispielsweise „1 × 2“ Blöcke mit zwei Noppen auf. Passende Minifiguren erzeugt ein Assistent.

Beim Ausrichten, Rotieren und Einrasten helfen feste Schrittweiten sowie Ansichten aus mehreren Perspektiven. Tastenkürzel vereinfachen den Werkzeugwechsel und die Positionierung der Teile. Ein bereits platzierter Stein lässt sich schnell austauschen. Mit wenigen Klicks legen Anwender die Schritte einer Bauanleitung fest, die sich als Bild-Datei oder Website exportieren lässt. LeoCAD versteht die Dateiformate des LDraw-Projekts, über das sich Steine und fertige Modelle austauschen lassen. Die karge Dokumentation besteht im Wesentlichen aus einem Tutorial. Trotz der intuitiven Bedienoberfläche dauert daher die Einarbeitung eine Weile.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

LeoCAD 19.07.1

Konstruktionsprogramm	
Hersteller	Leonardo Zide und andere, www.leocad.org
Systemanf.	Linux, macOS, Windows
Preis	kostenlos

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

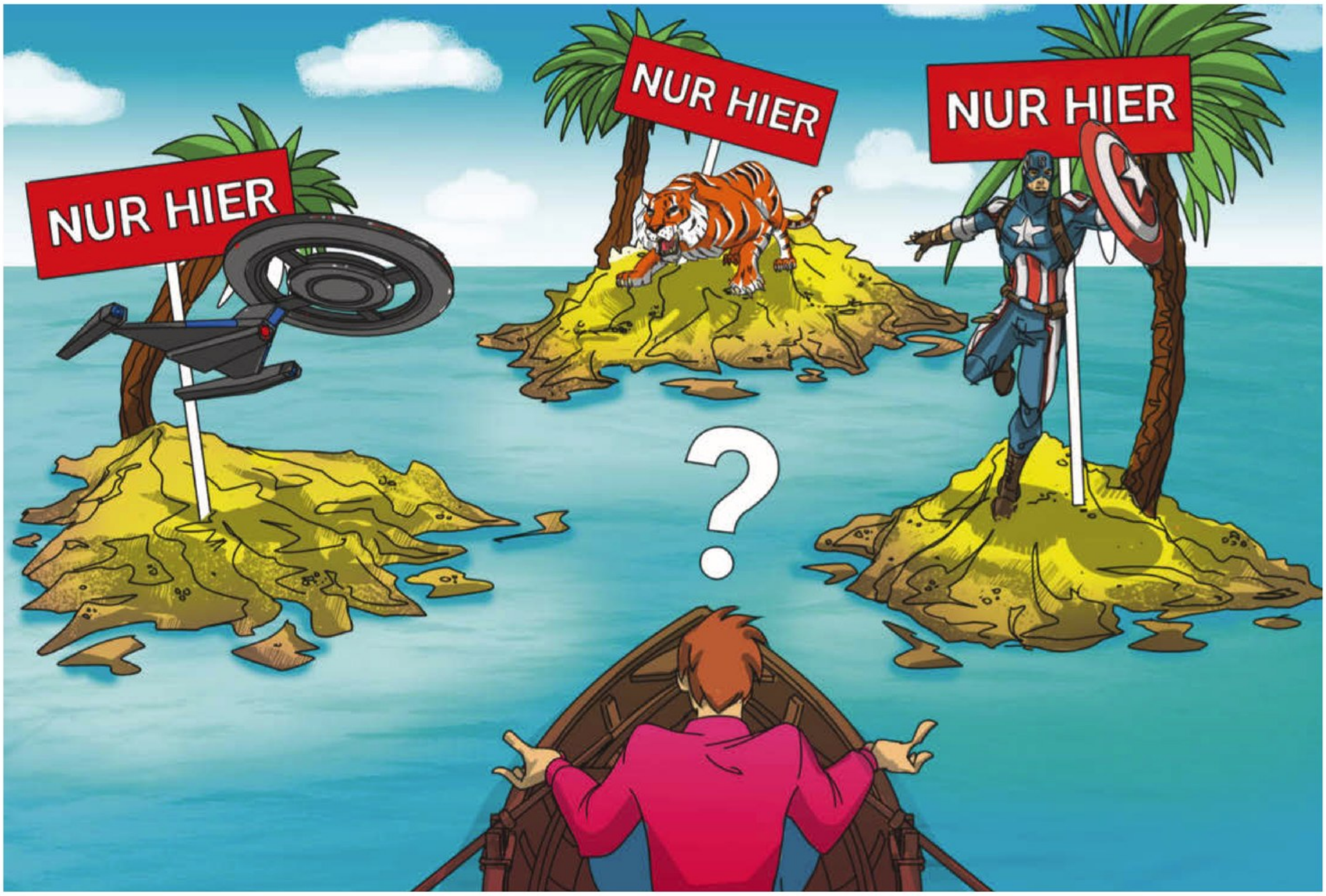


Bild: Thorsten Hübner

Inseln der Glückseligkeit

Flatrate-Videostreamingdienste im Vergleich

In kürzester Zeit hat sich die deutsche Videostreaming-Landschaft radikal gewandelt: Erschien Netflix' Flatrate-Angebot noch vor einem Jahr als unschlagbar, locken heute Apple TV+ und Disney+ mit exklusiven Filmen, Serien und Dokumentationen. Kunden, die nicht für viel Geld gleich alle Dienste abonnieren wollen, müssen sich also entscheiden.

Von Nico Jurran

Nüchtern betrachtet ist am 24. März hierzulande mit Disney+ nach Amazon Prime Video, Netflix, Apple TV+ und den deutschen Angeboten Joyn Plus+ und TV Now Premium der sechste Flatrate-Videostreamingdienst gestartet, der gegen einen monatlichen Festbetrag den unbeschränkten Zugriff auf Videos aus einem fortlaufend aktualisierten Katalog bietet. Doch diese Aussage erfasst nicht im Ansatz die Tragweite dieser Entwicklung.

Das fängt damit an, dass sich Disney als erster Medienkonzern vom Inhalte-Lieferanten zum Dienstbetreiber für dieses offiziell SVoD („Subscription Video on Demand") genannte Flatrate-Abrufmodell gewandelt hat. Amazon und Netflix erwächst somit nicht nur ein neuer Konkurrent, sondern durch Disneys Seitenwechsel fallen auch Inhalte weg, mit denen sie bislang ihr Angebot bestritten haben.

Die Folgen kann man bereits an Netflix' Ankündigung ablesen, künftig enger mit Nickelodeon und dem japanischen Zeichentrickstudio Ghibli zusammenzuarbeiten. Der Dienst hält so seinen Kinderbereich gefüllt. Doch die Disney-Filme sind auf lange Sicht weg – auch wenn einige Titel aufgrund laufender Verträge aktuell noch abrufbar sind.

Mit dem Verschwinden fremder Inhalte rücken die exklusiven Eigenproduktionen der Dienste – neudeutsch „Originals" – verstärkt in den Fokus. Alleine Netflix steigerte 2019 seine Eigenproduktionen im Vergleich zum Vorjahr um fast 55 Prozent. Netflix' Ausstoß übertrifft heute den der gesamten US-Fernsehindustrie vor 2006.

Unter einem Dach

Disney+ ist zugleich der erste SVoD-Dienst, der komplett ohne fremde Inhalte auskommt. Alle angebotenen Titel stammen von Disney selbst oder von Studios, die der Konzern über die Jahre aufgekauft hat. Disney+ wirbt offen mit Pixar, Marvel, Star Wars und National Geographic, führt aber auch Inhalte von Tochterstudios wie Touchstone, dem TV-Sender ABC und dem Neuerwerb 20th Century Fox.

Das kann man durchaus positiv sehen, schließlich musste man sich bislang Disney-Inhalte mühsam bei verschiedenen Diensten zusammensuchen – und damit leben, dass viele Titel nach einiger Zeit wieder aus dem Sortiment verschwanden. Mit dem studiobetriebenen Dienst Disney+ haben diese Inhalte nun eine gemeinsame Heimat – und stehen dort laut Disney dauerhaft zum Abruf bereit.

Bei den Marvel-Comic-Verfilmungen geht diese Rechnung aber nicht ganz auf: Im Katalog des deutschen Ablegers von Disney+ fehlen die Spider-Man-, Iron-Man- und Hulk-Filme. Die Rechte liegen international bei Sony Pictures beziehungsweise hierzulande bei Leonine (vormals Concorde). Auf Nachfrage von c't erklärte Leonine, man würde die SVoD-Rechte zur Auswertung an Disney+ lizenzieren. Eine entsprechende Ankündigung gab es von Disney bislang nicht.

Bei der National-Geographic-Kletterer-Doku „Free Solo“ agierte Disney schlauer. Hier bekam Capelight Pictures zwar eine Lizenz für den deutschen Markt, diese beschränkt sich aber auf die Kino- und die physische Heimkino-Auswertung. Die Streamingrechte behielt hingegen Disney, sodass der Dokumentarfilm hierzulande bei Disney+ abrufbar ist.

Mit jedem Studio, das sich entschließt, einen eigenen SVoD-Dienst zu starten, sinkt für die Nutzer die Chance auf einen Dienst mit einem breiten Sortiment an Filmen und Serien unterschiedlichster Studios. In den USA ist es bereits ausgemachte Sache, dass andere Medienkonzerne Disneys Vorbild folgen und ihre Inhalte über eigene Dienste anbieten, darunter WarnerMedia (Warner Bros., HBO, Tuner) , NBCUniversal (inklusive Dreamworks und Lionsgate) und ViaCom-CBS (Paramount, Nickelodeon, Comedy Central, MTV).

Für die ganze Familie

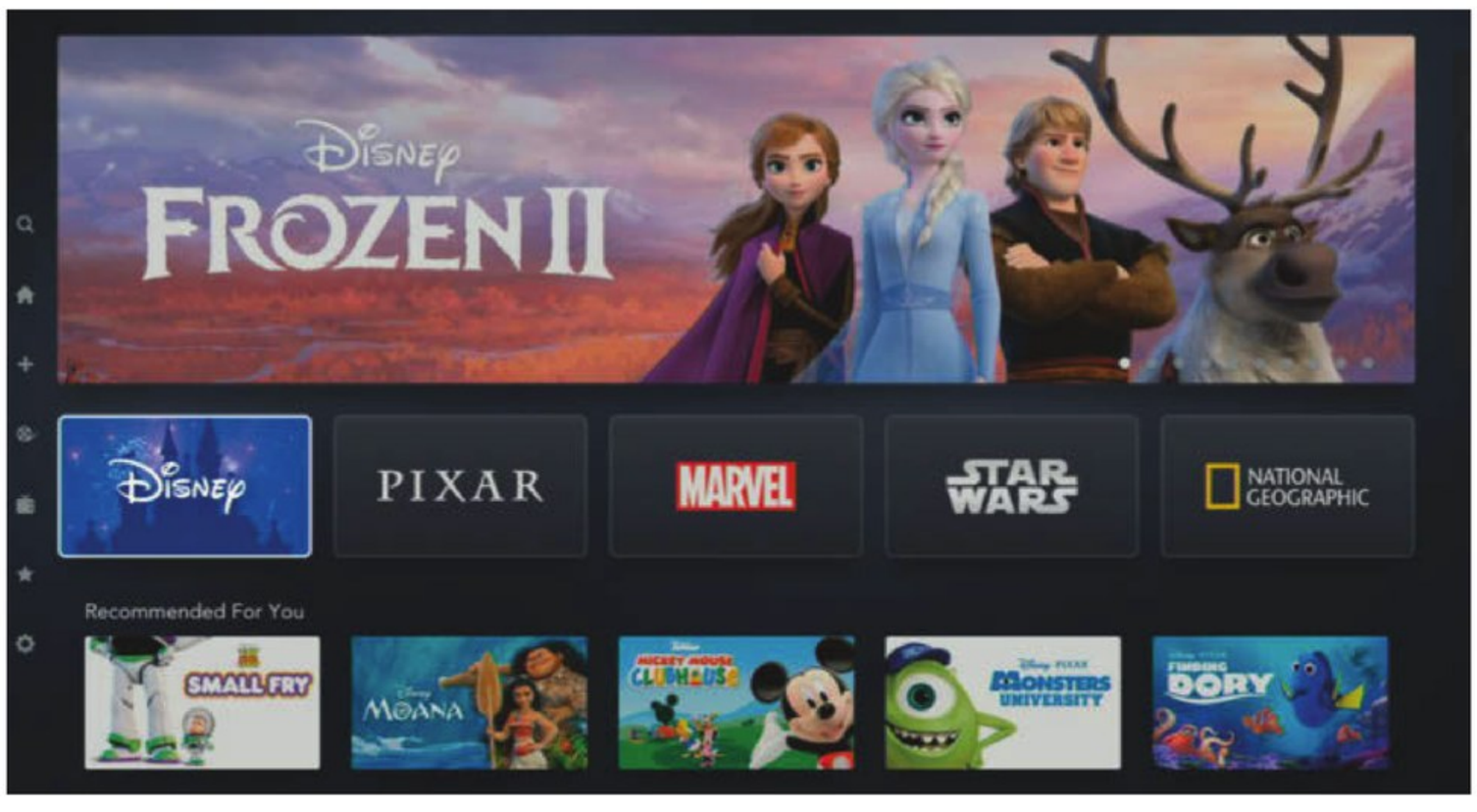
Am interessantesten ist aus deutscher Sicht der einst als werbefinanzierte Mediathek gegründete US-Dienst Hulu, dessen internationale Expansion im kommenden Jahr starten soll. Der Dienst ist heute kostenpflichtig (ab rund 6 US-Dollar pro Monat) – und ebenfalls in Disneys Hand.

Womit sich die Frage aufdrängt, warum Disney zwei Streamingdienste betreibt. Die Antwort ist simpel: Disney+ ist voll auf Familientauglichkeit getrimmt, Inhalte jenseits der Altersgrenze von 14 Jahren bleiben außen vor. Daher findet man hier beispielsweise von Fox zwar Filme der „Ice Age“-Reihe und alle „Simpsons“-Folgen, nicht hingegen die „Deadpool“-Streifen – obwohl es sich dabei um Marvel-Comic-Verfilmungen handelt.

Titel, die Themen ansprechen, die Disney für zu gewagt hält – darunter fallen schon Eheprobleme –, laufen bei Hulu. Nach US-Berichten schob Disney deshalb auch die erst für Disney+ angekündigten Serien „High Fidelity“ und „Love Simon“ (jetzt „Love Victor“) noch vor deren Start zum Schwesterdienst.

Die Aufteilung in Disney+ und Hulu ruft bei den Nutzern gemischte Gefühle hervor. Einige freuen sich, bei Disney+ mit Serienklassikern wie „Darkwing Duck“ in Erinnerungen schwelgen beziehungsweise seinen Nachwuchs unbesorgt vor den Fernseher platzieren zu können (wobei alle Dienste eine Kindersicherung bieten). Andere sehen Disney+ indes nur als Hälfte eines Angebots, das es lediglich in den USA komplett gibt.

Über die Apps von Joyn und TV Now lässt sich auch unterwegs über eine Mobilfunk-Verbindung Live-TV als Stream schauen.



Disney+ bietet eine recht aufgeräumte Oberfläche mit verschiedenen Ansätzen, um gezielt nach Inhalten zu suchen. Erst nach dem US-Start ist die nützliche Kategorie „Neu bei Disney*“ hinzugekommen.

Für die anderen Flatrate-Dienste ist dies eine Chance: Amazon und Netflix werben damit, auch Inhalte für ein älteres Publikum anzubieten und so die ganze Familie anzusprechen. Und auch Apple TV+ schreckt entgegen ersten Vermutungen nicht vor härteren Gewaltdarstellungen zurück, hält zu expliziten Sexdarstellungen bislang aber Abstand.

Mit einem Deutschlandstart von Hulu würden dessen nicht jugendfreie Inhalte aus anderen Flatrate-Diensten verschwinden; aktuell laufen Hulu-Originals unter anderem bei Amazon Video und Joyn Plus+.

Cord-Cutter

In den Staaten ist ein weiteres Bundle verfügbar, das es nicht nach Deutschland geschafft hat: Disney+ samt dem Live-TV-Streamingdienst des ABC-Sportsenders

Amazon Prime Video

Lange als Anhängsel der Amazon-Prime-Mitgliedschaft abgetan, verschaffte sich Amazon Prime Video zuletzt mit originellen Eigenproduktionen wie „The Boys“ oder „Hunters“ einen Ruf als ernstzunehmender Dienst. Die jüngsten Originals richteten sich mit Gewalt und Sex dabei aber oft eher an Erwachsene. Da macht sich das Fehlen separater Kinderprofile negativ bemerkbar.

Offiziell unterstützt der Dienst Dolby Vision und Dolby Atmos, abrufbar ist aber nur ein einziger Titel. Titel mit dynamischen HDR-10+-Bild fanden wir entgegen Amazons Angaben gar nicht.

Unverständlich ist, dass Serien in verschiedenen Fassungen getrennt abgelegt sind und Amazon weiterhin Prime Video mit Kauf- und Mietvideos vermischt. Zudem nerven die Werbeclips für Originals des Dienstes vor und zwischen den Videos.

- einige originelle Originals
- großer Film- und Serien-Katalog
- weder Dolby Vision noch 3D-Ton
- unübersichtliche Bedienung

Apple TV+

Apple TV+ bietet nur Originals beziehungsweise exklusive Titel. Darunter sind sehenswerte Serien und Dokumentationen, insgesamt ist die Auswahl aber sehr mager: Fünf Monate nach dem Start sind Inhalte mit einer Gesamtlaufzeit von gerade einmal rund 80 Stunden abrufbar, für Kinder kam in der Zwischenzeit nichts hinzu. Zudem nervig: In den Serien hat jeder ein iPhone, initiiert Telefonate gerne über Siri und nutzt ständig Facetime.

Nichts zu meckern gibt es bei der Bild- und Tonqualität. Nicht nur ein gestochen scharfes dynamisches HDR-Bild in UHD-Auflösung ist Standard, Apple TV+ liefert auch Dolby-Atmos-Ton – sowohl beim englischen Originalton als auch bei der deutschen Synchronfassung. Die vom Dienst gelieferten Datenraten übertreffen die der Konkurrenz bei Weitem.

- einige sehenswerte Originals
- sehr gute Bild- und Tonqualität
- extrem wenig Content
- unübersichtliche Bedienoberfläche

Disney+

Disney+ ist ein Fest für Fans von Disney, Pixar, Star Wars und (eingeschränkt) Marvel – mit großem Archiv und recht frischen Filmen und Serien. Highlights sind die Originals, auch wenn Disney gerne Eigenwerbung für seine Freizeitparks und Filmreihen betreibt. Wer „erwachsenere“ Inhalte sucht, ist hier aber falsch.

Bei der Bildqualität spielt Disney+ in der Topliga – mit UHD-Auflösung und recht häufig Dolby-Vision-Bild. Der Originalton ist teilweise in Dolby Atmos abrufbar, der deutsche Ton ist bestenfalls in 5.1.

Das Herunterladen von Videos auf Mobilgeräte funktionierte im Test gut. Allerdings kam es immer mal wieder vor, dass sich eine nach einiger Zeit abgelaufene Lizenz nicht über den Disney-Server erneuern ließ. Dann blieb nur, das Video zu löschen und neu herunterzuladen.

- Originals: Star Wars, Marvel, Pixar
- gutes Archiv mit Disney-Inhalten
- 4K mit DV und englischem 3D-Ton
- ausschließlich jugendfreie Inhalte

ESPN – deren US-Sport wäre aber auch nur für eine kleine Gruppe der deutschen Zuschauer interessant. In den USA lockt Disney damit die sogenannten „Cord-Cutter“ (Kabelkapper), die am traditionellen TV-Empfang nur noch wegen der Sportübertragungen hängen.

Von den sechs hierzulande verfügbaren Flatrate-Videostreamingdiensten bieten nur die deutschen Dienste auch Live-TV-Streams an – TV Now Premium von den Sendern der RTL-Gruppe, Joyn Plus+ neben Sendern der ProSiebenSat.1-Gruppe und von Discovery auch die öffentlich-rechtlichen.

Hierzulande zeichnet sich aber eine Entwicklung wie in den USA ab: So scheint sich Amazon Video für die Streamingrechte an den Fußballspielen der Bundesliga zu interessieren. Das brächte gewaltige Verwerfungen am Markt: zum einen, weil sich Sportveranstaltungen als exklusiver Content im Unterschied zu Filmen, Serien und Dokus nicht in (fast) beliebiger Menge produzieren lassen, zum anderen, weil Sky damit endgültig unter Druck geraten würde. Schon jetzt dürfte der Siegeszug der Flatrate-Videostreamingdienste dem Pay-TV-Sender zusetzen.

Die Kette hält

Schon vor dem Deutschlandstart von Disney+ sorgte die für den Dienst eigens produzierte Star-Wars-Serie „The Mandalorian“ für Aufsehen. Doch auch Filme sind unter den Originals, etwa der Abenteuerstreifen „Togo: Der Schlittenhund“ mit Willem Dafoe.

Selbst die Realverfilmung des Zeichentrickklassikers „Susi und Strolch“ gibt es exklusiv bei Disney+ – anders als etwa bei „Aladdin“ ohne vorherige Kinoauswertung. Denkbar ist, dass Disney hier die Zugriffszahlen einer Neuverfilmung mit denen des Originals vergleichen wollte. Eventuell erwartete das Studio auch einfach, dass der Film nicht viel Geld im Kino einspielen würde: „Susi und Strolch“ erhielt von Kritikern und Zuschauern eine ähnlich mittelmäßige Bewertung wie die Neuverfilmung von Dumbo, deren Einnahmen hinter Disneys Erwartungen zurückblieben.

Nichts deutet aktuell darauf hin, dass Disney die Verwertungskette zerschlägt.

Joyn Plus+

Die Flatrate-Vision des sonst werbefinanzierte Streamingdienstes bietet Filme, Serien und Live-TV – darunter neben den Sendern von ProSiebenSat.1 und der öffentlich-rechtlichen noch sieben Pay-TV-Kanäle. Bei 17 Sendern sind die Mediatheken dabei.

Joyn Plus+ ist bei Filmen und Serien gut aufgestellt, die Eigenproduktionen sind sehenswert. Technisch ist er mit HD-Bild und deutschem Stereoton aber nicht auf der Höhe der Zeit. Negativ fällt zudem auf, dass man nur einen Stream zurzeit abrufen kann.

Bei Joyn Plus+ entfallen die Werbe-Clips, die Joyn (ohne Plus+) unüberspringbar zum Start jedes Live-TV-Streams und bei jedem Programmwechsel einspielt. Spielt man Videos aus der Mediathek ab, muss man sich auch als zahlender Kunde manchmal erst einmal Werbung anschauen.

- interessante deutsche Originals
- ordentliche Filmauswahl
- nur HD und deutscher Ton
- teilweise Werbung

Netflix

Netflix ist und bleibt die Content-Schleuder unter den Flatrate-Videostreamingdiensten: Der Anbieter ballert in jeder Woche unzählige neue Filme und vor allem Serien für alle Altersgruppen und Geschmäcker raus – und scheut auch keine Experimente. Dabei landet Netflix nicht nur Hits, hat aber eine recht hohe Trefferquote.

Sofern man den teuersten Tarif wählt, liefert Netflix auch beim Bild (im besten Fall UHD mit Dolby Vision) und Ton (häufiger englischer Originalton) ordentlich ab, bleibt aber hinter Apple TV+ zurück. Hoch anzurechnen ist Netflix, dass die meisten eigenproduzierten Serien weiterhin sofort komplett verfügbar sind.

Früher ließ sich Netflix via AirPlay streamen, mittlerweile wird dies nicht mehr unterstützt. Netflix selbst spricht von technischen Einschränkungen, Kritiker vermuten Zoff mit Apple.

- sehr viele Filme und Serien
- viele originelle Originals
- 4K mit DV und englischem 3D-Ton
- UHD/3D-Ton nur im teuersten Tarif

TV Now Premium

Die RTL-Gruppe bündelt hier alle Mediatheken seiner 13 Sender, die zuvor teilweise über separate Portale liefen. Videos werden beim Premiumangebot zwar nicht von Werbung unterbrochen, beim Start spielt der Dienst aber einen nicht überspringbaren Werbeclip ab.

Einige Sendungen lassen sich bis zu sieben Tage vor der TV-Ausstrahlung anschauen. Positiv fällt zudem auf, dass Shows im Archiv oft von Ballast (wie Gewinnspielen) befreit sind. Wie Joyn Plus+ bietet TV Now Premium Live-TV, allerdings nur von eigenen Sendern. Auch hier ist die Wiedergabe auf einen Stream zurzeit beschränkt.

TV Now Premium enthält auch Filme, das Angebot besteht jedoch hauptsächlich aus B- und C-Movies. Zudem gibt es nur ein HD-Bild und die deutsche Synchronfassung, in mageremStereo.

- umfassende RTL-Mediathek
- Werbung auch im Bezahlangebot
- nur HD und deutscher Ton
- schwaches Filmangebot

Große Produktionen laufen weiter im Kino, bevor sie drei bis fünf Monaten später bei Streamingdiensten wie iTunes zum Kauf und zur Miete erhältlich sind. Mehr oder minder parallel dazu erscheinen die Disc-Fassungen. Gewöhnlich tauchen die Filme erst Monate danach bei Disney+ auf.

In den USA betrug der bislang kürzeste Abstand zwischen dem Kinostart eines Blockbusters und seiner Premiere bei Disney+ mit „Der König der Löwen“ immer noch 193 Tage, also rund 6,5 Monate. Zwar zog der Dienst dort die Veröffentlichung von „Die Eiskönigin 2“ zwar um mehr als drei Monate auf den 15. März vor. Aber dies dürfte eher eine einmalige Werbeaktion als Reaktion auf erste Schulschließungen aufgrund der Corona-Krise gewesen sein.

Immerhin spielten in den vergangenen Jahren „Aladdin“, „Der König der Löwen“ und „Die Eiskönigin 2“ an den weltweiten Kinokassen jeweils zwischen 1 und 1,5 Milliarden US-Dollar ein. Es gibt für Disney also keinen Grund, sich dieses Geschäft selbst kaputt zu machen – zumal in vielen Kinderzimmern aktuelle Disney-Filme oft in Dauerschleife laufen, unabhängig von einem vorherigen Kinobesuch. Und auch der Vorlauf der Kauf- und Mietvideos dürfte bleiben – schließlich abonniert nicht jeder Disney+.

Qualität

Viele Heimkino-Fans werden auch weiter lieber zur Scheibe greifen, da Blu-ray Disc und Ultra HD Blu-ray im Video- wie Audiobereich Datenraten bieten, die bei Videostreamingangeboten undenkbar sind.

Dennoch ist es beeindruckend, was die großen SVoD-Dienste bei entsprechender Internet-Anbindung liefern: Ultra-HD-Auflösung ist heute ebenso selbstverständlich wie ein erhöhter Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR). Das Maximum bietet Apple TV+ – mit sehr hohen Datenraten, dynamischem HDR-Bild in Dolby Vision und 3D-Sound in Dolby Atmos beim englischen und deutschen Ton. Umso bedauerlicher ist da, wie mager die bei Apple TV+ abrufbaren Inhalte sind (siehe Tabelle auf S. 97)

Bei Dolby Vision und englischem Dolby-Atmos-Ton hält Disney+ zwar mit, bietet Dolby Atmos aber nur beim engli-

Netflix hat jüngst Top-10-Listen für jedes Land eingeführt. Bislang hatte der Dienst personalisierte Empfehlungen als optimalen Wegweiser durch seinen Katalog propagiert.

schen Originalton. So sieht es auch aktuell auch bei Netflix aus, auch wenn der Dienst bei zwei, drei Produktionen mal deutschen 3D-Ton geboten hat.

RTL und Joyn Plus+ bilden die Schlusslichter: Hier bekommt man nur HD-Auflösung, ausschließlich deutsche Synchronfassungen in Stereo und keine Untertitel – wobei Joyn Plus+ zumindest Besserung gelobt und 5.1-Ton sowie Originalfassungen angekündigt hat.

Preise

Disney+ startet mit einer recht aggressiven Preispolitik in den deutschen Markt: Bis zum 23. März zahlte man für das erste Jahr nur 59,99 Euro, also rund 5 Euro pro Monat. Telekom-Kunden bekommen Disney+ sogar sechs Monate gratis, danach zahlen sie auch nur 5 Euro pro Monat. Regulär sind 6,99 Euro im Monat oder 69,99 Euro im Jahr fällig.

Preiswerter ist von den internationalen Diensten nur Apple TV+, den es für 4,99 Euro monatlich gibt – und beim Kauf von iPhone, iPad oder Mac sogar das erste Jahr kostenlos. Ebenfalls 4,99 Euro pro Monat kostet TV Now Premium, während Joyn Plus+ wie Disney mit 6,99 Euro pro Monat zu Buche schlägt.

Der offizielle Preis von Amazon Prime Video beträgt 7,99 Euro pro Monat. Die meisten Kunden dürften aber eine Prime-Mitgliedschaft für 69 Euro beim Versandhändler Amazon abgeschlossen haben, bei dem der Videodienst neben anderen Leistungen enthalten ist.

Netflix ist der einzige Flatrate-Videostreamingdienst mit mehreren Tarifen: Das Basis-Abo für 7,99 Euro pro Monat umfasst dabei nur einen SD-Datenstrom. Will man ein 4K-Bild und 3D-Ton, schnellt der Preis auf monatlich 15,99 Euro hoch. Dafür kann man dann auch bis zu vier Streams abrufen. Dazwischen liegt mit 11,99 Euro pro Monat der Standardtarif mit zwei HD-Datenströmen, ohne HDR und 3D-Ton.

Bei Abschluss eines Monatsabos gilt bei allen Diensten, dass man dieses auch monatlich wieder kündigen kann. Insofern dürfte mancher Nutzer überlegen, monatsweise zwischen den Diensten zu springen, um die dort jeweils angesagten Filme und Serien zu schauen.

Um diesem Verhalten entgegenzuwirken, veröffentlicht Disney+ nicht alle Folgen seiner eigenproduzierten Serien auf einmal, sondern im Wochentakt. Dies gilt hierzulande auch für „The Mandalorian“, obwohl die Serie in den USA bereits komplett abrufbar ist. Diese Salami-Taktik kennt man von Apple TV+, wobei der Dienst sie aber nicht konsequent verfolgt.

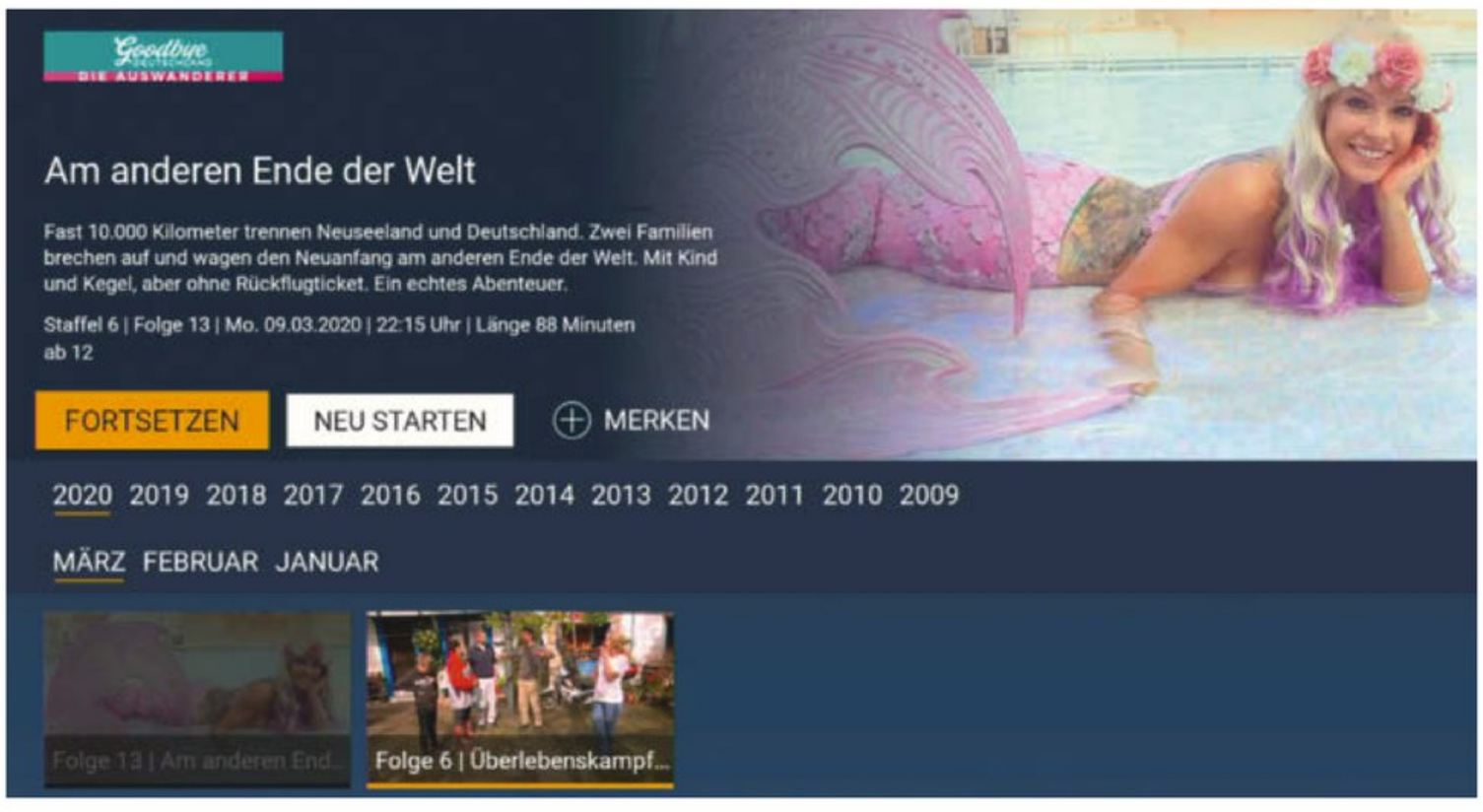
Alle anderen Dienste veröffentlichen ihre Originals im Allgemeinen auf einen Schlag und geben Nutzern so die Möglichkeit, diese im selbstgewählten Tempo zu schauen. Einige fremd- oder coproduzierte Serien wie „Star Trek: Picard“, „Star Trek: Discovery“ oder (trotz Bezeichnung als Original) „Better Call Saul“ sind aber auch bei Amazon und Netflix nur in Happen erhältlich – und teilweise nur in HD.

Fazit

Möchte man auf Disney-Inhalte nicht verzichten, kommt man an Disney+ nicht vorbei – und wird vom Archiv, den Originals und dem gesicherten Zugriff auf neuere Filme nicht enttäuscht. Auch die Bild- und Tonqualität weiß dabei zu gefallen. Wer jedoch nicht nur jugendfreie Inhalte schauen möchte, ist spätestens ernüchtert, wenn der Dienst eine neue Folge von „High School Musical: Das Musical: Die Serie“ als Highlight der Woche feiert.

Den Gegenpol bildet Amazon Prime Video. Die aktuellen Originals und Exklusivtitel sind für Kinder und Jugendliche ungeeignet. Allerdings ist der Prime-Katalog insgesamt und vor allem im Anime-Bereich so umfangreich, dass noch genug Inhalte für die jüngeren Zuschauer bereitstehen.

Der echte Vollsortimenter ist und bleibt allerdings Netflix: Der Dienst deckt schon mit Eigenproduktionen und exklusiven Inhalten praktisch jedes Genre für alle möglichen Altersstufen ab. Allerdings sollte man schon wegen des HD-Bildes



TV Now Premium ist in erster Linie eine Mediathek der RTL-Sender. Fans können hier oft alle Folgen ihrer Lieblingssendungen abrufen – wobei die Bedienung allerdings teilweise etwas umständlich gestaltet ist.

den Standardtarif wählen, Heimkino-Fans kommen sogar kaum um die Premium-Variante herum.

Apple TV+ glänzt mit guten Originalen, doch aktuell lohnt sich dafür ein durchgehendes Abo kaum, weil zu wenig neue Inhalte kommen. Hier sollte man tatsächlich höchstens ab und an einmal vorbeischauen.

Joyn Plus+ ist trotz ordentlichen Katalogs derzeit zu teuer: Für 6,99 Euro pro Monat müssten Mehrkanalton, die Originaltonspur und Untertitel enthalten sein. Auch für Cord-Cutter ist das Angebot mit nur einem Stream zurzeit wenig geeignet. Dies gilt auch für TV Now Premium. Zwar ist der Dienst preiswerter, hat dafür aber auch eine wesentlich schlechtere Filmauswahl. Letztlich sind beide Dienste damit derzeit vor allem für Fans der Sendergruppen interessant. *(nij@ct.de)* c't

Flatrate-Videostreamingdienste

Betreiber	Amazon	Apple	Disney	Netflix	ProSiebenSat.1	RTL
Name	Prime Video	Apple TV+	Disney+	Netflix	Joyn Plus+	TV Now Premium
Website	www.primevideo.com	http://tv.apple.com	www.disneyplus.com	www.netflix.de	www.joyn.de	www.tvnow.de
Deutschlandstart	26.2.2014	1.11.2019	23.3.2020	16.9.2014	26.11.2019	1.3.2016
Programmangebot						
Filme / Serien / Dokus / Shows	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Umfang circa[1]	1660 Serien / 4680 Filme	15 Serien / 2 Filme	350 Serien / 500 Filme	1430 Serien / 2770 Filme	766 Serien / 1780 Filme	1050 Serien / 1250 Filme
Live-TV-Streaming (inkl. Sport) / Pre-TV	– / entfällt	– / entfällt	– / entfällt	– / entfällt	✓ (64 Sender) / ✓	✓ (14 Sender) / ✓
„FSK“ bis 12 J. / 16 J. / ab 18 J.	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – (kein Titel vorhanden)	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – (kein Titel vorhanden)
Eigenproduktionen / Drittanbieter	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Veröffentlichungstrategie eigene Serien	auf einen Schlag	wöchentlich und auf einen Schlag	wöchentlich und auf einen Schlag	meist auf einen Schlag, selten wöchentlich	auf einen Schlag	auf einen Schlag
Abspielgeräte						
Smart TVs / Medienplayer	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Webbrowser / Android / iOS	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ (nicht unter Linux) / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Airplay / Chromecast	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Downloads / Staffeln am Stück	✓ (Mobilgeräte-App, Win-10-PC) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App und Web) / –	✓ (Mobilgeräte-App) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App, Win-10-PC) / –	– / entfällt	– / entfällt
Technische Daten						
Profile / gleichzeitige Streams	1 / 2 (nicht der gleiche Titel)	5 / 6 (im Studenten-Abo 1)	7 (auf max. 10 Geräten) / 4	5 / je nach Abo 1, 2 oder 4	1 / 1	1 (auf max. 5 Geräten) / 1
Kindersicherung	✓ (für kompletten Account)	✓ (für kompletten Account)	✓ (eigene Profile)	✓ (eigene Profile)	✓ (für kompletten Account)	✓ (für kompletten Account)
beste Auflösung	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	HD	HD
HDR10 / HDR10+ / Dolby Vision	✓ (Standard) / – / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / – / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / – / ✓ (häufig)	✓ (Standard) / – / ✓ (häufig)	– / – / –	– / – / –
Deutscher Ton: 5.1 / Dolby Atmos	✓ (Standard) / –	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / –	✓ (Standard) / ✓ (äußerst selten)	– / – (nur Stereo)	– / – (nur Stereo)
Originalton: 5.1 / Dolby Atmos	✓ (Standard) / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)	✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)	– / – (nicht verfügbar)	– / – (nicht verfügbar)
Untertitel deutsch / englisch	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	✓ / ✓	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	– / –	– / –
Streamingrate (gemessen)	14,5–15 MBit/s (UHD)	25 35 MBit/s (UHD)	16–28 MBit/s (UHD)	16,5 MBit/s (UHD)	6,7–7,5 MBit/s (HD)	7,8–8,3 MBit/s (HD)
Bedienung / Empfehlungen VoD						
Werbung vor Start / Werbeunterbrechungen	✓ (Eigenwerbung, überspringbar) / –	– / –	– / –	– / –	– / –	✓ (nicht überspringbar) / –
Skip vor / zurück / Fortsetzen	✓ (10 Sek.) / ✓ (10 Sek.) / ✓	✓ (15 Sek.) / ✓ (15 Sek.) / ✓	✓ (10 Sek.) / ✓ (10 Sek.) / ✓	✓ (10 Sek.) / ✓ (10 Sek.) / ✓	✓ (10 Sek.) / ✓ (10 Sek.) / ✓	✓ (10 Sek.) / ✓ (10 Sek.) / ✓
Intro überspringen / Autostart nächste Episode	✓ (nicht bei allen Titeln) / ✓	– / ✓ (nicht auf allen Playern)	✓ / ✓ (abschaltbar bei Kinders.)	✓ / ✓ (abschaltbar)	– / ✓	– / ✓
personalisierte Empfehl. / Trending	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓ (inkl. Top 10 je Land)	✓ / ✓	✓ / –
Hintergrundinfos	✓ („X-Ray“-Funktion)	–	–	–	–	–
Sonstiges						
weitere Dienste des Betreibers	Amazon Video (Miete und Kauf)	iTunes (Miete und Kauf)	Hulu (aktuell nur USA)	–	Maxdome (wird eingestellt)	–
Bezahlung						
Probezeitraum	30 Tage	7 Tage	30 Tage	30 Tage	30 Tage	30 Tage
Bezahlmöglichkeiten	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte	Kreditkarte, PayPal, Gutscheinkarte, Handyrechnung	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift
Kündigungfrist	30 Tage bei Monatsvertrag	30 Tage	30 Tage bei Monatsvertrag	30 Tage	30 Tage	30 Tage
Preise	7,99 € pro Monat / 69 € im Jahr (Amazon-Prime-Mitgliedschaft)	4,99 € pro Monat / kostenlos für 1 Jahr (bei Neuerwerb bestimmter Apple-Geräte)	6,99 € pro Monat / 69,99 € pro Jahr / 6 Monate kostenlos, danach 5 € pro Monat (Telekom-Kunden)	7,99 € pro Monat (1 SD-Stream), 11,99 € pro Monat (2 HD-Streams), 15,99 € pro Monat (4 UHD-Streams)	6,99 € pro Monat	4,99 € pro Monat

[1] Angaben von Disney+ von Disney, sonst von werstreamt.es ✓ vorhanden – nicht vorhanden

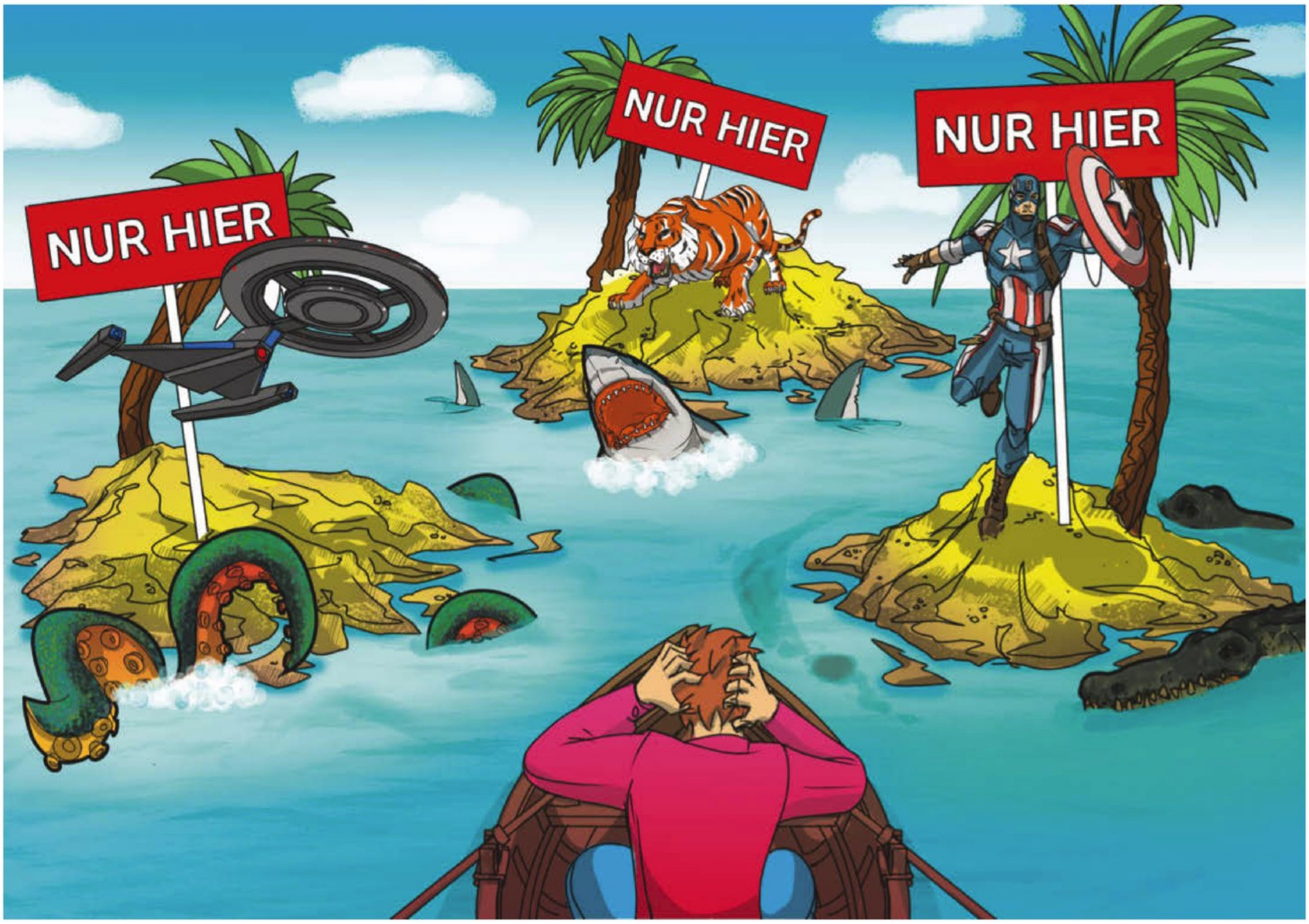


Bild: Thorsten Hübner

Schwierige Passage zum visuellen Genuss

Welcher Player sich für welchen Flatrate-Videostreamingdienst eignet

Wenn Besitzer eines Smart-TVs bislang Amazon Prime Video oder Netflix nutzen wollten, reichten meist die eingebauten Apps. Doch mit der steigenden Zahl von Videostreamingdiensten sinken die Chancen für eine passende App – und dann kommen doch externe Zuspieler infrage.

Von Nico Jurran

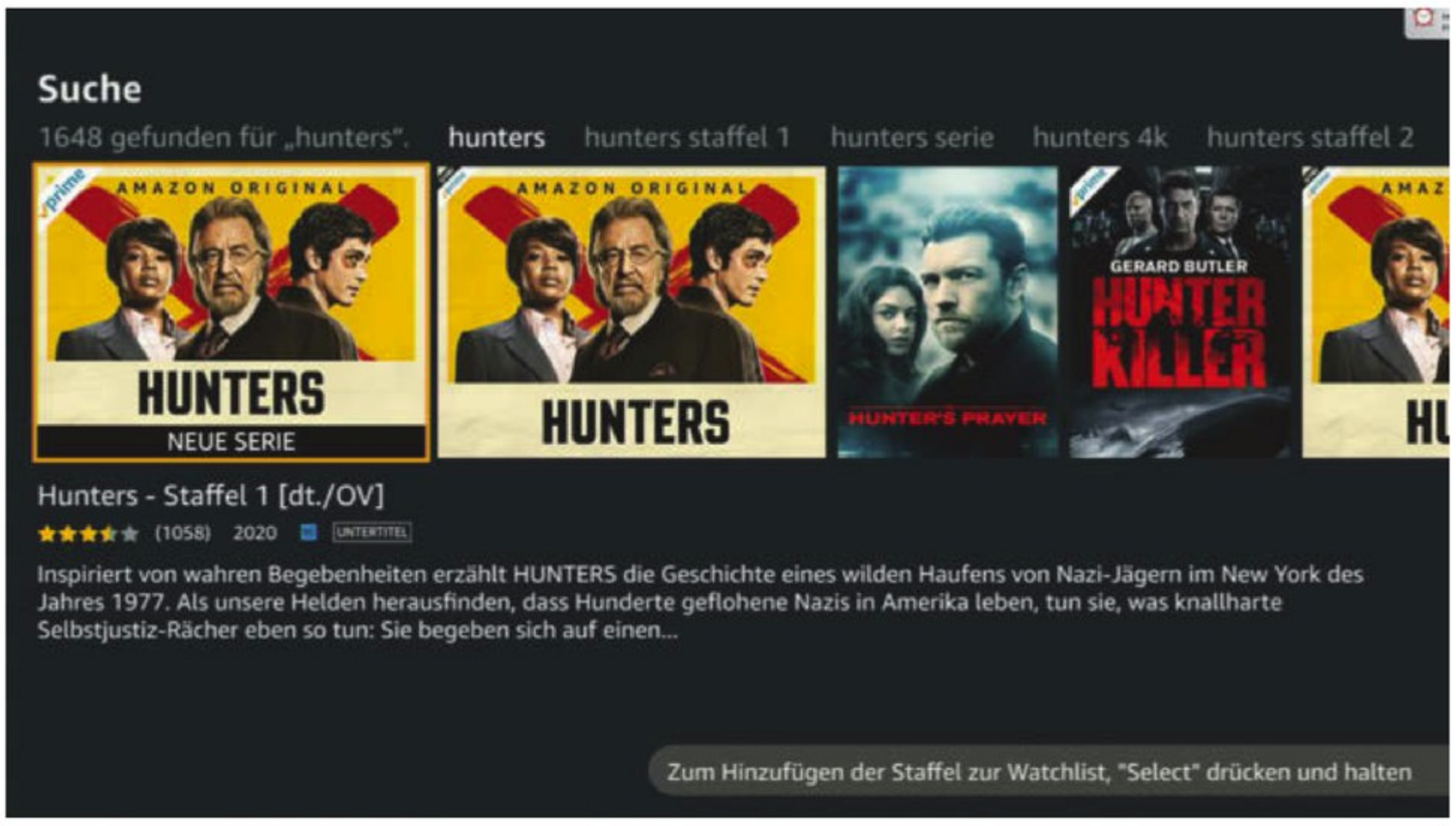
An aktuellen Fernsehern sind Amazon Prime Video und Netflix meist direkt über sogenannte TV-Apps verfügbar, bei vielen TV-Modellen finden sich auf der Fernbedienung sogar Direktwahltasten für einen oder beide Dienste. Externe Mediaplayer kamen hier bislang für Spezialitäten zum Einsatz, etwa wenn der Fernseher über HDMI keinen 3D-Sound an einen Audio/Video-Receiver weiterleiten konnte (dazu später mehr).

Anders sieht es bei den Flatrate-Konkurrenzdiensten Apple TV+ und Disney+ aus: Keiner der beiden ist auf allen Fernsehern direkt nutzbar, ebenso wenig Joyn Plus+ oder TV Now Premium. Welche TV-Apps für welche Fernseher bereits verfügbar oder zumindest angekündigt sind, haben wir im Kasten „TV-Direktempfang“ zusammengefasst.

Doch selbst wenn ein Hersteller einen der neueren Dienste unterstützt, gilt dies

oft nur für aktuelle TV-Modelle. Recht hoffnungslos ist die Situation, wenn auf dem heimischen Gerät ein heute nicht mehr genutztes Betriebssystem wie Net-Cast OS (LG) oder Orsay (Samsung) läuft.

Einen passenden Zuspieler hat man da zu Preisen ab 60 Euro schneller gekauft als einen neuen Fernseher. Wir haben für diesen Artikel sieben aktuelle Medienplayer getestet.



Amazon Video legt viele seiner Originals separat in verschiedenen Fassungen ab, beispielsweise in HD und 4K beziehungsweise mit Originalton und Synchronfassung.

Ultra High Definition

Eine Grundbedingung für alle Kandidaten war, dass sie ultrahochaufgelöste Videobilder (Ultra HD, kurz UHD oder landläufig 4K) wiedergeben können. Schließlich liefern alle großen Videostreamingdienste Inhalte in dieser Auflösung aus; lediglich bei den deutschen Angeboten Joyn Plus+ und TV Now Premium ist HD das Höchste der Gefühle.

Alle Medienplayer mussten zudem Videos mit erweitertem Farbraum und erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range) im HDR10-Format abspielen können. Das liefern Amazon, Apple, Disney und Netflix und lässt sich auf allen aktuellen 4K-Fernsehern wiedergeben. Tatsächlich ist der Unterschied zwischen einem HDR-Bild und einem mit Standard-Kontrastumfang (SDR) oft leichter zu erkennen als der zwischen HD und UHD. Selbst wer noch keinen modernen 4K-TV besitzt, sollte nicht mehr zu einem HD-Zuspieler ohne HDR greifen. Diese Modelle sind oft schon Jahre auf dem Markt und in jeder Hinsicht veraltet.

Der Sky Q blieb deshalb außen vor: Die Mischung aus TV-Receiver und Medienplayer gibt zwar 4K-Videos wieder, kommt über SDR aber nicht hinaus. Am Ende blieben so Fire TV Stick 4K und Fire TV Cube, Apple TV 4K, Nvidias neues Shield TV (Pro) und die Spielkonsolen PS4 Pro und Xbox One in der S- und X-Ausführung übrig.

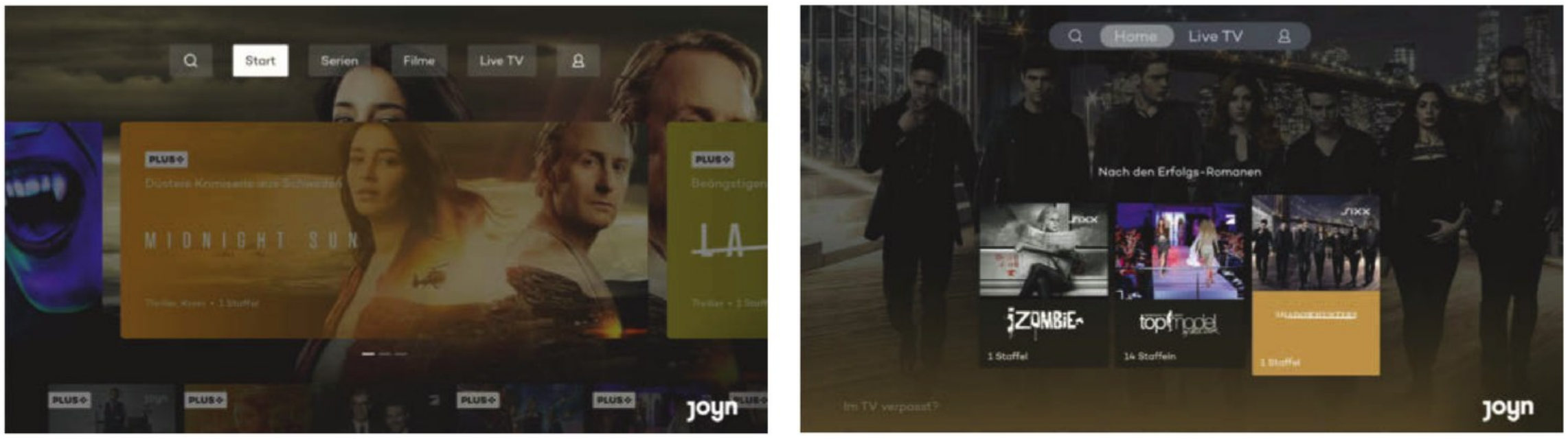
Dolby Atmos

Moderne TVs nehmen dank sogenanntem Audiorückkanal (Audio Return Channel, ARC) an mindestens einem ihrer HDMI-Eingänge nicht nur Audiodaten entgegen, sondern geben auch Digitalton aus. Somit lassen sich Modelle mit TV-Apps als Ton-Zuspieler für die AV-Receiver nutzen. Das funktioniert auch gut, solange man sich bei Netflix & Co. mit 5.1-Ton begnügt.

Soll es jedoch Dolby-Atmos-Ton sein, bei dem zusätzlich aus Deckenlautsprechern Geräusche kommen, wird es kniffflig. Das liegt daran, dass der ARC technisch nur einem in HDMI integrierten SPDIF-Ausgang entspricht – und somit wie dieser eigentlich nicht für die Ausgabe von 3D-Ton vorgesehen ist. Dass die Bandbreite für die Ausgabe an sich ausreicht, beweist LG aber seit Jahren – indem der Hersteller jenseits der Spezifikation von seinen 4K-TVs erfolgreich Atmos-Informationen per ARC zu AV-Receivern schickt.

Samsung folgte 2019 diesem Beispiel, die meisten in Fernsehern eingebauten HDMI-Transmitter-Chips beherrschen diesen Trick jedoch bis heute nicht. In der Folge bekommt man den Atmos-Ton nur, wenn man statt der TV-App im Fernseher einen externen Zuspieler einsetzt und dessen Ton direkt zur AV-Anlage leitet.

Die Situation entspannt sich langsam: Die aktuelle HDMI-Spezifikation 2.1 sieht mit dem „erweiterten Audiorückkanal" eARC (enhanced Audio Return Channel) eine für alle TV- und Receiver-Hersteller verbindliche Lösung vor, die auch immer mehr nutzen. eARC übermittelt Audiodaten in allen wichtigen Formaten, darunter Dolby Atmos. Voraussetzung für die



Einige Videostreamingdienste haben auf verschiedenen Playern unterschiedliche Oberflächen – mit teilweise weniger Bedienelementen (hier Joyn Plus+ auf Fire TV und auf Apple TV 4K).

Amazon Fire TV Cube und Fire TV Stick 4K

Amazon bietet zwei passende UHD-fähige Player an: den Fire TV Stick 4K und den Fire TV Cube. Ein großer Unterschied liegt bei der Sprachsteuerung: Beim Stick muss man auf einen dedizierten Knopf der Fernbedienung drücken und in diese hineinsprechen, der Würfel hat wie Amazons Echo-Lautsprecher Fernfeldmikrofone, über die Alexa durchgehend auf Befehle horcht.

Die Multimedia-Fähigkeiten der Fire TVs sind gut: Beide geben Videos bis zur 4K-Auflösung mit bis zu 60 Bildern pro Sekunde wieder – an passenden TVs mit erhöhtem Kontrastumfang sowohl im statischen HDR10 als auch in den dynamischen Varianten Dolby Vision und HDR10+.

Auch Dolby Atmos unterstützen beide generell, allerdings beherrscht nur der Cube die 3D-Sound-Ausgabe aber auch bei Netflix. Beim Stick ist bei 5.1-Ton bislang Schluss – ein lange angekündigtes Update, das diese Begrenzung aufhebt, lässt weiter auf sich warten.

Die Fire TVs sind die einzigen Medienplayer im gesamten Feld, auf denen man alles gucken konnte – einschließlich Apple TV+, wobei Stick und Cube zwar ein Dolby-Vision-Bild liefern können, aber keinen Dolby-Atmos-Ton. Stattdessen gibt es bislang bestenfalls 5.1-Sound.

- breiteste Diensteunterstützung
- Wiedergabe aller aktuellen Formate
- Stick liefert Netflix-Ton nur in 5.1

Apple TV 4K

Apple liefert zu seinem Dienst gleich einen passenden Player. Umso erstaunlicher ist es, wie schlecht Apple TV+ in die Oberfläche integriert ist: In der Apple-TV-App vermischen sich die Inhalte des Dienstes munter mit denen von iTunes. Auf den Fire TVs präsentiert sich Apple TV+ kurioserweise wesentlich übersichtlicher.

Aus der Reihe tanzt das Apple TV 4K bei der Tonausgabe: Der kommt als PCM-Streams aus der Box, obwohl die Dienste bei der Übertragung Dolby Digital (Plus) als Codec verwenden. Diesen Sonderweg schlägt der Player auch bei Dolby Atmos ein, wo er den PCM-Datenstrom mit Metainformationen für die Höhenkanäle versieht. Dieses „Dolby Metadata-enhanced Audio Transmission“ (Dolby MAT) genannte Verfahren wird von allen Atmos-fähigen AV-Receivern unterstützt.

Schlechter ist die Tonqualität durch diesen Sonderweg nicht. Apple verlagert nur die Dekodierung der Audiospuren von den AV-Receivern auf den Player. Allerdings kommt es vor, dass dadurch nicht alle Funktionen am Surround-Verstärker nutzbar sind.

Dolby Vision war bei Apple TV+, Disney+ und Netflix kein Problem, klappte bei Amazon Prime Video jedoch wie schon beim letzten Test nicht. Auch diesmal erhielten wir nur ein HDR10-Bild. Für TV Now Premium stellt RTL bislang keine passende App bereit.

- Bild und Ton meist optimal
- kein Dolby Vision bei Amazon Video
- Bedienung gewöhnungsbedürftig

Google Chromecast Ultra

Eine Sonderstellung nimmt Googles Chromecast Ultra ein: Der HDMI-Puck kommt ohne Bedienoberfläche oder Fernbedienung, sondern nimmt nur Streaming-Inhalte von Smartphones oder Tablets entgehen. Folglich muss die App des Videostreamingdienstes die passende Chromecast-Funktion bereitstellen. Diese verweigert Google-Konkurrent Apple bislang jedoch.

Bei Amazon Prime Video gab es hingegen seit dem letzten Test in [1] eine positive Entwicklung: Google und Amazon haben ihre Differenzen beigelegt, sodass der Dienst nun auch über Chromecast zum TV streamt – sogar mit Dolby Vision und Dolby Atmos. Bei Netflix bekamen wir über den Player hingegen weiterhin zwar Dolby Vision, aber nur 5.1-Ton.

Laut Disney gehören Chromecast-Geräte zu den auch von Disney+ unterstützten Playern. Unsere Versuche mit dem Chromecast Ultra endeten jedoch stets mit der Fehlermeldung, das Video sei nicht gefunden worden. Wir sind mit dem Problem nicht alleine, in Foren beschweren sich eine Reihe von Nutzern über diese Fehlermeldung. Andere hören zwar noch den Ton, sehen aber kein Bild.

Positiv fällt die im mitgelieferten Netzteil eingebaute Ethernet-Schnittstelle auf, die dem Nutzer einen externen Adapter wie beim Fire TV Stick 4K erspart.

- diensteseitig breite Unterstützung
- DV und 3D-Ton bei Amazon Video
- kein Dolby-Atmos-Ton bei Netflix

Microsoft Xbox One S/X

Obwohl vorrangig eine Spielkonsole, lässt sich die Xbox One auch als Mediaplayer einsetzen – in den Versionen S und X auch mit UHD-Videoausgabe. Hinzugekommen ist seit dem letzten Test eine „All-Digital“-Edition der Xbox One S ohne Disc-Laufwerk. Die Auswahl an Diensten schließt die großen Drei Amazon Video, Disney und Netflix ein; die deutschen Anbieter bleiben bislang aber ebenso außen vor wie Apple TV+.

Die Xbox One S/X kann Dolby Vision ausgeben, aber nur im sogenannten „Low Latency“-Modus, bei dem die Verarbeitung der Bildsignale auf dem Player stattfindet und nicht wie üblich im Fernseher. Aktuellen Dolby-Vision-tauglichen TVs ist dies egal, die ersten Dolby-Vision-tauglichen LG-Fernseher aus dem Jahre 2016 kommen damit aber nicht klar. Sie zeigen nur ein HDR10-Bild. Konkret verfügbar ist Dolby Vision bei Netflix, bei Amazon Prime Video liefert die Xbox One nur HDR10.

Wie das Apple TV 4K gibt die Xbox One Dolby Atmos im Dolby-MAT-Format aus, die Konsole läuft im Unterschied zur Box aber permanent in diesem Modus. Das macht es schwierig zu erkennen, wann tatsächlich ein Atmos-Datenstrom anliegt und wann nicht. Tatsächlich ist dies bei den entsprechend gekennzeichneten Netflix-Titeln der Fall, während es bei Amazon Prime Video nur 5.1-Ton gibt.

- DV und 3D-Sound bei Netflix
- Amazon Video ohne DV und 3D-Ton
- Dolby Atmos dauerhaft aktiviert

Nvidia Shield TV (Pro) 2019

Das neue Shield TV gibt es als Standardvariante in neuer Röhrenform und in einer Pro-Fassung als Box. Beide 2019er-Modelle haben einen neuen Videoprozessor, sodass sie nun bei Videostreamingdiensten auch Dolby-Vision-Bilder ausgeben. Zudem unterstützen sie im Unterschied zum Vorgängermodell Dolby Atmos bei Netflix [1].

Unverständlicherweise lässt sich die Bildwiederholrate weiterhin nur fest einstellen. Das führt an TVs, deren Elektronik die Differenz zwischen festgelegter und tatsächlicher Rate eines Videos nicht ausgleichen, bei Schwenks zu unschönen Rucklern. Nvidia will per Firmware-Update eine solche Automatik nachliefern.

Nvidia hat die kombinierte Bluetooth-/Infrarot-Fernbedienung überarbeitet und mit einem Netflix-Knopf und beleuchteten Tasten ausgestattet. Unverändert kommt Android TV als Betriebssystem zum Einsatz, das nun Googles Sprachassistentin mitbringt. Die nimmt Befehle über die Fernbedienung entgegen, aber nur nach Druck auf eine dedizierte Taste.

Googles Android TV sorgt dafür, dass das Shield TV eine breite Palette von Diensten abdeckt, ist aber auch der Grund, warum Apple TV+ nicht dabei ist. Laut Nvidia bieten alle Shield-TV-Modelle mit der aktuellen Firmware die Dolby-Atmos-Ausgabe bei Disney+.

- bis auf Apple TV+ alles nutzbar
- DV und 3D-Ton bei Netflix
- keine Frame-Rate-Anpassung

Sony PS4 Pro

Die Playstation 3 hatte Sony auch als Medienplayer beworben, bei der PS4 (Pro) rückte dieses Einsatzgebiet stark in den Hintergrund. Anders als Microsoft bietet Sony keine offizielle Fernbedienung an, sondern setzt auf die – recht umständliche – Bedienung per Controller. Immerhin gibt es Lösungen von Fremdherstellern.

Hinsichtlich der Auswahl an nutzbaren Diensten kann die PS4 Pro noch mit der Xbox One mithalten. Wie dort stehen Apps für alle international verfügbaren Dienste außer Apple TV+ bereit, nicht jedoch für die deutschen Angebote Joyn Plus+ und TV Now Premium.

Bei der Formatunterstützung fällt Sonys Konsole jedoch weit hinter die anderen Player im Feld zurück. Bei Netflix gibt es statt Dolby Vision bestenfalls HDR10, bei Amazon Prime Video liefert die Konsole sogar nur ein Bild mit Standard-Dynamikumfang. In US-amerikanischen Foren beschweren sich Nutzer darüber, dass dies auch bei Disney+ der Fall ist.

Auch auf Dolby-Atmos-Ton muss man bei der PS4 Pro bislang komplett verzichten. Schuld sind daran nicht die Dienstebetreiber: Sony hat einfach den nötigen Treiber für das 3D-Sound-Format bislang nicht freigegeben, sodass es Dolby Atmos nur von Discs gibt.

- größte Dienste nutzbar
- nur SDR-Bild bei Amazon Video
- überhaupt kein 3D-Ton

Nutzung ist aber, dass TV und AV-Receiver eARC unterstützen. Bei einem älteren AV-Receiver ist man also eventuell weiter auf externe Zuspieler für 3D-Sound angewiesen.

Sonderfall Disney+

Für den Test konnte uns Disney vor Redaktionsschluss keinen Zugang für Disney+ zur Verfügung stellen. Um den Dienst (auch für den Bericht ab S. 92) dennoch anzuschauen, schlossen wir daher über einen amerikanischen iTunes-Account ein Abonnement beim US-Ableger ab. Die mittlerweile auch in Deutschland verfügbaren Inhalte wurden während unseres Tests dort peu à peu mit deutschem Ton ausgestattet.

Disney+ USA ließ sich auf dem iPhone dank VPN recht problemlos nutzen, auch das Streaming via AirPlay und via Chromecast konnten wir testen. Nicht so glatt lief es mit einem DNS-Redirecting-Dienst, über den wir mit einem Apple TV 4K und einem LG-Fernseher vom Typ C8 den US-Dienst direkt ansteuerten: Das klappte nur einige Tage, dann kam uns Disney auf die Schliche und sperrte den Zugang.

Immerhin konnten wir in diesem Zeitraum Tests mit den genannten Geräten durchführen. Die Angaben zu Disney+ bei den anderen Medienplayern stammen hingegen von den Herstellern der Geräte und US-Nutzern – und stehen daher in der Tabelle am Ende dieses Artikels in Klammern. Sollte sich zum Deutschlandstart von Disney+ noch eine Änderung ergeben haben, reichen wir diese Information nach.

Fazit

Gegenüber dem vorjährigen Test gab es einige positive Entwicklungen hinsichtlich der Formatunterstützung der erhältlichen Mediaplayer – auch bei Geräten, die schon in der letzten Runde dabei waren. Dennoch ist weiterhin von einem Blindkauf abzuraten.

Eindeutig auf dem letzten Platz liegt die PS4 Pro: Sie reicht aus, wenn man primär spielen und die „Großen Drei“ (Amazon Prime Video, Disney+ und Netflix) anschauen möchte, aber keine großen Ansprüche an Bild- und Tonqualität hat. Microsofts Xbox One schlägt sich da besser, auch wenn Microsofts Umgang mit 3D-Sound manchen Heimkino-Fans verzweifeln lässt.

Das Shield TV (Pro) ist in der 2019er-Ausführung eigentlich ein gelungenes Gerät, zumal Nvidia einige Schwächen des Vorgängers behoben hat. Umso unverständlicher ist es, wie der Hersteller die automatische Framerate-Anpassung vergessen konnte. Liefert Nvidia diese wie versprochen nach, spielt das Shield ganz oben mit.

TV-Direktempfang

Wir haben uns bei den Herstellern umgeschaut, auf welchen Fernsehern TV-Apps für die in Deutschland anzutreffenden Flatrate-Videostreamingdienste verfügbar sind.

Weil die Hersteller mehrere TV-Reihen anbieten, kommt es vor, dass es eine TV-App für das eine oder andere Modell nicht gibt – beispielsweise, weil diesen ein zwingend notwendiger Codec fehlt oder sie eine andere Firmware-Version nutzen. Im Zweifel sollte man daher vor dem Kauf des Fernsehers sicherstellen, dass der gewünschte Dienst verfügbar ist. Auf jeden Fall ist es ratsam, für einen störungsfreien Betrieb die aktuelle TV-Firmware und die neueste Version der TV-App einzuspielen.

LG

Bereits seit dem Modelljahr 2018 geben TVs von LG Amazon Video und Netflix aus – sofern beim Dienst vorhanden und vom Modell unterstützt mit Dolby Vision und Dolby Atmos. Wegen des Exklusivdeals zwischen Apple und Samsung ist Apple TV+ erst seit diesem Jahr dabei; dafür lieferte LG die TV-App nachträglich auch für ausgewählte 2019er-Modelle aus. Die passende App für 2018er-TVs soll bis Jahresende folgen.

Disney+ wird ab Start von allen Modellen ab Modelljahr 2016 mit WebOS ab 3.0 unterstützt, ebenfalls inklusive Dolby Vision und Dolby Atmos. Joyn Plus+ und TVNow sucht man auf den Geräten momentan vergeblich.

Panasonic

Wie bei der Konkurrenz sind Amazon Video und Netflix hier schon lange Standard – und ab dem Modelljahr 2020 auch direkt und mit Vorschaubildern in die Bedienoberfläche integriert. Joyn Plus+ wird „sehr wahrscheinlich“ im April oder Mai folgen, zu TV Now Premium macht der Hersteller aktuell noch keine Aussagen.

Hinsichtlich Apple TV+ und Disney+ laufen laut Panasonic Gespräche, wobei letztere weiter gediehen seien. Doch auch bei positivem Ausgang würde eine Disney+-App wohl frühestens zum Jahresende erscheinen – und dann auch voraussichtlich nur für die Geräte des Modelljahres 2020.

Philips, Sharp und Sony

Die drei TV-Hersteller Philips, Sharp (Aquos-Reihe) und Sony (Bravia) eint, dass sie bei ihren Geräten Android TV als Betriebssystem einsetzen. Amazon Video und Netflix sind hier üblicherweise bereits vorinstalliert, TV-Apps für andere Dienste lassen sich aus dem Google Play Store nachinstallieren – wobei man allerdings die installierte Version des Betriebssystems auf dem heimischen TV im Auge behalten muss.

Zu den weiteren unterstützten Diensten zählen TV Now Premium (ab Android TV 5.1), Joyn Plus+ (ab 7.1) und nun auch Disney+ (ab 5.0). Lediglich Apple scheint für das TV-Betriebssystem seines Konkurrenten Google keine App bereitstellen zu wollen, mit der sich Apple TV+ empfangen ließe.

Samsung

Ein echter Coup gelang Samsung 2019, als er seine Modelle als erster Hersteller mit der Apple-TV-App für Apple TV+ und iTunes auslieferte – zumal Samsung das von Apple genutzte HDR-Format Dolby Vision nicht unterstützt und Apple wiederum Samsungs HDR10+ nicht nutzt. Vorher waren bereits Amazon Video und Netflix dabei.

Disney+ soll sich auf Samsung-TVs ab Modelljahr 2016 mit Tizen-OS anschauen lassen, allerdings lassen die Angaben von Disney darauf schließen, dass der Dienst eventuell nur in HD-Auflösung auf den Geräten verfügbar sein wird. Von den deutschen Diensten lässt sich Joyn Plus+ direkt nutzen, TV Now Premium indes bislang nicht.

Für alle, denen es nichts ausmacht, wenn die Bedienung über ein Mobilgerät läuft, ist das Google Chromecast Ultra eine interessante Alternative. Wer Disney+ nutzen will, sollte sich aber unbedingt ein Rückgaberecht zusichern lassen.

Aktuell teilen das Apple TV 4K und der Fire TV Cube die Toppositionen, gefolgt vom Fire TV Stick 4K (wegen der fehlenden Atmos-Unterstützung bei Netflix). Die Fire TVs glänzen damit, so viele Dienste zu unterstützen wie kein anderer Player am Markt – einschließlich TV Now Premium.

Will man Apple TV+ voll nutzen, also mit Dolby Vision und Dolby Atmos, führt aktuell kein Weg am Apple TV 4K vorbei. Eine schlechte Wahl ist der Player aber so oder so nicht. Solange die Unterstützung von Dolby Vision bei Amazon Prime Video so mager bleibt, wie sie aktuell ist, kann man über die mangelnde Unterstützung für das dynamische HDR-Format bei diesem Dienst getrost hinwegsehen.

(nij@ct.de) c't

Literatur

[1] Nico Jurran, Abspielkameraden, Welche Zuspieler mit welchen AV-Formaten zurechtkommen, c't 8/2019, S. 122

UHD-Zuspieler für Flatrate-Videodienste

Hersteller	Amazon	Amazon	Apple	Google	Nvidia	Microsoft	Sony
Modell	Fire TV Stick 4K	Fire TV Cube	Apple TV 4K	Chromecast Ultra	Shield TV (Pro) 2019	Xbox One S / One X	Playstation 4 Pro
Gerätetyp	Mediaplayer	Mediaplayer	Mediaplayer	Mediaplayer	Mediaplayer	Spielkonsole	Spielkonsole
Website	www.amazon.de	www.amazon.de	www.apple.de	http://store.google.com	www.nvidia.de	www.microsoft.com	www.playstation.com
Amazon Video							
beste Auflösung	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD (feste Framerate[2])	Ultra HD	Ultra HD
bestes Bildkontrastformat	Dolby Vision[1]	Dolby Vision[1]	HDR10	Dolby Vision	Dolby Vision	HDR10	SDR
bestes Tonformat	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als Dolby MAT)	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Digital Plus 5.1	Dolby Digital 5.1
Apple TV+							
beste Auflösung	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Bildkontrastformat	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Tonformat	Dolby Digital Plus 5.1	Dolby Digital Plus 5.1	Dolby Atmos (als Dolby MAT)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
Disney+							
beste Auflösung	(Ultra HD)[3]	(Ultra HD)[3]	Ultra HD	– (nur Fehlermeldung)	(Ultra HD (feste Framerate[2]))[3]	(Ultra HD)[3]	(Ultra HD)[3]
bestes Bildkontrastformat	(Dolby Vision)[3]	(Dolby Vision)[3]	Dolby Vision	– (nur Fehlermeldung)	(Dolby Vision)[3]	(HDR10 (DV Fehlermeldung))[3]	(SDR)[3]
bestes Tonformat	(Dolby Atmos)[3]	(Dolby Atmos)[3]	Dolby Atmos (als Dolby MAT)	– (nur Fehlermeldung)	(Dolby Atmos)[3]	(Dolby Digital Plus 5.1)[3]	(Dolby Digital 5.1)[3]
Joyn Plus+							
beste Auflösung	HD	HD	HD	HD	HD (feste Framerate[2])	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Bildkontrastformat	SDR	SDR	SDR	SDR	SDR	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Tonformat	Stereo	Stereo	Stereo	Stereo	Stereo	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
Netflix							
beste Auflösung	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	(Ultra HD (feste Framerate[2]))	Ultra HD	Ultra HD
bestes Bildkontrastformat	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision (nur Low Latency)	HDR10
bestes Tonformat	Dolby Digital Plus 5.1	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als Dolby MAT)	Dolby Digital Plus 5.1	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als Dolby MAT)	Dolby Digital 5.1
TV Now Premium							
beste Auflösung	HD	HD	– (Dienst nicht verfügbar)	HD	HD (feste Framerate[2])	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Bildkontrastformat	SDR	SDR	– (Dienst nicht verfügbar)	SDR	SDR	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
bestes Tonformat	Stereo	Stereo	– (Dienst nicht verfügbar)	Stereo	Stereo	– (Dienst nicht verfügbar)	– (Dienst nicht verfügbar)
Bewertung als Player für							
Amazon Video / Apple TV+	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕ / ⊖⊖	○ / ⊖⊖	⊖ / ⊖⊖
Disney+ / Joyn Plus+	(⊕⊕)[3] / ⊕⊕	(⊕⊕) / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖⊖ / ⊕⊕	(⊕)[3] / ⊕	(○)[3] / ⊖⊖	(⊖)[3] / ⊖⊖
Netflix / TV Now	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊖⊖	○ / ⊖⊖
Preis	59,99 € (Ethernet-Adapter 14,99 €)	119,99 € (inkluive Ethernet-Adapter)	199 / 219 € (32 / 64 GByte)	79 €	159,99 € (Shield TV), 219 € (Shield TV Pro)	179,99 € (One S All-Digital Edition), 249,99 € (One S), 299,99 € (One X)	359 €

[1] Die Player können Hersteller auch HDR10+ auszugeben, was sich mangels passenden Inhalten nicht überprüfen lässt
[2] führte zur Abwertung um eine Notenstufe
[3] Angaben beziehungsweise Note in Klammern: endgültige Aussage mangels Testmöglichkeit bis Redaktionsschluss nicht möglich
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

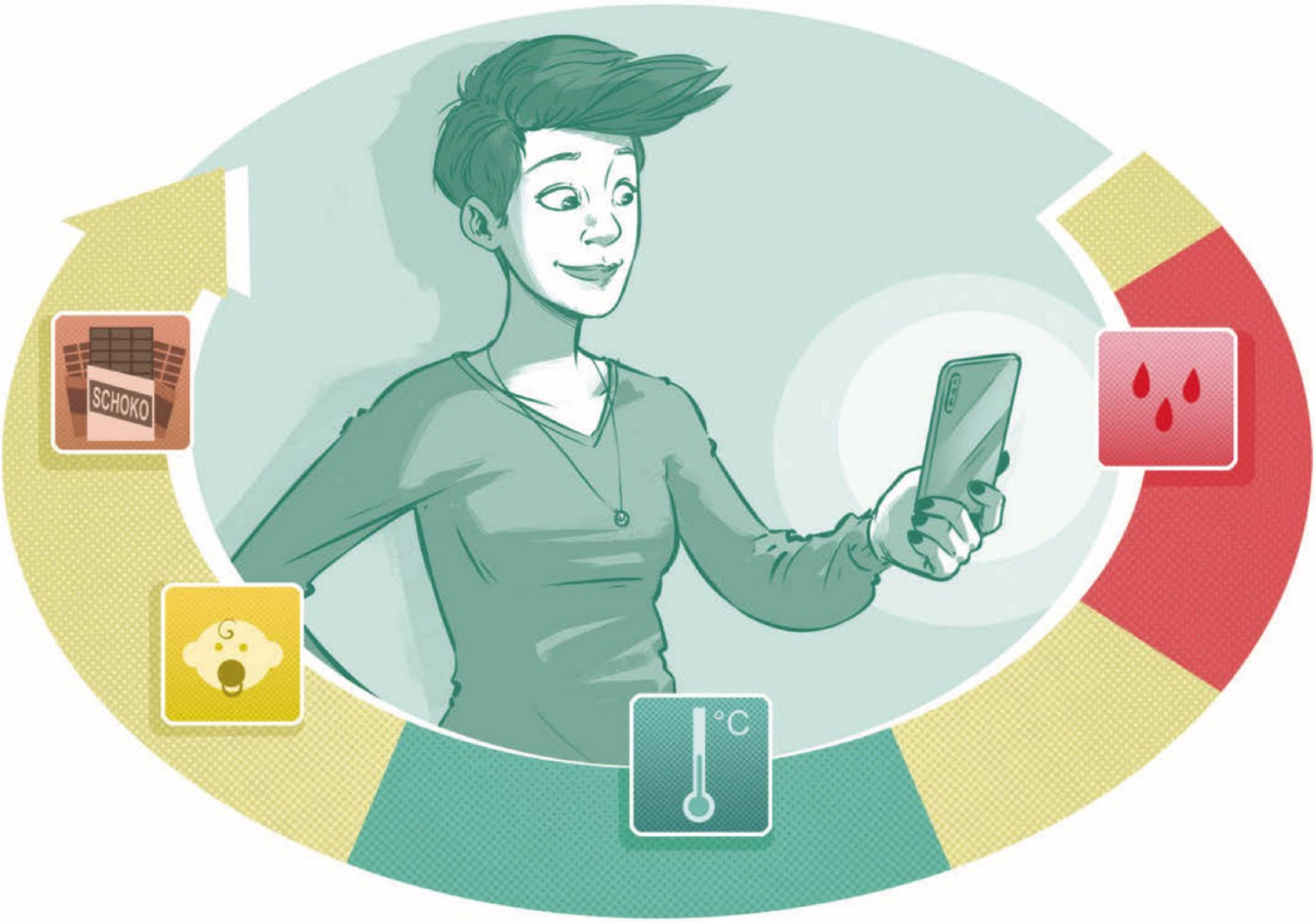


Bild: Albert Hulm

Periode mit System

Sechs Zyklus-Apps zur Familienplanung

Zyklus-Tracker helfen nicht nur Frauen, ihre Periode zu überwachen, sondern auch Paaren bei der Verhütung und Zeugung. Dafür sammeln die Apps intimste Daten, die frau vermutlich nicht mal ihrer besten Freundin verraten würde. Manche Apps geben die Informationen unkontrollierbar weiter.

Von Kim Sartorius

Sie sind meist rosa, haben niedliche Tiere als Icons und wissen, wann Sie das letzte Mal ungeschützten Sex hatten: Zyklus-Apps bieten die Möglichkeit, Informationen rund um Periode, Familienplanung und Verhütung in einem extra dafür geschaffenen Rahmen zu notieren und zu speichern. Laut Forschern der Columbia University belegen sie bei US-amerikanischen Teenagern mittlerweile den zweiten Platz der beliebtesten Gesundheits-Apps. Männern könnten die Apps dabei helfen, ihre Partnerinnen und Töchter besser zu verstehen und Notfall-Chips und Schokolade zum richtigen Zeitpunkt bereitzustellen. Aber die Apps sorgen nicht nur für mehr Harmonie in der Beziehung. Entdeckt jemand ein Herz im Kalender seiner Angebeteten, eingetragen an einem Tag, an dem er abwesend war, könnte Grund zur Sorge bestehen: In vielen Apps steht dieses nämlich für Geschlechtsverkehr.

Wenn man im App-Store nach Perioden-Apps sucht, kann man sich vor Angeboten kaum retten. Wir haben daher eine Vorauswahl getroffen, die mit besonderen Funktionen und Extras aufwartet. Ovy erlaubt es beispielsweise, Aufzeichnungen mit dem Partner zu teilen oder die Basaltemperatur per Bluetooth-Thermometer ans Handy zu schicken. Lady Cycle

soll die fruchtbaren Tage besonders genau bestimmen und myNFP den Zyklus am besten auswerten. drip kommt als Open-Source-App ohne Werbetracker aus und speichert alle Daten lokal. Flo stellt unter anderem Blogs und Kurse rund ums Thema Zyklus bereit. WomanLog machte uns mit einem Schwangerschaftstest in ihrer Pro-Variante neugierig.

Sex, Alkohol und Depressionen

Viele Zyklus-Apps wissen über Dinge Bescheid, die Frauen sonst, wenn überhaupt, nur sehr vertrauten Menschen erzählen. Neben Informationen zum Sexleben (Wie häufig? Geschützt oder ungeschützt? Orgasmus?) fragen sie auch Angaben zum Gewicht und Alkoholkonsum ab, oder ob man an Depressionen leidet. Letzteres ist besonders für Frauen relevant, die mit dem Prämenstruellen Syndrom (PMS) zu kämpfen haben. Dieses geht mit psychischen und körperlichen Beschwerden vor und während der Periode einher. Viele Frauen nutzen die Apps zudem als Kalenderersatz, um ihre Periode einzutragen.

In der Vergangenheit waren einige der niedlich aussehenden Anwendungen jedoch negativ aufgefallen, weil sie – ohne die Nutzerin darüber zu informieren – Daten an soziale Netzwerke und Werbeplattformen sendeten. Gerade schwangere Frauen oder solche mit Kinderwunsch bilden eine beliebte Zielgruppe für Werbetreibende, weil sie sich meistens noch nicht auf bestimmte Marken bei Baby-Artikeln festgelegt haben und Hersteller die Chance nutzen, für ihre Produkte zu werben.

Da die Apps persönliche Daten zur Gesundheit und zum Sexualleben sammeln, die besonders schützenswert sind, haben wir die Datenschutzerklärungen geprüft. Hier müssen Hersteller angeben, welche Daten sie erheben, wie sie diese speichern und eventuell mit anderen Firmen teilen. Um zu sehen, welche Werbetracker und Analysewerkzeuge in den Apps zum Einsatz kommen, werteten wir den Datenverkehr mit der Analyse-App HttpCanary aus. Nicht zuletzt sollten sich die Apps mit einem Passwort schützen lassen, damit sie kein Unbefugter auf dem Handy ausspionieren kann.

Frauen sind unberechenbar

Darüber hinaus haben wir geprüft, mit welcher Methode die Apps den Zyklus auswerten und welche Informationen in die Prognose einfließen. Bei den Angeboten, die über eine Vorhersage hinausgehen, schauten wir, inwiefern diese für Frauen oder Männer nützlich sind.

Weil Frauen an nur etwa vier Tagen im Zyklus überhaupt die Chance haben, schwanger zu werden, wollen viele Paare mit Kinderwunsch diesen Zeitraum möglichst genau ermitteln oder ihn zur Verhütung ausklammern. Das Problem: Die Berechnung der fruchtbaren Tage durch reine Statistik à la „Der Zyklus beträgt 28 Tage und in der Mitte springt das Ei“ trifft bei vielen Frauen nicht zu. Forscher der Universitätskliniken Leipzig und Dresden untersuchten im Rahmen einer Studie die Ovulation und Variabilität des weiblichen Zyklus und kamen zu dem Ergebnis, dass bei 70 Prozent der Teilnehmerinnen der Eisprung und damit der fruchtbarste Tag im Monat nicht am 14. Zyklustag stattfand. Stress und Gewichtsschwankungen sind nur zwei von vielen Faktoren, die den Eisprung, das Einsetzen der Periode und den gesamten Zyklus verschieben können.

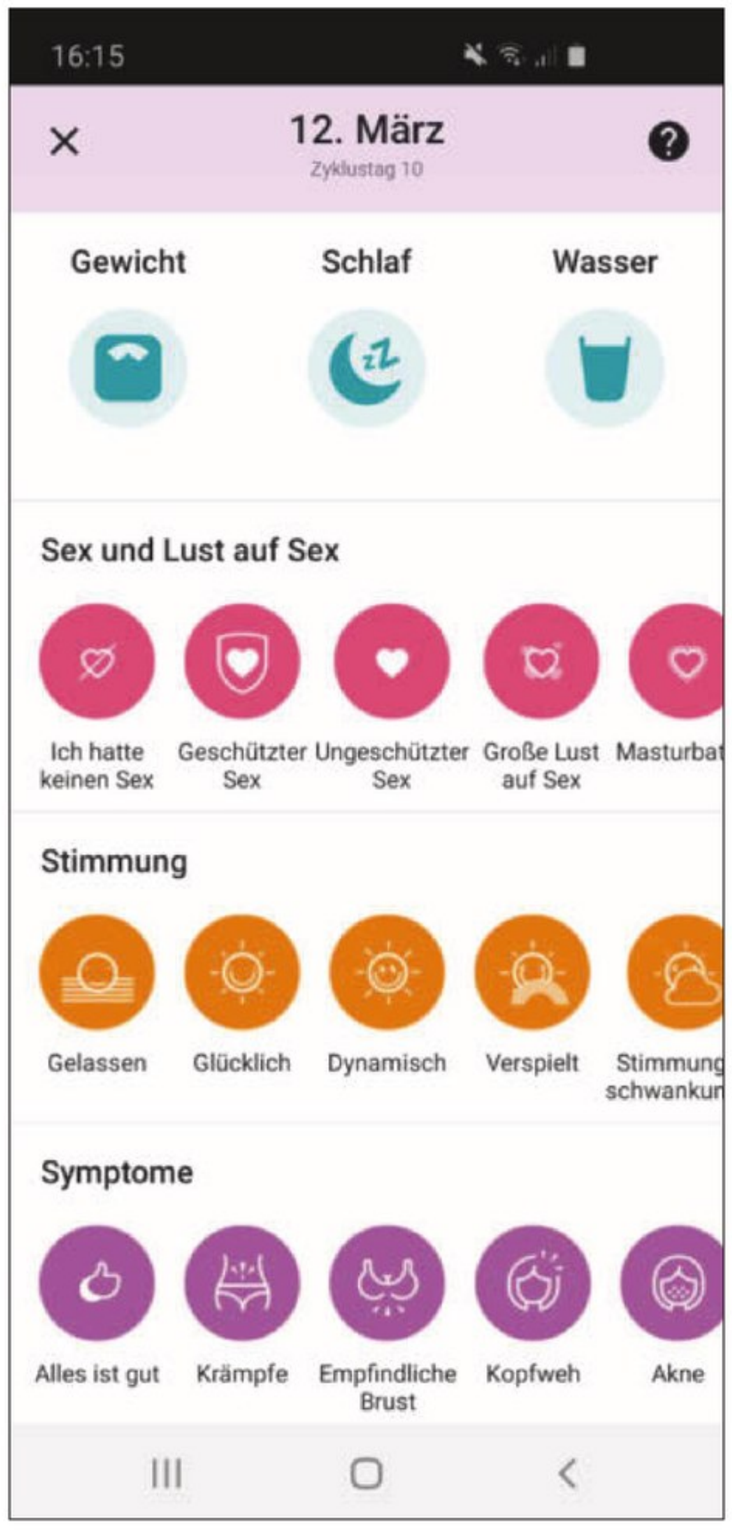
Teenager nutzen die Apps überwiegend zur Verhütung. Wer sich aber ausschließlich auf eine App verlässt, hat schlechte Karten. Viele Hersteller schreiben explizit in ihren Richtlinien, dass es sich bei den Anwendungen um keinen Ersatz für Verhütungsmittel handelt.

Prognosemethoden

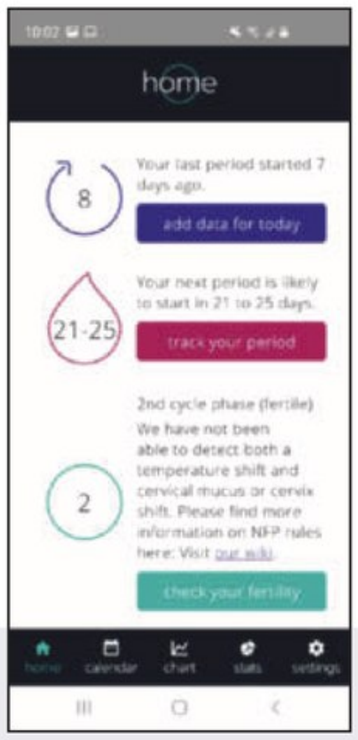
myNFP, Ovy, drip und Lady Cycle verwenden die symptothermale Methode der natürlichen Familienplanung (NFP), die genauere Ergebnisse als die reine Statistik liefern soll. Hierbei fließen die Basaltemperatur, also die Körpertemperatur am Morgen, sowie die Veränderung des Zervixschleims oder des Gebärmutterhalses in die Auswertung des Zyklus mit ein. Bei der Beschaffenheit des Zervixschleims kommt es sowohl auf seine Konsistenz als auch dessen Farbe an. Diese lassen sich bestimmen, indem man den Schleim mit zwei Fingern am besten direkt vom Muttermund abnimmt. Zum Eisprung hin weist dieser eine durchsichtige, spinnbare Konsistenz auf und lässt sich zu einem Faden auseinanderziehen. An allen anderen Tagen des Zyklus ist seine Konsistenz eher trocken bis klebrig.

In Kombination mit der Temperatur, die sich rund um den Eisprung erhöht, bilden diese beiden Faktoren einen Indikator für die fruchtbarste Zeit im Monat. Allerdings ist die Temperatur nicht immer verlässlich: Dr. Janina Bartels, Fachärztin für Frauenheilkunde und Geburtshilfe an der Medizinischen Hochschule Hannover, sagte gegenüber c’t, dass bereits eine Erkältung die Messergebnisse verfälschen kann. Auch ein unregelmäßiger Tagesrhythmus, etwa durch Schichtdienst, kann zu Temperaturschwankungen führen. Nutzerinnen können deshalb ihre Temperatur nicht immer zur gleichen Zeit messen. Für eine genauere Untersuchung misst Dr. Bartels deshalb die Konzentration des luteinisierenden Hormons (LH) im Urin. Diese steigt rund um den Eisprung deutlich an und ist ein äußerst genaues Anzeichen für die fruchtbarste Zeit im Zyklus.

Zusätzlich zu der Urinuntersuchung hält Dr. Bartels ihre Patientinnen an, ihre Periode in einen Kalender einzutragen. Hier helfen Apps, da sie Papier sparen und handlicher sind. Zudem berücksichtigen viele Zyklus-Tracker Schwierigkei-



Zyklus-Apps speichern intime Informationen etwa zur Gesundheit und zum Sexleben.



drip

drip von Bloody Health unterscheidet, ob man seine Periode oder seine fruchtbaren Tage tracken möchte und benötigt hierfür Informationen wie Periodenbeginn und Länge während der letzten drei Monate. Sie berechnet die fruchtbaren Tage anhand der symptothermalen Methode und gibt an, wenn sie noch nicht genug Daten für eine genauere Vorhersage hat.

Obwohl bisher nur die Beta-Version der App zur Verfügung steht, lief sie in unserem Test stabil. Die Daten stellt drip grafisch in einer Monatsübersicht dar und liefert statistische Informationen zur durchschnittlichen Zykluslänge. Zudem lässt sich ein Alarm einstellen, der einen täglich ans Temperaturmessen erinnert und Bescheid sagt, wenn die Periode kurz bevorsteht. Für alle, die sich noch nicht mit der symptothermalen Methode beschäftigt haben, gibt es ein Wiki.

Die App ist übersichtlich gestaltet, ganz ohne Rosa. Die Perioden-Tage sind jedoch etwas mühsam einzugeben. Drip ist die einzige Open-Source-App im Test. Sie verwendet keine Werbetracker, speichert die Daten lokal und lässt sich durch ein Passwort schützen. Die deutsche Datenschutzerklärung ist nur auf der Homepage abrufbar. drip eignet sich für alle, die sich ausschließlich auf ihren Zyklus konzentrieren wollen und keine zusätzlichen Informationen und Extras wünschen.

- lokale Speicherung & Datenschutz
- NFP-Prognose
- übersichtliches Design

Flo

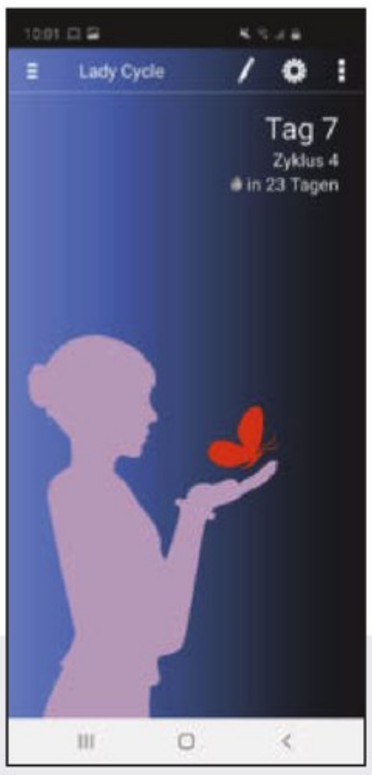
Flo von Flo Health bietet einen Kalender mit Perioden und Eisprung-Übersicht sowie Blogbeiträge und Kurse rund ums Thema Zyklus an. Die Kurse gibt es bisher allerdings nur auf Englisch. Hinzu kommt ein Chatbot, der sich bei verschiedenen Themen automatisch zu Wort meldet, etwa wenn man kurz davorsteht, seine Tage zu bekommen. Bei Interesse erklärt er einem, was gerade im Körper passiert. Zum Funktionsangebot von Flo gehören außerdem noch ein Pillen-Erinnerungs-Alarm sowie Sport-Tracking-Angebote. Fitnessinformationen importiert Flo aus Apple Health, FitBit und Google Fit.

Im Fall einer Schwangerschaft zählt Flo die Tage bis zur Geburt des Kindes und erweitert sein Blog-Angebot um Baby-Infos. Die Vorhersage zu Eisprung und fruchtbaren Tagen beruht auf statistischen Berechnungen und ist somit, wenn überhaupt, nur für einen regelmäßigen Zyklus geeignet.

Die App lässt sich mit einer PIN sichern und intuitiv bedienen. Der US-Hersteller nutzt nach eigenen Angaben das Analysewerkzeug AppsFlyer. Das arbeitet mit mehr als 50 Firmen zusammen, sodass frau keinerlei Kontrolle über ihre Daten und deren Weitergabe bleibt.

Die kostenlose Version von Flo kommt mit den Grundfunktionen zum Tracken des Zyklus daher und enthält wenig Kurse und Artikel. Preislich kann man sich bei Flo bei der Premium-Version zwischen drei Preismodellen entscheiden (siehe Tabelle).

- Zusatzfunktionen
- undurchsichtige Vorhersage
- unkontrollierbare Datenweitergabe



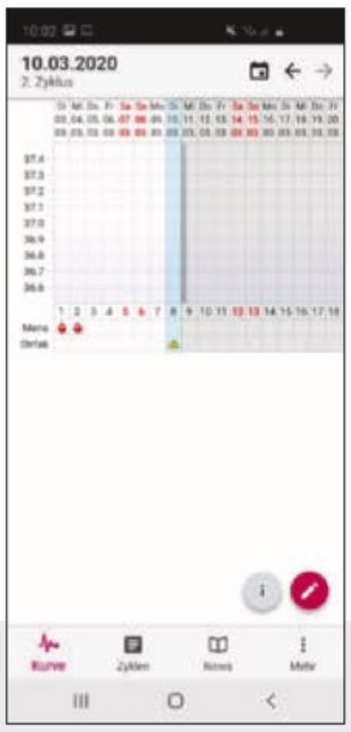
Lady Cycle

Lady Cycle von UniDesign Solutions hat sich wie myNFP auf die symptothermale Methode zur Vorhersage der fruchtbaren Tage spezialisiert. Man kann Informationen zu PMS-Symptomen, zur Periode und Temperatur in einen Kalender eintragen. Anschließend lassen sich Statistiken über die letzten Zyklen erstellen und Zusammenhänge anzeigen, zum Beispiel, ob ein erhöhter Stresslevel häufig mit Kopfschmerzen einhergeht.

Bei Fragen und Schwierigkeiten mit der symptothermalen Methode oder App-Nutzung kann frau einen Blick ins Handbuch werfen. Nützlich ist auch das integrierte Tagebuch, das die letzten Zyklen mit Beginn und Enddatum sowie den aufgetretenen Symptomen protokolliert. Die Handhabung ist zwar besser als bei myNFP, ließe sich aber noch optimieren. Wem die Standardgestaltung der App nicht gefällt, kann diese individuell anpassen.

Lady Cycle kommt ohne Werbetracker aus und lässt sich mit einem Passwort schützen. Die Datenschutzerklärung ist allerdings nur in englischer Sprache verfasst. In der kostenlosen Variante lassen sich die Daten im CSV-Format exportieren. Erst in der Premium-Version lädt der Schweizer Hersteller Daten auf seine Server, um eine genauere Analyse per PDF für den Frauenarzt zu erstellen.

- NFP-Prognose
- Datenschutz
- Design und Handhabung



myNFP

iOS

myNFP vom gleichnamigen Hersteller hat sich auf die Auswertung der fruchtbaren Tage mit der symptothermalen Methode spezialisiert. Im Gegensatz zu den anderen Apps macht sie keine Voraussagen zu Eisprung und Periodenbeginn. Die App bietet Links zu erläuternden Webseiten und weiteren Informationen rund um den Zyklus. Im Kalender lässt sich die Temperaturkurve nachverfolgen. Frau bekommt dort zudem einen Überblick über die Beschaffenheit des Zervixschleims, ob Störfaktoren aufgetreten sind und wann sie Sex hatte.

Für myNFP sollte sich die Nutzerin mit Zyklus-Termini auskennen. Begriffe wie Mittelschmerz, Binnendifferenzierung oder Brustsymptom können sie sonst verwirren. Allgemein ist die Handhabung von myNFP nicht so intuitiv wie die der anderen Apps. Hier hilft ein Blick ins umfangreiche PDF-Handbuch.

Der in Tübingen ansässige Hersteller wartet mit einer Datenschutzerklärung in deutscher Sprache auf und geht mit Daten der Nutzerinnen sparsam um. Die App lässt sich jedoch nicht per Passwort vor den Blicken anderer schützen.

- NFP-Auswertung
- kein Passwortschutz
- hohe Kosten

Ovy

iOS

Ovy vom gleichnamigen Hersteller aus Hamburg stellt neben einem Kalender mit Einträgen zu Periode, PMS-Symptomen und Fruchtbarkeit eine Partner-App zur Verfügung, mit der ausgewählte Personen den Zyklus mitverfolgen können. Zudem zeigt die App Blog-Artikel zu Zyklus, Schwangerschaft und Verhütung an. Je nachdem, welches Ziel man in die App eingetragen hat (Kinderwunsch oder Verhütung), bekommt der Lieblingsmensch durch die Partner-App Hinweise, wann man besser verhüten oder seine Chance zur Fortpflanzung ergreifen sollte.

Beide Apps sind intuitiv bedienbar und ansprechend gestaltet. Sollte man seinen Zyklus nicht mehr teilen wollen, kann man dem Partner die Rechte entziehen. Ovy lässt sich durch ein Passwort absichern, dies ist allerdings mühsam, da man sich hierfür jedes Mal aus der App ausloggen muss. Zudem benutzt sie Tracker von Ovy, Hockeyapp und Crashlytics. Der Hersteller räumt sich in seiner deutschen Datenschutzerklärung das Recht ein, Daten unter anderem an sonstige Dritte weiterzugeben.

Ovy verwendet die symptothermale Methode zur Berechnung der fruchtbaren Tage. Für 99 Euro kann man ein Thermometer dazu erwerben, das per Bluetooth die Messdaten an die App überträgt. Im Test hat das aufgrund von Übertragungsfehlern auf ein Samsung Galaxy S10e nicht immer funktioniert. Unter iOS 13 verlief die Übertragung zu einem iPhone XR fehlerfrei.

- NFP-Prognose
- umständlicher Passwortschutz
- undurchsichtige Datenweitergabe

WomanLog Pro

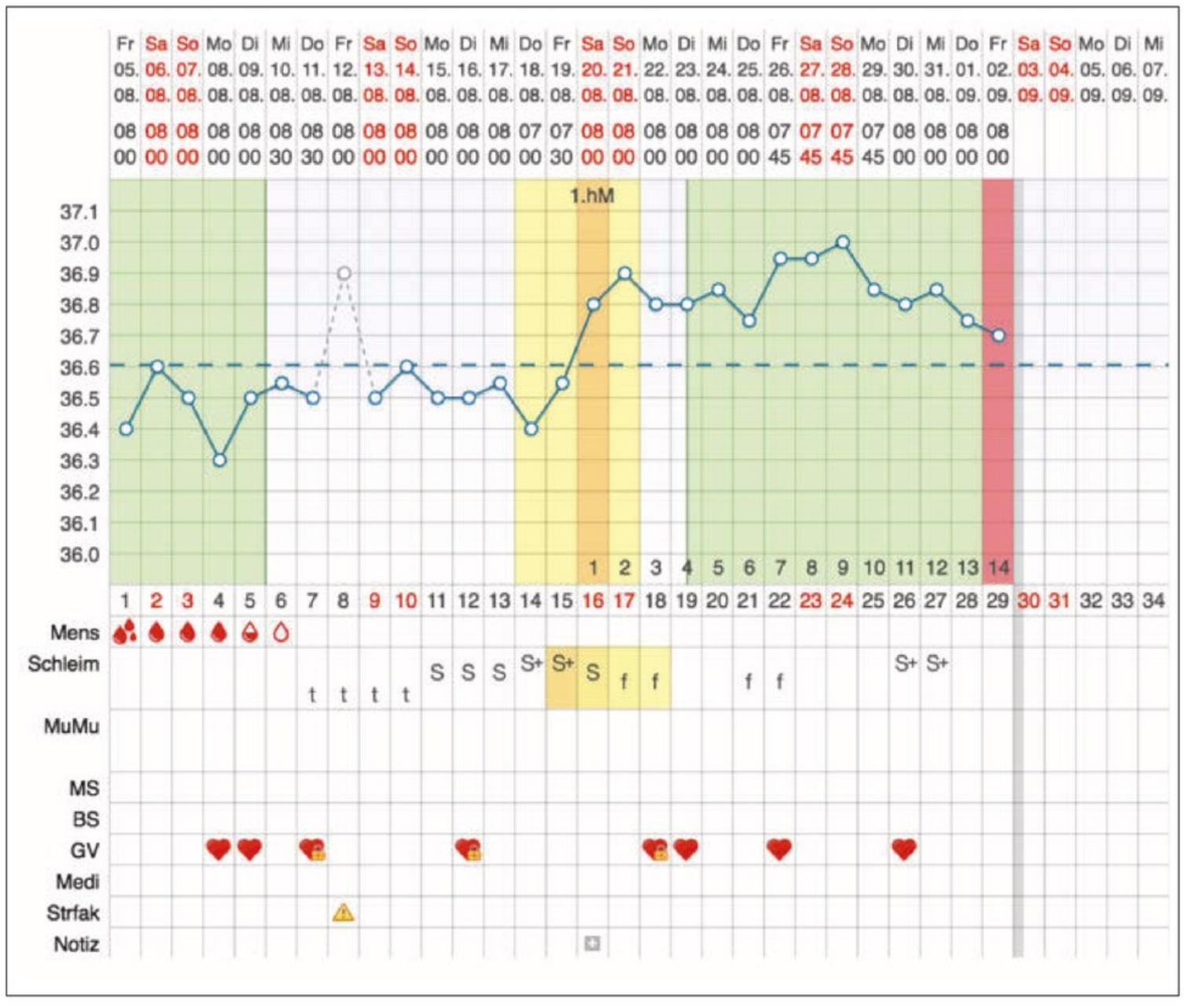
iOS

WomanLog Pro von Pro Active App SIA aus Lettland stellt einen Kalender zur Verfügung, in den man seine Periode, mögliche PMS-Symptome und Aktivitäten einträgt. Zudem gibt es Artikel zum Thema Zyklus. Um die Periode und die Fruchtbarkeit vorherzusagen, bietet die App drei Varianten: Standard, Vorangeschritten und Plus.

Die Standard-Vorhersage berechnet die nächste Blutung anhand der vorigen Periode und der Angabe, ob der Zyklus regelmäßig ist. Die vorangeschrittene Berechnung bezieht Zyklusdaten der vergangenen zwölf Monate mit ein. In der kostenpflichtigen Plus-Version (2 Euro pro Monat) erfolgt die Prognose durch eine KI, bei der allerdings unklar bleibt, wie sie funktioniert.

Die App lässt sich intuitiv bedienen und durch eine Passwortabfrage sichern. Die englische Datenschutzerklärung ist allerdings mangelhaft und verschweigt, dass die App unter anderem Daten an Facebook und Google überträgt, wie wir in der Analyse des Datenverkehrs herausfanden. Die Übertragung erfolgt auch in der werbefreien Pro-Version für 3,59 Euro.

- intuitiv bedienbar
- undurchsichtige Vorhersage
- mangelhafte Datenschutzerklärung



Mit der symptothermalen Methode kann frau ihre Temperatur über den Zyklus tracken. Viele Apps stellen die Ergebnisse grafisch dar.

ten, die bei der Temperaturmessung auftreten. So können die Nutzerinnen etwa eintragen, ob sie krank waren oder viel Sport gemacht haben. Insgesamt ergibt die symptothermale Methode also eine genauere Zyklusprognose als das reine Zählen der Tage, eine hundertprozentige Genauigkeit bietet jedoch auch sie nicht.

Fazit

Den Zyklus-Apps gelang es nicht, bei uns vor Begeisterung einen verfrühten Eisprung auszulösen – sie verstärkten aber auch nicht unsere prämenstruellen Symptome.

Im Bereich Datenschutz führt die kostenlose Open-Source-App drip das Feld an, die mit schnörkellosem Design punktet, auf Werbetracker verzichtet und die intimen Daten lokal speichert. Der Hersteller sollte jedoch sicherstellen, dass die Datenschutzerklärung auch direkt in der App abrufbar ist.

Bei Lady Cycle und myNFP hatten wir beim Datenschutz nur wenig zu beanstanden, da sie generell sparsam mit Daten und deren Übermittlung umgehen. Der Hersteller von Lady Cycle sollte die Datenschutzerklärung jedoch ins Deut-

Zyklus-Tracker-Apps

Name	Flo	Lady Cycle	WomanLog	drip	Ovy	myNFP
Hersteller	Flo Health, Inc., Redwood City, USA	UniDesign Solutions GmbH, Effretikon, Schweiz	Pro Active App SIA, Riga, Lettland	Bloody Health, Berlin, Deutschland	Ovy GmbH, Hamburg, Deutschland	myNFP, Tübingen, Deutschland
Website	flo.health	ladycycle.com	womanlog.com	bloodyhealth.gitlab.io	ovyapp.com	mynfp.de
Betriebssysteme	Android ab 5.0, iOS ab 11.0	Android ab 4.1, iOS-Version geplant	Android ab 4.1, iOS ab 9.0	Android, iOS-Version geplant	Android ab 5.0 , iOS ab 10.0	Android 4.4, iOS ab 10.0
Getestete Android-Version	4.42.0	2.9.1	5.8.3	beta	2.2.1	2.1.0
Funktionen						
Berechnungsmethode	Statistik	symptothermale Methode	Statistik	symptothermale Methode	symptothermale Methode	symptothermale Methode
Pillenerinnerung	✓	–	✓	✓	✓	–
PMS-Symptom-Tracking	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Export-Funktionen	–	CSV, (PDF-Report)	–	CSV	PDF	via Webversion möglich
Zusatzfunktionen	Fitbit und Google Fit, Schwangerschaftstracking, Gesundheitsprofile	Personalisierte Designs	Google Fit, Apple Health, Online-Backup		Partner-App	
Datenschutz						
Passwortschutz	✓	✓	✓	✓	Login-Abfrage	–
(Werbe-)Tracker	Owhealth, AppsFlyer	–	Facebook, Google, Womanlog	–	Ovy, Hockeyapp, Crashlytics	myNFP
Datenaustausch	an über 50 Firmen, darunter Amazon, Apple, Google, Facebook, Twitter, Outbrain	anonymisiert für Studien	unzureichende Angaben	keine Weitergabe	Investoren, „sonstige Dritte“, Apple, Google	keine Weitergabe
Datenschutzerklärung	Englisch	Englisch	Englisch	Deutsch	Deutsch	Deutsch
Speicherort	USA	lokal, optional: Schweiz	Lettland	lokal	Deutschland, USA	Deutschland
Bewertung						
Berechnung	⊖	⊕	⊖	⊕	⊕	⊕
Funktionsumfang	○	⊕	○	⊕	⊕	○
Handhabung	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕	○
Datenschutz	⊖⊖	⊕	⊖⊖	⊕⊕	⊖	⊕
Preis	kostenlos, Premium 11 € pro Monat (45 € pro Jahr)	kostenlos, Premium Version 39 €	kostenlos, Pro-Version 3,59 €	kostenlos	kostenlos	10 € pro Quartal 30 € pro Jahr

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

Ovy bietet an, den Zyklus mit dem Partner zu teilen.

sche übersetzen und myNFP einen Passwortschutz einbauen. Das vergleichsweise teure myNFP bietet unter iOS noch den besten Datenschutz, bis Lady Cycle und drip fürs iPhone erscheinen. Da alle drei Apps die symptothermale Methode verwenden, gelingen ihnen zudem mit die sichersten Auswertungen.

Ovy liefert zwar eine deutsche Datenschutzerklärung, nimmt sich aber das Recht heraus, die gesammelten Daten mit unbestimmten anderen Firmen zu teilen. Zudem war sich der Hersteller nicht bewusst, dass aus der Ovy-App weiterhin Daten an Hockeyapp gesendet werden, was auf uns nicht gerade einen vertrauenerweckenden Eindruck machte. Von ihrem Gebrauch müssen wir deshalb genauso abraten wie von Flo, die Daten mit weiteren Angaben von Fitness-Trackern anreichert und mit Dutzenden Firmen teilt. Nutzerinnen haben hier keinerlei Kontrolle darüber, wer über ihre Gesundheit und ihr Sexleben Bescheid weiß. WomanLog Pro konnten wir schließlich überführen, dass die App Daten unter anderem an Facebook überträgt, ohne in der englischen Datenschutzerklärung darauf aufmerksam zu machen. Generell sollten sich Nutzerinnen darüber bewusst sein, wie sensibel die Daten sind, die sie in die Apps eintragen. Die von uns festgestellten Datenübertragungen und Tracker können sich in der nächsten App-Version wieder ändern – ebenso wie die Datenschutzerklärungen.

Um sich auf den nächsten Termin beim Frauenarzt vorzubereiten, eignen sich drip, Lady Cycle und myNFP allemal. Paare, deren Kinderwunsch bisher unerfüllt geblieben ist, sollten sich weiterhin an Fachärzte wenden. Allgemein ersetzen die Zyklus-Apps keine medizinische Behandlung oder Untersuchung. Der offene Umgang mit dem Thema kann aber helfen, sich und den eigenen Zyklus besser kennenzulernen und dazu führen, dass Frauen ihre Periode nicht mehr im Kalender verstecken müssen (#Erdbeerwoche).

(kim@ct.de) c't

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

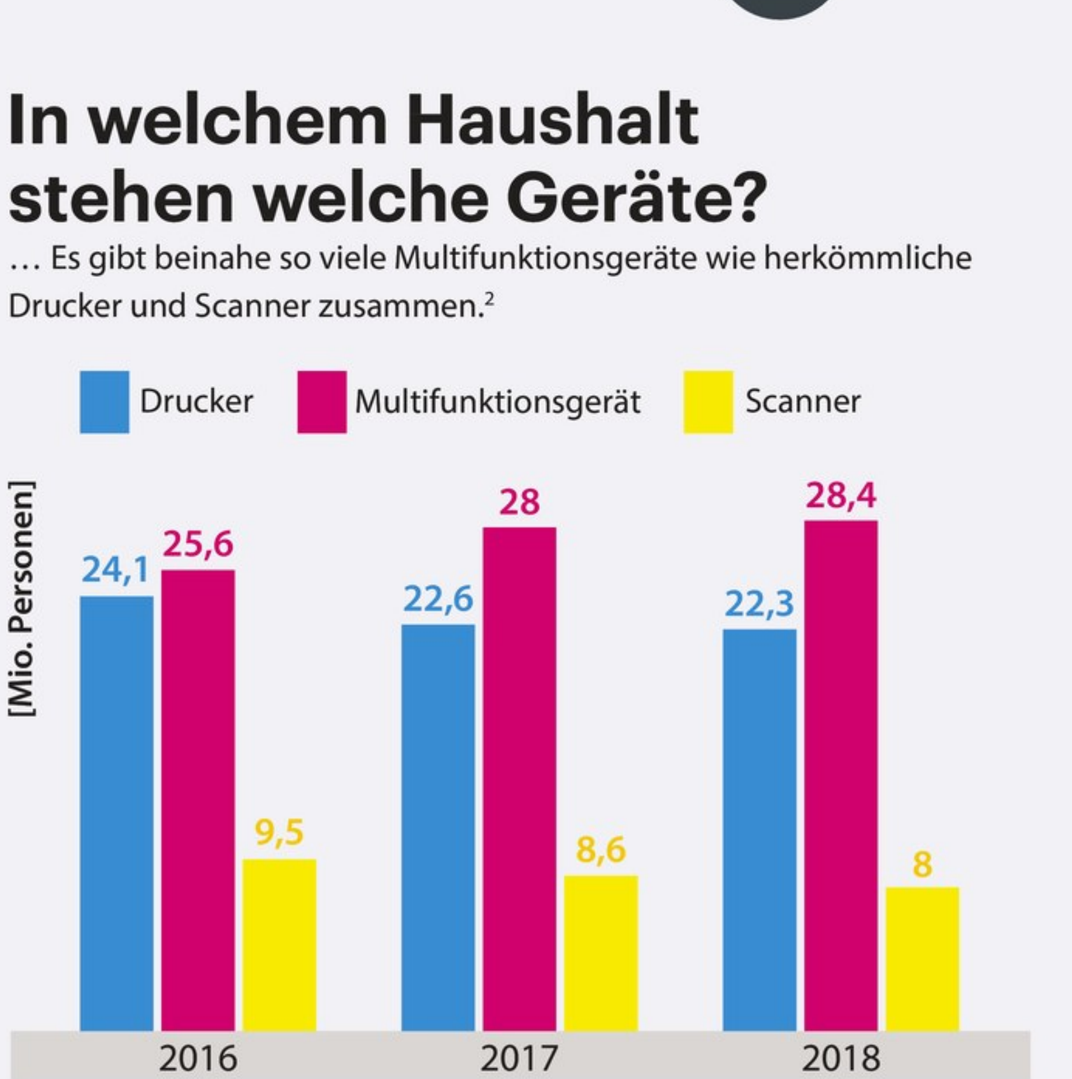
Zahlen, Daten, Fakten

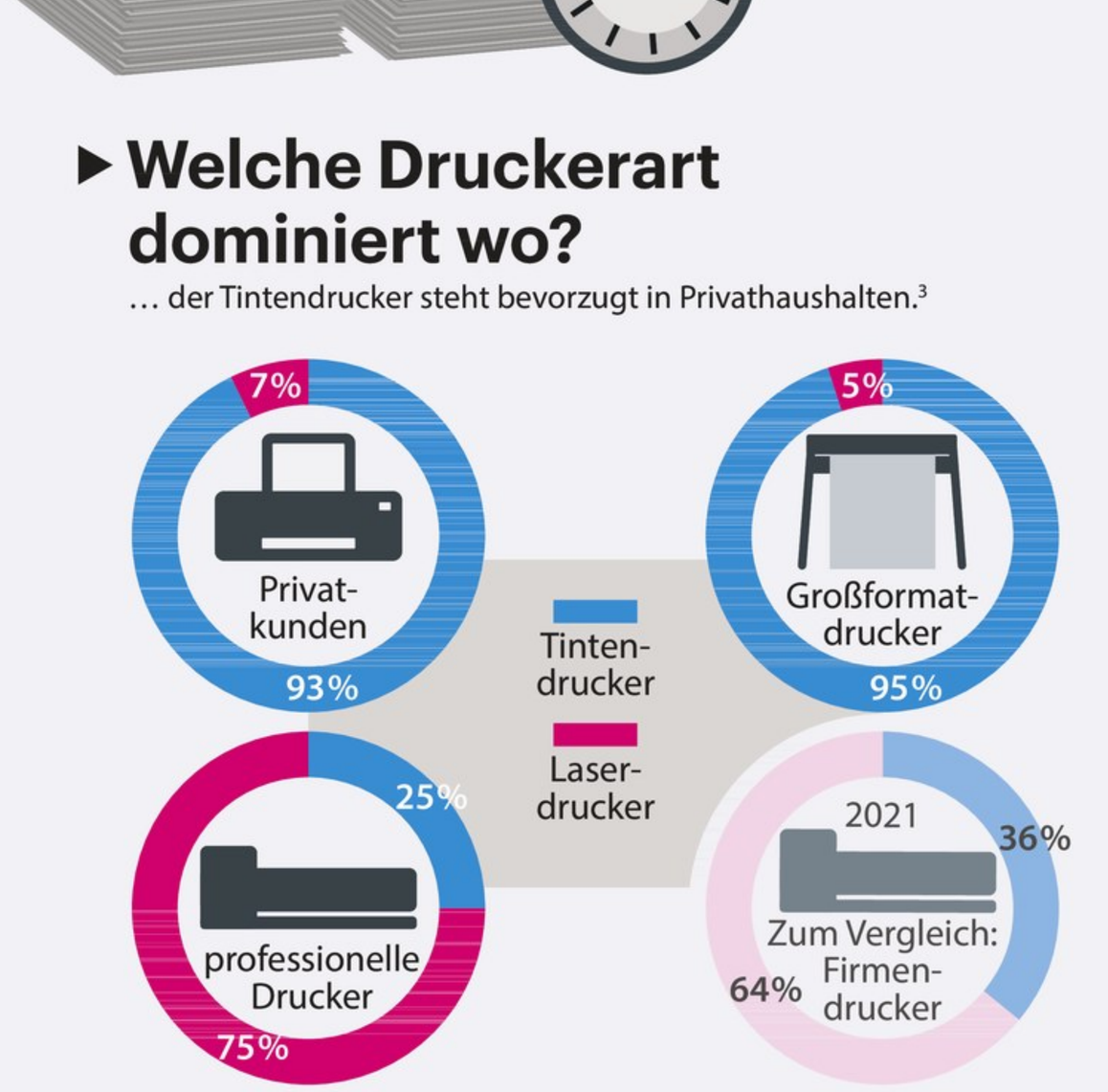
Drucker und ähnliche Peripheriegeräte

So oft wurden Drucker schon totgesagt – besonders, wenn man vom papierlosen Büro spricht. Dennoch sind sie nach wie vor in vielen Haushalten zu finden. Und wenn sie schon Stellfläche benötigen, dann sollen sie, bitteschön, mehr können als nur Farbe aufs Papier zu bringen. Das erklärt, warum eierlegende Wollmilchsäue, die auch scannen, kopieren und (seltener) faxen können, beliebter sind als reine Drucker. Für Geräte, die drucken können, geben die meisten Privatkunden kaum noch mehr aus als 110 Euro. Etliche Hersteller haben sich daher aus dem Markt zurückgezogen oder wurden von anderen übernommen. Die Kosten für Verbrauchsmaterialien unterscheiden sich stark zwischen Laser- und Tintendruckern. Bei geringen Druckvolumina schlagen bei Laserdruckern auch die Kosten für Verschleißteile stark zu Buche. *(mil@ct.de)* c't

▸ Was waren die originellsten Drucker-Rekorde?

… zum Thema Drucken finden sich im Guinessbuch der Rekorde nicht sehr viele Bestmarken.[1]





▸ In welchem Haushalt stehen welche Geräte?

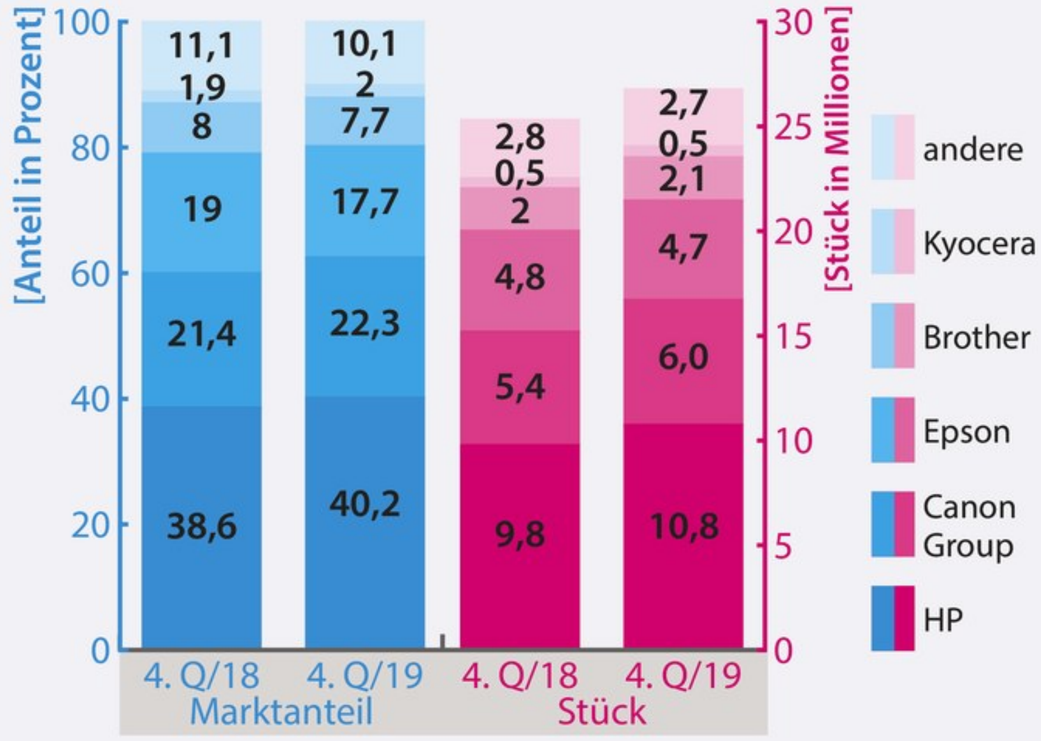
… Es gibt beinahe so viele Multifunktionsgeräte wie herkömmliche Drucker und Scanner zusammen.[2]

▸ Welche Druckerart dominiert wo?

… der Tintendrucker steht bevorzugt in Privathaushalten.[3]

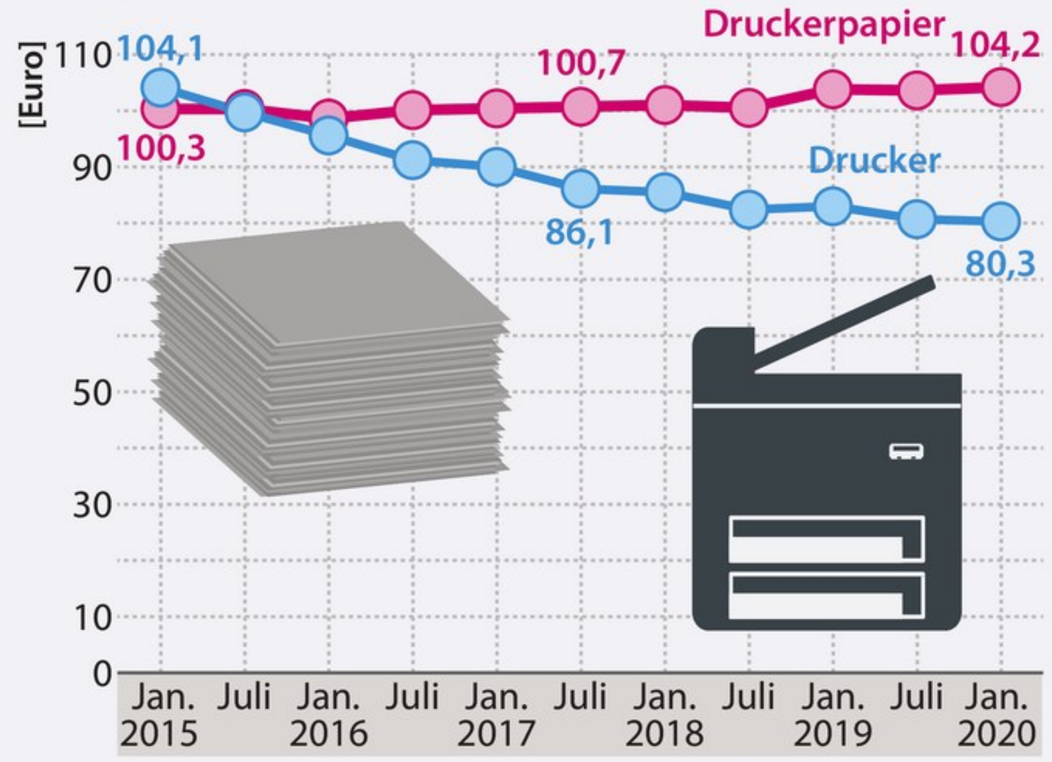
▸ Welche Hersteller liegen in der Käufergunst vorn?

… HP dominiert weltweit den Markt, Epson wächst aber als einziger der großen Hersteller.[4]

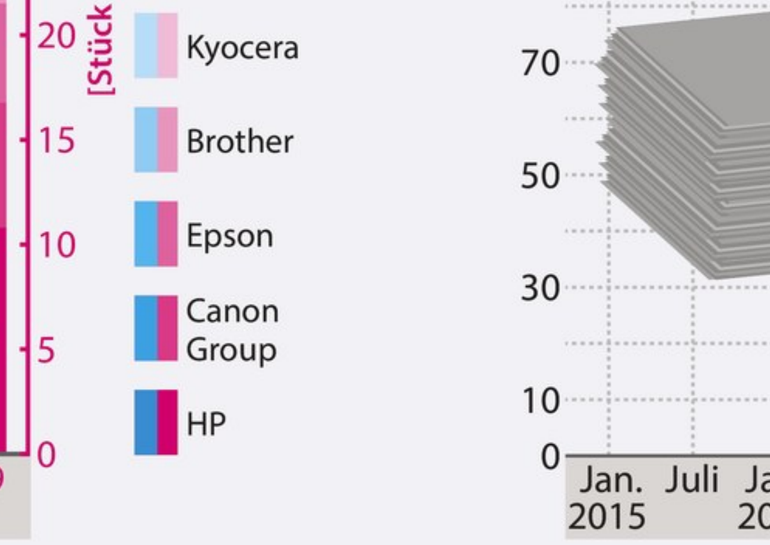


▸ Wie haben sich die Preise fürs Ausdrucken verändert?

… Drucker sind innerhalb weniger Jahre um mehr als ein Fünftel billiger geworden, aber für Papier muss man mehr zahlen.[5]



Der **weltgrößte Digitaldrucker** Dip-Tech AR18000 steht in Israel. Er **kann 64 m² große Glasscheiben bedrucken**. Weltweit gibt es nur zwei dieser Drucker.



Das erste in 3D ausgedruckte kommerzielle Gebäude wurde am 20. Februar 2020 in Dubai errichtet.

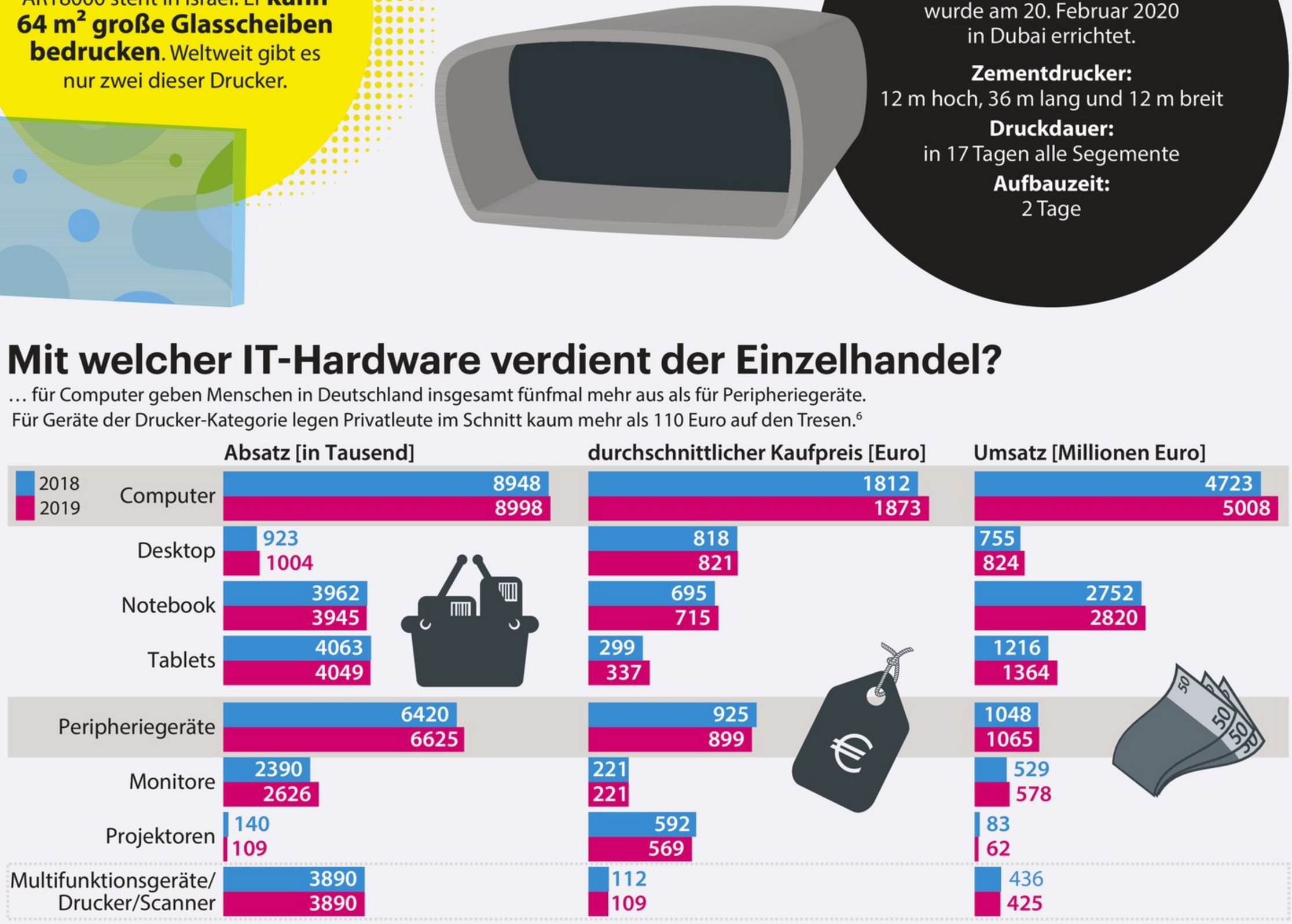
Zementdrucker:
12 m hoch, 36 m lang und 12 m breit

Druckdauer:
in 17 Tagen alle Segemente

Aufbauzeit:
2 Tage

▸ Mit welcher IT-Hardware verdient der Einzelhandel?

… für Computer geben Menschen in Deutschland insgesamt fünfmal mehr aus als für Peripheriegeräte. Für Geräte der Drucker-Kategorie legen Privatleute im Schnitt kaum mehr als 110 Euro auf den Tresen.[6]



Quellen: [1] www.guinnessworldrecords.com, [2] Verbrauchs- und Medienanalyse - VuMA 2019, [3] IDC 2018 Studie „The Office Printing Market Today ... and Tomorrow", [4] IDC „Worldwide Quarterly Hardcopy Peripherals Tracker" (Februar 2020), [5] Destatis (März 2020), [6] Home Electronics Markt Index Deutschland (HEMIX) 2019 (gfu, GfK, BVT)

Laser, Freezer und Reinraum

Die High-Tech-Methoden der Handy-Doktoren

Mit Schraubendreher und Plastikspatel kommt man bei der Reparatur von Smartphone-Displays nicht mehr weit. Auch die herstellerunabhängigen Werkstätten setzen heutzutage teures Spezialwerkzeug ein.

Von Christian Wölbert

Wenn Abdul El-Chafei seinen Mitarbeitern etwas sagen will, wird er ziemlich laut und gestikuliert mit den Händen. Das liegt nicht an seinem Temperament – der Smartphone-Reparatur-Experte ist ein eher ruhiger Typ. Grund ist vielmehr, dass seine Angestellten in einer hermetisch abgeschotteten Glaskammer arbeiten und ihn nur so hören. „Das ist ein Laminarströmungs-Reinraum“, erklärt El-Chafei stolz. „So verhindern wir, dass Staub in die Displays gelangt.“

Abdul El-Chafei hat in seinem Kinderzimmer mit dem Löten angefangen. Nun führt er mehrere Smartphone-Werkstätten.

Der 34-Jährige ist ein anschauliches Beispiel für die Professionalisierung der herstellerunabhängigen Handy-Doktoren. Er hat in seinem Kinderzimmer mit dem Löten angefangen, ein paar Jahre später seinen ersten Laden aufgemacht. Inzwischen betreibt er mehrere Filialen, einen Großhandel und die Werkstatt mit dem Reinraum.

Ähnliche Karrieren haben auch andere Handy-Doktoren gemacht. Sie haben mit Schraubendreher, Plastikspatel und Lötkolben angefangen, nun betreiben sie Werkstätten mit mehreren Angestellten, gut gehütetem Know-how, durchgetakteten Prozessen, teuren Maschinen und klar getrennten Fachgebieten.

Der Begriff Handy-Doktor wirkt da eher fehl am Platz, treffender wäre der Ausdruck Spezialklinik. El-Chafei zum Beispiel repariert in seiner hannoverschen Reinraum-Werkstatt fast ausschließlich Displays. Betriebe aus ganz Deutschland schicken ihm die kaputten Teile kistenweise. Er trennt die gesplitterten Glasscheiben von den darunterliegenden Bildschirmen, klebt neue Gläser auf und schickt die Displays wieder zurück. „Wir sind in der Lage, mehrere tausend Displays im Monat zu refurbishen.“

Mit Hitze und Kälte

Ein wichtiger Treiber der Professionalisierung ist die technische Entwicklung: Displays, Akkus und weitere Teile sind inzwischen in vielen Smartphones verklebt. Schon der Tausch einer kompletten Display-Einheit erfordert deshalb viel Erfahrung. Noch schwieriger ist es, anschließend das gesplitterte Glas zu entfernen, um den wertvollen Bildschirm weiter verwenden zu können. Mit einem Plastikspatel kommt man da nicht weit.

Stattdessen ist Spezialequipment nötig. Häufig werden die Displays auf speziellen Vakuumheizplatten erwärmt, um den Kleber zwischen Glas und Bildschirm zu lösen und dann das Glas mit einem hauchdünnen Draht abzutrennen. Doch diese Methode funktioniert längst nicht bei allen Modellen. Die gebogenen Edge-Displays von Samsung werden in eine Art Gefriertruhe („Freezer“) gesteckt, die sie auf rund minus 150 Grad Celsius herunterkühlt. Bei dieser Temperatur bröckelt der Kleber, die wichtigen Teile werden aber nicht beschädigt. In El-Chafeis Werkstatt stehen zwei dieser Truhen.

Die neuen Glasscheiben werden mit speziellen Laminiergeräten aufgeklebt. In El-Chafeis Reinraum steht ein besonders großes Exemplar. „Die industrielle Ausführung“, erklärt er. „Wenn man Mengen durchjagen will, braucht man die richtige Maschine.“ Ein kleineres Gerät steht ungenutzt auf dem Boden – es war El-Chafei zu unzuverlässig.

Teure Technik braucht auch, wer die gesplitterte Glas-Rückseite eines iPhone

austauschen will. Die Scheibe ist derart fest verklebt, dass sie sich kaum lösen lässt, ohne gleichzeitig das Telefon zu zerstören. Einige Werkstätten verdampfen den Kleber deshalb mit computergesteuerten Lasern, was in YouTube-Videos beeindruckend aussieht (siehe ct.de/ywj6).

Maschinen aus China

Viele dieser Geräte werden von chinesischen Herstellern speziell für die Smartphone-Wiederaufbereitung entwickelt. El-Chafei war bereits ein paar Mal in China, um Werkzeuge auszusuchen. Dabei helfe ihm ein Verwandter, der dort lebe und Chinesisch spreche, erklärt er.

Es gibt aber auch chinesische Anbieter, bei denen europäische Handy-Doktoren die Maschinen bequem online bestellen können. „Zum Beispiel Rewa Technology und Union Repair, denen kann man vertrauen“, sagt Maximilian Altmann, der in der Nähe von Augsburg eine Smartphone-Werkstatt führt. Ein Laser für den iPhone-Backcover-Tausch kostet bei solchen Händlern rund 2000 US-Dollar, ein Freezer liegt auf demselben Preisniveau. Steuern und Versand kommen noch hinzu.

Die Chinesen exportieren auch ihr Know-how: Rewa schult Handy-Doktoren nicht nur in Shenzhen, sondern auch in München und weiteren europäischen Städten. Auf der Agenda steht zum Beispiel der sechstägige Kurs „iPhone Logic Board Repair“ für 2400 Euro.

Trotz des steigenden Aufwands reparieren die freien Smartphone-Werkstätten immer noch günstiger als die Hersteller beziehungsweise deren offizielle Support-Partner. Apple verlangt für den Displaytausch je nach Modell 150 bis 360 Euro – bei seriösen freien Werkstätten zahlt man ungefähr 100 Euro weniger. Noch viel mehr kann man bei anderen Defekten sparen, etwa beim Bruch des Glasrückens. Allerdings: Wer zu einer freien Werkstatt geht, verliert in der Regel seinen Garantieanspruch gegenüber dem Hersteller.

Trotzdem gewinnen die Handy-Doktoren mittlerweile auch Großkunden. El-Chafei repariert die Diensthandys mehrerer Firmen, darunter ein Konzern mit über 50.000 Mitarbeitern. Als Nächstes will er mit Anbietern von Geräteversicherungen ins Geschäft kommen. Gut möglich, dass er seinen Reinraum bald vergrößern muss. *(cwo@ct.de)* c't

***Reparaturvideos:* ct.de/ywj6**

Display-Wiederaufbereitung – Schritt für Schritt

Die hannoversche Firma Rexcom bereitet gesplitterte Smartphone-Displays wieder auf. c't durfte den Prozess beobachten.

Zuerst legt ein Mitarbeiter das Display auf eine Vakuumheizplatte. Die Hitze löst den Kleber zwischen dem gesplitterten Glas und dem unbeschädigten LCD. Dann trennt der Mitarbeiter das LCD mit einem 0,035 Millimeter dünnen Draht vom Glas.

Auf dem LCD befinden sich noch Reste des Klebers, die später mit Alkohol entfernt werden. Die gelbe Folie wurde zuvor auf das gesplitterte Glas geklebt, damit es von der Vakuumpumpe angesaugt werden kann.

Ein Mitarbeiter klebt in einem Reinraum ein neues Glas auf das gereinigte LCD. Dabei erhitzt eine Laminiermaschine den Kleber und erzeugt einen Unterdruck, der Luftblasen zwischen den Bauteilen entfernt. Falls die Hintergrundbeleuchtung beschädigt ist, wird diese ebenfalls ausgetauscht.

Fertig: Die Displays sehen wieder aus wie neu. Die Luftblasen befinden sich hinter einer Folie, die noch abgezogen wird.

Alternativtechnik: Bei bestimmten Display-Modellen wird der Kleber nicht durch Hitze gelöst, sondern durch Kälte. Diese beiden „Freezer“ kühlen die Teile auf etwa minus 150 Grad Celsius herunter.

Bild: Rudolf A. Blaha

Update nach 23 Jahren

Neuordnung für IT-Berufe beschlossen

Die Ausbildung für vier IT-Berufe sehen ab 1. August 2020 anders aus. Vor allem für die Fachinformatiker-ausbildung ändert sich viel.

Von Dorothee Wiegand

Berufsausbildungen mit den Abschlüssen Fachinformatiker/-in (FI), IT-System-Elektroniker/-in, IT-System-Kaufmann/-frau oder Informatikkaufmann/-frau sind sehr gefragt. Diese vier dualen – also parallel im Betrieb und in der Berufsschule vermittelten – IT-Berufe stießen gleich nach ihrer Einführung im Jahr 1997 auf großes Interesse. Schon im ersten Jahr nahmen fast 5000 Jugendliche eine Ausbildung in den damals neuen Berufen auf. Insgesamt haben bis heute etwa 300.000 Jugendliche ihren Abschluss in einem dieser vier Berufe gemacht. Der besonders gefragte FI konnte sich mit 16.437 neuen Verträgen im Jahr 2019 auf Platz 7 in der Rangliste der beliebtesten Ausbildungen behaupten.

Grundlage aller vier dualen IT-Berufe ist aktuell noch immer eine Ausbildungsverordnung aus dem Jahr 1997. Sie soll nun durch eine neue Fassung abgelöst werden, in der auch berufliche Qualifikationen rund um Industrie 4.0, Big Data, Machine Learning und IoT berücksichtigt werden. Anfang 2015 erteilte das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) mit Sitz in Bonn den Auftrag, den Modernisierungsbedarf der vier Ausbildungsgänge zu prüfen. Das Ergebnis der Voruntersuchung der Bonner Experten: Die IT-Berufe sind ein Erfolgsmodell, aber in die Jahre gekommen. Eine erste Nachbesserung trat schon 2018 in Kraft: In den Beschreibungen aller Berufe wurde damals in den Listen der nötigen Kompetenzen insbesondere das Thema IT-Sicherheit (Datenschutz und Datensicherheit) verstärkt behandelt.

Nun steht eine umfangreiche Umgestaltung der Ausbildungsgänge bevor. Bei der FI-Ausbildung kommen zu den bisherigen Fachrichtungen – „Systemintegration“ und „Anwendungsentwicklung“ – zwei neue Fachrichtungen hinzu, nämlich „Daten- und Prozessanalyse“ sowie „Digitale Vernetzung“. Beim Beruf IT-System-Elektroniker/-in wurden vor allem die elektrotechnischen Inhalte überarbeitet. Die Ausbildung zum Informatikkaufmann/-frau wird ersetzt durch die Ausbildung zum „Kaufmann/-frau für Digitali-

sierungsmanagement“ mit einem Schwerpunkt auf der Digitalisierung von Geschäftsprozessen. Aus dem IT-System-Kaufmann/-frau wird künftig der Beruf des „Kaufmann/-frau für IT-System-Management“ mit Schwerpunkt auf Angebot und Vermarktung von IT-Dienstleistungen sowie der Administration von IT-Systemen.

Theorie und Praxis

Im Bundesgesetzblatt vom 5. März 2020 (siehe ct.de/ytgv) lassen sich alle neuen Verordnungen nachlesen. Dort findet sich beispielsweise die „Fachinformatikerausbildungsverordnung“, kurz: „FIAusbV“ – ein 18-seitiges Dokument mit 43 Paragraphen in sprödem Amtsdeutsch. Auszubildende sollen etwa „marktgängige IT-Systeme für unterschiedliche Einsatzbereiche hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Barrierefreiheit beurteilen“ sowie „Algorithmen formulieren und Anwendungen in einer Programmiersprache erstellen“.

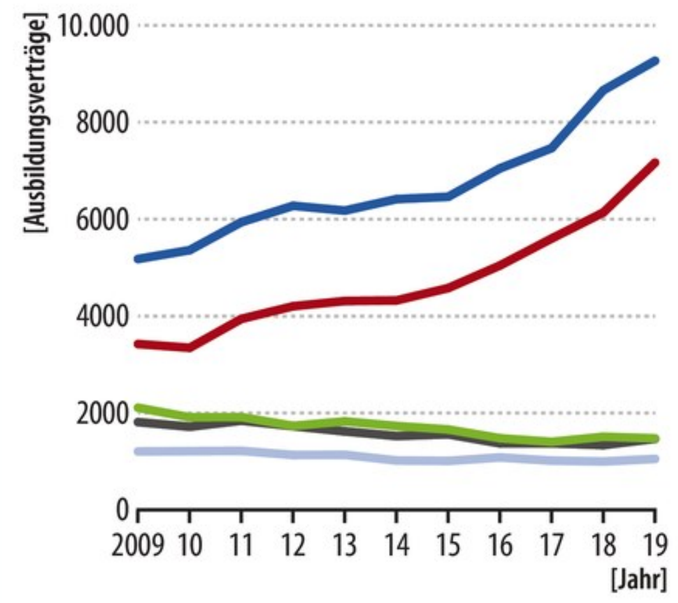
Die Ausbilder in den Betrieben und die Lehrer an den Berufsschulen haben nun ab dem nächsten Ausbildungsjahr die Aufgabe, diese Vorgaben praktisch umzusetzen. Carsten Ahrens unterrichtet seit 17 Jahren als Lehrer an einer Berufsschule in Niedersachsen. „Im letzten Jahrzehnt haben sich die Aufgabengebiete verlagert, weg vom reinen IT-Zubehörverkauf und der PC-Reparatur in Richtung Internet und Cloud-Lösungen“, so Ahrens. Wenn zu den beiden Fachrichtungen in der FI-Ausbildung künftig noch zwei weitere hinzukommen, so hält Ahrens das für einen Schritt in die falsche Richtung. Seiner Ansicht nach sollten alle IT-Berufe eine breite und fundierte Ausbildung erhalten.

„Die Fachinformatiker Anwendungsentwicklung entwickeln nicht nur Programme – ihre Ausbildung ist bei uns in der Region sehr auf kaufmännische Anwendungen, Onlineshops, Schnittstellen zu Warenwirtschaftssystemen und den Aufbau von Internetseiten ausgerichtet“, berichtet Ahrens, räumt allerdings ein: „Das kann natürlich in anderen Regionen in Deutschland ganz anders sein. Dort ist möglicherweise eine stärkere technische Ausrichtung gefordert.“ Für seine Schüler gäbe es hingegen in ihren Ausbildungsbetrieben breit gefächerte Aufgaben: „Die IT-Systemkaufleute verkaufen nicht nur IT-Zubehör, sondern führen und begleiten Projekte beim Kunden.“ Eine zu frühe Spezialisierung hält Ahrens daher für falsch. Er würde in seinem Unterricht lieber ein solides Fundament legen. „Spezielle Anforderungen wie SAP, Big Data, Medizingeräte, Automatisierungstechnik und so weiter werden sowieso weiterhin von studierten Informatikern und Elektrotechnikern übernommen.“

Ahrens schaut auch deshalb besorgt in die Zukunft, weil Niedersachsen die Vielfalt von künftig sieben Berufsausbildungen nur an fünf Berufsschulen in getrennten Klassen anbieten könne. „Wenn wir die IT-Berufe zwingend trennen müssen, werden die Klassen in vielen Berufsschulen zu klein. Sie können aufgrund der wenigen IT-Auszubildenden keine einzige IT-Klasse mehr aufrechterhalten. Besonders für die kaufmännischen IT Berufe werden Probleme auftreten.“

Erfolgsmodell FI

Insbesondere in den beiden Ausbildungsgängen zum Fachinformatiker war die Nachfrage in der Vergangenheit sehr hoch. Die Zahlen der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge stiegen stetig an.



Quelle: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Bonn

Positives Fazit

Viele Ausbildungsverantwortliche in den Betrieben wünschen sich dagegen durchaus eine frühere Spezialisierung. Stefan Macke bildet seit 2007 Fachinformatiker der Fachrichtung Anwendungsentwicklung aus. Seit 2009 ist er außerdem ehrenamtlich als IHK-Prüfer für diesen Beruf tätig. Er findet die späte Differenzierung nicht glücklich: „So fängt ein Anwendungsentwickler in der Berufsschule womöglich erst im dritten Lehrjahr mit einer FOR-Schleife an.“

Von der Neuordnung der FI-Ausbildung hätte Macke sich eine deutlichere Trennung gewünscht: „Ich hätte die beiden FIs, die es bisher gab, komplett getrennt.“ Die beiden neuen Fachrichtungen haben in seinen Augen grundsätzlich durchaus ihre Berechtigung. Die Fachrichtung „Digitale Vernetzung“ greift Inhalte rund um Maschinensteuerung und Industrie 4.0 auf. „Das ist sehr interessant – aber muss es gleich ein neuer Beruf sein?“ Auch die zweite neue FI-Fachrichtung „Daten- und Prozessanalyse“ ist nach Ansicht von Macke relevant, allerdings stellt sich für

Meinungen zur Neuordnung der FI-Ausbildung

Die Neuordnung sieht zwei zusätzliche, neue Fachrichtungen für den Beruf des Fachinformatikers vor. Für diese Lösung sprachen sich in der Voruntersuchung des BIBB lediglich 4,5 Prozent der Befragten aus. Gefragt wurden Auszubildende (N=1350), IT-Fachkräfte (N=858), Ausbildungsverantwortliche (N=360) und Personalverantwortliche (N=148).

Quelle: BIBB-Voruntersuchung

ihn auch hier die Frage, ob ein neuer Beruf dafür geschaffen werden musste.

Die neuen Ausbildungsrahmenpläne hat Macke mit Spannung erwartet und gleich nach der Veröffentlichung aufmerksam studiert. Sie sind nach seinem Eindruck noch offener gehalten als in der bisherigen Fassung. „Das ist alles bewusst abstrakt formuliert, aber ich kann mir etwas Konkretes darunter vorstellen." Als einen neu hinzugefügten Begriff hat er die Barrierefreiheit ausgemacht. „Das finde ich gut! Bisher sollten Systeme nur nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet werden", so Macke. Auch diese Ergänzung hat dem Ausbilder gut gefallen: Die Auszubildenden sollen laut neuem Ausbildungsrahmenlehrplan „gegenseitige Wertschätzung unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Vielfalt bei betrieblichen Abläufen praktizieren". Dass der neue Plan „lebensbegleitendes Lernen" als Ziel formuliert und vorsieht, dass die Auszubildenden beruflich relevante Informationsquellen nutzen, findet Macke ebenfalls gut. Bei den fachlichen Neuerungen für den FI mit Fachrichtung Anwendungsentwicklung fand Macke erfreulicherweise vieles, was inzwischen Industriestandard ist – Planung und Durchführung von Modultests beispielsweise oder das Nutzen von Tools für die Versionsverwaltung. Sein Fazit: „Ich finde den neuen Plan gut gelungen."

(dwi@ct.de) c't

BIBB-Voruntersuchung, Bundesgesetzblatt vom 5.3.2020, Beschreibung der neuen Berufe: ***ct.de/ytgv***

„Es war ein hartes Ringen

Henrik Schwarz ist Arbeitsbereichsleiter für die Elektro-, IT- und naturwissenschaftlichen Berufe beim Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Bonn und Autor der Voruntersuchung zur Neuordnung der IT-Berufe.

c't: Der Beruf des Fachinformatikers soll künftig in vier statt zwei Fachrichtungen ausgebildet werden. Wären vier einzelne Berufe – Anwendungsentwickler, Systemintegrator und so weiter – nicht besser gewesen?

Henrik Schwarz: Eine Trennung der Fachrichtungen wäre denkbar gewesen, da die Profile sehr trennscharf sind. Insgesamt hätten wir auch eine flexiblere Gestaltung in Form von Wahlqualifikationen befürwortet, mit denen sich bestimmte Themen und Anforderungen besser ausdifferenzieren lassen. Das hätte natürlich Konsequenzen für die betriebliche und schulische Ausbildung sowie für die Gestaltung der Prüfungen gehabt. Das jetzige Ergebnis ist ein bildungspolitischer Kompromiss zwischen den beteiligten Akteuren.

c't: Bei der Neuordnung galt es also, sehr viele unterschiedliche Interessen unter einen Hut zu bringen?

Schwarz: Da es sich bei den vier großen dualen IT-Berufen um Querschnittsberufe handelt, die in allen Branchen vertreten sind, gab es sehr viele beteiligte Akteure und Verbände. Es war wirklich ein hartes Ringen, um zu einer Neuordnung zu kommen. Ein erster Kompromiss bestand darin, die Neuordnung in zwei Phasen durchzuführen: eine schnelle erste Phase mit den dringendsten Anpassungen und eine zweite Phase mit mehr Zeit für eine grundlegende Überarbeitung.

c't: Hätte man die beiden kaufmännischen IT-Berufe nicht zusammenlegen können?

Schwarz: Ja, die Zahlen liegen deutlich unter denen der Fachinformatiker und waren in den letzten Jahren rückläufig. Gleichwohl schließen in beiden Ausbildungsberufen zusammen immer noch mehr als 2.000 Jugendliche jährlich einen Ausbildungsvertrag ab. Unsere Voruntersuchung hat gezeigt, dass die Profile dieser Berufe nicht immer trennscharf wahrgenommen wurden. Insofern hätte sich eine Zusammenlegung der beiden Berufe angeboten.

c't: Warum wurde das nicht gemacht?

Schwarz: Der Konstruktion von Ausbildungsberufen liegen bildungspolitische Aushandlungsprozesse zugrunde, an denen viele Akteure beteiligt sind. In diesem Universum ist die Antwort – um mit Douglas Adams zu sprechen – manchmal 42. Das bedeutet nicht, dass keine guten Lösungen gefunden wurden. Berufe sind in ihren jeweiligen Fachdomänen und Fachverbänden verankert. Dabei gibt es immer Überschneidungen. Das wirft viele Fragen auf: Wie trennscharf ist ein Profil? Handelt es sich um einen reinen Branchenberuf oder einen branchenübergreifenden Beruf? Wie groß oder klein ist die Zahl der Auszubildenden? Können oder müssen sie getrennt oder gemeinsam beschult werden?

Beide kaufmännischen IT-Berufe verfügen über einen gemeinsamen Kern, auf dem unterschiedliche Profile aufsetzen. Es wäre auch ein Beruf mit Fachrichtungen möglich gewesen. Das wurde während der Verhandlungen erwogen. Die Antwort war aber letztlich: 42. Vielleicht beim nächsten Mal.

Künstliche Intelligenz & Machine Learning

MACHINE LEARNING
NLP
DEEP LEARNING
TENSOR FLOW
PYTHON
KERAS
TEXTVERARBEITUNG
NEURONALE NETZE
COMPUTER VISION
KI-ALGORITHMUS

EINSTIEG

Deep Learning mit Tensorflow

06.–09.07.2020 | Hannover

19.–22.10.2020 | Hannover

EINSTIEG

Supervised und Unsupervised Machine Learning mit Python

04.–06.05.2020 | Hannover

SPEZIALISIERUNG

Bildverarbeitung mit Deep Learning

28. – 30.09.2020 | Frankfurt am Main

SPEZIALISIERUNG

Textverarbeitung mit Deep Learning

22. – 24.6.2020 | Hannover

SPEZIALISIERUNG

Zeitreihen mit Machine und Deep Learning

02. – 04.11.2020 | Hannover

SPEZIALISIERUNG

From Lab to Enterprise with MLOps

02. – 04.12.2020 | Hannover

*Frühbucherrabatt von 10% sechs Wochen vor Veranstaltungsbeginn

Moustapha Karaki
ist ein Machine Learning Engineer und Berater bei IBM für die Anwendung von AI in Unternehmen.

Philipp Braunhart
ist Freelance Machine Learning Engineer und Trainer.

Organisiert von: heise Events

Eine Veranstaltung von: iX Workshop

Weitere Infos unter:
heise-events.de/workshops
ix-konferenz.de

Grundlagen Bandlaufwerke

Magnetbänder und Laufwerke für das Backup großer Datenmengen

Wenn es um die Sicherung großer Mengen digitaler Daten geht, spielen Magnetbänder immer noch eine Rolle. Das liegt vor allem an den vergleichsweise niedrigen Kosten pro Terabyte.

Von Lutz Labs

Die meisten Privatanwender kommen beim Backup wohl mit ein oder zwei Festplatten im Terabyte-Bereich aus. Für solche Anwendungsfälle wären Sicherungskopien auf Magnetbändern, wo allein schon das Laufwerk mehrere tausend Euro kostet, völliger Overkill. Doch wenn die zu sichernde Datenmenge eher im Petabyte-Bereich liegt, dann lohnt es sich, noch einmal nachzurechnen.

Früher gab es verschiedene Tape-Standards, doch seit 2016 wird nur noch das Format Linear Tape Open (LTO) weiterentwickelt. Dieses entstammt einer Kooperation von HP, IBM und Seagate. Nachdem Seagate den Geschäftsbereich Tape an Quantum verkauft hatte, nahm Quantum Seagates Position im LTO-Konsortium ein.

Das Kürzel LTO steht eigentlich nur für die Bänder, die Laufwerke hören offiziell auf den Namen Ultrium. Ultrium wird jedoch im Sprachgebrauch kaum verwendet, gemeinhin spricht man von LTO und der zugehörigen Generation.

LTO-1 kam 2000 auf den Markt, die Bänder konnten 100 GByte speichern, die maximale Transferrate lag bei 20 MByte/s. Ursprünglich wollten die Hersteller die Kapazität alle zwei Jahre verdoppeln. Das hat jedoch nicht ganz geklappt: Aktuell ist LTO-8 mit einer Kapazität 12 TByte, die Geschwindigkeit liegt bei 360 MByte/s. Die Eckdaten für die nächsten Generationen stehen bereits fest: LTO-12 soll 192 TByte pro Band speichern. Einen Zeitplan gibt es jedoch noch nicht, nicht einmal der Marktstart von LTO-9 ist terminiert.

Mehr und schneller mit Kompression

Traditionell geben die Hersteller noch zwei weitere Werte an, nämlich Kapazität und Geschwindigkeit für komprimierbare Daten. Mit LTO-4 erhöhten die Hersteller die Kompressionseffizienz von 2 auf 2,5, ein 800-GByte-LTO-4-Band soll also rund 2 TByte komprimierbare Daten fassen.

Da die Kompression im Bandlaufwerk erfolgt, müssen die Daten schnell genug angeliefert werden. Dazu nutzen aktuelle Laufwerke ausschließlich die SAS-Schnittstelle, ältere Modelle waren häufig auch mit Fibre Channel lieferbar. Es gibt aber auch externe LTO-Laufwerke mit USB-3.0-Anschluss.

Ist aber etwa das zuliefernde Festplatten-Array zu langsam, muss das Band immer wieder anhalten und eventuell sogar zurückspulen, statt einen konstanten Datenstrom aufzuzeichnen. Das treibt nicht nur die Backup-Zeit in die Höhe, sondern erhöht auch den Bandverschleiß.

Umgang mit Altlasten

Ultrium-Laufwerke können Bänder ihrer eigenen und der vorherigen Generation beschreiben und Bänder der vor-vorherigen Generation lesen – bis auf eine Ausnahme. Denn während etwa ein Ultrium-7-Laufwerk Bänder nach LTO-5, LTO-6 und LTO-7 lesen kann, ist die aktuelle Generation Ultrium-8 für LTO-6-Bänder blind. Das hat viele Anwender verärgert, die aus Kostengründen immer eine Generation übersprungen haben. Bei LTO-9 und 10 aber soll das ursprünglich geplante Verhalten wieder zurückkommen.

Anfang vergangenen Jahres kam es zu einer Knappheit bei den damals noch recht neuen LTO-8-Bändern. Fujifilm und Sony, die beiden einzigen Produzenten, waren in einen Patentstreit verwickelt, der erst im August 2019 beigelegt wurde. Die Einigung soll nun aber zumindest auch für Bänder der nächsten Generation (LTO-9) gelten.

Keine Kompaktkassetten

LTO-Kassetten sehen anders aus als die aus dem Audio-Bereich bekannten Kompaktkassetten. Diese haben zwei Wickel, LTO-Kassetten aber nur einen. Das Lauf-

Bild: IBM

In größeren Installationen ist ein Tape-System meistens in einem 19-Zoll-Schrank eingebaut und von Schächten für die Ablage der Bänder sowie einer Robotik zum Wechseln umgeben. Es gibt jedoch auch externe LTO-Laufwerke wie dieses IBM-Modell, welche per USB angebunden werden.

werk greift beim Einlegen einer LTO-Kassette nach dem Anfang des Bands und wickelt es auf eine Spule im Gerät; vor dem Auswerfen muss das Band daher komplett zurückgespult werden. Bei einer Stärke von wenigen Mikrometern ist das Band knapp einen Kilometer lang und 12,7 Millimeter (einen halben Zoll) breit.

LTO-Kassetten haben Aussparungen und eine Schräge an der Oberseite, die einem Bandroboter das Handling und das Einschieben der Kassetten in die Laufwerke erleichtern – nur so lässt sich ein automatisiertes Backup erledigen. In vielen Unternehmen und Behörden kümmern sich die Roboter um hunderte oder gar tausende von Bändern; in solch großen Installationen kommen häufig auch viele Laufwerke gleichzeitig zum Einsatz.

LTO-Bänder lassen sich von den Robotern selbst identifizieren: Auf der Rückseite ist ein individueller Barcode aufgedruckt, die Roboter müssen diesen nur einlesen und verarbeiten. Zudem enthält jedes Laufwerk einen kleinen Flash-Speicher von bis zu 16 KByte, der drahtlos ansprechbar ist. Dieser enthält nicht nur die Seriennummer, sondern auch Informationen über die Verwendung dieses Bandes, etwa, wie oft es benutzt wurde.

Langzeitspeicher

LTO-Kassetten sollten nicht mehr als 200 Mal beschrieben werden. Nutzt man etwa für jeden Werktag ein eigenes Band, dann halten diese also maximal vier Jahre, Wochen- und Monatsbänder entsprechend länger. Die Daten sollen rund 30 Jahre erhalten bleiben.

Für die Langzeitarchivierung kommt Tape jedoch nur in Frage, wenn man bereit ist, sämtliche Daten von Zeit zu Zeit auf neuere Bänder zu übertragen. Aufgrund der kurzen Rückwärtskompatibilität von maximal zwei Generationen dürfte dies spätestens alle fünf Jahre notwendig sein.

Eine LTO-Kassette hat im Gehäuse nur einen Wickel, das Laufwerk greift sich nach dem Einlegen der Kassette den Anfang des Bands und wickelt das Band auf eine eigene Spule.

Vergleich zu Festplatten-Arrays

Ein einzelnes LTO-8-Band mit 12 TByte Nettokapazität kostet zwar nur rund 150 Euro, aber ein dazu passendes Laufwerk schlägt mit 3000 bis 4000 Euro zu Buche. Dazu gesellen sich noch die Kosten für den Bandroboter. Die Kosten für Software und Installation fallen auch bei Sicherungen auf andere Medien an.

Beim Vergleich mit einem Festplatten-Array dürfen auch die Energiekosten eine Rolle spielen: Während eingebaute, aber ungenutzte Festplatten auch im tiefsten Schlafzustand rund 1 Watt benötigen, brauchen im Tresor gelagerte Bänder keine Energie.

Allerdings verlangen Bänder Sorgfalt bei der Lagerung: Staub, hohe Temperatur oder Luftfeuchtigkeit vertragen sie nicht. Dazu müssen sie DSGVO-konform gelagert werden.

Wie bei einer Festplatte landen gelöschte Daten nicht wirklich im Müll, stattdessen wird lediglich der Verweis auf die richtige Stelle auf dem Band gelöscht. Mit passender Software ließe sich also jede gelöschte Datei wiederherstellen – die Entsorgung der nicht mehr benötigten Bänder muss daher auch datenschutzkonform erfolgen, wenn die Backups nicht sicher verschlüsselt sind.

Festplatten sind bei niedrigen Kapazitätsanforderungen günstiger. Wer die alte Backup-Software dabei weiterverwenden möchte, kauft eine Zwischenschicht, die sich nach außen als Tape ausgibt, intern aber alle Daten auf Platte oder in der Cloud speichert. Ein großer Vorteil dabei: Die Zugriffszeit sinkt von einigen Minuten – der Bandroboter holt das richtige Tape und legt es ein, die Software spult zur gesuchten Datei vor und liest sie ein – auf wenige Millisekunden. Für große Datenbestände aber wird wohl auch in einigen Jahren das Backup auf Tape eine Alternative bleiben. *(ll@ct.de)* c't

In jeder LTO-Kassette liegt ein per Funk ansprechbarer Speicher, der Daten zur Kassettennutzung protokolliert. Bei diesem LTO-3-Modell ist er 4 KByte groß.

LTO-Laufwerke und -Bänder

Laufwerksgeneration	Medientyp schreiben	Medientyp lesen	Bandkapazität bei gleicher Generation[1]	maximale Transferrate[1]	Produktionsstart	Bandlänge [m]	EEPROM-Kapazität [KBit]
Ultrium 1	LTO-1	LTO-1	100 GByte	20 MByte/s	2000	609	32
Ultrium 2	LTO-1, LTO-2	LTO-1, LTO-2	200 GByte	40 MByte/s	2002	609	32
Ultrium 3	LTO-2, LTO-3	LTO-1, LTO-2, LTO-3	400 GByte	80 MByte/s	2004	680	32
Ultrium 4	LTO-3, LTO-4	LTO-2, LTO-3, LTO-4	800 GByte	120 MByte/s	2007	820	64
Ultrium 5	LTO-4, LTO-5	LTO-3, LTO-4, LTO-5	1.500 GByte	140 MByte/s	2010	846	64
Ultrium 6	LTO-5, LTO-6	LTO-4, LTO-5, LTO-6	2.500 GByte	160 MByte/s	2012	846	128
Ultrium 7	LTO-6, LTO-7	LTO-5, LTO-6, LTO-7	6.000 GByte	300 MByte/s	2015	960	128
Ultrium 8	LTO-7[2], LTO-8	LTO-7, LTO-8	9.000 GByte	300 MByte/s	2017	960	128
Ultrium 9	LTO-8, LTO-9	LTO-7, LTO-8, LTO-9	25.000 GByte	708 MByte/s	–	k. A.	k. A.
Ultrium 10	LTO-9, LTO-10	LTO-8, LTO-9, LTO-10	48.000 GByte	1100 MByte/s	–	k. A.	k. A.
Ultrium 11	LTO-10, LTO-11	LTO-9, LTO-10, LTO-11	96.000 GByte	k.A.	–	k. A.	k. A.
Ultrium 12	LTO-11, LTO-12	LTO10, LTO-11, LTO-12	192.000 GByte	k.A.	–	k. A.	k. A.

[1] ohne Kompression [2] unbenutzte Bänder der Generation 7 (LTO-7) können als LTO-8 Typ M (M8) initialisiert werden, dadurch ändert sich die unkomprimierte Kapazität von 6 auf 9 TByte.

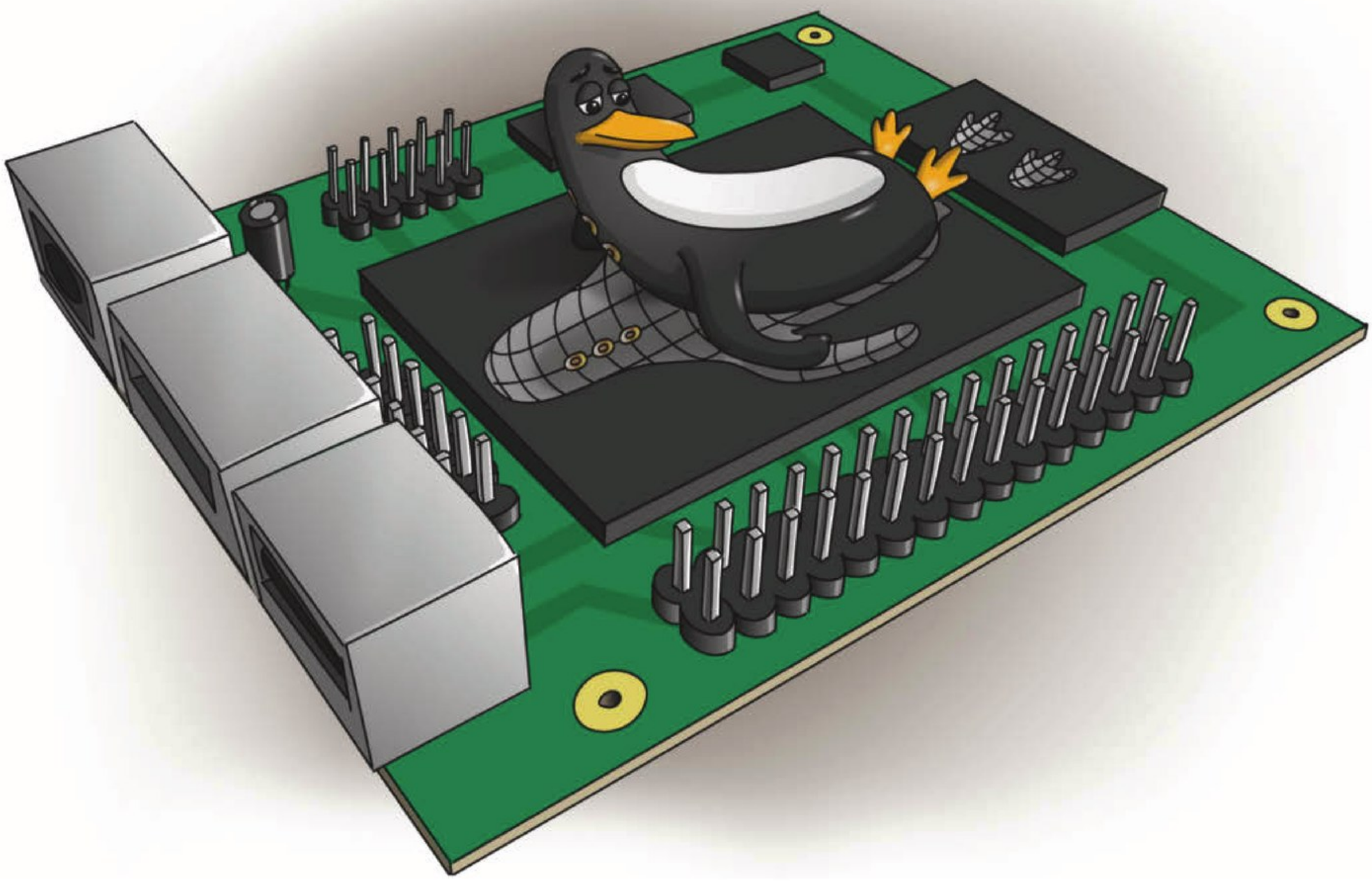


Bild: Michael Luther

Für einander gemacht

Warum es mit Upgrades bei Android hakt, erläutert an Linux beim Raspberry Pi

Debian, Fedora oder Ubuntu herunterladen und auf x-beliebiger Hardware installieren: In der x86-Welt ist das Usus, bei ARM-Systemen wie dem Raspberry Pi aber unmöglich. Das hat mehrere Ursachen, durch die es auch so viele Sicherheitslücken im Internet of Things gibt. Sie sind auch der Grund, warum Betriebssystem-Upgrades bei Android so rar sind.

Von Thorsten Leemhuis

Linux ist das dominierende Betriebssystem bei Einplatinencomputern. Das Bizarre daran: Linux unterstützt viele von ihnen nur schlecht und manche gar nicht. Selbst beim Raspberry Pi war das lange so. Hier hat sich die Lage gebessert, was aus der x86-Welt bekannten Distributionen die Tür geöffnet hat. Beim Linux-Support liegt aber weiter einiges im Argen, was Anwendern das Leben schwer machen kann.

Die Ursachen hierfür sind kurioserweise auch der Grund, warum Sicherheitskorrekturen und Betriebssystem-Upgrades bei Hardware mit ARM-Prozessoren und Linux rar sind – allen voran bei Geräten des Internet of Things (IoT) und Android-Smartphones. Der populäre Kleinstcomputer eignet sich daher gut, die mit ARM-Kernen im Prozessor einhergehenden Eigenarten näher zu beschreiben, denn durch sie tickt die ARM-Welt ganz anders als x86-PCs. Mit diesem Wissen können Sie Fehlkäufe vermeiden oder Hardware erkennen, bei denen die wenigsten Tücken lauern.

Ungenauigkeiten

Linux hat den Ruf, den Raspberry Pi einerseits super und andererseits miserabel zu unterstützen. Dieser Widerspruch entsteht durch die Mehrdeutigkeit des Begriffs „Linux“. Eigentlich ist es nur der Name des Betriebssystemkernels, den Linus Torvalds und seine Mitstreiter vorantreiben und via Kernel.org im Quellcode zum Download bereitstellen. Landläufig steht der Begriff aber für alle Betriebssysteme, die diesen Kernel verwenden – selbst wenn sie sonst nichts gemein haben, wie Android, FritzOS und Ubuntu, die intern alle ganz unterschiedlich arbeiten. Zu dieser Mehrdeutigkeit gesellt sich ein gerne übersehenes Detail: Die Macher solcher Betriebssysteme verwenden so gut wie nie eine „offizielle“, also von Kernel.org heruntergeladene Version von Linux. Vielmehr nehmen sie den Quellcode dieses Kernels und modifizieren ihn oft heftigst, um Support für einen bestimmten ARM-Prozessor oder eine damit bestückte Platine nachzurüsten.

Diese Herangehensweise zieht einen Rattenschwanz von Problemen nach sich. Bei Raspis zeigen sich diese nicht, solange man auf dem vorbereiteten Pfad bleibt: Mit Raspbian, das die Firma hinter dem Raspberry Pi extra für den Kleinstcomputer entwickelt, laufen die Raspis schließlich richtig gut. Kein Wunder, denn Entwickler der „Raspberry Pi Trading“ haben den Linux-Kernel-Quellcode an vielen Stellen angepasst und erweitert, bevor sie daraus den Raspbian-Kernel gebaut haben. Dabei haben sie Informationen zu Inbetriebnahme und zum Aufbau der von Broadcom für Raspis gebauten Prozessoren hinterlegt; diese gelten als „System on a Chip“ (SoC), denn sie enthalten neben den Rechenkernen auch viele andere Funktionen. Für viele von ihnen mussten die Rasbian-Entwickler passende Kernel-Treiber nachrüsten.

Durch die vielen Kernel-Anpassungen meisterte das aktuelle Raspbian, dessen Kernel auf Linux 4.19 basiert, den Raspi 4 gleich bei dessen Einführung spielend. Andere für die ARM-Architektur ausgelegte Linux-Distributionen wussten hingegen nichts mit dem neuesten Raspi anzufangen und starteten nicht einmal. Das galt auch für Debian GNU/Linux 10, obwohl das dem aktuellen Raspbian als Basis dient und ebenfalls einen Kernel nutzt, der auf Linux 4.19 fußt.

In dem Dreivierteljahr seit der Einführung des Raspi 4 hat sich die Lage bei diesem Debian-Release nicht verändert. Bei anderen in der x86-Welt gängigen Linux-Distributionen sieht es langsam besser aus: Fedora, openSUSE und Ubuntu unterstützen den Raspi 4 mittlerweile offiziell. Der Support ist aber noch lückenhaft, daher lassen sich selbst einige wichtige Funktionen des Raspi-SoCs nicht nutzen. Der Grund dafür: Die Firma hinter dem Raspi hat viele der Änderungen und Treiber, die es in den Raspbian-Kernel einbaut, nicht in den offiziellen Linux-Kernel überführt. Sie fehlen daher aktuellen Versionen des offiziellen Linux-Kernels, die Distributoren als Ausgangsbasis für ihre Kernel nutzen, wenn sie ein neues Release vorbereiten.

Selbstschutz

Linux-Distributoren könnten Anwender leicht vor dem lückenhaften Support des offiziellen Linux-Kernels bewahren, indem sie den Raspbian-Kernel integrieren und bei Raspis automatisch verwenden. Diesen Kernel müssten sie dann aber parallel zum regulär genutzten pflegen – beim in Kürze erwarteten Ubuntu 20.04 ist das nicht Linux 4.19, sondern 5.4.

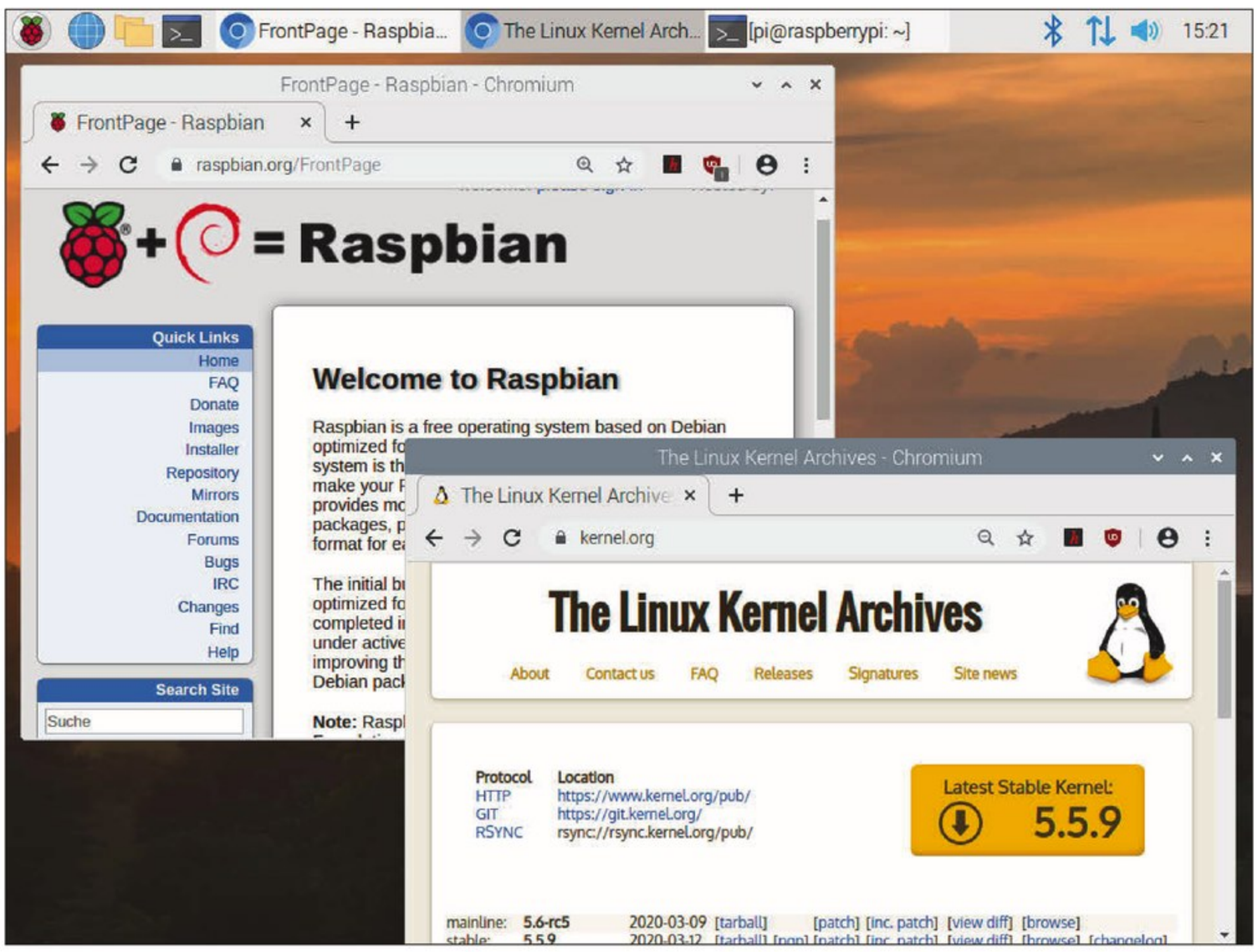
Viele Distributoren schrecken aber davor zurück, weitere Kernelvarianten zu integrieren, denn das zieht viel Arbeit und Probleme nach sich. Schnell ginge es auch um Dutzende oder Hunderte weiterer Kernel: Auf der Welt gibt es schließlich noch zahllose weitere ARM-SoCs und Kleinstcomputer, deren Hersteller speziell auf ihre Produkte zugeschnittene Kernel bereitstellen. Für Distributoren ist es schon bei einer Kernel-Linie enorm aufwendig, zeitnah Sicherheitslücken zu stopfen. Verschiedene Versionsreihen beim Kernel verwirren zudem Nutzer, denn ein auf den Linux 5.4 angewiesenes Distributionsfeature funktioniert dann nicht aus Raspis, wenn die noch einen auf 4.19 aufbauenden Kernel nutzen. Derlei verkompliziert auch den ohnehin schon schwierigen Testaufwand nochmal erheblich. Aus diesen und weiteren Gründen scheuen Linux-Distributoren vor weiteren Kernel-Reihen zurück.

Qualitätssicherung

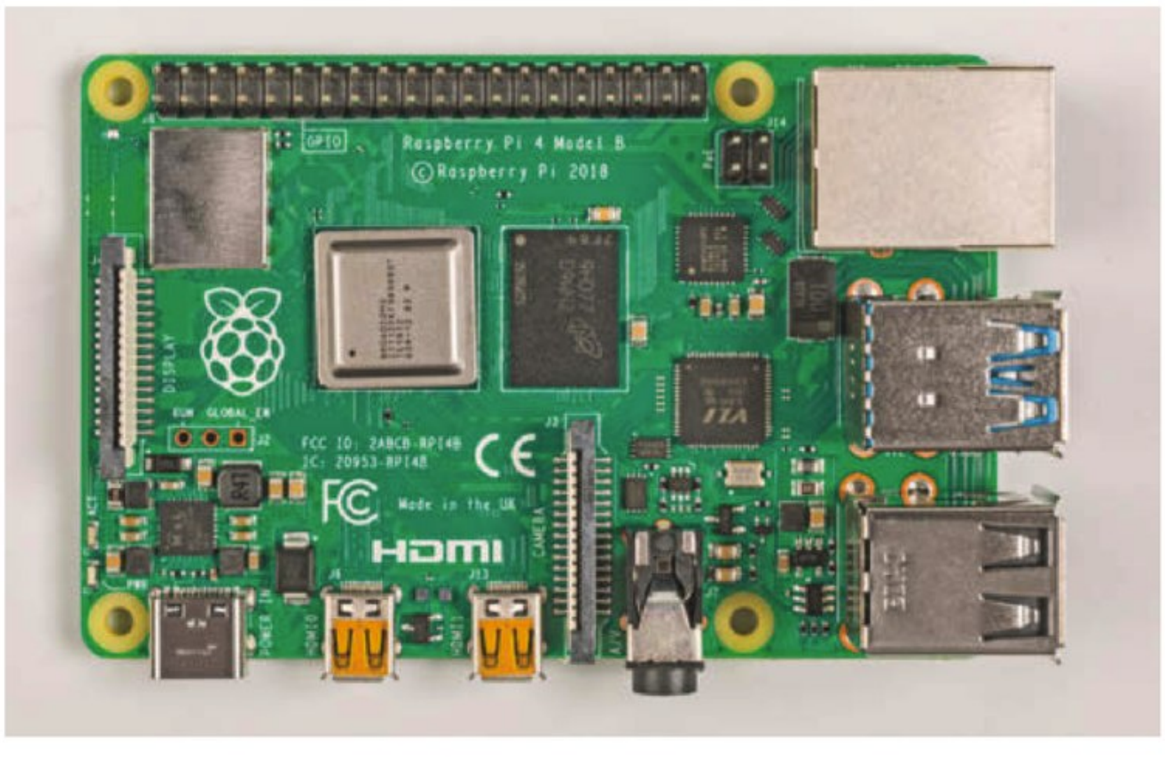
Alternativ ließen sich Schwierigkeiten auch leicht vermeiden, wenn Linus Torvalds und seine Mitstreiter einfach alle Änderungen in Linux integrierten, die zur Raspi-Unterstützung im Raspbian-Kernel stecken. Das klingt auf den ersten Blick leicht, entpuppt sich bei näherem Hinsehen aber als schwierig.

Auch hier gilt: Es gibt Hunderte weiterer SoCs und damit gebaute Platinen, zu denen sich jeden Monat weitere gesellen, und nahezu alle brauchen Linux-Kernel mit Anpassungen wie zusätzlichen Treibern. Da diese Änderungen oft in gleichen oder ähnlichen Codeabschnitten nötig sind, kann man die Änderungen nicht einfach blindlings zusammenwerfen. Daher gibt es „Subsystem-Maintainer“ genannte Kernel-Entwickler, die jeweils einen Teilbereich des Linux-Kernel-Quellcodes betreuen und die Integration aller dort erfolgenden Änderungen koordinieren.

Wie jeder gute Programmierer achten die Subsystem-Maintainer dabei auch auf Codequalität. Das machen sie schon aus Eigenschutz, denn sie haben diese Position oft lange inne. Bei Problemen mit einer nur für Raspis vorgenommenen Änderung sind sie daher auch Jahre später noch in der Verantwortung, während der Entwickler der Anpassung vielleicht mittlerweile als Landschaftsgärtner arbeitet. Die Maintainer haben daher ein sehr großes Interesse an verständlichem, wartbarem Code – auch, weil die meisten von ihnen diese Aufgabe nebenher zur eigentlichen Arbeit oder in der Freizeit erledigen. Die Betreuer haben oft auch höhere Ansprüche, um den Code möglichst robust zu machen und



Raspbian unterstützt den Raspi so gut, weil es nicht den offiziellen Linux-Kernel nutzt, sondern einen stark modifizierten.



Damit Linux auf Boards mit ARM-CPU startet, müssen Informationen zur jeweiligen Platine und deren Prozessor in den Kernel-Quellcode – das gilt auch für den Raspberry Pi 4.

Sicherheitslücken zu vermeiden. Das liegt an ihrer jahrelangen Erfahrung, die auch Rückmeldungen von Sicherheitsforschern zu verdanken sind, die den Quellcode des offiziellen Linux-Kernels ständig auf potenzielle Schwachstellen untersuchen. Maintainer weisen qualitativ minderwertige Anpassungen daher zurück und fordern Verbesserungen von demjenigen, der sie einbringen will.

Der Raspberry Pi Trading, dem kommerziellen Arm hinter der Raspberry Pi Foundation, und deren Entwicklern ist Codequalität hingegen längst nicht so wichtig: Von ihrer Warte aus zählt vor allem, dass Raspbian gut auf Raspis läuft, denn für andere Kleinstcomputer ist das Betriebssystem ohnehin nicht gedacht. Ein Raspbian-Entwickler kann daher eine für Raspis wichtige Kernel-Optimierung auch mit Tricks umsetzen, die die Performance auf konkurrierenden Kleinstcomputern oder allen x86-PCs erheblich verschlechtert – dem Subsystem-Maintainer sträuben sich da die Haare.

Unterschiedliche Prioritäten

Das sind längst nicht alle Interessenkonflikte zwischen den zwei Lagern. Subsystem-Maintainer etwa haben alle Zeit der Welt, auf sauberen, robusten und sicheren Code zu warten; der Entwickler des Raspbian-Kernels programmiert aber vielleicht unter Zeitdruck, um rechtzeitig zur Einführung eines neuen Raspi-Modells fertig zu werden. Zugleich wollen Hersteller wie Broadcom oder die Raspberry Pi Trading oft nicht, dass sich die Einführung einer neuen Hardware-Generation durch Änderungseinreichungen beim offiziellen Linux-Kernel früh abzeichnet: Der Absatz des bisherigen Produkts könnte einbrechen.

AMD und Intel ist derlei schon lange egal: Sie senden Anpassungen für neue x86-Plattformen frühzeitig zur Integration in den offiziellen Kernel ein. Über neue Linux-Versionen ziehen sie dann in Mainstream-Distributionen ein, damit sie neue Chips idealerweise zur Markteinführung unterstützen. In der x86-Welt ist derlei wichtig, schließlich gibt es dort keine maßgeschneiderte Linux-Distribution zur Hardware dazu, wie es beim Raspi und anderen Systemen mit ARM-SoC üblich ist.

Fehlende Motivation

Durch maßgeschneiderte Betriebssysteme stehen Hersteller von ARM-SoCs und damit gebauter Produkte weniger unter Druck, ihre Änderungen in den offiziellen Linux-Kernel zu integrieren. Viele erwarten auch wenig Gegenwert vom Aufwand solcher Einreichungen: Sie müssen dabei mit Mitbewerbern interagieren und Kompromisse eingehen; zugleich verlieren sie Kontrolle, weil früher oder später andere Kernel-Entwickler den Code modifizieren. Dadurch fürchten sie Pannen bei Nutzern und zusätzliche Reklamationen.

Viele SoC-Hersteller scheren sich deshalb nicht darum, ihre Kernel-Änderungen an die Linux-Entwickler zu schicken – „Upstream“ also. Beim Raspi ist die Lage besser, aber bei weitem nicht gut. Broadcom etwa hat eine Weile einen Entwickler genau zu diesem Zweck beschäftigt: Er hat quelloffene Treiber in den Linux-Kernel eingebracht und gepflegt, die die 3D-Einheit und die zur Bildschirmansteuerung zuständige Display Engine der ersten drei Raspi-Generationen unterstützen. Das hat gut geklappt, bis der Entwickler 2019 zu einem anderen Arbeitgeber weiterzog. Die Entwicklung quelloffener Grafiktreiber für den Raspi kam dadurch eine Weile zum Stillstand; neuerdings läuft sie wieder, denn die Firma hinter dem Raspi hat einige Auftragsentwickler für diesen Job angeheuert. Einer von ihnen hat kürzlich Patches zur Integration in Linux veröffentlicht, die ordentlichen Support zur Bildschirmansteuerung mit dem Raspi 4 nachrüsten.

Die Entwickler der Raspberry Pi Trading kümmern sich aber eher selten darum, für den Raspbian-Kernel vorgenommene Änderungen in den offiziellen Linux-Kernel einzubringen. Von außen sieht vieles danach aus, dass sie mit Support und Entwicklung für neue Modelle schon stark ausgelastet sind. Letztlich ist es daher vor allem in ihrer Freizeit oder bei anderen Firmen arbeitenden Entwicklern zu verdanken, dass Linux den Mitte 2019 eingeführten Raspi 4 seit Anfang 2020 mehr und mehr unterstützt (siehe dazu der Artikel auf Seite 128).

Aufmöbeln oder neu?

Die Upstream-Entwickler hatten es in einigen wenigen Fällen recht leicht: Sie konnten sich Anpassungen oder nachgerüstete Treiber aus dem Raspbian-Kernel schnappen, überarbeiten und zur Integration einreichen. Das ist möglich, weil die Firma hinter dem Raspi ihre Kernel-Änderungen veröffentlicht – geheim halten dürfte sie diese ohnehin nicht, denn das verbietet die Lizenz des Linux-Kernels. Die Qualität der Anpassungen und Treiber im Raspbian-Kernel ist in vielen Fällen aber unzureichend für den offiziellen Kernel. Vielfach haben die Programmierer die Änderungen daher nur als Inspiration für neuen Treibercode genutzt. Die Entwickler greifen ferner auf die Dokumentation zur Programmierung des SoCs zurück, sofern sie denn können: Solche Dokumente hat Broadcom für die Bausteine der ersten Raspis veröffentlicht, beim exklusiv für den Raspi 4 gefertigten BCM2711 aber bislang nur in Aussicht gestellt.

Die Anpassungen aufzumöbeln oder besseren Code zu schreiben, kostet einiges an Zeit, denn die Raspberry Pi Trading hat umfangreiche Änderungen vorgenommen (siehe Kasten „Unterschiede zwischen Raspbian-Kernel und offiziellem Linux-Kernel“). Die Gruppe von Entwicklern, die sich um Raspi-Support im offiziellen Linux-Kernel sorgen, ist zwar größer als bei vielen anderen Kleincomputern, aber dennoch überschaubar. Auch sie engagieren sich meist nebenher oder in der Freizeit für die Sache. Erschwerend kommt hinzu: Alle ein oder zwei Jahre erscheinen neue Raspi-Modelle, die wieder neue Anpassungen und Erweiterungen

Unterschiede zwischen Raspbian-Kernel und offiziellem Linux-Kernel

Die Raspbian-Entwickler haben knapp 1000 Änderungen vorgenommen, damit ihr auf Linux 4.19 aufbauender Kernel moderne Raspis besser unterstützt als der offizielle Linux-Kernel. Diese „Patches“ verändern rund 900 Dateien und vergrößern den Quellcode um rund 300.000 Zeilen. Beim derzeit vorbereiteten Raspbian-Kernel auf Basis des knapp ein Jahr jüngeren Linux 5.4 sind es nur knapp 500 Patches, die aber wieder 800 Dateien verändern und knapp 300.000 neue Zeilen mitbringen. Zum Vergleich: Um einen ähnlichen Wert wachsen die Quellen des Linux-Kernels durchschnittlich bei jeder Version, etwa beim Sprung von 5.0 auf 5.1.

Selbst wenn eine Handvoll Entwickler Vollzeit daran arbeiteten, die Anpassungen und nachgerüsteten Treiber aufzuarbeiten und in den offiziellen Linux-Kernel zu integrieren, wären sie Monate oder Jahre beschäftigt. Genau lässt sich das nicht sagen, denn gut gemachte Änderungen können manchmal innerhalb weniger Tage einziehen, selbst wenn sie groß sind. Zugleich können vergleichsweise kleinere Anpassungen manchmal Monate, unzählige Debatten und viele Überarbeitungen benötigen. Das kann durch schlechten oder unsicheren Code passieren, aber auch, wenn der Patch einen kritischen oder renovierungsbedürftigen Bereich des Linux-Quellcodes betrifft.

brauchen. Solange Broadcom und Raspberry Pi Trading ihre Strategie nicht ändern, wird der Support für Raspis im offiziellen Linux-Kernel daher nie den Umfang und die Qualität erreichen, die der Raspbian-Kernel bietet.

Anpassungsdruck

Stellt sich die Frage: Warum muss die Raspberry Pi Trading den Linux-Quellcode überhaupt anpassen? Warum kann sie die für den Raspi nötigen Treiber nicht einfach separat bereitstellen, wie es in der x86-Welt mit Windows funktioniert?

Zum Teil liegt das an Aufbau und Entwicklungsphilosophie des Linux-Kernels, durch die Kern- und Treiber-Quellcode eng verzahnt sind. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, stecken Treiber daher im Linux-Quellcode, wo sie zusammen mit dem Rest des Kernels weiterentwickelt werden. Auf Windows-Nutzer wirkt das manchmal archaisch. Diese auch von einigen Linux-Nutzern kritisierte Herangehensweise funktioniert in der x86-Welt aber recht gut, denn sie nötigt konkurrierende Unternehmen zur Zusammenarbeit im Rahmen der Linux-Entwicklung. Von den daraus entstehenden Synergieeffekten profitieren Anwender oft enorm , ohne es zu merken – etwa wenn AMDs neueste Ryzen- und Threadripper-Prozessoren vom ersten Tag an gute Leistungswerte bei Desktop-PCs und Notebooks erzielen, weil Intel Jahre zuvor den Linux-Kernel für Mehrkern-CPUs von Dual-Socket-Servern optimiert hat. Andersherum fand Intel mit seinen 64-Bit-x86-CPUs bei Linux ein Bett vor, das AMD Jahre zuvor für die ersten x86-64-Prozessoren gemacht hatte.

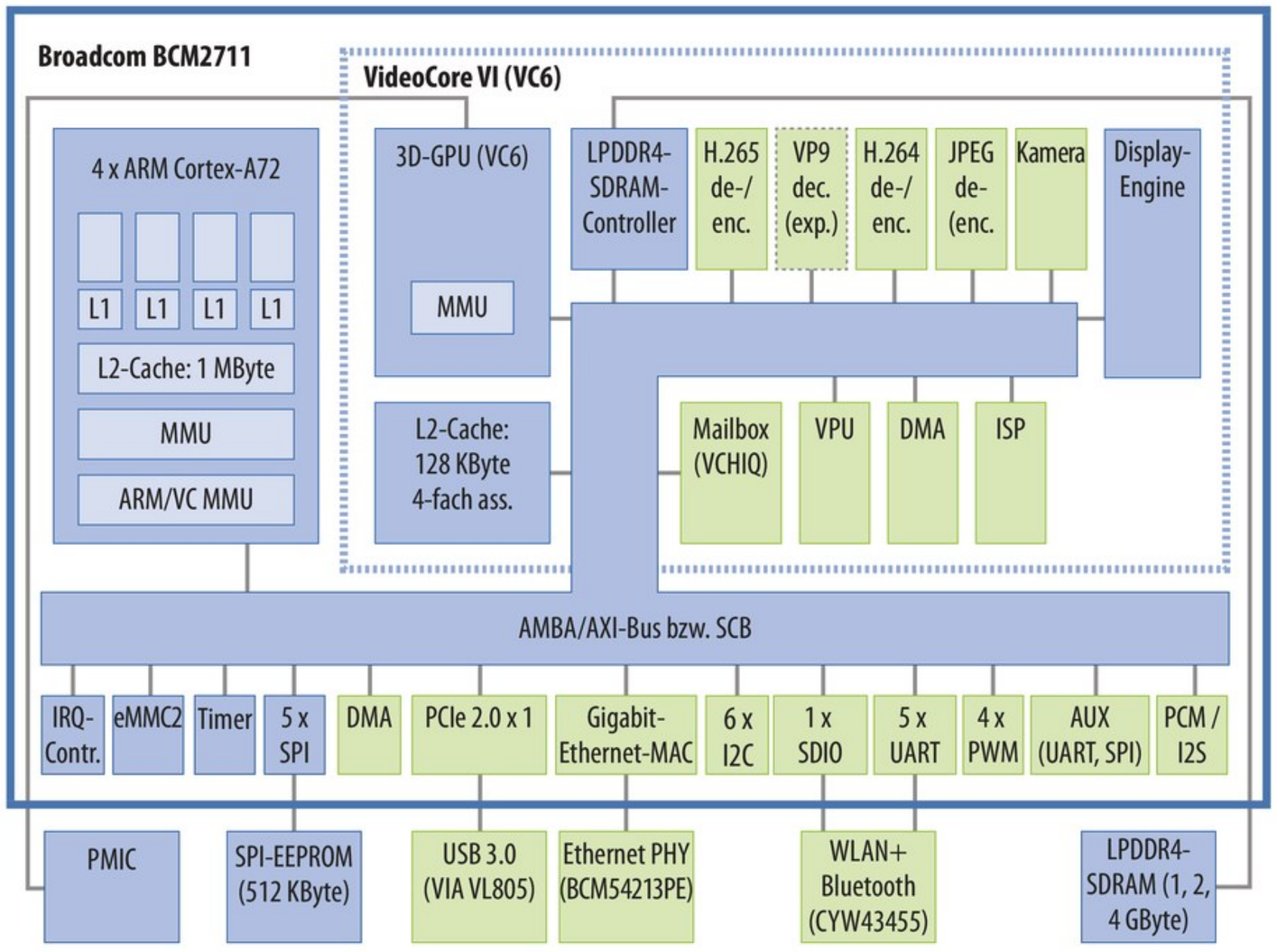
Immer so gemacht

Der Ansatz hat noch mehr Vorteile, die zu erläutern hier den Rahmen sprengen würde. Unter seinen Schwächen ist eine in diesem Kontext relevante: Gemeinsame Mitarbeit am offiziellen Linux-Kernel macht Herstellern natürlich Arbeit, daher versuchen manche, sich zu drücken. Die maßgeschneiderten und beigelegten Betriebssysteme, die bei ARM-SoCs normal sind, machen das viel leichter.

Das Maßschneidern ist ein Relikt, das zwei Ursachen hat: Die Vielfältigkeit von

Linux-Support für den Raspberry Pi 4

Damit Linux auf dem Raspi 4 überhaupt startet, müssen Informationen zur Platine und dessen Prozessor in den Quellcode des Linux-Kernel einfließen. Dorthin müssen auch Treiber für die zum Booten essenziellen Funktionseinheiten (blau). Einige dieser Treiber wurden extra für den neuesten Raspi geschrieben, andere brauchten kleinere oder größere Anpassungen. Das gilt auch für den Kernel-Code zum Support der vielen anderen Funktionseinheiten, die zum Booten nicht erforderlich sind (grün).



ARM-SoCs in Kombination mit dem Fehlen von Standards wie UEFI und ACPI. Durch diese zwei Aspekte ist die bei Linux ohnehin schon enge Verzahnung von Kern- und Treiber-Code bei ARM-Linux noch enger.

Individuell zusammengesetzt

Vielfältiger sind ARM-SoCs, weil nicht nur zwei Firmen einen Markt dominieren, wie es AMD und Intel tun; vielmehr entwickeln hunderte und vielleicht sogar tausende Unternehmen solche SoCs. Diese entstehen zudem im Baukasten-Prinzip und unterscheiden sich dadurch stark voneinander.

Gemein haben viele ARM-SoCs nur eines: Die Rechenkerne sprechen den „ARM“-Befehlssatz. SoC-Hersteller kaufen diese Rechenkerne meist als fertigen „IP-Core“ bei ARM, einige entwerfen sie gemäß ARM-Spezifikation aber auch komplett selbst. Zu einem SoC gehören aber auch Funktionen, die bei x86-Mainboards separaten Chips obliegen – daher die Bezeichnung „System auf einem Chip“. Hersteller kombinieren die Rechenkerne je nach Zielmarkt mit ganz unterschiedlichen Funktionseinheiten, die sie wiederum als IP-Core von anderen Unternehmen zukaufen oder eigenhändig entwickeln. Doch selbst zu einem SoC gesellen sich noch Extra-Chips.

Im SoC des Raspi 4 stecken beispielsweise ein bei ARM eingekaufter „Cortex-A72“ mit vier CPU-Kernen. An dieser Recheneinheit hängt ein Kommunikationsbus, der zu Funktionseinheiten für Arbeitsspeicheransteuerung, Taktfrequenzsteuerung, Interrupt-Controller, Zeitgeber, DMA, PCIe, Ethernet (MAC), GPIO, Audio, Bildschirmansteuerung, Video-Decoding, Video-Encoding, 3D-Beschleunigung und einiges andere mehr führt. Auf der Platine des Raspi 4 sitzen dann noch Chips für Ethernet (Transceiver/PHY), USB und WLAN/Bluetooth.

Einige der im SoC steckenden Funktionseinheiten sind zum Booten essenziell, daher müssen Betriebssysteme sie extrem früh im Startprozess initialisieren. Das erfordert vielfach SoC-spezifischen Code, weil Linux den Speichercontroller-IP-Core des Unternehmens X ganz anders ansprechen muss als den der Firma Y. SoC-Hersteller verbinden die Funktionseinheiten zudem auf unterschiedliche Arten; deshalb unterstützt Linux vielleicht den LAN-IP-Core in einem SoC nicht, obwohl es ihn bei einem anderen Prozessor problemlos aktiviert.

Diese Vielfalt mit großen Unterschieden bei Low-Level-Komponenten hätte wohl auch das Windows-Treibermodell nicht ordentlich abdecken können. Die Diversität hat sich am Markt nur etablieren können, weil den Herstellern mit Linux ein Betriebssystem-Kernel zur Verfügung stand, den sie ohne jegliche Absprachen hausintern maßschneidern konnten. Dass das nötig war und heute noch praktiziert wird, hängt mit einem weiteren Aspekt von ARM-SoCs zusammen.

Fehlende Selbstbeschreibung

Boards mit ARM-SoC ließen lange Techniken für die automatische Hardware-Erkennung vermissen. Bis vor fünf bis acht Jahren war es daher normal, essenzielle Informationen zu Ansteuerung von SoC und Platine direkt in den Linux-Kernel einzukompilieren, der auf dem jeweiligen Board laufen sollte. Für eine Platine maßgeschneiderte Kernel-Images oder damit gebaute Distributionen starteten daher teilweise nicht einmal auf eng verwandten Boards desselben Herstellers, auf denen das gleiche SoC saß.

Universelle Linux-Distributionen, wie sie in der x86-Welt seit jeher alltäglich sind, waren daher im ARM-Bereich gar nicht möglich. Um mehr Flexibilität zu schaffen, starteten einige Linux-Entwickler im Jahr 2012 den „Multiplatform Support“. Diese tief greifenden und über Jahre vorangetriebenen Umbauten machten es erheblich leichter, Quellcode für ganz unterschiedliche ARM-SoCs im offiziellen Kernel zu vereinen. Vor allem aber lernte der ARM-Code von Linux, zum Booten und für Treiber essenzielle Informationen zum Systemaufbau aus einem „Device Tree“ (DT) zu beziehen. Diese Hardware-Beschreibung leistet Ähnliches wie einige der ACPI-Tabellen, die in der x86-Welt üblich sind. Die Device Trees übergeben meist Firmware oder Bootloader beim Start an ein Kernel-Image, das sich so für eine Vielzahl von Boards mit ARM-SoC eignen kann.

Dieses Verfahren ist heute bei Einplatinencomputern und Embedded-Linux üblich – also auch bei den vielen IoT-Geräten und Smartphones, in denen ARM-SoCs mit Linux arbeiten. Bei Servern etablieren sich hingegen die „Server Base Boot Requirements“ (SBBR), die dank UEFI, ACPI und Standardschnittstellen zum Initialisieren essenzieller SoC-Komponenten noch flexibler sind. Das kommt Herstellern von

x86-Betriebssystemen entgegen, daher dringt SBBR über Fedora, Microsoft, Ubuntu & Co. gelegentlich auch auf Raspi 3 und 4 vor; Hintergründe dazu erläutert der Kasten „Universelle statt maßgeschneiderte Kernel und Distributionen“.

Lücken alle paar Tage

Ob jetzt mit Device Trees oder SBSA: SoC-Hersteller müssen nach wie vor Treiber in den Kernel einbauen und diesen optimieren, um einen Prozessor ordentlich zu unterstützen. Das machen AMD und Intel im x86-Markt aber auch. Die zwei erledigen das aber direkt im offiziellen Kernel und haben das dann vom Tisch. Weil die Raspberry Pi Trading anders vorgeht, hat sie bei der Pflege mehr Arbeit.

Nach der Freigabe eines neuen Raspi-Modells und dem dazu passenden Raspbian dreht sich diese Welt weiter, in der alle paar Tage neue Sicherheitslücken im Linux-Kernel bekannt werden. Meist sind das zwar nur kleinere Schwachstellen, aber alle paar Wochen ist auch eine mittelschwere dabei; ungefähr einmal pro Jahr sogar eine schwerwiegende. Nicht alle, aber viele der Lücken sind auch für Nutzer des Raspi relevant.

Um diese Lücken nicht selbst stopfen zu müssen, nutzt Raspbian nur „Longterm-Kernel“ als Basis für seine offiziellen Kernel. Die Entwickler von Linux verleihen diesen Status meist zum Jahreswechsel an das jeweils aktuelle Major-Release, zuletzt bei 4.14, 4.19 und 5.4. Solche pflegen sie dann nicht nur zwei bis drei Monate über Minor-Releases (4.19.1, 4.19.2, ...), sondern mindestens zwei Jahre. In diese Versionen fließen nur Fehlerkorrekturen und kleine, offensichtlich ungefährliche Verbesserungen ein. Diese Änderungen integrieren die Raspbian-Entwickler hin und wieder in ihren Kernel, um öffentlich oder stillschweigend in Linux gestopfte Lücken zu beseitigen. Manchmal ist die Integration ein Leichtes, gelegentlich macht sie aber viel Arbeit: Programmierer müssen den Code händisch zusammenführen, wenn die Linux-Entwickler Codeabschnitte verändert haben, die auch im Raspbian-Kernel modifiziert wurden.

Auf Dauer ist das aber nicht genug, denn nach frühestens zwei oder spätestens sechs Jahren endet der Support eines Longterm-Kernels. Zu früh für Raspbian, das selbst den ersten, 2012 eingeführten Raspi noch unterstützt. Außerdem betonen die Linux-Entwickler gelegentlich, Sicherheitslücken in älteren Versionslinien manchmal weniger gründlich abzudichten. Das passiert etwa, wenn eine nachhaltige Korrektur tiefgreifende Umbauten erfordern würde: Vor solchen schrecken nicht nur die Entwickler, sondern auch Nutzer eines Longterm-Kernels oft zurück. Mit der Zeit rufen Anwender ohnehin immer lauter nach frischeren Versionen von Linux, weil sie auf neue Kernel-Features scharf sind – etwa weil Anwendungsprogramme diese brauchen oder erst neue Linux-Versionen einen Treiber mitbringen, den man vielleicht für einen WLAN- oder TV-USB-Stick benötigt. Um diese ganzen Aspekte abzufangen, wechselt Raspbian meist einmal pro Jahr auf eine frischere Linux-Generation.

Kurz vor Redaktionsschluss zeichnete sich ab, dass Raspbian in Kürze von der Longterm-Reihe 4.19 auf 5.4 wechselt. Zwischen diesen beiden liegt rund ein Jahr Entwicklungsarbeit, in dem knapp 83.000 Änderungen erfolgten, die über zwei Drittel der Dateien von Linux verändert haben; knapp 3.750.000 Zeilen Quellcode stießen neu dazu, knapp 1.800.000 wurden entfernt (veränderte Zeilen gehen in beide Werte ein). Letztlich haben die Linux-Entwickler dadurch viele Stellen modifiziert, die auch beim Raspbian-Kernel zum Support der Rapis-SoCs verändert wurden. Ein „Rebase“ auf eine neuere Longterm-Linie bereitet den Raspbian-Entwicklern daher sehr viel Arbeit. Damit nicht genug: Nach dieser Aufgabe stehen viele Tests an, um sicherzustellen, dass mit dem neueren Kernel alles genauso gut läuft wie zuvor.

Lücken werden ignoriert

Die Raspberry Pi Trading stemmt diesen Aufwand. Viele Hersteller von SoCs und Einplatinencomputern tun das nicht: Sie pflegen die von ihnen beigelegten Betriebssysteme teilweise gar nicht oder nur Monate. Selbst bei neu eingeführten Ein-

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

Technology Review
Das Magazin für Innovation
trvorteil.de/3xtesten
+49 541/80 009 120
leserservice@heise.de

Universelle statt maßgeschneiderte Kernel und Distributionen

Die „Server Base System Architecture“ (SBSA) und die zugehörige „Server Base Boot Requirements“ (SBBR) verhelfen einigen Boards mit ARM-SoC zu einer Flexibilität, die in der x86-Welt seit langem gang und gäbe ist: Durch die Standards lassen sich Betriebssysteme nicht nur von verschiedensten Datenträgern starten, sondern booten selbst auf brandneuen Boards und Prozessoren. Die beiden erstmals 2014 definierten Spezifikationen haben vor allem Unternehmen vorangetrieben, die mit 64-Bit-ARM-Produkten in den Server-Markt vordringen wollen. Dort ist es Kunden wichtig, Betriebssysteme und Wartungs-Tools einsetzen zu können, die Admins von den dominierenden x86-Systemen kennen.

Die beiden Spezifikationen definieren unter anderem Schnittstellen, durch die Betriebssysteme generischem Code nutzen können, um alle zum Booten essenziellen Features von ARM-SoCs in Betrieb zu nehmen. Dadurch sollte ein aktueller Linux-Kernel etwa die Rechenkerne, das Speichermanagement oder den Interrupt-Controller auch bei Prozessoren in Gang bringen können, die erst in ein oder zwei Jahren erscheinen. Der rudimentäre Support reicht dann oft, um per Systemaktualisierung einen frischeren Kernel zu erhalten, der das SoC besser unterstützt.

UEFI und ACPI für ARM

Für SBBR muss die Firmware das aus der x86-Welt bekannte Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) implementieren, das viel rund um die Interaktion mit Betriebssystemen und deren Start standardisiert. Zu UEFI gehört dieser Tage auch das Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), das so in die ARM-Welt vordringt und Betriebssystemen endlich ermöglicht, Hardware-Komponenten automatisch zu erkennen. ACPI hilft auch beim Initialisieren unbekannter Hardware, denn wie in der x86-Welt gelingt das teilweise mit plattformunabhängigem Bytecode aus den ACPI-Tabellen, den ein Betriebssystem-Kernel mit seinem ACPI-Interpreter ausführt.

Im Markt für Server-SoCs mit ARM-Kernen sind SBSA und SBBR schnell wichtig geworden. Es gibt auch einige Workstation- oder Entwickler-Boards mit ARM-Prozessoren, die die Standards weitgehend oder vollständig implementieren. Bei Einplatinen-Computern und im Embedded-Markt ist von den zweien wenig zu sehen, denn sie machen Firmware komplexer. Findige Entwickler haben jedoch eine alternative Firmware für Raspi 3 und 4 geschrieben, die SBBR implementiert; eine von ihnen stammt von Microsoft, denn die Firma hat darüber die ARM-Variante von Windows auf den Raspi gebracht. Auf solche Firmware greifen auch Fedora, openSUSE und Ubuntu zurück, um die zwei Kleinstcomputer zu unterstützen.

platinencomputern, IoT-Geräten und Smartphones finden sich daher häufiger mal Sicherheitslücken in maßgeschneiderten Betriebssystemen und deren Kerneln. Kein Wunder, denn teilweise nutzen die Hersteller nicht mal einen Longterm-Kernel als Basis. Doch selbst damit kann es passieren, dass die Entwickler von Linux die Pflege eines Longterm-Kernels schon eingestellt haben, wenn ein damit gebautes Produkt in den Handel kommt.

Monate, die sich addieren

Das kann etwa vorkommen, wenn ein SoC-Hersteller im September anfängt, Kernel-Änderungen zur Unterstützung eines brandneuen SoCs zu programmieren. Wenn er das auf Basis des dann aktuellen Longterm-Kernels macht, hat der zirka neun Monate seiner Mindestpflegedauer von zwei Jahren schon hinter sich. Bis ein SoC und die zugehörigen Kernel-Anpassungen fertig sind, vergehen mehrere Monate. Dann dauert es vielleicht nochmal Monate, bis ein Hersteller von Einplatinencomputern, IoT-Geräten oder Android-Smartphones beschließt, dieses SoC in einem Produkt zu verbauen. Dazu wird er eine Platine entwerfen und mit den Kernel-Änderungen des SoC-Herstellers ein passendes Betriebssystem bauen. Diese Entwicklung und die anschließende Produktion dauern wieder mehrere Monate. Sie addieren sich mit den anderen leicht auf zwei bis drei Jahre. Hinzu kommt, dass Produkte oft einige Jahre verkauft werden. Im Abverkauf ist der als Basis genutzte Kernel dann vielleicht schon sechs Jahre alt. Hersteller schrecken daher vor Support-Versprechen zurück, denn wenn sie den Kernel eines Produkts nach dem Abverkauf noch zwei oder drei Jahre mit Sicherheitskorrekturen versorgen wollten, müssten sie sich komplett selbst darum kümmern.

Hersteller von SoCs und damit gebauten Produkten könnten diese Problematik lösen, indem Sie gelegentlich einen Rebase auf eine neuere Longterm-Kernel-Serie durchführen, wie es die Raspberry Pi Trading jährlich beim Raspbian-Kernel macht. Das scheuen die meisten aber, weil Entwicklung, Tests, Ausrollen und Kundenbetreuung enormen Aufwand und damit allerlei Kosten verursachen. Einige SoC-Hersteller bleiben deswegen sogar über viele Jahre auf der gleichen Kernel-Basis, die sie immer wieder um Unterstützung für neue Prozessoren erweitern. Rockchip etwa entwickelt die Kernel-Anpassungen für viele seiner SoCs seit Jahren in einem Zweig, der auf dem Mitte 2016 veröffentlichten Linux 4.4 basiert. Hersteller neuer Einplatinencomputer, Smartphones und IoT-Geräte mit Rockchip-SoCs greifen diesen Kernel daher auch dieser Tage noch auf, obwohl der Support der zugrunde liegenden Linux-Version im Februar 2022 enden soll.

Zertifizierungen

Erschwerend kommt hinzu: Einige mit ARM-SoC und Linux-Kernel ausgelieferte Produkte müssen vor dem Verkaufsstart abgenommen werden. Oft sind es staatliche Stellen, die Zertifizierungen fordern, etwa für Produkte im medizinischen Bereich, im Luft- & Autoverkehr oder bei allem, was mit Mobilfunktechnik zu tun hat; bei Tablets und Smartphones wollen auch die Netzbetreiber manchmal prüfen. Solche Abnahmen decken oft ein Produkt als Ganzes ab, schließen also die Software inklusive des Kernels ein; schon ein Rebase auf eine neue Minor-Version des Linux-Kernels kann daher eine erneute Zertifizierung nötig machen, die wieder Kosten nach sich zieht. Manche Hersteller meiden wegen solcher Zertifizierungsverfahren schon kleine Kernel-Updates – und manche integrieren deswegen selbst Sicherheitskorrekturen nicht oder nur sporadisch, die in den offiziellen Linux-Kernel einfließen.

Darüber hinaus stellen auch die Kernel-Anpassungen von SoC- oder Platinenherstellern eine Gefahr für die Sicherheit dar. In solchem Code tauchen gelegentlich böse Sicherheitslücken auf, manchmal sogar durch krasse Schlampereien und Anfängerfehler. Beim offiziellen Kernel passiert derlei viel seltener, denn bei der Integration schauen oft mehrere Augen über eine Code-Änderung. Zudem beobachten ihn eine Reihe von Sicherheitsforschern engmaschig, denn sie klopfen den Linux-Quellcode ständig mit immer wieder verbesserten Werkzeugen auf potenzielle Schwachstellen ab; dabei finden sie praktisch täglich Gefahren, die Entwickler dann beseitigen.

Marktdruck

Um zeitgemäße Sicherheit zu gewährleisten, sollten Sie daher vor dem Kauf von Produkten mit ARM-SoC und Linux prüfen, wie gut und wie lange der jeweilige Anbieter das vorgesehene Betriebssystem mit Sicherheitskorrekturen versorgen will. Manchmal lässt sich an älteren Produkten des Unternehmens erkennen, wie gut Hersteller das machen und ob sie ihre Versprechen auch einhalten.

Wer bei Einplatinencomputern dann keine verlässlichen oder zufriedenstellenden Angaben erhält, sollte unbedingt die Tauglichkeit für alternative Betriebssysteme mit dem offiziellen Linux-Kernel abklären. Ein paar aktuelle SoCs und Platinen unterstützt Linux überraschend gut von Haus aus, weil sich Hersteller mancher SoCs, diese nutzende Unternehmen oder unabhängige Entwickler engagieren. Recht gut ist die Situation beispielsweise bei Chips von NXP, was aber auch ein Grund dafür sein dürfte, warum die etwas teurer sind. Auch einige SoCs von Rockchip werden ordentlich unterstützt, weil diese in ChromeBooks sitzen. Bei diesen nötigt Google die Hersteller, ihre Kernel-Änderungen in Linux zu integrieren, um sich die Langzeitpflege zu erleichtern und die Update-Problematik von Android zu vermeiden. Geholfen hat aber auch, dass einige externe Entwickler in ihrer Freizeit für Feinschliff sorgen; bei der Weiterentwicklung von Linux achten sie auch darauf, dass an der Rockchip-Unterstützung nichts kaputtgeht.

Vorsicht: Die Betriebssysteme einiger Einplatinencomputer nutzen für Grafikausgabe, 3D-Support oder Video-Beschleunigung proprietäre Treiber. Solche Userland-Treiber sind in der Regel auf Kernel-Module angewiesen, die nicht zum offiziellen Linux-Kernel gehören. Manche Unternehmen stellen den Quellcode dieses Moduls bereit, mit dem man bei jedem Update von Linux ein Modul kompilieren muss, das zum jeweiligen Kernel-Image passt; das ist mühsam und schlägt manchmal fehl, weil Hersteller den Quellcode des Moduls gelegentlich erst nach Wochen oder Monaten anpassen, damit er mit neu vorgestellten Linux-Versionen harmoniert. Es gibt auch SoCs, bei denen das Modul nur zum mitgelieferten Kernel passt. Das ist häufiger bei SoCs so, die auch in Android-Geräten stecken. Derlei erschwert den Umstieg auf den offiziellen Linux-Kernel und kann die Versionswahl einschränken. Das Dilemma lässt sich bei einigen SoCs mit alternativen, quelloffenen Treiber vermeiden – für einige der 3D-Engines, die ARM als IP-Core unter dem Label „Mali“ verkauft, gibt es etwa Lima und Panfrost.

Allgemeingültig

Die vorwiegend am Raspi umrissenen Problembereiche sind letztlich die Ursache, warum Hardware des Internet of Things (IoT) vielfach vor Sicherheitslücken nur so strotzt. Denn auch dort sind ARM-SoCs gängig, auf denen ein maßgeschneidertes Betriebssystem mit angepasstem Linux-Kernel läuft – und genau wie viele Hersteller von Einplatinencomputern kümmern sich viele Unternehmen nicht um die Pflege.

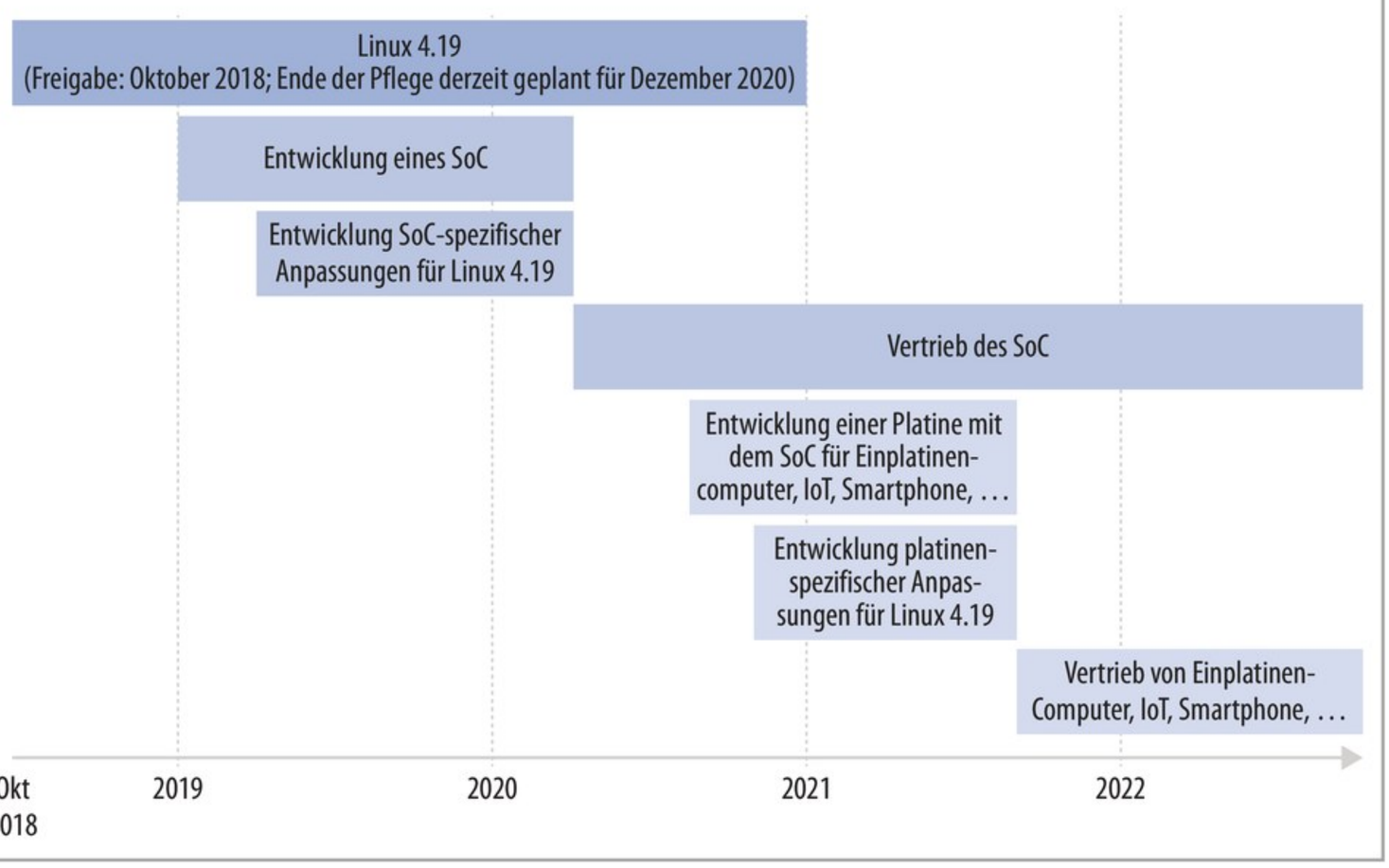
Die umrissenen Gründe führen auch dazu, dass viele Smartphones keine neuen Android-Versionen als Upgrade erhalten. Bei Android kommt nämlich erschwerend hinzu, dass nicht nur zwei, sondern drei Parteien am Tisch sitzen: Der Smartphone-Produzent, der das Betriebssystem von Google beziehungsweise dem Android Open Source Project bekommt, beim Kernel aber meist am Tropf des SoC-Herstellers hängt. Google hat in den letzten Jahren einige Initiativen zur Verbesserung der Situation gestartet – aber offenbar kann oder will das Unternehmen seine Partner nicht zwingen, die SoC-spezifischen Kernel und das Betriebssystem wenigstens zwei oder drei Jahre aktuell zu halten.

Womöglich muss es erst einmal so richtig krachen: Sollte Schadsoftware bei IoT und Android-Smartphones auf einem Schlag großen wirtschaftlichen Schaden auslösen, würde das Kunden und dem Gesetzgeber die lauernde Gefahr vor Augen führen. Dann würden sie Hardware-Hersteller vielleicht endlich dazu nötigen, ihre beigelegten Betriebssysteme wenigstens ein paar Jahre ordentlich zu pflegen. Denn das geht durchaus, das macht Raspbian schließlich vor.

(thl@ct.de) c't

Vorlaufzeit führt zu veralteten Kerneln

Gerade mit nur zwei Jahre gepflegten Longterm-Kerneln passiert es schnell, dass diese schon keine Pflege mehr erhalten, wenn mit ihnen ausgestattete Produkte in den Handel kommen. Schuld daran ist das in der ARM-Linux-Welt gängige Maßschneidern von Linux: Erst passt ein Hersteller einen Kernel für seinen System-on-a-Chip (SoC) an, den Geräte-Hersteller dann für Platinen mit dem SoC anpassen, mit denen sie Einplatinencomputer, IoT-Geräte und Smartphones bauen.



Jenseits von Raspbian

Mainstream-Distributionen und Vanilla-Linux für aktuelle Raspberry-Pi-Modelle

Längere Wartung, aktuellere Anwendungen, frische Kernel oder gewohnte Arbeitsumgebung: Gründe gibt es reichlich, den Raspi mit einer Linux-Distribution zu betreiben, die man von PCs kennt. Letztlich will das aber wohlüberlegt sein.

Von Thorsten Leemhuis

Raspbian ist für Raspis oft eine gute Wahl, schließlich ist es maßgeschneidert für die populären Kleinstcomputer. Dennoch gibt es manchmal gute Gründe, ein anderes Betriebssystem einzusetzen. Einige aus der x86-Welt bekannte Distributionen erhalten etwa deutlich länger Pflege und warnen, wenn eine Sicherheitslücke entdeckt und behoben wurde. Mit dem vertrauten Betriebssystem vergisst man zudem schneller, dass nicht x86-, sondern ARM-Kerne die Rechenarbeit erledigen. Hardcore-Fans und Entwickler bestimmter Distributionen wollen oder müssen halt genau diese manchmal einsetzen. Und wer am offiziellen Linux-Kernel mitarbeitet, will den sicher auch auf seiner Hardware einsetzen.

Linux für den Raspi 4

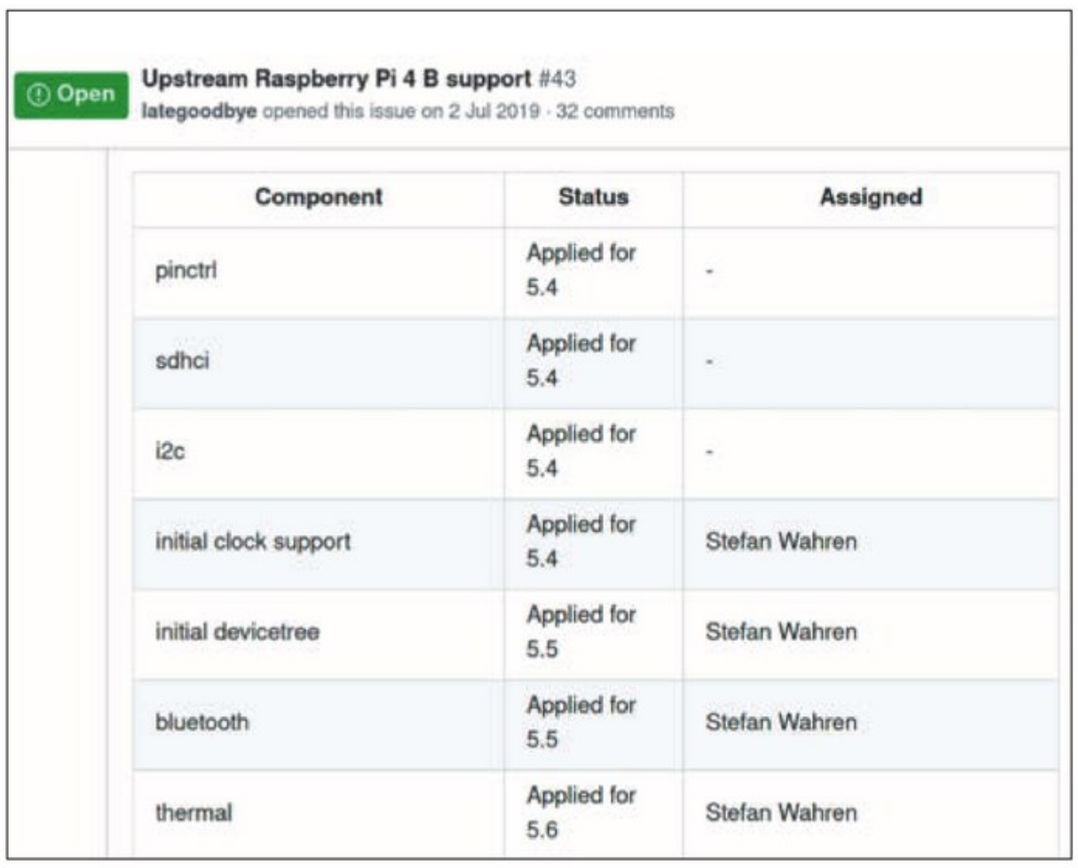
Beim neuesten Raspi ist das alles noch nicht so leicht: Die regulären, von Linus Torvalds gepflegten und bei Kernel.org erhältlichen Linux-Kernel booten erst seit Linux 5.5 auf dem Raspi 4. Der Support für den im Juni 2019 eingeführten Kleinstcomputer ist bei dieser Ende Januar veröffentlichten Version aber noch lückenhaft. Beispielsweise fehlt Treibercode für den PCIe-Controller, der im Prozessor des Raspi 4 steckt. Die Folge: Nicht einmal USB-Geräte wie Tastatur und Maus funktionieren, da der USB-Controller über den PCIe-Controller dieses „System on a Chip“ (SoC) angebunden ist. Dieses Manko beseitigt das parallel zu dieser c’t erwartete Linux 5.6 [1]. Bei 5.7 sollen neben Unterstützung für alle 58 GPIO-Pins des neuesten Raspi auch GPIO-Label folgen; über Letztere können Programme, die Kontaktstifte verwenden wollen, leicht und verwechslungssicher die benötigte GPIO-Adresse ermitteln. Diese für Juni erwartete Linux-Version soll auch Treiberänderungen erhalten, die den USB-Controller in eine stromsparende Betriebsart schalten.

Ordentliche Grafikunterstützung inklusive 3D-Support zeichnete sich überraschend am Horizont ab, während diese Zeilen entstanden. Für diese braucht es zuerst Support der Display Engine, die beim Raspi-4-SoC in der VideoCore VI genannten Multimedia-Einheit steckt, die gelegentlich VC6 abgekürzt wird. Sobald Linux diese Display Engine anzusprechen lernt, kann es sich endlich selbst um die Bildschirmansteuerung kümmern (Kernel-based Mode-Setting/KMS), statt diesen Job der weniger flexiblen Firmware zu überlassen. Das erfordert aber größere Umbauten am Treiber VC4, der beim Direct Rendering Manager (DRM) des Kernel andockt; bislang unterstützt der Treiber nur die VideoCore IV (VC4) genannten Multimedia-Engine, die in den älteren Raspis sitzt. Patches, die den Treiber entsprechend erweitern, hat ein Auftragsentwickler Ende Februar veröffentlicht. Bevor diese in Linux einfließen, müssen diese wie üblich begutachtet und gegebenenfalls mehrfach überarbeitet werden; wie lange das dauert, ist nicht absehbar.

3D-Beschleunigung

Ein so erweiterter VC4-Treiber ist Voraussetzung, damit der in Linux bereits enthaltene DRM-Treiber V3D die 3D-Einheiten des VideoCore VI nutzen kann – womöglich braucht aber auch er dazu noch einige Anpassungen. Auf diese Treiber baut dann wiederum ein ebenfalls V3D genannter OpenGL-Treiber auf, über den Anwendungen die 3D-Beschleunigung letztlich nutzen können. Diesen Treiber bringt die Grafik-Bibliothek und -Treibersammlung Mesa bereits mit. Die beiden V3D-Treiber sind auch schon bei Raspbian im Einsatz. Einen auf dem Kernel-Treiber V3D aufbauenden Vulkan-Treiber gibt es noch nicht, aber an einem solchen wird auch schon gearbeitet.

Ein verbesserter VC4-Treiber ist darüber hinaus auch zur beschleunigten Video-Wiedergabe mit dem Raspi 4 nötig, die wiederum weitere Userland-Treiber erfordert. Für manche dieser Funktionen, die Audio-Ausgabe via Klinkenbuchse und einige andere Features muss Linux allerdings noch lernen, über das VideoCore



Component	Status	Assigned
pinctrl	Applied for 5.4	-
sdhci	Applied for 5.4	-
i2c	Applied for 5.4	-
initial clock support	Applied for 5.4	Stefan Wahren
initial devicetree	Applied for 5.5	Stefan Wahren
bluetooth	Applied for 5.5	Stefan Wahren
thermal	Applied for 5.6	Stefan Wahren

Eine bei GitHub gepflegte Tabelle zeigt, welche Features des Raspi 4 der offizielle Linux-Kernel bereits unterstützt.

Host Interface Queue (VCHIQ) mit der Multimedia-Einheit des Raspi-4-SoCs zu interagieren. Einen diese Technik unterstützenden Treiber gibt es, aber er eignet sich bislang nur für den VideoCore IV der alten Raspis; Unterstützung für das neueste Modell ist nicht in Sicht. Der Treiber liegt zudem nur im Staging-Bereich des offiziellen Kernels, weil er die Qualitätsansprüche der Linux-Entwickler nicht erfüllt.

Die erwähnten Features sind lediglich die gängigsten. Für einige weniger populäre, aber vom Kernel der Raspberry PI Foundation unterstützten Funktionen ist bislang kein Support im offiziellen Kernel in Sicht – die Ursachen dafür erläutert der Artikel auf Seite 120. Eine bei GitHub abrufbare Tabelle (siehe ct.de/ynuh) liefert einen guten Überblick, welche Features seit wann unterstützt werden und wo es noch hakt. Diese Aufstellung pflegt ein Entwickler, der bis vor kurzem den Raspi-Support im offiziellen Linux-Kernel betreut hat. Eine vergleichbare und zugleich auch aktuelle Tabelle für den Raspi 3 ist uns nicht bekannt. Aktuelle Linux-Versionen unterstützen aber die gängigsten Funktionen.

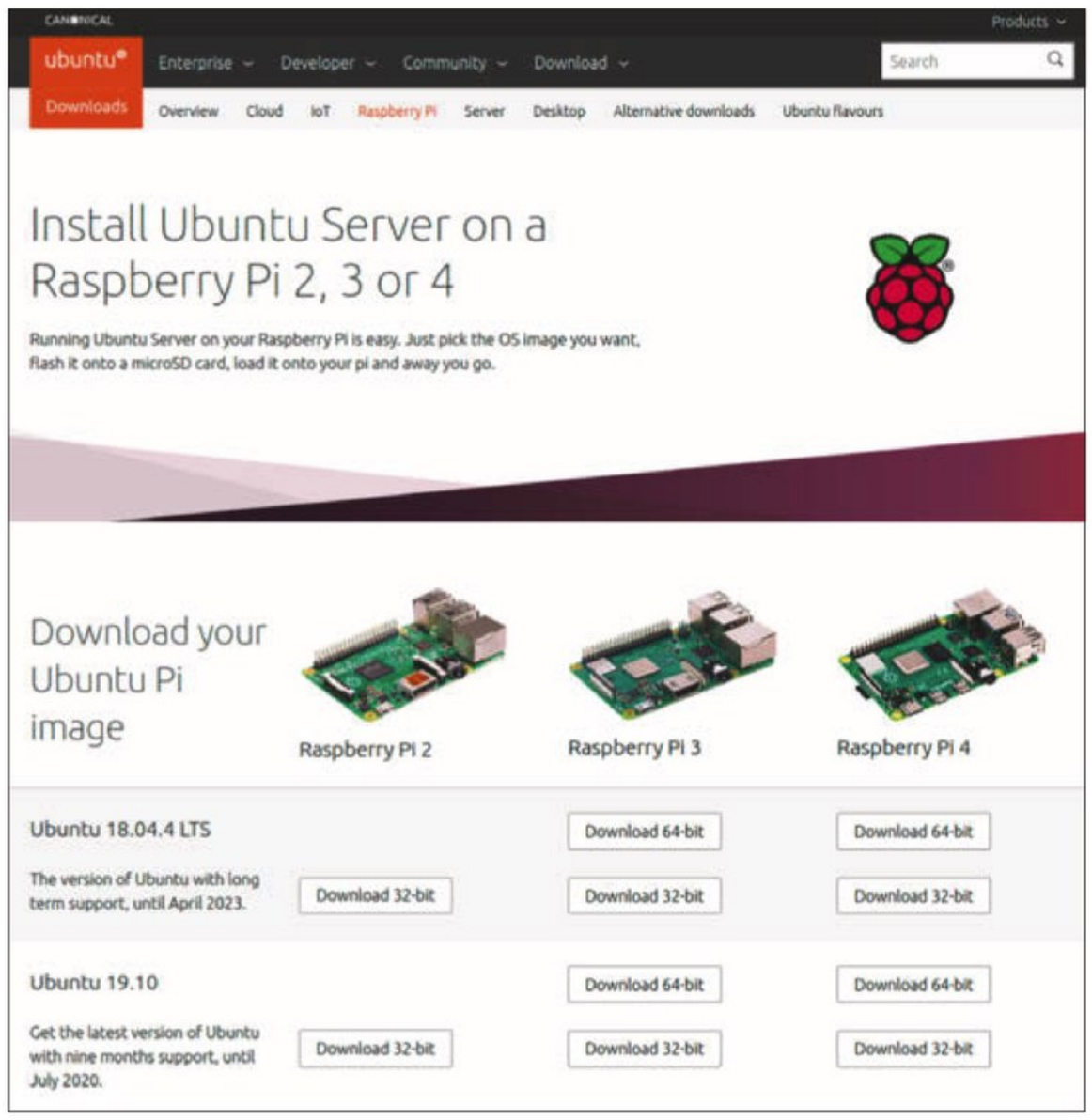
Ubuntu für den Raspi

Viele aus der x86-Welt bekannten Distributoren greifen auf den Raspi-Support des offiziellen Linux-Kernels zurück, um Varianten ihrer Betriebssysteme für Raspi 2 und neuer zu bauen. Da der Lücken hat, muss man mit ihnen aber meist kleinere und manchmal sogar größere Nachteile in Kauf nehmen, die Entwickler meist in der Dokumentation näher erläutern.

Canonical offeriert je drei Varianten von Ubuntu Server 18.04.4 und 19.10: Ein 32-Bit-Image für den Raspi 2 sowie 32- und 64-Bit-Images für Raspi 3 und 4. Die Kernel dieser Abbilder basieren auf dem von Ubuntu 19.10 und damit indirekt auf Linux 5.3. Sie enthalten einige Änderungen aus dem Raspbian-Kernel und neueren Versionen des offiziellen Kernels, unterstützen den Raspi 4 aber noch nicht vollständig.

Eine grafische Bedienoberfläche fehlt dem Ubuntu Server generell, aber man kann sie auch bei der Raspi-Ausführung über die Paket-Repositorys leicht nachinstallieren. Grafikbeschleunigung über den VC4-Treiber gibt es damit aber nicht. Beim Raspi 3 können Sie diese aktivieren, indem die `dtoverlay=vc4-kms-v3d` in die Datei `config.txt` schreiben, die die Firmware vorm Booten des Kernels zur Systemkonfiguration konsultiert.

Den Ubuntu Server und viele andere bekannte Linux-Distributoren gibt es auch für aktuelle Raspberry-Pi-Modelle.



Raspi-Images soll es auch vom am 23. April erwarteten Ubuntu 20.04 wieder geben, einem LTS-Release mit fünf Jahren Support. Das ist deutlich mehr als bei Raspbian, wo man alle zwei oder drei Jahre ein größeres Versions-Upgrade durchführen muss, um weiter Sicherheitsupdates zu erhalten.

Einen besonders langen Pflegezeitraum verspricht das fast zehn Jahre gewartete CentOS. Bei den CentOS-7-Images für Raspi 2 und 3 endet die Pflege aber schon 2024 und damit früher als bei Ubuntu 20.04. Vom einige Jahre jüngeren, bis 2029 gepflegten CentOS 8 gibt es auch schon Varianten für die Prozessorarchitektur moderner Raspis – an speziell für diese gemachten Images mit Raspian- oder Upstream-Kernel sowie passender Firmware arbeiten die Entwickler aber noch.

Fedora, openSUSE & Co.

Einen Einblick in die vorderste Front der Linux-Entwicklung bieten die 32-Bit- und 64-Bit-Images, die das Fedora-Projekt für Raspi 2 und 3 anbietet. Solche gibt es auch von openSUSE Leap. Von Tumbleweed gibt es sogar schon welche für den Raspi 4; die Fedora-Macher wollen da offenbar bald gleichziehen. Das Debian-Projekt offeriert Images für den Raspi 2; das Projekt arbeitet an Abbildern für neuere Raspis, die Entwickler auch zum Download anbieten. Der Kernel all dieser Distributoren stammt von aktuellen Versionen des offiziellen Linux-Kernels ab.

Arch Linux unterstützt von Haus aus lediglich die x86-64-Architektur; Community-Entwickler stellen aber Pakete für ARM-Systeme und Images für moderne Raspis bereit. Es gibt auch ein Gentoo-Image, das den Kernel von Raspbian einsetzt. Bei solchen Angeboten sollte man im Hinterkopf haben: Meist betreuen nur einzelne, unabhängige Entwickler solche Images, manchmal auch eine kleine Gruppe. Solche Images verschwinden manchmal schleichend oder schlagartig von der Bildfläche, wenn die Macher keine Zeit mehr finden oder die Lust verlieren; außerdem gibt es Sicherheitskorrekturen bei solchen Distributionen hin und wieder gar nicht, verzögert oder nur sporadisch. Bei Images von großen Distributoren ist derlei die Ausnahme, die wollen schließlich ihren Ruf nicht ruinieren.

Letztlich muss man sich aber bei allen genannten Distributionen gut überlegen, ob ihre Vorteile die Nachteile aufwiegen, die sie im Vergleich zum hoch optimierten Raspbian aufweisen. *(thl@ct.de)* c't

Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Kernel-Log, Linux 5.6 unterstützt Wireguard und USB4, c't 7/2020, S. 56

Raspi-4-Support in Linux: ct.de/ynuh

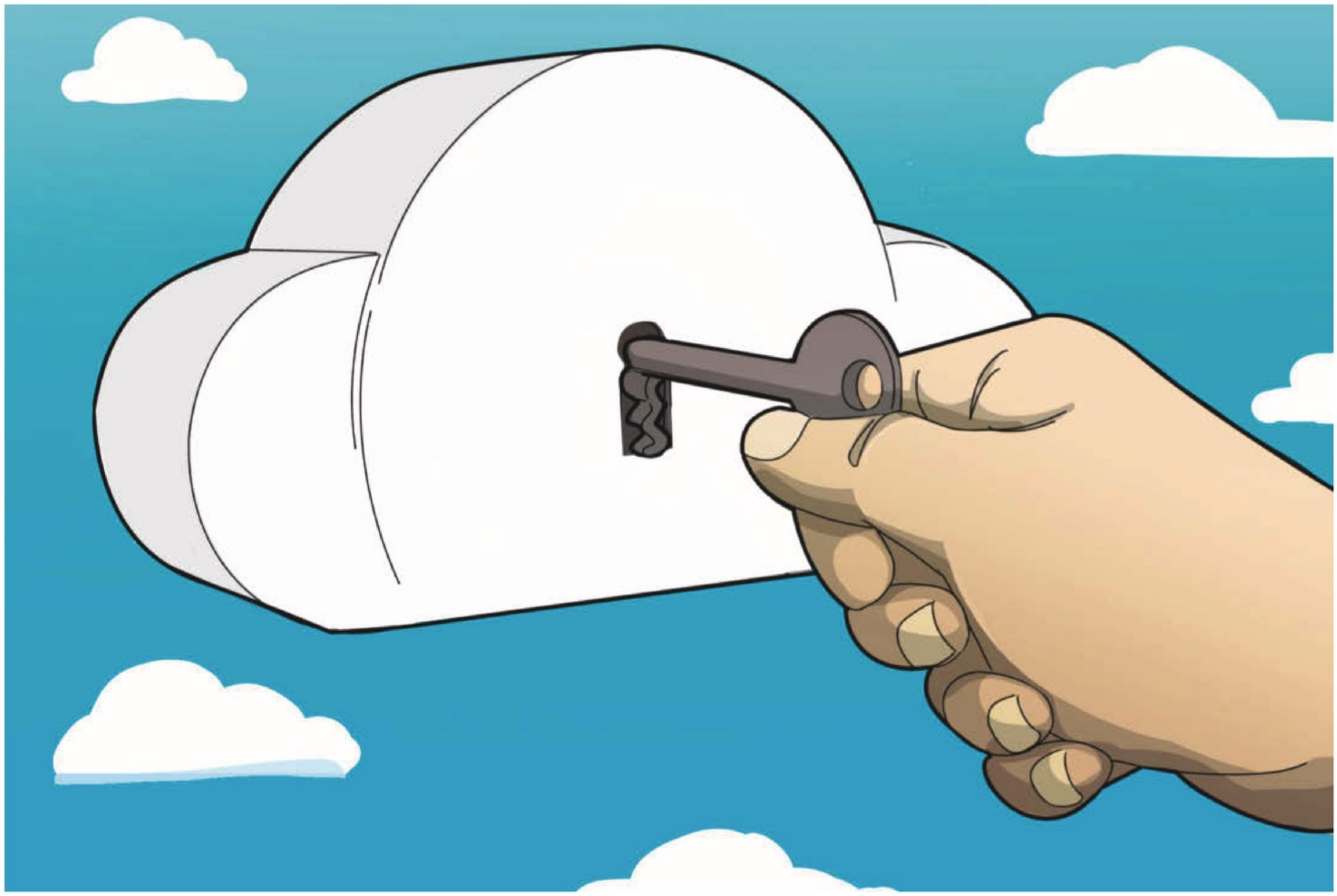


Bild: Thorsten Hübner

Sicher autorisieren

Wie man OAuth 2.0 richtig verwendet

Der offene Autorisierungsstandard OAuth erlaubt es, eigentlich private Daten aus Spielen, Apps und sozialen Netzwerken sicher mit anderen Onlinediensten zu teilen, ohne dass man sein Passwort verraten muss. Mit dem Online-Banking kommt gerade eine weitere Anwendung hinzu – und damit viele neue Herausforderungen.

Von Daniel Fett

Wer einen Webdienst oder eine App eines Drittanbieters für Twitter einsetzt, kennt das Problem: Der Twitter-Client soll Zugriff auf das Twitter-Konto bekommen, um Posts lesen und veröffentlichen zu können. Das eigene Passwort und vielleicht sogar einen zweiten Faktor wie ein Hardware-Token möchte man dem Client aber nicht geben: Damit hätte er die Generalvollmacht und könnte den Account komplett übernehmen oder löschen. Für einen feingranularen, kontrollierten Zugriff gibt es OAuth: Hierbei benutzt der Client nicht das Passwort des Benutzers, sondern ein geheimes Token, das nur für ihn ausgestellt wird. Der Nutzer kontrolliert, welche Rechte der Client bekommt und welche nicht. So kann der Benutzer etwa festlegen, dass der Client Posts erstellen und verwalten, aber keine Kontoeinstellungen bearbeiten kann. Diese Rechte kann er dem Client auch jederzeit entziehen, ohne sein Passwort zu ändern, indem er das Token für ungültig erklärt.

Ein Standard für Autorisierung

Damit dieser Vorgang zwischen verschiedensten Diensten ablaufen kann, hat die Standardisierungsgruppe Internet Engineering Task Force (IETF) 2012 das OAuth-2.0-Framework im Request for Comments (RFC) 6749 definiert. OAuth beschreibt einen Mechanismus für die Autorisierung von Zugriffen. Für Anwendungsfälle, in denen auch die Identität des Benutzers überprüft werden soll, gibt es OpenID Connect, das auf OAuth 2.0 aufbaut. Funktionen wie „Mit Google einloggen“ oder „Mit Apple anmelden“ werden auf diese Weise durchgeführt.

OAuth 2.0 hat den wesentlich anders aufgebauten Vorgänger OAuth 1.0 fast vollständig verdrängt – die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auch nur auf den neueren Standard. Unzählige Plattformen sichern ihre Webschnittstellen für Apps von Drittanbietern mittels OAuth ab – beispielsweise Google, Facebook, Microsoft, GitHub, Twitch, Discord, Slack und wie eingangs erwähnt Twitter.

Im einfachsten Fall läuft der Zugriff mit OAuth wie folgt ab: Ein Benutzer möchte einem Twitter-Client beschränkten Zugriff auf sein Twitter-Konto geben. Im OAuth-Universum kann ein Client eine Webanwendung sein, die im Browser oder auf dem Server des Anbieters läuft, oder eine Smartphone-App – der Ablauf ist im Wesentlichen der gleiche. Im ersten Schritt leitet der Client den Benutzer zum OAuth-Autorisierungsserver von Twitter. Dort sieht der Benutzer nun die einzelnen Rechte, die der Client einfordert, und kann den Zugriff gewähren. Erst dann stellt der Autorisierungsserver ein Access Token aus, eine zufällige Zeichenkette, die dem Client fortan als Passwortersatz dient. Der Autorisierungsserver leitet den Benutzer anschließend zur ursprünglichen Website oder App zurück und fügt dabei das Access Token an die URL an. Damit bekommt der Client das Access Token und kann es künftig nutzen, um im Namen des Benutzers auf die Schnittstellen von Twitter zuzugreifen.

Schlüssel für alle(s)

Das Access Token ist das zentrale Element von OAuth: Es steht stellvertretend für die Zugriffsrechte, die der Benutzer einem Webdienst oder einer App erteilt hat. Üblicherweise darf das Token ohne weitere Prüfungen von jedem verwendet werden, der es kennt; es ist ein sogenanntes Bearer Token (Inhaber-Token). Daher ist es äußerst wichtig, dass es nicht in falsche Hände gelangt.

Leider besteht genau darin ein großes Problem: Zwar sollte OAuth grundsätzlich nur über geschützte HTTPS-Verbindungen laufen, doch im oben beschriebenen Ablauf empfängt der Browser das Access Token. Dort ist es anfällig für allerlei Angriffe. Es kann gestohlen werden, wenn es einem Angreifer gelingt, ausführbaren JavaScript-Code in die Website des Clients einzuschleusen. Trotz moderner Sicherheitsmaßnahmen sind diese sogenannten Cross-Site-Scripting-Angriffe immer noch weit verbreitet im Web. Als Teil der URL landet das Access Token auch im Browser-Verlauf, wo es eventuell später von anderen Benutzern ausgelesen wird, und es kann auf mobilen Betriebssystemen sogar in Logdateien auftauchen oder von Apps abgefangen werden. Antivirus-Software und Browser-Plug-ins wurden schon dabei erwischt, URLs nach Hause zu senden. Ein Access Token durch den Browser zum Client zu schicken ist also keine gute Idee.

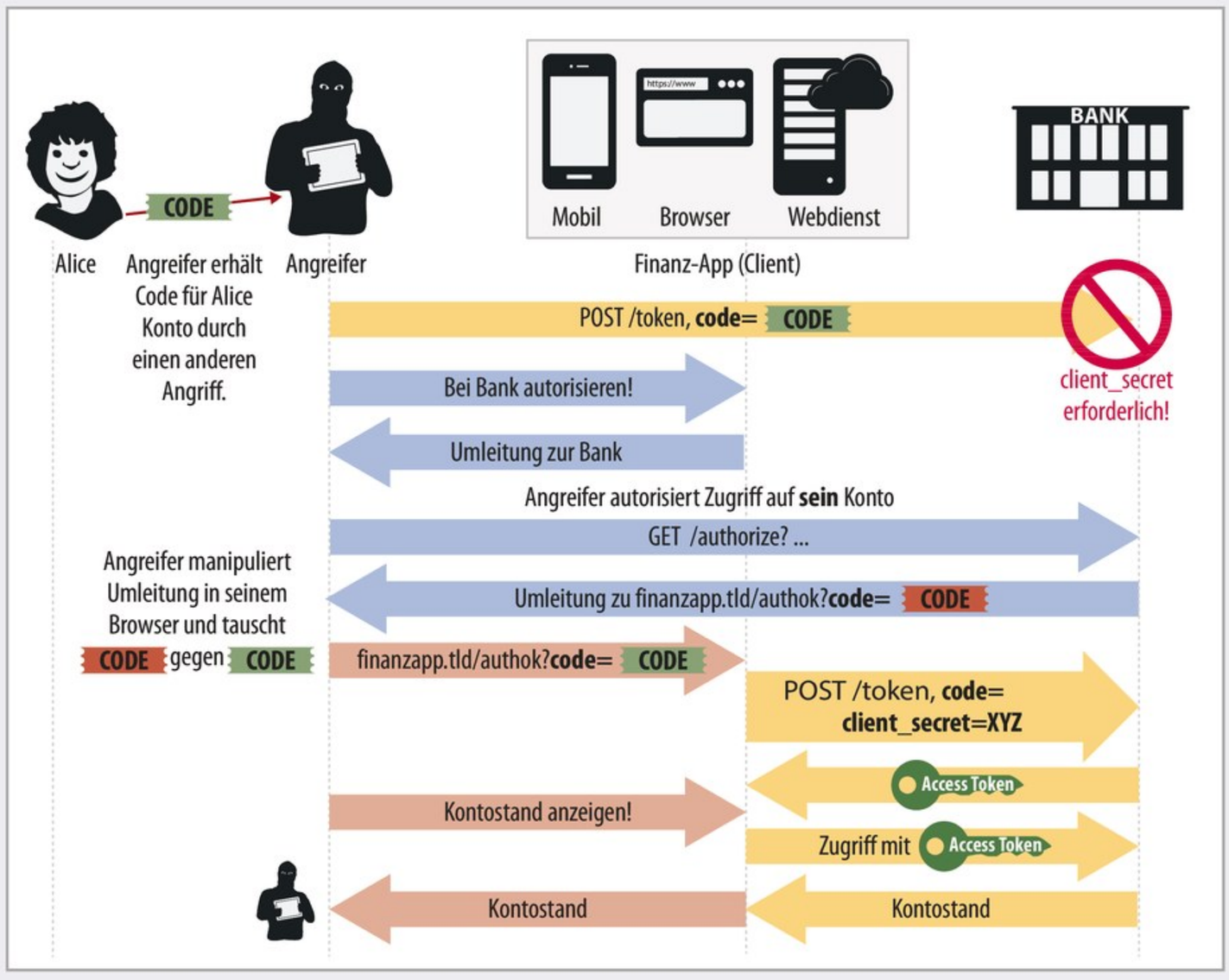
Ausgetauschte Autorisierungscodes

Über ausgespähte URLs und manipulierte Umleitungen (siehe Kasten auf Seite 135) können Autorisierungscodes in falsche Hände geraten. Damit ein Angreifer den Code nicht einfach gegen ein Access Token umtauschen kann, wird bei der Registrierung des OAuth-Clients ein Client-Passwort festgelegt. Ohne dieses ist der Autorisierungscode wertlos, denn er kann nicht umgetauscht werden. Damit wird sichergestellt, dass nur der echte Client das Access Token erhalten kann.

Bei einer detaillierten Analyse von OAuth hat sich jedoch gezeigt, dass es einen Umweg gibt, über den ein Angreifer einen erbeuteten Code ausnutzen kann. Er braucht dazu nicht mal die Mithilfe des angegriffenen Benutzers.

Die Angreiferin Eva startet in ihrem eigenen Browser einen neuen OAuth-Lauf mit dem Webdienst, für den der gestohlene Autorisierungscode des Benutzers, hier Alice, ausgestellt wurde. Der Webdienst leitet Eva wie üblich zum Autorisierungsserver, wo sie mit ihrem eigenen Konto den Zugriff autorisiert. Die Autorisierungsantwort, die daraufhin durch Evas Browser zum Webdienst geschickt wird, modifiziert Eva, zum Beispiel über die Entwicklertools ihres Browsers. Sie ersetzt den Autorisierungscode in der Antwort durch den vorher von Alice gestohlenen Code. Der Rest des OAuth-Laufs läuft jetzt wie üblich ab, aber mit dem gestohlenen Code: Der Webdienst erhält statt des Codes von Eva den gestohlenen Code von Alice und tauscht ihn beim Autorisierungsserver gegen das Access Token aus, das Zugriff auf die Daten von Alice gibt. Der Webdienst verwendet dabei auch ihr Client-Passwort. Der Autorisierungsserver akzeptiert den gestohlenen Code, da das Client-Passwort passt, und gibt das Access Token für Alices Konto aus. Eva hat jetzt also in ihrer Sitzung mit dem Webdienst den Autorisierungscode des Opfers verwendet und kann – über den Webdienst – auf die Daten ihres Opfers Alice zugreifen. Da Eva den Code nicht selbst umtauscht, braucht sie auch das Client-Passwort nicht zu kennen.

Gegen diese sogenannte „Authorization Code Injection“ empfiehlt die OAuth-Arbeitsgruppe ebenfalls PKCE. Da der PKCE-Wert in jedem Lauf neu gewählt wird, kann der vom Angreifer ausgenutzte Client nie die richtige Zahl zum Einlösen des erbeuteten Codes mitschicken.



Ist die Autorisierung nicht durch eine zusätzliche Zufallszahl gesichert, kann ein Angreifer ohne Zutun des Benutzers und trotz Client-Passwort einen abgefangenen Autorisierungscode missbrauchen.

Das oben beschriebene, nicht besonders sichere Verfahren heißt im OAuth-Jargon „Implicit Grant“, also implizite Gewährung. Sicherer ist ein anderes OAuth-Verfahren: Statt des Access Tokens wird hierbei zuerst ein temporärer Autorisierungscode ausgestellt und über den Browser des Benutzers an den Client geschickt. Der Client baut dann im Hintergrund eine direkte Verbindung zum Autorisierungsserver von Twitter auf und schickt den Autorisierungscode. Erst darüber erhält der Client das Access Token. Daher heißt das Verfahren „Authorization Code Grant“, also Gewährung mittels Autorisierungscode.

Das erhöht die Sicherheit: Das potenziell langlebige Access Token wird direkt zwischen Client und Autorisierungsserver ausgetauscht und muss nicht durch den Browser geschleust werden, wo es mitgelesen werden könnte.

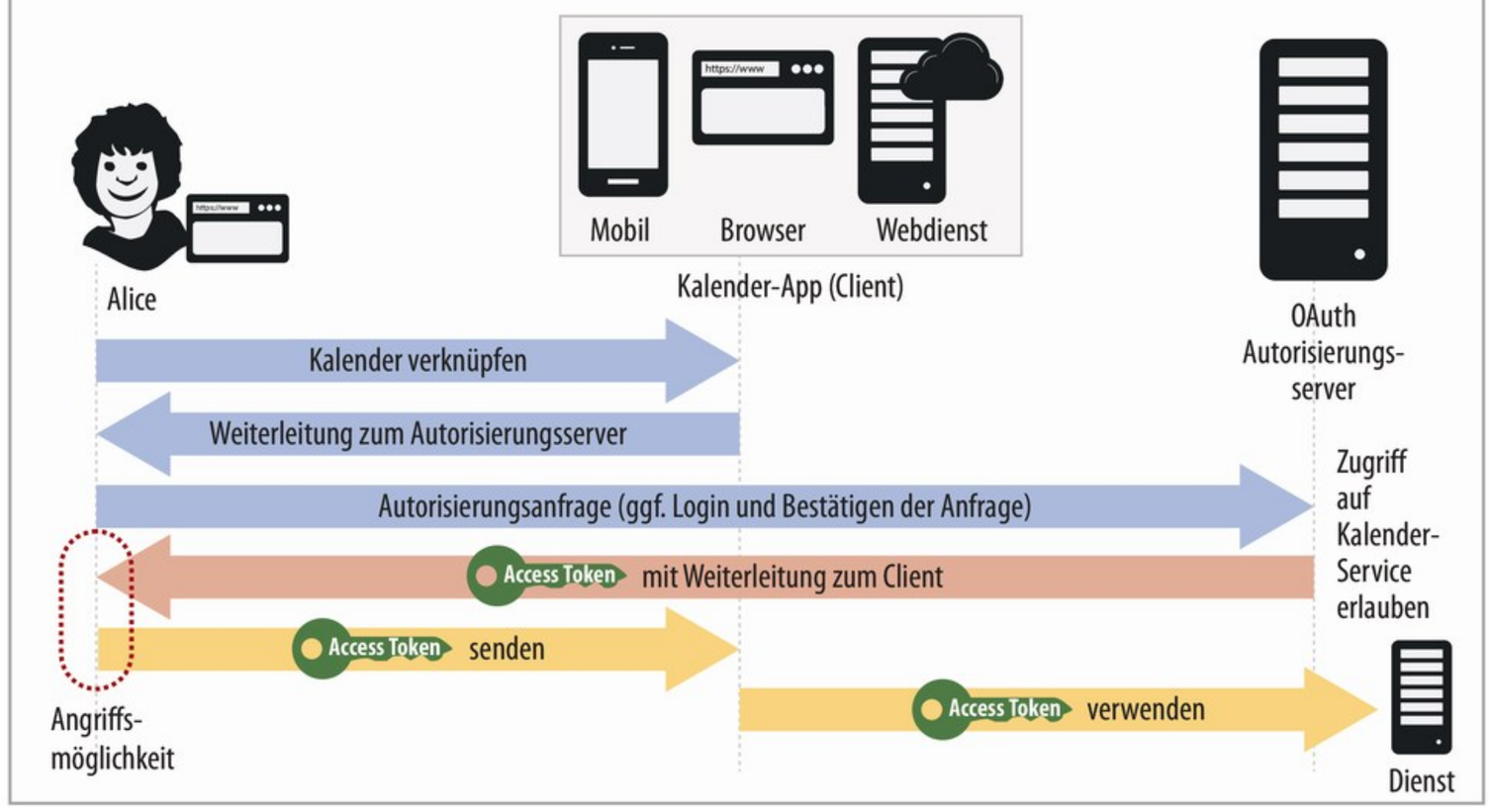
Zwei zusätzliche Maßnahmen stellen sicher, dass ein Angreifer den ausgelesenen Autorisierungscode nicht einfach selbst beim Autorisierungsserver gegen das Access Token tauschen kann: Zum einen kann der Code wie eine TAN nur einmal verwendet werden. Wird er zweimal eingelöst, also vom echten Client und vom Angreifer, kann der Autorisierungsserver den Angriff erkennen und den gesamten OAuth-Lauf abbrechen. Zum anderen kann der Code zusätzlich durch ein Client-Passwort geschützt werden. Dieses wird vorab festgelegt, wenn die Entwickler eines registrierten Webdienstes diesen beim Autorisierungsserver, im Beispiel Twitter, erstmalig anmelden. Für den Umtausch muss der Client, also der Webdienst, dann sein Passwort vorweisen, sonst wird die Anfrage vom Autorisierungsserver abgewiesen. Ein gestohlener Code nützt dem Angreifer also nichts.

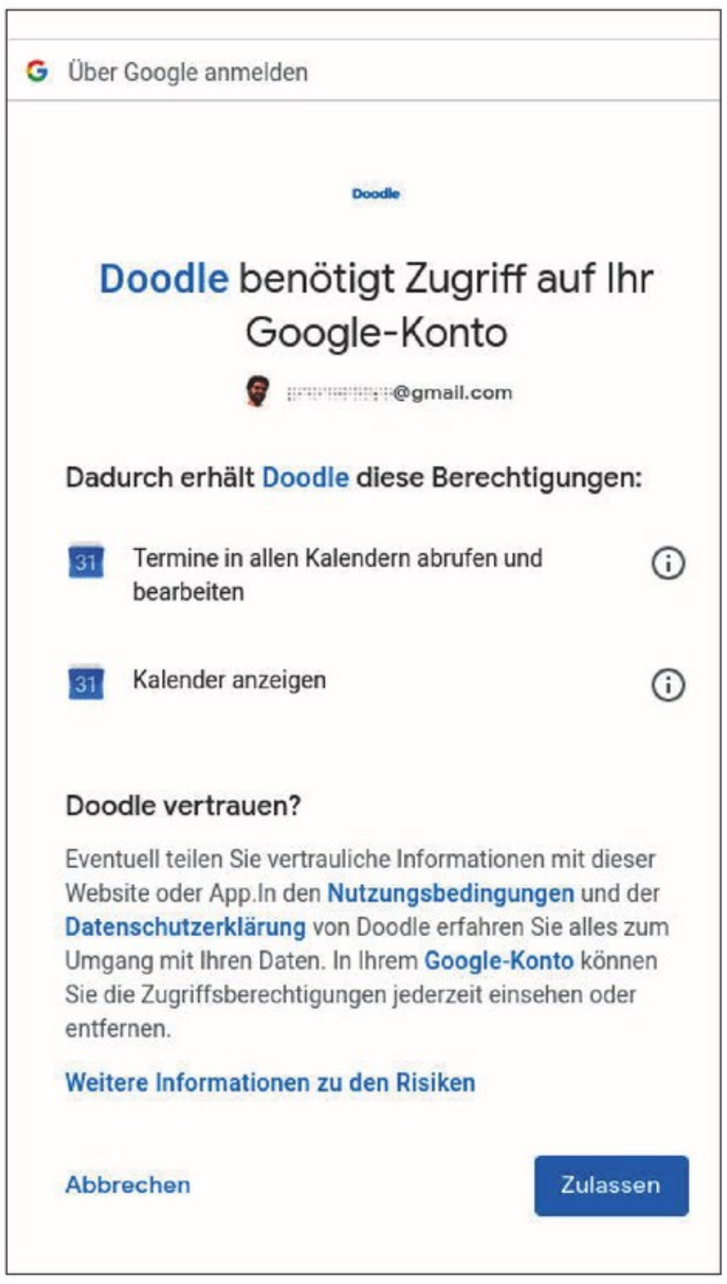
Dieser Schutz funktioniert natürlich nur, wenn der Client Geheimnisse schützen kann. Das Client-Passwort einer JavaScript-App, die im Browser läuft, kann mit den Entwicklertools aus dem Quelltext herausgelesen werden. In der Paketdatei einer Smartphone-App bleiben Geheimnisse neugierigen Augen auch nicht lange verborgen. Für diese OAuth-Clients würde ein Passwort daher keinen zusätzlichen Schutz bieten, sondern nur bei einem Webdienst, dessen Passwort unerreichbar für Angreifer auf dem Server liegt.

Der mit OAuth gegebene Zugriff für Drittanbieter ist vom Passwort des Benutzers unabhängig und wird meist auch durch einen Passwortwechsel nicht ungültig. Benutzer tun also gut daran, regelmäßig zu überprüfen, welche Apps Zugriff auf ihre Konten haben. Hat ein Angreifer kurz Zugriff auf das Gerät oder Konto eines Benutzers, könnte er sich ein OAuth-Access-Token ausstellen, um damit dauerhaft auf das Konto des Benutzers zuzugreifen. Viele Anbieter fragen daher noch mal nach dem Passwort des Benutzers, bevor ein Access Token ausgestellt wird.

OAuth 2.0 mit Implicit Grant

Erlaubt ein Nutzer einem Dienst den Zugriff, stellt der Autorisierungsserver ein Access Token als Zugangsberechtigung aus. Im überholten „Implicit Grant“-Verfahren wird es durch den Browser des Nutzers zum Client weitergeleitet. Im Browser kann das sensible Access Token aber abgefangen werden.





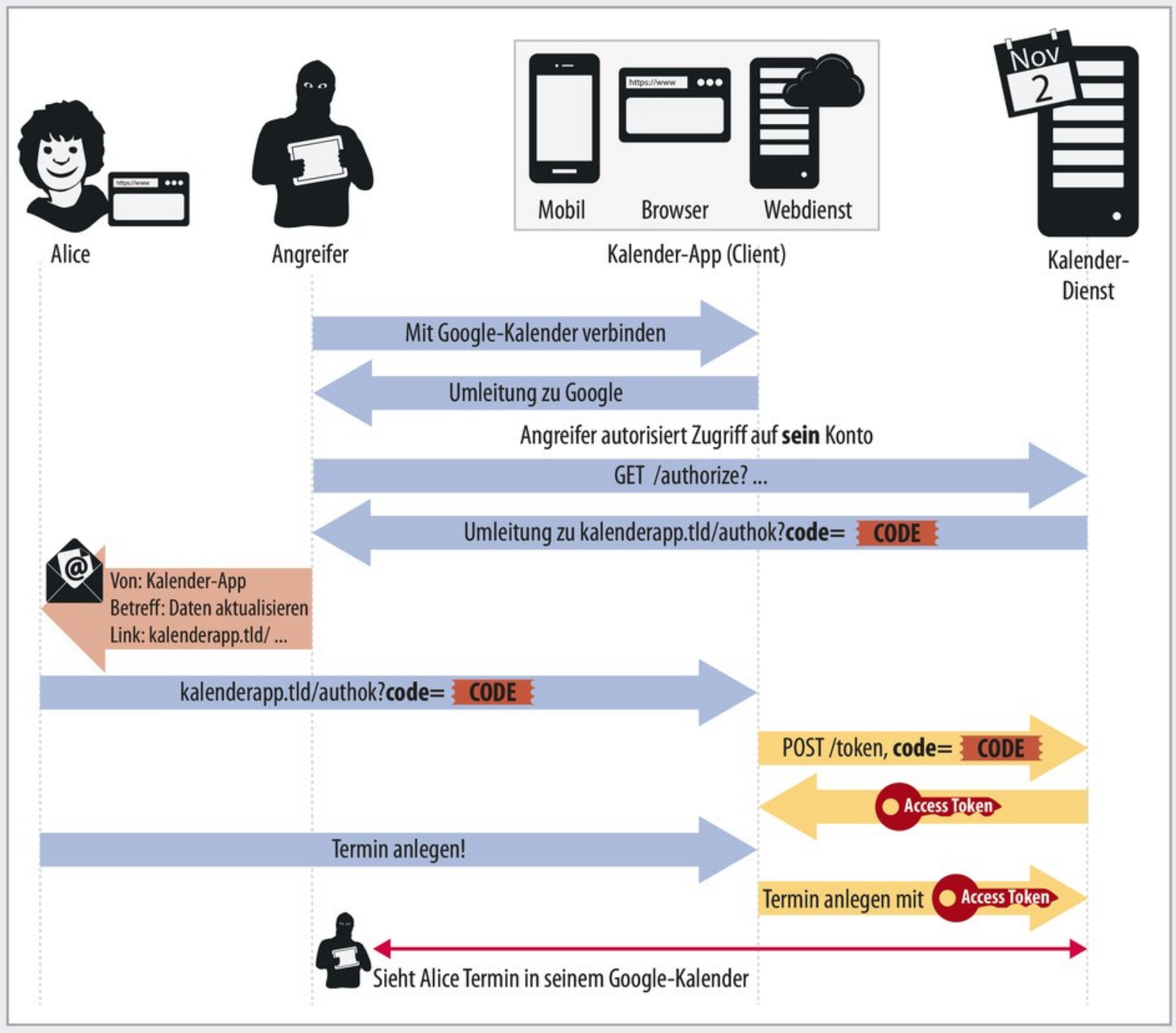
Ein typischer OAuth-Dialog: Google fragt, ob man dem Online-Terminfinder Doodle die angefragten Rechte auf die eigenen Kalender einräumen möchte.

Bekannte Fehler und nachlässige Implementierungen

OAuth bietet viel Sicherheit für typische Anwendungsfälle wie den Zugriff auf Social-Media-Profile, Online-Fotoalben oder Code bei GitHub. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass es richtig implementiert wird. Die IETF hat deshalb bereits vor sieben Jahren im Internet-Standard RFC 6819 die wichtigsten Hinweise zur sicheren Implementierung von OAuth zusammengetragen. In der Praxis fällt aber schnell auf, dass viele Implementierungen dennoch Sicherheitsprobleme haben. In manchen Untersuchungen fanden Forscher in über der Hälfte der OAuth-Clients Schwachstellen (siehe ct.de/yugy).

Die Probleme im Bezug auf OAuth ähneln sich häufig: Eine unzureichende Überprüfung der Adresse, an die Autorisierungscode oder Access Token geschickt werden, oder ein mangelnder Schutz gegen unfreiwilliges Einloggen gehören zu den verbreiteten und schon lange bekannten Klassikern. Dazu kommen weniger bekannte, neuere Probleme, wie das Austauschen von

Ungewolltes Einloggen



Initiiert ein Angreifer den Autorisierungsprozess und jubelt den temporären Autorisierungscode einem Benutzer unter, landen dessen Daten im Konto des Angreifers.

Gibt Alice einer Kalender-App Zugriff auf ihren Google-Kalender, so muss der OAuth-Autorisierungsserver sicherstellen, dass es sich wirklich um den Kalender von Alice handelt und nicht etwa um den von Bob. Alice könnte sonst womöglich über die App private Termine von Bob einsehen und ändern. Doch es muss umgekehrt auch verhindert werden, dass Bob sein Konto Alice unterjubeln kann: Neu eingetragene Termine von Alice würden unabsichtlich in Bobs Kalender landen – für ihn lesbar. Solche Angriffe sind als „Session Swapping" bekannt oder als Variante von „Cross-Site Request Forgery".

Für diesen Angriff würde Bob zunächst auf seinem Gerät eine Autorisierung der Kalender-App mit Google durchführen. Die URL mit der Autorisierungsantwort samt Access Token oder Autorisierungscode fängt er ab, zum Beispiel mit den Entwicklertools. Jetzt schickt er diesen Link per E-Mail oder auf einem anderen Weg an Alice. Klickt Alice darauf, wird sie zur App weitergeleitet, die das Access Token oder den Autorisierungscode so akzeptiert, als kämen sie direkt von Google. Alices Kalender-App verbindet sich also mit Bobs Google-Kalender statt ihrem und trägt neue Termine dort ein – was Alice vielleicht nicht bemerkt.

Schutz gegen diesen Angriff bietet der OAuth-Parameter `state`. Zu Beginn eines neuen OAuth-Laufes wählt der Client für diesen Parameter eine unratbar lange, zufällige Zahl. Diese wird als `state` dann sowohl an die URL der Autorisierungsanfrage angehängt als auch in einem Cookie gespeichert. Der Autorisierungsserver gibt diese Zahl später zusammen mit dem Autorisierungscode oder Access Token in der Autorisierungsantwort zurück an den Client. Der kann dann überprüfen, ob es sich um den gleichen Wert wie im Cookie handelt. Der oben genannte Angriff läuft dann ins Leere: Bob weiß nicht, welcher Wert im System von Alice als Cookie vorliegt, falls dort überhaupt einer liegt. Bob kann also keine gültige Autorisierungsantwort fälschen.

In der Praxis unterlaufen schlecht programmierte Clients dieses Vorgehen: Sie wählen statt einer Zufallszahl einen vorhersagbaren Wert wie eine statische Zeichenkette. Dies macht `state` wirkungslos, denn der Angreifer kann diesen Wert sehen und einfach verwenden. Manchmal wird aber auch der Rückgabewert von `state` gar nicht geprüft — dies obliegt dem OAuth-Client. Der im Text beschriebene neue PKCE-Mechanismus bietet den gleichen Schutz, ist aber robuster: Er wird von den Autorisierungsservern geprüft, die oft konsequenter implementiert sind als die Clients.

Autorisierungscodes. Die wichtigsten Angriffsszenarien sind in den Kästen erläutert.

Nachlässige Implementierungen sind nicht mehr tolerierbar, denn OAuth wird heute zunehmend in sensiblen Bereichen eingesetzt: Neben E-Government- und E-Health-Anwendungen ist das bekannteste Beispiel Online-Banking. Der Impuls dafür kommt aus Brüssel: In der Payment Services Directive 2 (PSD2) hat die EU festgelegt, dass Banken Drittanbietern Zugang zu den Konten ihrer Kunden geben müssen, beispielsweise um Zahlungen auslösen oder die Kontohistorie abrufen zu können. Drittanbieter können damit neuartige Zahlungsdienste realisieren oder beispielsweise Verbrauchern mit statistischen Auswertungen helfen, ihre Finanzen zu organisieren. Natürlich muss der Zugriff auf die Kontodaten gut geschützt sein und darf nur nach Zustimmung der jeweiligen Kontobevollmächtigten erfolgen. Und das auch nicht als Generalvollmacht, sondern eingeschränkt auf den konkreten Anwendungsfall: Ein Anbieter für Umsatzstatistiken darf dann nicht Überweisungen durchführen können und der Zahlungsdienstleister für den Online-Einkauf wiederum nicht in die Umsätze reinschauen. Praktisch alle Standards für die entsprechenden Banking-Schnittstellen setzen für die Autorisierung der Zugriffe daher auf das bewährte OAuth.

Neue Regeln

Die wiederkehrenden Probleme in Implementierungen bei gleichzeitig stark gestie-

genen Sicherheitsanforderungen waren für die IETF der Anlass, die Zügel für die Sicherheit in OAuth anzuziehen. Die OAuth-Arbeitsgruppe hat daher kürzlich den Entwurf für einen neuen RFC fertiggestellt, an dem der Autor dieses Textes beteiligt war. Der Entwurf trägt den Titel „OAuth 2.0 Security Best Current Practice" – kurz „Security BCP" (siehe ct.de/yugy). Dieser definiert den künftigen Standard für sichere OAuth-Verwendung und schreibt eine ganze Reihe von Sicherheitsmaßnahmen vor oder empfiehlt diese zumindest. Die in den Kästen beschriebenen Angriffe haben die Empfehlungen in der OAuth Security BCP maßgeblich beeinflusst.

Die auffälligste Änderung ist, dass vom Implicit Grant vollständig abgeraten wird. Der Authorization Code Grant ist wesentlich sicherer. Ohnehin war der Implicit Grant nur ein Provisorium: Reine Browser-Apps ohne Backend hatten 2012 Schwierigkeiten, den Austausch der Codes gegen das Access Token per JavaScript durchzuführen. Browser verbieten JavaScript-Code aus Sicherheitsgründen direkte Verbindungen zu fremden Servern. Inzwischen gibt es aber eine Technik, die Ausnahmen von dieser Regel erlaubt und direkte Verbindungen ermöglicht: Cross-Origin Resource Sharing. Der Implicit Grant hat damit seine Daseinsberechtigung verloren.

Obendrein ist der Authorization Code Grant Voraussetzung für weitere Sicherheitsmaßnahmen aus der Security BCP. So sollen Access Tokens kryptografisch auf den Inhaber beschränkt werden, also je nach Client den jeweiligen Webserver, Browser oder die Smartphone-App. Zur Benutzung muss der Client dann den Besitz eines privaten Schlüssels beweisen. mit dem Access Token, das damit an den Schlüssel gebunden wird.

Wechselseitiges TLS und Schlüsselfee mit PKCE

Dafür existieren verschiedene Standards im OAuth-Universum. Eine Variante funktioniert wie folgt: Vor dem Umtausch des Codes wählt der Client ein neues Paar kryptografischer Schlüssel, also einen privaten Schlüssel und einen öffentlichen. Beim Aufbau der Verbindung zum Autorisierungsserver schickt der Client seinen öffentlichen Schlüssel an den Server und erstellt mit seinem privaten Schlüssel eine Signatur über einige Daten vom Server. Der Server kann jetzt sicher sein, dass der Client tatsächlich den privaten Schlüssel zum präsentierten öffentlichen Schlüssel besitzt. Letzteren merkt er sich zusammen

Möchte der Client das so gebundene Access Token bei einer Schnittstelle einsetzen, muss er die beim Verbindungsaufbau übertragenen Daten mit seinem privaten Schlüssel signieren. Fehlt die Signatur oder ist sie falsch, wird die Anfrage abgewiesen. Ein mitgelesenes Access Token ist also nutzlos für einen Angreifer, denn er bräuchte den privaten Schlüssel des Clients. Der aber ist sicher aufbewahrt – vielleicht sogar in einem speziell geschützten Hardware-Modul.

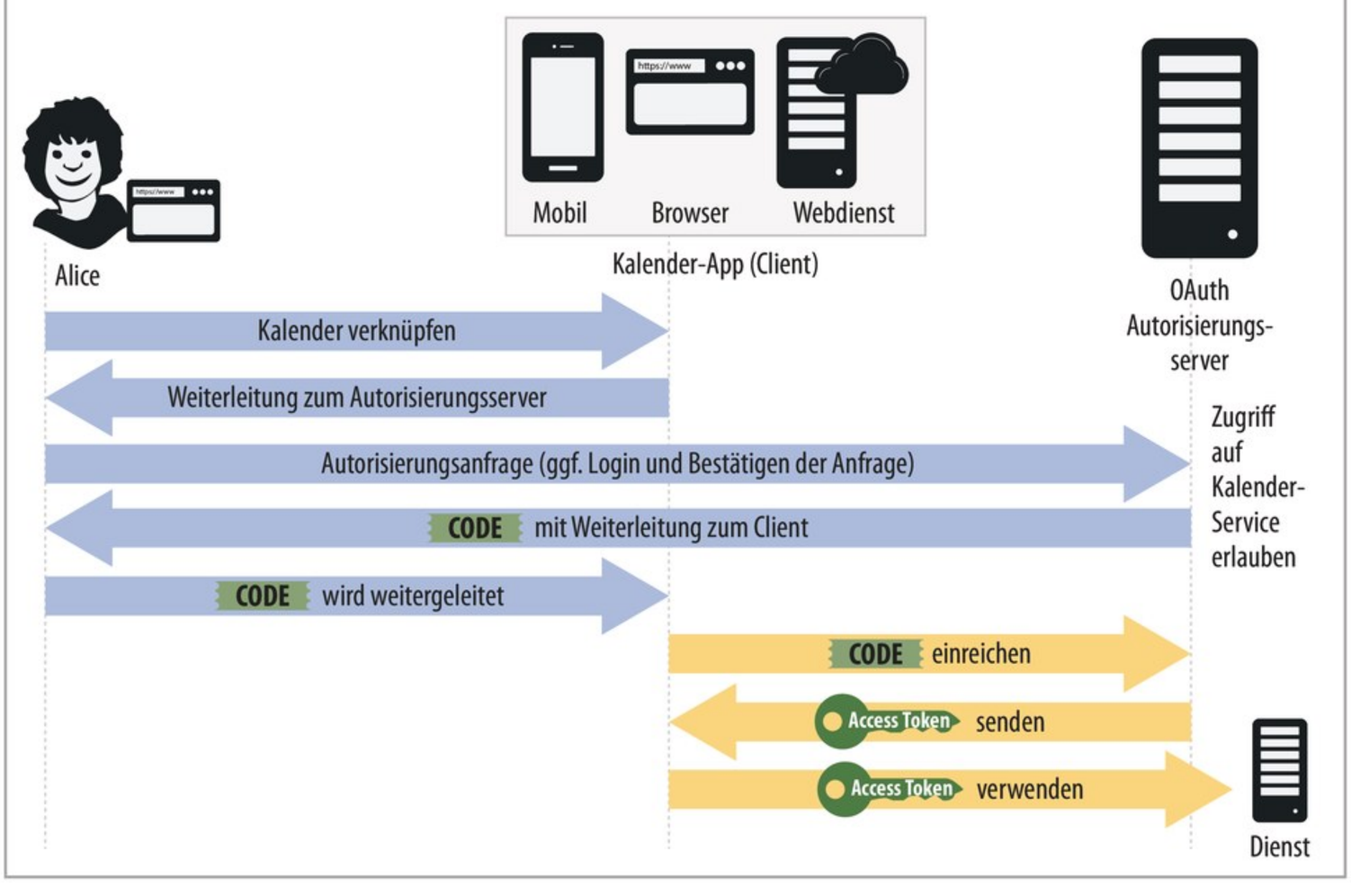
Umgesetzt wird das Verfahren mit bewährten Mechanismen, die die TLS-Verschlüsselung bereitstellt, welche bei HTTPS zum Einsatz kommt. In dessen Zuge schickt der Client ein (selbst unterschriebenes) Zertifikat an den Server, das einen öffentlichen Schlüssel enthält. Der Server kann mit dem Schlüssel eine Signatur überprüfen, die der Client für die beim Verbindungsaufbau gesendeten Daten erzeugt. So können beide Seiten sicher sein, dass das Gegenüber der richtige Kommunikationspartner ist. Das Verfahren nennt sich daher „OAuth Mutual TLS".

Verpflichtend wird mit der neuen Security BCP auch die Verwendung eines weiteren Verfahrens: Bevor ein Client eine Autorisierungsanfrage startet, wählt und merkt er sich zunächst eine Zufallszahl. Von dieser errechnet er einen kryptografischen Hash mit der SHA256-Funktion. Den Hash packt der Client als neuen Parameter in die Autorisierungsanfrage. Nach der Autorisierung stellt der Autorisierungsserver wie bisher einen Code aus. Zum Umtausch dieses Codes in ein Access Token muss der Client jedoch die ursprüngliche Zufallszahl präsentieren. Aus dem Hash alleine kann diese nicht berechnet werden – nur der Client, von dem die Anfrage ursprünglich stammte, kann die Zahl kennen. Der Autorisierungsserver errechnet mit der übermittelten Zufallszahl ebenfalls den Hash und vergleicht diesen mit jenem aus der Autorisierungsanfrage. Nur wenn die beiden Hashs übereinstimmen, übergibt der Server das Access Token an den Client. Dieses Verfahren heißt „Proof Key for Code Exchange" (PKCE), das als Standard im RFC 7636 festgehalten ist. PKCE, ausgesprochen „Pixie" (engl. „Fee"), ist äußerst nützlich und schützt gegen eine ganze Reihe von Angriffen auf OAuth.

Einen ausgelesenen Autorisierungscode kann ein Angreifer so nicht mehr einlösen, denn er kennt die Zufallszahl des Clients nicht. Besonders sinnvoll ist das für Mobil- oder Browser-Apps, bei denen, wie oben

OAuth 2.0 mit Authorization Code Grant

Ein Client weist sich mit einem Access Token gegenüber einem Dienst als Zugriffsberechtigter aus. Damit das Token nicht im Browser des Nutzers abgefangen wird, vergibt der Autorisierungsserver erst einen temporären Autorisierungscode. Der Client tauscht den Code beim Autorisierungsserver gegen das langlebige Access Token ein.

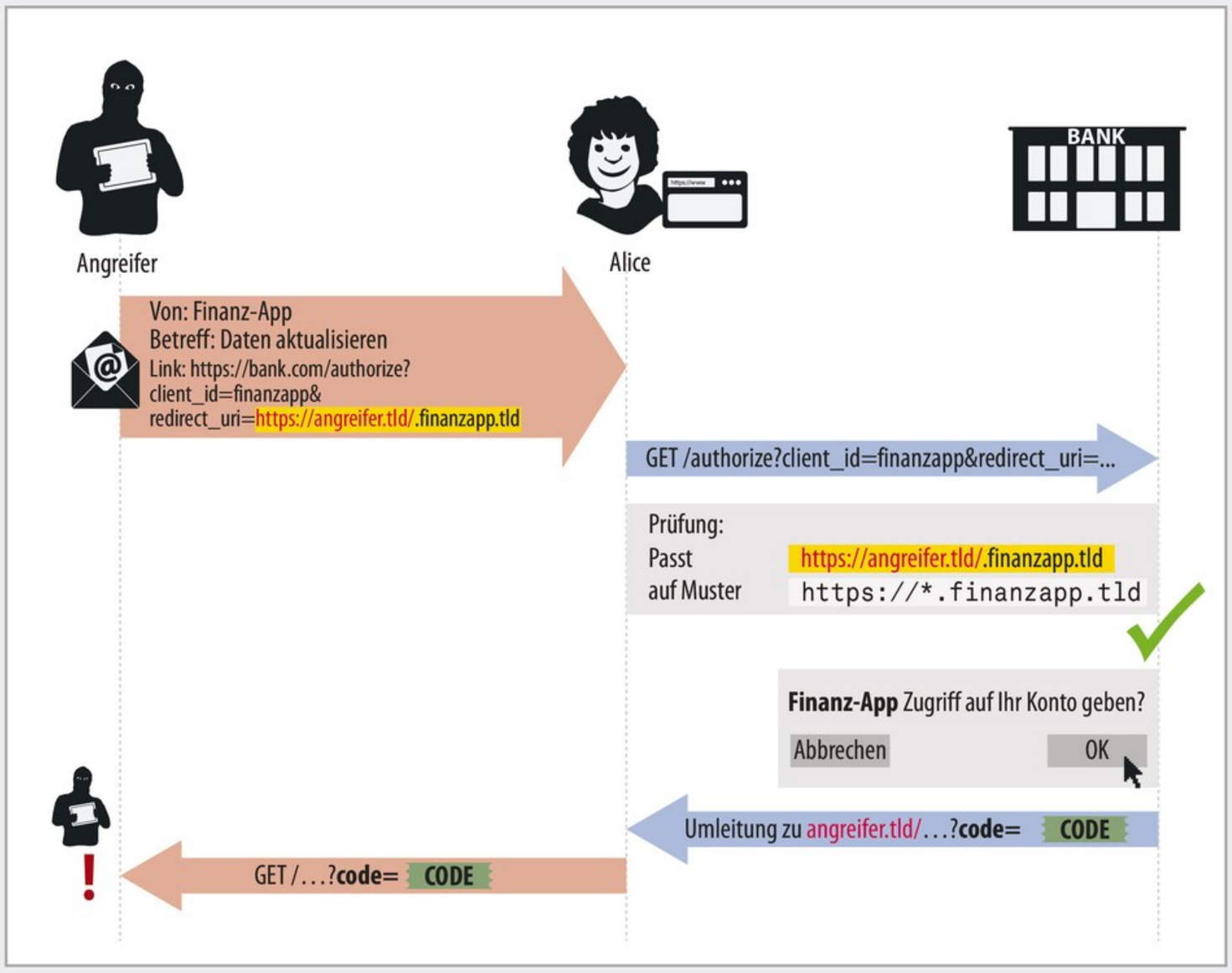


Ungeplante Umleitungen

Viele Angriffe auf OAuth entstehen aus fehlgeleiteten Autorisierungsantworten. Diese enthalten Access Tokens oder Autorisierungscodes, und es muss unbedingt verhindert werden, dass der Autorisierungsserver diese an einen Angreifer schickt.

Darum hinterlegt jeder OAuth-Client bei der Registrierung seine Weiterleitungsadressen, die Redirect-URIs, beim Autorisierungsserver. Er legt damit fest, wohin Benutzer nach Abschluss der Autorisierung weitergeleitet werden dürfen. Bei der Registrierung erhält der Client außerdem eine Kennung, seine Client-ID, damit er vom Autorisierungsserver wiedererkannt wird.

Manche Autorisierungsserver erlauben es für die Weiterleitungsadressen Muster mit Platzhaltern wie `https://*.example.com` zu registrieren. Wenn der Platzhalter `*` dabei für beliebige Zeichen steht, kann ein Angreifer das ausnutzen: Er leitet sein Opfer auf die Webseite des Autorisierungsservers und übergibt dabei die manipulierte Redirect-URI `https://attacker.com/.example.com/` zusammen mit der echten Client-ID von `example.com`. Die manipulierte Weiterleitungsadresse ist so gewählt, dass sie auf das oben genannte Muster passt, aber tatsächlich zum Angreifer führt. Der Benutzer wird nun gefragt, ob er dem Client `example.com` den Zugriff auf seine Daten erlauben möchte, aber wird anschließend auf attacker.com weitergeleitet. Der Angreifer erhält das Access Token oder den Autorisierungscode und kann auf die Daten zugreifen.



Angreifer nutzen Fehler bei der Prüfung von Umleitungensadressen aus, um Codes und Tokens auf ihren Server umzuleiten.

Ähnliche Probleme mit der Redirect-URI treten auch auf, wenn Webseiten offene Weiterleitungen unterstützen, also beispielsweise von `https://example.com/redirect.php?url=https://example.org` auf `https://example.org` weiterleiten. Ein Angreifer könnte das ausnutzen, indem er `https://example.com/redirect.php?url=https://attacker.com` als Redirect-URI angibt. Die passt auf das Muster `https://example.com/*` und der Autorisierungsserver hält sie fälschlicherweise für sicher. Tatsächlich gelangen Autorisierungscode oder Access Token über die Weiterleitung von `example.com` zum Angreifer.

Die neue Empfehlung der IETF-Arbeitsgruppe lautet daher, Platzhalter in Redirect URIs nicht mehr zu erlauben. Weitere Maßnahmen wie PKCE und OAuth Mutual TLS zielen darauf ab, erbeutete Autorisierungscodes und Access Tokens für Angreifer nutzlos zu machen.

beschrieben, ein Client-Passwort keinen Schutz bietet. Doch auch alle anderen Clients profitieren: Angriffe wie unfreiwilliges Autorisieren und der Austausch von Autorisierungscodes sind nicht mehr möglich.

Die Security BCP führt auf ihren 42 Seiten viele weitere Änderungen ein und diskutiert die Angriffe, die damit verhindert werden. Alle Änderungen und Angriffe zu beleuchten würde jedoch den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Was die OAuth-Arbeitsgruppe mit den neuen Regeln erreicht, ist Verteidigung in der Tiefe: Bisher führte schon eine ausgespähte URL oder eine falsche Weiterleitung des Access Tokens beziehungsweise des Autorisierungscodes dazu, dass die Sicherheit von OAuth vollständig zusammenbrach. Werden die Empfehlungen umgesetzt, muss ein Angreifer gleich mehrere Maßnahmen umgehen, um an sein Ziel zu kommen. Dadurch sind auch Clients besser geschützt, die nicht alle Schutzmaßnahmen (richtig) umsetzen.

Doch lieber selbst bauen?

Wer selbst Autorisierungs- oder Login-Lösungen entwickelt, könnte sich angesichts der langen Liste von Angriffen auf OAuth fragen, ob er nicht doch lieber etwas eigenes implementiert. Das ist jedoch der falsche Schluss: OAuth 2.0 hat sich bewährt, ist weit verbreitet und es gibt Erweiterungen für fast alle Anwendungsfälle. Man kann aus zahlreichen Bibliotheken und Servern wählen, die getestete und sichere Implementierungen bereitstellen. Schwachstellen und passende Gegenmaßnahmen sind umfassend beschrieben. Vor allem aber ist OAuth 2.0 besser untersucht als alle Alternativen: durch den breiten, langjährigen Einsatz in der Praxis und in Analysen vieler Sicherheitsforscher. Wer selber baut, ist verdammt dazu, bekannte Fehler zu wiederholen. *(ktn@ct.de)* c't

***RFCs, Sicherheitsanalysen und Literatur zu OAuth 2.0:* ct.de/yugy**

Bild: Thomas Kuhlenbeck

Drosselkiste

Fritzbox 7520: Unechte Einschränkungen

Die Fritzbox 7520 ist AVMs aktuelles OEM-Modell für den Internetanbieter 1&1 und die kleine Schwester der 7530. Laut Datenblatt erhält man nur zwei Gigabit-Ports und nur USB 2.0. Doch die Limitationen sind geflunkert und mit ein paar Anpassungen verpasst man der 7520 das 7530-Upgrade.

Von Andrijan Möcker

Der Internetanbieter 1&1 verzichtet anders als die meisten DSL-Provider auf eine eigene Routermarke und lässt stattdessen Fritzboxen leicht abspecken und mit Logo versehen. Das aktuelle Einsteigermodell des Anbieters ist die Super-Vectoring-fähige Fritzbox 7520. Sie wird seit Anfang 2019 als Standardrouter in den 250-MBit/s-Tarifen herausgegeben und ist nur bei 1&1 zu haben, wo sie 2,99 Euro pro Monat kostet. Nach Vertragsende darf man sie behalten, weshalb man die Box auch gebraucht für 40 bis 70 Euro erhält. Das nächstgrößere Modell 7530 kostet 4,99 pro Monat (120 Euro im freien Handel) und wird von 1&1 mit zahlreichen Vorteilen beworben – dazu später mehr.

Vergleich

Gegenüber der 7530 zeigt das Datenblatt der 7520 überschaubare Nachteile: Sie hat nur zwei Gigabit-Ethernet-Ports statt wie die 7530 vier. Die anderen beiden Ports liefern nur Fast Ethernet, also 100 MBit/s. Der USB-Port erreicht nur USB-2.0-Geschwindigkeit (480 MBit/s statt 5 GBit/s). Der Rest ist jedoch gleich: WLAN nach Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) mit bis zu 866 MBit/s im 5-GHz-Band und 400 MBit/s bei 2,4 GHz. Ins Internet gehts mit VDSL inklusive (Super-)

Vectoring bis zu 300 MBit/s schnell. Analoge Telefonie läuft per RJ11 oder TAE, eine DECT-Basis ist auch an Bord.

Der WLAN-Durchsatz beider Router deckt sich in unserer störungsfreien Testumgebung nahezu aufs letzte Megabit pro Sekunde. Lediglich auf größere Entfernung schnitt mal die eine, mal die andere Fritzbox im 5-GHz-Band um 10 bis 20 MBit/s schlechter ab, wobei diese Unterschiede stark von der Geräteorientierung abhingen und auch das Gehäusedesign einen Einfluss hat.

Auch in puncto DSL-Modem konnten wir keine Unterschiede feststellen: An unserem Telekom-Supervectoring-Testanschluss in der Redaktion erreichten beide Modelle über circa 160 Meter Leitungslänge die gleichen Übertragungsraten, die sich auch mit denen der sonst angeschlossenen Fritzbox 7590 deckten.

Innere Auffälligkeiten

Derart ähnliche Ergebnisse erhält man nur, wenn die Hard- und Software weitestgehend gleich ist. Der Blick auf die Platinen offenbarte genau das: Herzstück beider Geräte ist das Router-System-on-Chip IPQ4019 von Qualcomm mit 128 MByte NAND-Flash und 256 MByte DDR3-RAM. Auf beiden Boards sitzen die gleichen RAM- und Flash-Modultypen sowie Intels xDSL-Modem VRX518. Auch bei den restlichen Komponenten muss man genau hinsehen, um Unterschiede zu erkennen: Hier und da sind SMD-Bauteile von einem anderen Typ, anders gesetzt oder nur auf einer der beiden Platinen vorhanden.

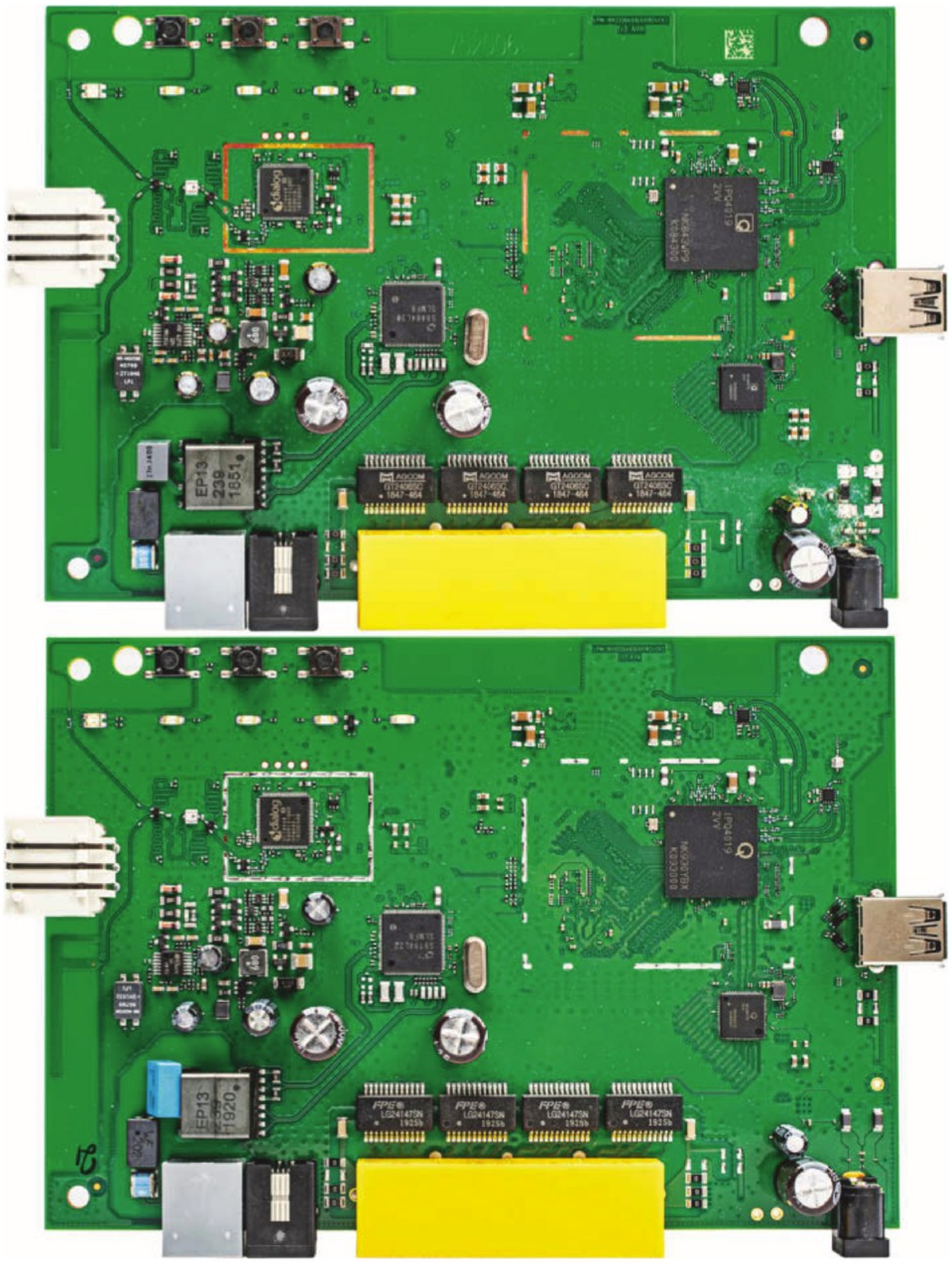
Auf beiden Boards sitzt der von Qualcomm QCA8075, ein 5-Port-Gigabit-Ethernet-Transceiver. Doch weshalb hat die Fritzbox 7520 dann nur zwei Gigabit-Ethernet-Ports? In ihrer Bandbreite limitierte Ethernet-Signalübertrager wären eine mögliche Antwort. AVM setzt jedoch sowohl für die Gigabit- als auch für die 100-MBit/s-Ports die gleichen Transformatoren ein.

Das Platinenlayout ist auch im sichtbaren Bereich vor der USB-Buchse bei beiden Modellen gleich. Doch ein langsamerer Anschluss wäre durchaus plausibel, denn der verwendete IPQ4019 besitzt Pins für einen USB-2.0- und einen USB-3.0-Anschluss. Wo der Port am SoC angeschlossen ist, lässt sich aufgrund der mehrlagigen Platine schwer von außen sagen. Aber auch hier fiel uns wieder etwas auf: Die USB-Buchse besitzt die zusätzlichen Pins für USB 3.0.

Firmware-Hack

Die Witterung aufgenommen versuchten wir die Firmware der 7530 auf der 7520 zu installieren: Wie erwartet wehrte sich die Box mit Händen und Füßen und beschwerte sich sowohl im Webinterface als auch in AVMs Recovery-Tool, dass die eingespielte Firmware gar nicht für sie gedacht sei. Mitgeschnittene Kommunikation und die Recherche des c't-Autors Vincent Wiemann offenbarten jedoch eine Lücke in AVMs Bootloader: Das Recovery-Tool erhält per FTP mehrere Parameter, anhand derer es die Fritzbox identifiziert. Alle sind Teil der Bootloader-Variablen – die auch per FTP geändert werden können.

Der Weg zur Firmware-Änderung ist so nur noch zehn leichte Schritte lang: Zunächst lädt man das Recovery-Tool für die 7530 auf einem Windows-Rechner mit LAN-Interface herunter (ct.de/ydaw), ändert die IP-Adresse des LAN-Interface statisch auf 192.168.178.2 (255.255.255.0) und verbindet sich per Kabel mit der vom Strom getrennten Fritzbox 7520. Anschließend öffnet man zwei Kommandozeilenfenster: Im ersten läuft ein Ping auf die Adresse der Box (`ping 192.168.178.1 -t`), um das FTP-Zeitfenster beim Start nicht zu verpassen. Im zweiten wartet der vorbereitete FTP-Befehl zur Ausführung im richtigen



Kaum zu unterscheiden: Die Platine der 7520 (oben) ähnelt derer der 7530 (unten) extrem. Nur die Beschriftung „7520X…“ und andere Zahlen in der Seriennummer verraten, dass es sich um eine Platine mit kleinen Änderungen handelt.

Wer bei 1&1 einen DSL-Anschluss buchen möchte, bekommt die Fritzboxen 7520, 7530 und 7590 zur Auswahl. Obwohl die 7520 und die 7530 nahezu gleich sind, unterschlägt der Anbieter bei der 7520 gezielt Produkteigenschaften.

Moment (`ftp 192.168.178.1`). Steckt man die Box ein, kommt nach wenigen Sekunden die erste Ping-Antwort und die FTP-Verbindung kann hergestellt werden. Klappt das mehrmals nicht, benötigt der Netzwerkadapter des genutzten PCs zu lange für die Verbindungserkennung und ein dazwischengeschalteter Switch muss helfen.

Benutzername und Passwort für den FTP-Zugang sind gleich: `adam2`. Steht die Verbindung, ändert man mit vier Befehlen die ausschlaggebenden Variablen.

```
quote SETENV ProductID Fritz_Box_HW236
quote SETENV HWRevision 236
quote SETENV HWSubRevision 1
quote SETENV firmware_version avm
```

Danach beendet man die FTP-Verbindung mit `quit` und startet das Recovery-Tool der Fritzbox 7530, das dann anstandslos die Firmware in den Speicher schreibt. Nach ein bis zwei Minuten bootet die 7520 als Mod-7520, also mit Fritzbox-7530-Firmware. Linux- und macOS-Nutzer benötigen etwas länger, da das Recovery-Tool nur unter Windows läuft, dann beispielsweise in einer virtuellen Maschine.

7520 + 10 = 7530

Die neue Firmware bestätigt alle Vermutungen: In den Netzwerkeinstellungen können wir alle vier Ports auf Gigabit-Ethernet hochschalten und in den USB-Einstellungen steht der „Power Mode USB 3.0“ zur Auswahl. Erneut durchgeführte Leistungsmessungen an allen Ethernet-Ports und Versuche mit einer USB-3.0-SSD beweisen: Die 7520 ist eine künstlich verschlechterte 7530.

Uns gelang die Modifikation jedoch nur mit dem 7530-Recovery-Tool der Version 7.14 und auch nur, wenn zuvor FritzOS 7.14 auf der 7520 lief. Vorherige Versuche, die 7520 mit einer alten Version der 7530-Firmware zu flashen, um den Webupdater zu testen, scheiterten allesamt. Eine 7530-Firmwaredatei für FritzOS 7.14 akzeptierte die Mod-7520 im Webinterface aber anstandslos – ein Anzeichen dafür, dass zumindest das händische Update funktioniert.

Fehler oder Funktionsausfälle, wie sie bei einer Firmwaremodifikation immer ein Risiko sind, konnten wir bis Redaktionsschluss nicht feststellen. Die Mod-7520 läuft bereits seit einer Woche ohne einen merklichen Unterschied zur 7530 am Supervectoring-Anschluss des Autors.

Gezielte Verwirrung

Doch damit nicht genug: 1&1 unterschlägt in der Router-Auswahl auf seiner Webseite gezielt Funktionen der 7520: Die 7530 wird mit „Premium-WLAN mit 1.266 MBit/s“ und als „Zukunftssicher – gerüstet für schnelles Supervectoring mit bis zu 300 MBit/s“ beworben. Bei der 7520 gibt es keinen Hinweis auf Super-Vectoring, beim WLAN lässt 1&1 die 400 MBit/s im 2,4-GHz-Band außen vor und spricht von „866 MBit/s im WLAN-AC Band (5 GHz)“. Wer als Kunde nicht das technische Wissen mitbringt oder genauer in die Datenblätter schaut, wird sich eher für das mutmaßlich bessere Modell entscheiden.

c’t fragte sowohl 1&1 als auch AVM, ob die Limitationen der 7520 bewusst abgesprochen waren und ob in der Vergangenheit „künstlich“ limitierte Geräte ausgegeben wurden. 1&1 sagte dazu, dass AVM die Fritzbox 7520 in Abstimmung mit 1&1 entwickelt hat. Das Modell hätte man eingeführt, um den Kunden einen günstigen Top-Router anbieten zu können. AVM blieb dabei, dass es sich bei den beiden Routern um zwei unterschiedliche Produkte mit verschiedenen Eigenschaften handle und wies darauf hin, dass das Aufspielen einer produktfremden Firmware zum Verlust der Garantie führe. Weitere Angaben zur Partnerschaft mit 1&1 konnte AVM nicht machen. *(amo@ct.de)* c't

Fritz!Box-7530-Recovery-Tool:
ct.de/ydaw

AVM / 1&1 Fritz!Box 7520

WLAN-Router für SVDSL	
Hersteller	AVM, www.avm.de
WLAN	2 × Wi-Fi 5 (2) = IEEE 802.11ac-400/866, simultan dualband, WPA, WPS, DFS
Bedienelemente	WLAN, Fon/DECT, Connect/WPS, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	4 × RJ45 (2 × Gigabit-, 2 × Fast-Ethernet), 1 × xDSL (RJ45, ADSL + VDSL incl. Super-Vectoring bis 300 MBit/s), 1 × USB 2.0, DECT (max. 6 Handsets), 1 × TAE/RJ11 (Analogtelefon), 1 × 5,5-mm-DC-Hohlstecker (12 Volt)
getestete Firmware	FritzOS 7.14 und FritzOS 7.14 (7530-Version)
NAT-Perf. IP-zu-IP (DS / US)	956 / 949 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m	212 / 134–207 MBit/s
5 GHz (HT80) nah / 20m	680 / 42–230 MBit/s
Leistungsaufnahme	6,5 Watt
jährliche Stromkosten	18 Euro
Preis	2,99 € / Monat, 40–70 € gebraucht

[1] mit iperf3, zwei LAN-Hosts, LAN1 als WAN, je 10 TCP-Streams
[2] 1 × GE belegt, SVDSL-Sync, kein Traffic
[3] Dauerbetrieb, 30 ct/kWh, gerundet

WERDEN SIE DATENEXPERTE!

Starten Sie jetzt Ihre zertifizierte Weiterbildung

Schnell und flexibel ans Ziel!

- Alle Grundlagen anschaulich vermittelt
- Lernen anhand realer Business-Cases
- Praxisübungen mit echten Datensets
- Persönliches Coaching durch Mentoren
- Flexibilität für berufsbegleitendes Lernen
- Qualifizierung mit anerkanntem Zertifikat

DATA AWARENESS (4 Wochen)

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

DATA ANALYST (3 Monate)

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

DATA SCIENTIST (ca. 6 Monate)

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

Fordern Sie jetzt Informationen an:

Heise Medien

heise.de/datenexperte

Galaktischer Zoom

Android-Smartphones Samsung Galaxy S20, S20+ & S20 Ultra

Mehr Display, mehr Kamera und der neue 5G-Mobilfunk – Samsung geht mit seinen diesjährigen Topmodellen wieder einmal in die Vollen. Wer ein Android-Smartphone möchte, das fast alles an Bord hat, wird hier fündig. Billig ist das Ganze aber nicht.

Von Robin Brand und Marcel Jossifov

Abseits der faltenden Smartphones entwickeln die Hersteller ihre Geräte eher behutsam weiter, ganz ohne Kinderkrankheiten. Die Neuauflage von Samsungs beliebter Galaxy-S-Serie kommt in drei unterschiedlichen Varianten daher. Mit schnellen Displays, langen Laufzeiten und wahlweisem 5G punkten sie alle. Doch – wie sollte es auch anders sein? – vor allem Smartphone-Fotografen sollen sich angesprochen fühlen. Nicht drei-, nicht fünf-, nicht zehn-, nein, bis zu hundertfach sollen die Kameras von Samsungs neuem Top-Smartphone vergrößern.

Äußerlichkeiten: Klein, mittel, groß

Praktischerweise dienen die Kameramodule der drei verschiedenen S20-Versionen auch gleich als optisches Unterscheidungsmerkmal. Noch einigermaßen dezent prangt das rechteckige Element linksbündig auf der Rückseite des kleinen S20. Schon etwas größer und um einen zusätzlichen Tiefensensor erweitert ist das des S20+. Geradezu riesig wirkt das Modul des S20 Ultra 5G, das auch etwas weiter aus dem Gehäuse herausragt als die anderen beiden. Auf einer ebenen Fläche platziert, kippeln die Geräte beim Tippen auf der oberen Hälfte – Abhilfe schafft erst eine Schutzhülle.

Die Vorderseiten der drei Smartphones unterscheiden sich abgesehen von ihrer Größe nicht voneinander. Noch einigermaßen gut mit einer Hand bedienen lässt sich das S20 mit 6,2-Zoll-Bildschirm. Kaum mehr möglich ist das bei S20+ (6,7 Zoll) und S20 Ultra 5G (6,9 Zoll). Die Displayaussparung für die Frontkamera

ist kleiner geworden und vom rechten Rand in die Mitte gewandert. Das Display selbst ist an den Seiten nicht mehr so stark gekrümmt wie das bei den Vorgängern der Fall war. Eine unauffällige, recht kratzempfindliche Schutzfolie ist bereits angebracht. Im Unterschied zum Faltphone Galaxy Fold ist die Folie aber kein integraler Bestandteil des Geräts; wer will, entfernt sie.

Viel Hertz braucht viel Saft

Samsung hat die Panels weiterentwickelt, sie zeigen nun bis zu 120 Bilder pro Sekunde an. Die höhere Wiederholrate soll unter anderem Scrollbewegungen flüssiger erscheinen lassen. Voreingestellt sind allerdings 60 Hz – und auch die maximal mögliche Auflösung von 3200 × 1440 Pixeln wird erst auf expliziten Befehl (Einstellungen/Anzeige) aktiviert. Standardmäßig zeigen die Panels FullHD an. Die Kombination aus höherer Auflösung und schnellerer Bildwiederholrate ist nicht möglich. Doch auch mit niedriger Auflösung saugen die 120 Hz ordentlich am Akku: Mit der Einstellung fiel die Akkulaufzeit um rund 25 Prozent kürzer aus als mit FullHD/60 Hz und etwa 20 Prozent kürzer als mit WQHD/60Hz. Tatsächlich wirkt beim Scrollen mit 120 Hz alles ein wenig flüssiger – das war es dann aber auch schon fast. Bei Filmen und den meisten Spielen bringt die höhere Wiederholrate keinen Vorteil, weil die Inhalte gar nicht darauf vorbereitet sind. Wer Akku sparen will, bleibt lieber bei 60 Hz.

Ob mit 60 oder 120 Hz: Das ausgewogen ausgeleuchtete Display zeigt die Inhalte gestochen scharf, mit brillanten Farben und hohen Kontrasten. Beim S20 Ultra mit riesigem 6,9-Zoll-Panel kann sich für Menschen mit guten Augen die höhere Auflösung mit dann 511 dpi lohnen. Doch auch mit 2400 × 1080 Pixeln konnten wir keine störenden Treppeneffekte oder Ähnliches ausmachen. Beim kleinen S20 mit 6,2-Zoll-Display bedeutet schon die FullHD+-Auflösung eine Pixeldichte von mehr als 400 dpi, was völlig ausreichend ist. Die Displayautomatik regelt die Helligkeit bei Bedarf außergewöhnlich hoch, mehr als 900 cd/m² haben wir bei 50 Prozent Weißanteil auf dem Schirm gemessen. So lässt sich auch in der prallen Sonne surfen oder Filme schauen. Maximal halb so hell leuchtet das Display für Nutzer, die die Helligkeitsautomatik abgeschaltet haben.

Fototricks

Größere Unterschiede zwischen den Geräten sind bei den Kameras auszumachen. Das S20 bildet die Basis: Der weitwinkligen Hauptkamera (12 MP, f/1,8) stehen eine Zoomkamera (64 MP, f/2,0) und ein Ultraweitwinkel zur Seite (12 MP, f/2,2). Auf der Rückseite des S20+ sitzt zusätzlich ein Tiefensensor. Das Topmodell Ultra knipst im Vergleich dazu mit höherwertiger Haupt- (108 MP, f/1,8) und Zoomkamera (48 MP, f/3,5).

Geheimniskrämerisch wird Samsung, wenn es um die tatsächliche optische Vergrößerung der Telelinsen geht. Dem angegebenen Bildwinkel nach zu urteilen, vergrößern die von S20 & S20+ nur 1,1-fach, den Rest besorgt die Software. Die mit 103 Millimetern angegebene Brennweite (Kleinbildäquivalent) des Ultra entspricht einer etwa vierfachen Vergrößerung im Vergleich zur Hauptkamera. Wie dem auch sei: Wichtig ist, wie die Fotos am Ende aussehen.

Wird in der Foto-App die Telekamera angewählt, springen S20 und S20+ auf die dreifache Vergrößerung, das Ultra auf die fünffache. Außerdem kann man 2-, 4-, 10-, 20- und 30-fache Vergrößerung, beim Ultra auch 100-fache direkt anwählen. Dazwischen lässt sich stufenlos zoomen. Sowohl S20/S20+ in der dreifachen als auch Ultra in der fünffachen Zoomstufe halten mit dem 3-fach-Tele der aktuellen Android-Referenz Huawei Mate 30 Pro mit – im Hellen. Während das Mate mehr Details zeigt, sind die Resultate der S20 farblich stimmiger, insgesamt aber bleiben die Unterschiede marginal. Bei weniger Licht ab etwa 20 Lux, was einem schlecht beleuchteten Zimmer entspricht, ist das Tele des Huawei im Vorteil. In diesen Lichtverhältnissen hatten die Teles der S20 immer mal wieder Probleme zu fokussieren.

Zoomkönig

Das eigentliche Highlight der neuen Samsungs soll aber deren Vergrößerungspotenzial über die fünffache Zoomstufe hinaus sein. In der Praxis war beim Ultra die 10-fache Vergrößerung noch gut brauchbar – etwa um im Tierpark Motive nah heranzuholen. Das klappte auch mit weniger Verwacklern als beim Huawei P30 Pro. Ab 30-fachem Zoom brauchte es aber eine ruhige Hand, besser ein Stativ. Dennoch: Die Wirkung ist beeindruckend, denn wo andere Smartphone-Teles nur noch Brei zeigen, macht das S20 Ultra sogar Schriften lesbar. Nur noch als Spielerei tauglich ist die 100-fache Vergrößerung. In allen Belangen ein wenig zurück liegen die beiden kleineren S20.

Ähnlich spektakuläre Zahlen liefert die Hauptkamera des Ultra mit für Smartphone-Verhältnisse riesigem 1/1,33-Zoll-Sensor. Allerdings drängen sich auf dieser Fläche auch 108 Megapixel. Standard-

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench Single-Core [Punkte]	Geekbench Multi-Core [Punkte]	3DMark Slingshot Extreme [Punkte]	Video-Streaming (normale Helligkeit)[1] [h]	Video-Streaming (normale Helligkeit / 120 Hz)[1] [h]	Video (normale Helligkeit)[1] [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit)[1] [h]	Ladezeit auf 50 % / 100 % [min]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Samsung Galaxy S20	4955	11969	6660	14,5	11,6	16,4	8,5	27/72
Samsung Galaxy S20+	4994	12416	6812	16,4	12,7	18,3	9,6	27/70
Samsung Galaxy S20 Ultra 5G	4819	12427	6899	17,7	13,7	18,8	10,1	27/67
Samsung Galaxy S10+	4553	10419	4342	13,6	–	17,6	9,5	38/101
Samsung Galaxy S9+	3758	8915	3248	11,7	–	14,5	6,2	44/111
Apple iPhone 11 Pro	5469	13941	5381	14,5	–	18,3	12,2	25/91
Google Pixel 4	2980	10249	4779	9,7	–	9,3	7,7	32/103
Huawei Mate 30 Pro	3846	12013	4591	22,1	–	22,6	10,9	20/67

[1] Laufzeittest bei 200 cd/m², Displayeinstellungen bei Samsung S20, S20+ und S20 Ultra wenn nicht anders angegeben: WQHD/60 Hz

Mächtiger Brennweitenbereich: Mit einer ruhigen Hand erzielt man mit dem S20 Ultra selbst bei 30-facher Vergrößerung (rechts) noch akzeptable Ergebnisse. Recht zuverlässig gelingen Fotos mit 10-facher Vergrößerung (Mitte). Links ist die Szene mit dem Ultraweitwinkel aufgenommen.

mäßig werden neun Pixel zusammengefasst, um die Lichtausbeute zu erhöhen, wodurch 12-MP-Fotos entstehen. In voller 108-Megapixel-Auflösung taugen die rund 50 MByte großen Fotos des Ultra zum späteren Hineinzoomen in versteckte Details, die Schärfe der Telekamera erreicht man so aber nicht. Die Lichtausbeute (Blende f/1,8) ist allerdings kleiner als beim Vorgänger S10 (f/1,5) – letztlich sind die Fotos bei guten Lichtverhältnissen kaum zu unterscheiden. S20 und S20+ (1/1,76-Zoll-Sensor, 12 MP, f/1,8) können hier mithalten; hineingezoomt zeigt sich, dass alle drei S20 zu den Rändern hin weniger an Schärfe verlieren als die S10.

Nachtmodus

Den Nachtmodus hat Samsung überarbeitet. Schon bei 20 Lux springt im Automatikmodus eine Art praxistaugliche Variante davon an. Der standardmäßig aktivierte Szeneoptimierer verlängert die Belichtung auf etwa drei Sekunden. Im dezidierten Nachtmodus, den man jederzeit aktivieren kann, sind es bis zu 30 Aufnahmen in 30 Sekunden. Aus wie vielen Aufnahmen das Bild am Ende besteht, ist nicht erkennbar – die Arbeitsweise des Multi-Frame-Processing lässt sich nicht rekonstruieren. Manuelle Eingriffsmöglichkeiten fehlen im Nachtmodus. Auch das Verhalten des Automatikmodus war während des Tests nicht immer nachvollziehbar. Während die Automatik bei 20 Lux eine längere Belichtung wählte, tat sie das bei 5 Lux nicht immer. Kurioserweise belichtete die lichtstärkere Hauptkamera manchmal länger, während es die Zoomkamera bei gleich viel Licht nicht tat.

Die Fotos werden mit abnehmendem Licht blasser, ohne dass sie farblich kippen. Die Resultate sind dabei über alle drei Kameras hinweg farblich in gleicher Weise abgestimmt. Um Licht ins Dunkel zu bringen, nimmt sich der Nachtmodus gerne mal die vollen 30 Sekunden Zeit. Das funktioniert bei unbewegten Objekten gut. Bei bewegten Objekten ist der kürzer belichtende Szenenoptimierer ein guter Kompromiss. Im Praxisvergleich gelingen mit Huawei Mate 30 Pro und P30 Pro oftmals die besseren Ergebnisse - insbesondere, wenn die Automatik mit hohen ISO-Einstellungen knipst.

Ultraweitwinkel & Video

Ebenfalls gegenüber den Vorgängern verbessert hat Samsung den Ultraweitwinkel. Die Resultate sind nun weniger matschig – Lob verdienen sie allerdings auch nicht. Details sind nach wie vor Mangelware, deutlich besser macht das das Mate 30 Pro bei allerdings kleinerem Bildwinkel.

Groß, mittel, klein: Das Samsung S20 kommt in drei verschiedenen Größen.

Videos nimmt die Kamera wahlweise in 8K und 24 fps auf, deutlich geschmeidiger sieht das Material allerdings in 4K und FullHD mit 60 fps aus. Der Wechsel zwischen den Brennweiten während der Aufnahme ist nur bis 4K/30 fps möglich. Ein Videoerlebnis wie aus einem Guss ähnlich der iPhones bieten die S20 damit nicht.

Laufzeit, Telefonie & Ausstattung

Dass die Klinkenbuchse fehlt, ist im Highend-Segment bedauernswerter Standard. Davon abgesehen leisten sich die S20 keine nennenswerten Schwächen. So sind die mindestens 128 GByte Flashspeicher per MicroSD-Karte erweiterbar. Die Geräte sind DualSIM-fähig und nehmen entweder zwei physische SIM-Karten (die zweite dann anstatt einer MicroSD-Karte) oder eine physische neben einer aktivierten eSIM auf. Die Entsperrung über den im Display liegenden Fingerabdrucksensor klappte im Test reibungslos. Die Laufzeiten sind auch nach High-End-Maßstäben gut und gegenüber der Vorgängerversion leicht verbessert; einzig unter Last machen die Geräte etwas schneller schlapp als mancher Konkurrent. Das SoC gehört zu den schnellsten überhaupt, dementsprechend ist das Gerät durch keine Anwendung überfordert. Alles läuft flüssig, auch dank massig Hauptspeicher.

Etwas gewöhnungsbedürftig war das Telefonieren mit allen drei S20, die durch ihre abgerundeten Glasoberflächen gerade bei längeren Telefonaten etwas glitschig werden. Gespräche kamen etwas gedämpft an, was auch am schmalen Hörmuschelschlitz liegt.

Software & Support

Samsung liefert seine S20 mit der Bedienoberfläche One UI aus, die Android um zahlreiche Funktionen ergänzt, beispielsweise Double Tap to Wake, ein Always-On-Display und ein Edge-Panel. Mit letzterem öffnet der Nutzer durch einen Wisch vom Displayrand ein Menü zum schnellen Start ausgewählter Apps und Gerätefunktionen. Farbenfrohe, zweidimensionale Icons kennzeichnen die Bedienoberfläche. Sie läuft absolut flüssig.

Die S20 werden mit der aktuellen Android-Version 10 ausgeliefert. Es ist mit zwei Updates der Android-Hauptversion zu rechnen – das ist unter Highend-Smartphones Durchschnitt. Samsung glänzt jedoch mit regelmäßigen Sicherheitsupdates, die die S20 erfahrungsgemäß drei Jahre lang monatlich erreichen dürften. Für das vor vier Jahren auf den Markt gekommene S7 liefert Samsung seit einem Jahr die Sicherheitsupdates immerhin noch quartalsweise.

Fazit

100-fach-Zoom zum Trotz: Die Revolution bleibt aus. Die S20 sind ihren Vorgängern zwar in vielerlei Hinsicht voraus. Besitzer eines der S10- oder S9-Modelle müssen sich aber nicht ärgern, gute Kameras und lange Laufzeiten bieten auch diese Versionen. Wer dagegen noch ein S7 besitzt, dessen Support sich langsam dem Ende zuneigt, könnte den Umstieg wagen. Wirkliche Schwächen leistet sich keines der S20, alle kommen wahlweise mit 5G. Wer es kompakt mag, greift zum S20, das auch das günstigste Gerät im Testfeld, allerdings nur als 128-GByte-Variante erhältlich ist.

Etwas zwischen den Stühlen sitzt das S20+, das im Vergleich zum Basismodell vor allem größer ist. Die zusätzliche Tiefenkamera bringt keinen nennenswerten Vorteil.

Das volle Programm bietet das S20 Ultra mit beeindruckendem Zoombereich und riesigem Display. Nur hosentaschentauglich ist das Ganze nicht wirklich – und günstig schon gar nicht. *(rbr@ct.de)* c't

Android-Smartphones

Samsung S20, 20+ & S20 Ultra			
Modell	Samsung Galaxy S20	Samsung Galaxy S20+	Samsung Galaxy S20 Ultra
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 10 / März 2020	Android 10 / März 2020	Android 10 / März 2020
Prozessor (Kerne) / Grafik	Samsung Exynos 990 (2 × 2,73 GHz, 2 × 2,5 GHz, 4 × 2,0 GHz) / Mali-G77 MP11	Samsung Exynos 990 (2 × 2,73 GHz, 2 × 2,5 GHz, 4 × 2,0 GHz) / Mali-G77 MP11	Samsung Exynos 990 (2 × 2,73 GHz, 2 × 2,5 GHz, 4 × 2,0 GHz) / Mali-G77 MP11
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	8 GByte / 128 GByte (105,1 GByte) / ✓ (MicroSDXC)	8 GByte / 128 GByte (105,1 GByte) / ✓ (MicroSDXC)	12 GByte / 128 GByte (105,1 GByte) / ✓ (MicroSDXC)
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
Fingerabdrucksensor / Status-LED	✓ (im Display) / –	✓ (im Display) / –	✓ (im Display) / –
4G-Datenverbindung / SAR-Wert (Head, EU)[1]	Cat. 20/18 (2000/210 MBit/s) / 0,279 W/kg	Cat. 20/18 (2000/210 MBit/s) / 0,376 W/kg	Cat. 20/18 (2000/210 MBit/s) / 0,66 W/kg
5G-Kompatibilität	– (Ausstattungsvariante mit 5G verfügbar)	– (Ausstattungsvariante mit 5G verfügbar)	✓ (5G Non-Standalone (NSA), standalone (SA), Sub6 / mmWave)
SIM / Dual / SD separat / eSIM	nanoSIM / ✓ / – / ✓	nanoSIM / ✓ / – / ✓	nanoSIM / ✓ / – / ✓
Akku / Ladeleistung / austauschbar / drahtlos ladbar	4000 mAh / 24,75 Watt / – / ✓ (15 Watt)	4500 mAh / 24,75 Watt / – / ✓ (15 Watt)	5000 mAh / 24,75 Watt / – / ✓ (15 Watt)
USB-Anschluss / Kopfhörerbuchse	USB Typ-C 3.2 / –	USB Typ-C 3.2 / –	USB Typ-C 3.2 / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,2 cm × 7,0 cm × 0,9 cm / 164 g / ✓ (IP68)	16,2 cm × 7,4 cm × 0,9 cm / 185 g / ✓ (IP68)	16,7 cm × 7,6 cm × 1,1 cm / 220 g / ✓ (IP68)
Farbvarianten	Schwarz, Grau, Blau, Rosa	Schwarz, Grau, Blau	Schwarz, Grau
Kameras			
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / maximale Bildauflösung	12 MP / f/1,8 / ✓ / 4032 × 3024	12 MP / f/1,8 / ✓ / 4032 × 3024	108 MP / f/1,8 / ✓ / 12000 × 9000
Ultra-Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS / maximale Bildauflösung	12 MP / f/2,2 / – / 4032 × 3024	12 MP / f/2,2 / – / 4032 × 3024	12 MP / f/2,2 / – / 4000 × 3000
Telekamera Sensorauflösung / Blende / OIS / Pixel	64 MP / f/2,0 / ✓ / 9248 × 6936[2]	64 MP / f/2,0 / ✓ / 9248 × 6936[2]	48 MP / f/3,5 / ✓ / 4000 × 3000
Tiefensensor	–	✓ (Time-of-Flight-Sensor)	✓ (Time-of-Flight-Sensor)
Frontkamera Auflösung / Blende / Pixel	10 MP / f/2,2 / 3648 × 2736	10 MP / f/2,2 / 3648 × 2736	40 MP / f/2,2 / 7680 × 4320
Display			
Technik	6,2 Zoll OLED	6,7 Zoll OLED	6,9 Zoll OLED
Auflösung (Pixeldichte)	3200 × 1440 Pixel (564 dpi)	3200 × 1440 Pixel (525 dpi)	3200 × 1440 Pixel (511 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1,7 … 894 cd/m² / 95 %	1,7 … 915 cd/m² / 96 %	1,7 … 901 cd/m² / 95 %
Bewertung			
Software / Performance	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Display / Kamera	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Laufzeit / Ausstattung	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis	900 € (128 GByte, 4G), 1000 € (128 GByte, 5G)	1000 € (128 GByte, 4G), 1100 € (128 GByte, 5G), 1250 € (512 GByte, 5G)	1350 € (128 GByte, 5G), 1550 € (512 GByte, 5G)

[1] laut Herstellerangabe [2] im Zoommodus nur 12-MP-Fotos

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut

Schwebecomputer

AR-Headset Microsoft Hololens 2 beeindruckt im c’t-Test

Vermeintliche Augmented-Reality-Brillen gab es schon einige, doch erst Microsoft Hololens 2 erfüllt, was das Science-Fiction-Konzept verspricht. Reif für den Massenmarkt ist das Gerät aber noch nicht.

Von Jan-Keno Janssen

Schon beim allerersten Einschalten liefert die Microsoft Hololens 2 einen Aha-Moment: In einem im Raum schwebenden Fenster fragt die Brille nach der gewünschten Sprache. Doch wie wählt man den „Ok“-Knopf aus? Herumfuchteln bringt zwar eine Art Mauszeiger auf den virtuellen Bildschirm, aber wie man „klickt“ bleibt unklar. Dann die Erkenntnis: Es gibt ja nicht nur zwei Dimensionen, sondern drei! Man muss den Finger also da, wo sich die Schaltfläche befindet, ein paar Zentimeter nach vorne bewegen – und einfach draufdrücken.

Bei der ersten Hololens, die wir im Sommer 2016 (c’t 15/2016, S. 74) getestet haben, funktionierte die Bedienung noch über eine seltsame 2D-3D-Mischung: Die virtuellen Objekte waren zwar auch hier schon räumlich korrekt in der Tiefe des Raumes angeordnet, das Hand-Tracking lief aber denkbar unintuitiv: Mit Kopfbewegungen bewegte man hier noch eine Art 2D-Mauszeiger über die 3D-Szene, das Bestätigen klappte ausschließlich über die willkürliche „Air-Tap“-Fingergeste.

Die zweite Hololens, an der Microsoft vier Jahre gearbeitet hat, macht das nun deutlich besser – hier muss man keine speziellen Gesten lernen, sondern tippt intuitiv mit den Fingern auf die virtuellen Schaltflächen. Und das, obwohl sich in Sachen Kameras gar nicht viel geändert hat. Wie beim Vorgänger sind vier Umgebungskameras eingebaut, denen ein Time-of-Flight-Tiefensensor zur Seite steht. Allerdings steckt jetzt genug Rechenpower für echtes Hand- und Fingertracking in Echtzeit in der Brille: War es früher nur ein recht lahmer, mit 1 GHz getakteter Intel Atom x5-Z8100, kommt bei der Hololens 2 nun Qualcomms Snapdragon 850 Compute Platform mit acht Kernen und 2,96 GHz zum Einsatz.

Augen-Scanner

Außerdem neu sind zwei direkt vor den Augen platzierte Infrarot-Kameras. Sie erfassen die Pupillen, sodass die Brille immer weiß, wo man gerade hinschaut. Das funktioniert so gut, dass man sogar Textkästen ganz ohne Scrollbalken nach unten rollen kann: Auf den unteren Rand schauen reicht. Auf Wunsch kann man sich

auch per Iris-Scan in das integrierte Windows 10 einloggen, ansonsten muss man eine PIN eintippen.

Apropos Eintippen: Die Interaktion mit virtuellen Tastaturen klappt erstaunlicherweise richtig gut – beim Vorgänger oder beim Konkurrenten Magic Leap war das Eingeben von Passwörtern oder URLs immer ein großer Nerv-Faktor. Natürlich spürt man beim virtuellen Tippen in der Luft keinen Druckpunkt, aber das dezente Ticken aus den eingebauten Lautsprechern reicht in der Praxis als Rückmeldung aus, dass die Hololens 2 den Tastendruck registriert hat. Das Tippen klappt sogar mit zwei Fingern einigermaßen flink, bei zehn Fingern stößt das Handtracking aber an seine Grenzen. Das wird auch bei Microsofts „Hololens-Spielplatz"-App deutlich: Hier kann man auf einem virtuellen Klavier spielen – zumindest einzelne Töne; das Greifen von Akkorden funktioniert nur unzuverlässig.

Abgesehen von diesen Detailproblemen gelingt die Bedienung des auf Dreidimensionalität getrimmten Windows 10 einwandfrei. Das Aufrufen des Startmenüs ist clever gelöst: Man ruft es auf, indem man die linke Hand ausstreckt und aufs Handgelenk schaut. Am Puls wird dann – als Tätowierung – ein Windows-Logo angezeigt. Das kann man dann entweder mit der rechten Hand antippen oder, will man nur eine Hand benutzen, durch das Zusammenführen von Daumen und Zeigefinger aktivieren. Das aufpoppende Startmenü zeigt auf neun Kacheln die letzten verwendeten Apps an.

27 Apps im Store

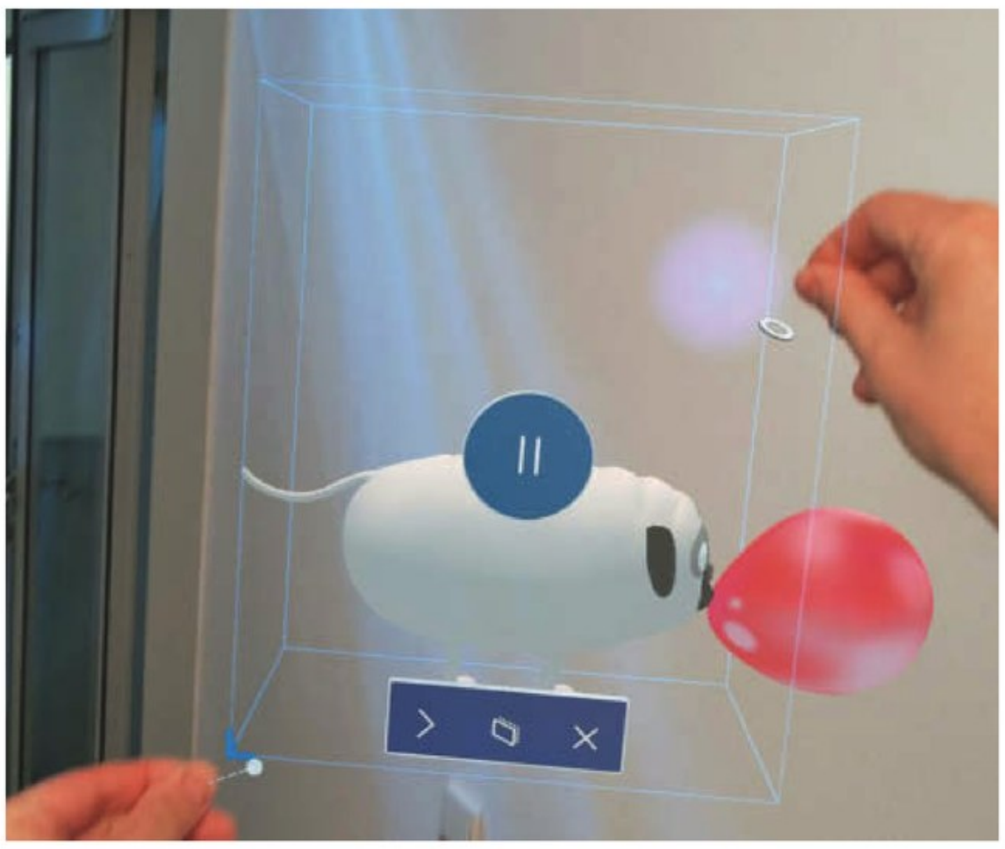
Über den Microsoft Store lassen sich neben dedizierten Hololens-2-Apps (bei Redaktionsschluss 27 Stück) auch über 100 Apps für die Hololens 1 installieren. Diese unterstützen kein Fingertracking, lassen sich aber laut Microsoft von den Entwicklern relativ leicht auf die neue Version migrieren.

Ebenfalls herunterladen kann man für die ARM-Architektur vorliegende Standard-Apps, beispielsweise den Twitter-Client. Solche Apps sind prinzipbedingt nicht dreidimensional, sondern werden als im Raum schwebendes 2D-Fenster dargestellt. Alle Apps (egal ob 3D oder 2D) lassen sich frei im Raum anordnen, in dem man sich gerade befindet – sie bleiben auch nach dem Aus- und Einschalten der Hololens an Ort und Stelle, denn das System speichert die letzten erkannten Räume. Das Anordnen von Objekten klappte im Test auch in unterschiedlichen, durch Türen verbundenen Räumen zuverlässig.

Viele der bereits erhältlichen Hololens-2-Apps haben Democharakter, sind aber durchaus nett anzusehen: Mit „Graffiti 3D" malt man im Raum herum und kann dann mit den selbstgepinselten Hologrammen interagieren, „HoloHuman" zeigt ein lebensgroßes Anatomiemodell an, in „RoboRaid" schießt man realistisch aus den Wänden eindringende Aliens ab.

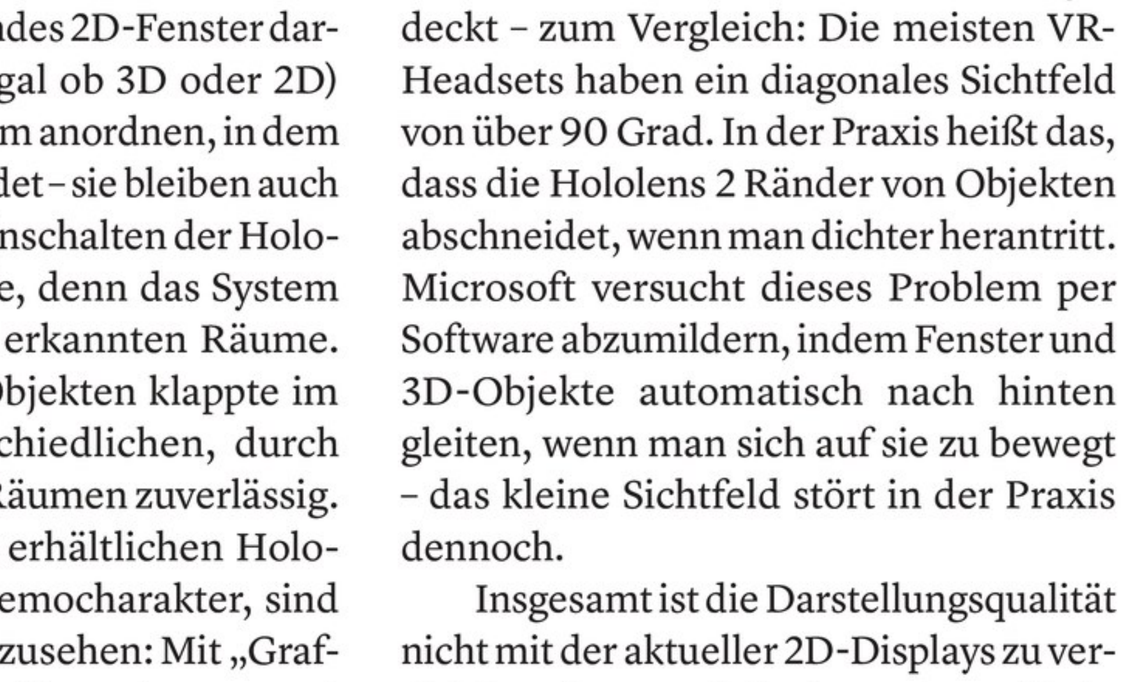
Das diagonale Sichtfeld ist mit 52 Grad zwar deutlich größer als das des Vorgängers (34 Grad), das gesamte menschliche Blickfeld von mehr als 180 Grad wird dennoch nicht einmal ansatzweise abgedeckt – zum Vergleich: Die meisten VR-Headsets haben ein diagonales Sichtfeld von über 90 Grad. In der Praxis heißt das, dass die Hololens 2 Ränder von Objekten abschneidet, wenn man dichter herantritt. Microsoft versucht dieses Problem per Software abzumildern, indem Fenster und 3D-Objekte automatisch nach hinten gleiten, wenn man sich auf sie zu bewegt – das kleine Sichtfeld stört in der Praxis dennoch.

Insgesamt ist die Darstellungsqualität nicht mit der aktueller 2D-Displays zu vergleichen. Immer wieder kommt es zu Farb-



Exakte Fingererkennung: 3D-„Hologramme" lassen sich mit natürlichen Bewegungen anfassen, verschieben, vergrößern und verkleinern.

Sehr intuitiv: Auf der Hololens 2 aktiviert man Schaltflächen, indem man einfach mit dem Finger draufdrückt.



Von außen erkennt man meist keine konkreten Display-Inhalte, sondern nur diffuse Farbschlieren.

Über ein Drehrad an der Hinterseite wird die Hololens 2 an die Kopfgröße angepasst.

veränderungen und Regenbogen-Effekten, außerdem darf es nicht zu hell sein, sonst verblassen die virtuellen Objekte. Die Auflösung gibt Microsoft kryptisch mit „2k 3:2 Lichtgenerator“ an, was offenbar 2048 × 1080 Pixel pro Auge entspricht. Das reicht zumindest für eine scharfe Darstellung. Details zur Displaytechnik kommuniziert Microsoft nicht. Der Displayexperte Karl Guttag vermutet in seinem Blog (www.kguttag.com), dass zwei „Laser Beam Scanning“-Projektoren von Microvision zum Einsatz kommen. Das Licht je einer roten, grünen und gelben Laserdiode trifft auf bewegliche Minispiegel. Die drei so erzeugten Farbbilder werden über einen Wellenleiter auf eine diffraktive Struktur im Brillenglas gelenkt und von dort zum Auge reflektiert. Die Produktion solcher Displays ist aufwendig und fehleranfällig – was auch der Grund dafür sein könnte, dass die ersten Hololens-2-Exemplare erst rund ein Jahr nach der Vorstellung in den Handel gekommen sind.

Die Zukunft von Windows?

Beim Herumspielen mit der Hololens 2 kann man sich leicht die Zukunft von Windows vorstellen: So lassen sich rechts und links des echten Arbeitsplatz-Monitors virtuelle Fenster platzieren, mit denen man schon nach wenigen Minuten Gewöhnung produktiv arbeiten kann.

Die Ergonomie der Brille selbst ist ordentlich: Auch nach einer Stunde Dauer-Hololensing drückt das Gestell auf dem Kopf nicht – das war bei der klobigeren ersten Version noch anders. Die zweite Generation ist zwar nur wenig leichter geworden (566 versus 579 Gramm), dafür ist das Gewicht aber deutlich besser auf dem Kopf verteilt. Wie viele VR-Headsets nutzt die Hololens 2 das sogenannte „Halo“-Design, bei dem das Headset an einem starren Ring angebracht ist, der auf dem Kopf aufliegt. Ein Drehrad an der Hinterseite passt die Größe an. Auch über einer Korrekturbrille funktioniert die Hololens 2 einwandfrei; inklusive Pupillentracking. Unangenehme Hitzeentwicklung wie bei der Hololens 1 haben wir beim Nachfolger nicht festgestellt. Den ganzen Arbeitstag kann man das Gerät dennoch nicht nutzen – das liegt nicht nur an den irritierten Blicken der Kollegen, sondern vor allem an der kurzen Akkulaufzeit: Länger als drei Stunden hält die Hololens 2 nicht durch.

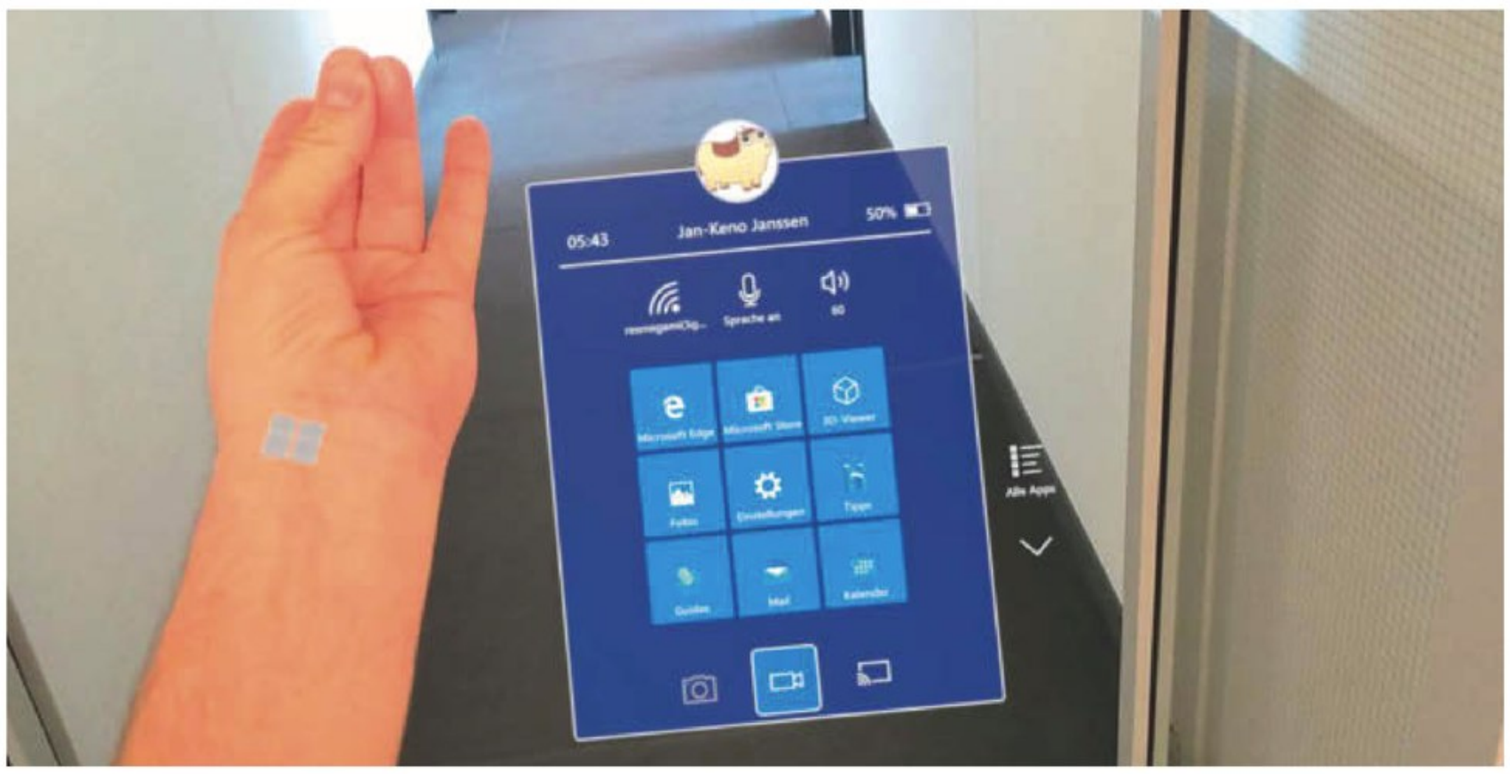
Fazit

Microsoft gibt sich in der Kommunikation zur Hololens 2 auffällig viel Mühe, nicht den Eindruck zu erwecken, das 3500 US-Dollar teure Headset sei bereits tauglich für den Massenmarkt. Die Hololens 2 ist vielmehr ausschließlich für den Einsatz in Unternehmen gedacht, außerdem unterstreicht Microsoft mit Formulierungen wie „eine neue Computing-Vision“, dass es sich nicht um ein fertiges Produkt handelt. Betrachtet man die niemals erfüllten Hoffnungen, die AR-Produkte wie Google Glass oder Magic Leap One mit viel Tamtam geweckt haben, ist das nachvollziehbar. Aber gerade im Vergleich zur Konkurrenz muss Microsoft eigentlich gar nicht so bescheiden auftreten: Die Hololens 2 ist die mit Abstand überzeugendste Augmented-Reality-Brille, die zurzeit auf dem Markt zu finden ist. Gerade die nahezu einwandfrei funktionierende Fingerbedienung ist ein großer Schritt in Richtung Spatial Computing – zum ersten Mal kann man virtuelle 3D-Objekte in der echten Welt zumindest ansatzweise realistisch anfassen.

Was man damit Sinnvolles anstellen kann, überlässt Microsoft der Kundschaft. Unter anderem können Unternehmen mit der Hololens beispielsweise Reparatur-Anleitungen passgenau auf Maschinen legen, ihre Mitarbeiter im Team an im Raum schwebenden 3D-Modellen arbeiten lassen oder Echtzeit-Daten von IoT-Geräten auf die Brille holen. Und wer weiß: Vielleicht ist die dritte Hololens-Generation in einigen Jahren dann wirklich reif für den Massenmarkt. *(jkj@ct.de)* c't

Die Hololens 2 wurde uns von Future Candy zur Verfügung gestellt, einer Innovationsagentur, die unter anderem aktuelle Gadgets vermietet.

c't-Testvideo: ct.de/yzsf



Das Startmenü öffnet man über die eingeblendete „Tätowierung“ auf dem Handgelenk.

Hololens 2

Augmented-Reality-Headset	
Hersteller	Microsoft, www.microsoft.com
Display	durchsichtige Linsen mit Wellenleiter-Displays (RGB-Laserdioden)
System	Qualcomm Snapdragon 850 Compute Platform mit propietärer GPU, 8 Kerne, 2,96 GHz, 4 GByte RAM, 64 GByte Flash-Speicher
Kameras	4 × RGB, 1 × ToF-Tiefensensor, 2 × IR (für Eye-Tracking und Iris-Scan)
Schnittstellen	USB-C, Bluetooth 5.0, Wi-Fi 5
Audio	5-Kanal-Mikrofonarray, Stereo-Lautsprecher
Gewicht	566 g
Preis	3500 US-Dollar

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

Bild: Thomas Kuhlenbeck

Schau nicht her!

Blickschutzfolien richtig auswählen

Sie arbeiten in der Bahn am Notebook und ihr Sitznachbar schaut neugierig auf Ihren Schirm? Gegen solche unerwünschten Mitleser helfen Blickschutzfolien am Display.

Von Ulrike Kuhlmann

Wir wollten herausfinden, worauf man beim Kauf eines Privacy-Filters achten muss. Deshalb haben wir uns fünf Blickschutzfilter für Notebooks genauer angeschaut: Vier der Folien von 3M, AmazonBasic, Bedifol und Frespa sind für 13,3-zöllige Notebooks mit sehr schmalem Rahmen gedacht, der Datenschutzfilter von HP für ein 13,3-Zoll-Notebook mit breiter Einfassung und Touchscreen.

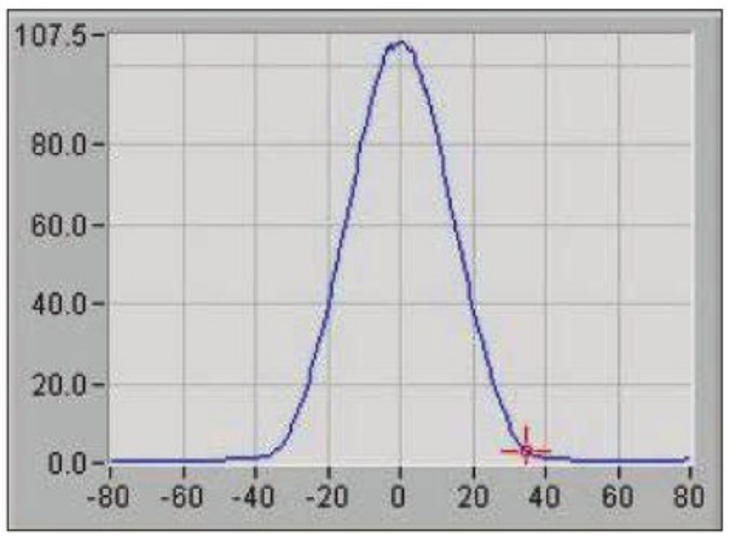
Nach welchen Kriterien Sie einen Blickschutzfilter auswählen, wie die Folien befestigt werden und wie man sie am besten pflegt, haben wir im Folgenden herausgearbeitet. Die besonderen Merkmale der einzelnen Folien finden Sie in der Tabelle auf Seite 150.

Alle externen Blickschutzfilter nutzen dasselbe Prinzip: Eine Folie mit eingearbeiteter Lamellenstruktur verhindert, dass das Licht aus dem Display seitlich austritt. Die Wirkung gleicht dem von Lamellenvorhängen, wie man sie aus vielen Arztpraxen kennt: Stehen die Lamellen senkrecht zum Fenster, kann man geradeaus zwischen den Lamellen ins Zimmer hineinschauen. Neugierige Blicke schräg zur Fensterfront bleiben dagegen ausgesperrt. Dementprechend kann ein seitlich sitzende Betrachter die Darstellung am folienbewehrten Schirm nicht mehr erkennen, das Display ist abgedunkelt – komplett dunkel wird es erst aus Einblickwinkeln über 60 Grad.

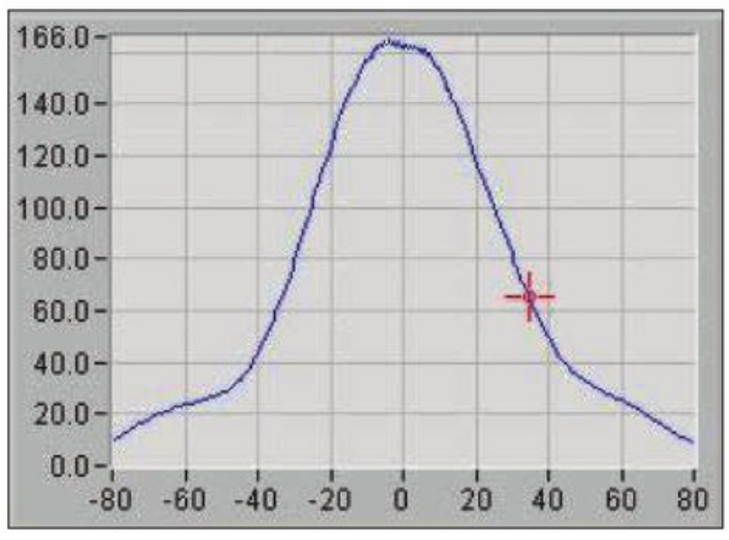
Auch für den direkt vor dem Display sitzenden Nutzer geht durch den Filter etwas Licht verloren – je nach Blickschutzfolie unterschiedlich viel. Gegen Spione, die direkt hinter dem Nutzer stehen und von oben auf den Schirm schauen, können die Filterfolien naturgemäß nichts ausrichten.

Die passende Folie finden

Blickschutzfilter werden üblicherweise nicht explizit für einzelne Modelle angeboten, sondern für bestimmte Displaygrößen, -formate und -auflösungen. Je höher die Displayauflösung, desto dichter müssen die Mikrolamellen in der Privacy-Folie stehen. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass in vier Folien jeweils zwei Lamellen eine Pixelreihe abschirmen. Dabei sind die Lamellen leicht gedreht zu den Pixelreihen angeordnet, um Interferenzen zu vermeiden.



Helligkeitsprofil eines Notebook-Displays mit Blickschutzfilter: Aus 35 Grad von der Seite leuchtet der Schirm nur noch wenige Candela hell, aus 60 Grad ist er praktisch dunkel.



Auch am Notebook-Displays ohne Blickschutz nimmt die Leuchtdichte zur Seite ab. Der Schirm ist aus 35 Grad mit etwa 65 cd/m² aber immer noch ausreichend hell.

Einige der Folien haben kleine Aussparungen, andere kommen ganz ohne Öffnungen. Bei Kratzschutzfolien für Smartphones und Tablets müssen solche Aussparungen möglichst exakt über der Selfie-Kamera und/oder den Sensoren platziert werden. In Notebooks liegt die Kamera jedoch stets außerhalb des aktiven Displaybereichs. Insbesondere bei Geräten mit sehr schmalem Rahmen helfen die vorhandenen Aussparungen, den Blickschutzfilter wieder vom Display zu lösen. Die Öffnung irritiert aber etwas, weil das Display an dieser Steller heller durchscheint.

Ist das Notebook-Display breiter eingefasst und von einer Schutzscheibe bedeckt, reicht die Blickschutzfolie über den aktiven Displaybereich hinaus. Dann muss sie den Bereich für Kamera und/oder Sensoren aussparen. Im Test ist dies beim Blickschutzfilter von HP der Fall. Der Hersteller hat ein sehr großzügiges Trapez aus der Blickschutzfolie ausgespart. Dadurch muss man die Folie nicht fummelig über etwaigen Kameralinsen in der Displayeinfassung positionieren und kann sie für verschiedene Notebook-Modelle nutzen.

Vor- und Nachteile externer Blickschutzfilter

HP und Lenovo sowie Dell bieten Notebooks mit eingebauter Privacy-Funktion an, die sich digital an- und abschalten lässt; wir haben zwei der Geräte in c't 5/2020 getestet [1]. Die integrierten Filter dunkelten das gesamte Bild stark ab, sobald sie aktiv waren – auch für den frontal sitzenden Betrachter. Dieser Helligkeitsverlust ist bei den externen Folien deutlich geringer. Interessant: Bei einem HP-Monitor mit eingebautem Privacy-Shield wird das Bild heller, wenn man den Blickschutz aktiviert. Mehr zu dem Gerät lesen Sie im Kurztest auf Seite 80.

Der Vorteil eingebauter Privacy-Filter: Man hat sie immer dabei und kann sie ohne großes Herumhantieren aktivieren – ist aber auf die entsprechenden Notebook-Modelle festgelegt. Die externen Blickschutzfilter sorgen indes nicht nur für Privatsphäre, sondern schützen das Display zusätzlich vor Kratzern, Schmutz und Fettabdrücken von der Tastatur. Außerdem entspiegeln sie das Display bei Bedarf, was insbesondere unterwegs – etwa am Fensterplatz in der Bahn – sehr hilfreich sein kann.

Amazon bewirbt seine Folie damit, dass sie den Blauanteil im Licht reduziert. Das hat sich das allerdings nicht bestätigt: Das durch die Folie gemessene Farbspektrum und der Weißpunkt entsprechen denen des unbeschirmten Displays. Bedifol verspricht für seine Upscreen-Folie, dass sie dank ihrer antibakteriellen Oberfläche bis zu 99,9 Prozent aller Bakterien auf dem Bildschirm beseitigt; überrpüft haben wir das nicht.

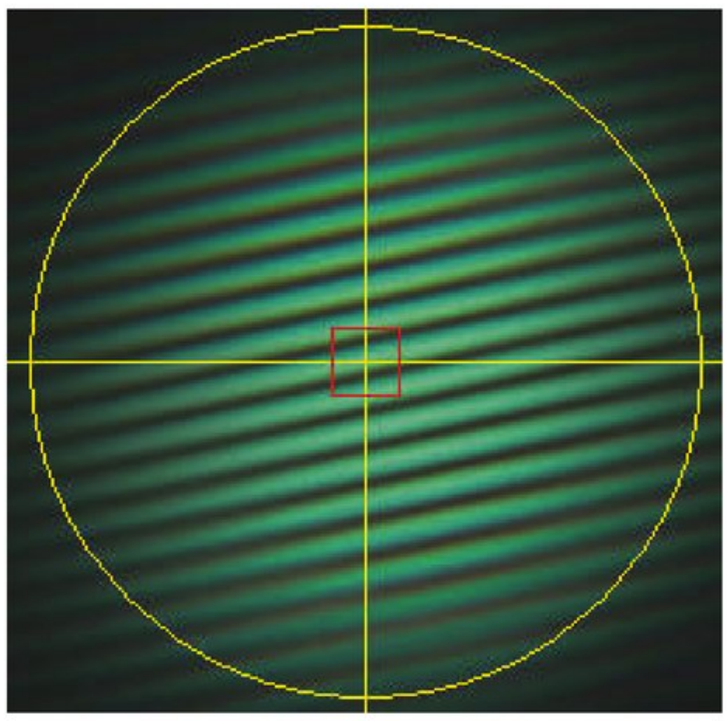
Vier der Folien im Test haben eine mattierte und eine glänzende Seite; hier kann man sich also aussuchen, ob man die knackige Ansicht der spiegelnden Seite oder die etwas krisselige der mattierten Seite zu Gunsten deutlich verringerter Reflexionen bevorzugt. Hat das Notebook ein mattiertes Display, kann die doppelte Mattierung ein feines Fliegengitter produzieren, insbesondere, wenn sie nicht fest auf dem Schirm haftet.

HP bietet für seine Notebooks mit Touch-Display beidseitig mattierte Blickschutzfolien an. Die Folie im Test hat der Hersteller explizit als Touch-geeignet spezifiziert, was ihrer geringeren Dicke geschuldet sein dürfte; durch sie soll die Touch-Erkennung möglichst wenig beeinträchtigt werden. Allerdings konnten wir den Touchscreen im Test auch problemlos durch die anderen vier Folien bedienen. Es gibt Blickschutzfilter auch mit goldfarbig reflektierender Oberfläche – der seitlich sitzende Spion sieht dann ein goldenes Display. Solche bedampften Folien schränkten den Einblickwinkel für den Nutzer etwas stärker ein als „schwarze“ Blickschutzfilter.

Folien am Notebook befestigen

Es gibt grundsätzlich drei Befestigungsmöglichkeiten für die Blickschutzfolien: auf den Schirm kleben, an den Rahmen kleben oder vor das Display schieben. Die letztgenannte Variante, bei der der Blickschutzfilter zwischen Laschen und Display geschoben wird, ist vor allem für Notebooks mit breiterem Rahmen gedacht, da man die Laschen auf den Rahmen kleben muss. Wir haben die Klebeseite der Laschen versuchsweise für ein schmal eingefasstes Notebook zugeschnitten und konnte die Folien so ebenfalls hinter den Laschen vor das Display schieben. Bei vorsichtiger Handhabung sollte diese Konstruktion ausreichend Halt bieten.

Um den Blickschutzfilter direkt auf dem Display zu befestigen, klebt man die mitgelieferten schmalen Klebestreifen auf die Folie und richtet die Folie anschließend am Schirm aus. Diese Lösung bietet sich vor allem an, wenn man den Blickschutz dauerhaft nutzen will. Man kann die Folien auch wieder vom Display lösen: Dabei verblieben die Klebestreifen im Test zwar stets auf dem Schirm, sie ließen sich



Die Lamellenstruktur einer Blickschutzfolie unter dem Mikroskop.

von dort aber rückstandslos abknibbeln. Anschließend sind die Streifen weitgehend unbrauchbar.

Wer die Folie häufiger vom Schirm entfernen möchte, kann zur dritten Befestigungsvariante greifen. Sie kommt von 3M, lag unserem Blickschutzfilter bei, wird aber auch optional angeboten: Kleine Befestigungslaschen mit Knickgelenk, die auf schmale Displayrahmen passen und den Filter sicher davor halten. Vorteil der Comply genannten Befestigung: In Besprechungen kann man mal eben den Filter hochklappen und gibt so den Blick für die Sitznachbarn frei. Nach dem Meeting klappt man die Folie einfach wieder runter. Die Laschen ließen sich im Test mehrfach vom Rahmen lösen (die Konterseite verbleibt auf der Folie) und wieder aufkleben. Ein Nachteil der Klapplösung: Die Folie sitzt nicht ganz so dicht vor dem Display, was zusätzliche Unschärfe hervorrufen kann, wenn man die mattierte Seite nach vorne dreht.

Unabhängig davon sehen vor allem die beiden erstgenannten Befestigungsvarianten nicht wirklich schön aus: Die Laschen kleben dauerhaft am Displayrand und die Klebestreifen sieht man durch die Folie. Die Comply-Gelenkvariante von 3M fanden wir hier am unauffälligsten.

Folien transportieren und reinigen

Wer die Blickschutzfilter nicht dauerhaft am Display befestigt, sollte sie möglichst sicher transportieren – die Folien sind knick- und druckempfindlich. Auf der Folie von AmazonBasic zeigten sich beispielsweise schon beim Auspacken regelmäßige Abdrücke der Transportpappen; sie blieben auf der Folie sichtbar, störten im Betrieb vor dem Display aber nicht.

Über das Comply-Set von 3M befestigt man den Blickschutzfilter oben am Rahmen und kann ihn in Besprechungen einfach vom Display wegklappen.

HP liefert seinen Blickschutzflter in einer A4-Mappe aus dünner Pappe aus. In dieser kann man die Folie gut transportieren, wenn sie nicht vorm Schirm sitzt. Solche Transportmappen lassen sich schnell selbst anfertigen, indem man zwei glatte Pappen an eineinhalb Seiten zusammenklebt.

Die Folien ziehen wie jede Displayoberfläche Schmutz an. Man kann sie aber reinigen: Für leichte Fingerabdrücke genügt ein weicher, fusselfreier Lappen. Hat sich mehr Dreck und Fett gesammelt, wischt man die Folie mit einem feuchten, in sauberem Spülwasser getränkten Lappen ab. Sitzt die Folie dabei am Display, muss man den Lappen gut auswringen, damit kein Wasser ins Notebook läuft. Die Folie allein kann man richtig nass abwischen und entweder mit einem weichen fusselfreien Tuch trocknen oder zum Föhn greifen (nicht zu heiß stellen). Unterwegs hilft stattdessen ein Brillenputztuch.

Fazit

Alle Folien im Test haben ihren Zweck erfüllt: Sie schützen zuverlässig vor neugierigen Blicken von seitlich sitzenden Betrachtern. Der Thoranie Privacy Filter von Frespa war in der Höhe etwas zu klein geraten, er wackelte deshalb vor dem Notebookschirm. Die Upscreen-Schutzfolie von Bedofil passt dagegen haargenau, was bei dauerhafter Befestigung ideal ist. Wer sie häufiger abnehmen möchte, wird jedoch eine Aussparung in der Folie vermissen. Der beidseitig mattierte Datenschutzfilter von HP könnte Anwender stören, die die knackige Darstellung spiegelnder (Touch-)Bildschirme bevorzugen. Der Blickschutzfilter von AmazonBasic ähnelt dem Black Privacy Filter von 3M: gleiche (nur leicht versetzt angeordnete) Aussparung, gleiche Abschirm-Charakteristika. Er ist deutlich billiger als das 3M-Original, allerdings legt 3M seiner Folie ein Comply-Befestigungsset für 13 Euro bei. Wer das nicht braucht, kann auch zur Amazon-Folie greifen. *(uk@ct.de)* c't

Literatur

[1] Seiteneinblicksverwehrer: Zwei Business-Notebooks mit Privacy-Bildschirmen, Florian Müssig, c't 05/2020, S. 114

Privacy Folien für Notebooks

	3M Black Privacy Filter	Blickschutzfilter für 13,3 Zoll	HP Datenschutzfilter für Touchscreen 13	upscreen 13.3" Blickschutzfilter	Thorani Privacy Filter
Modellbezeichnung	PF13.3W9	PFS440GH-133W9	3KP51AA	–	130012
Anbieter	3M	AmazonBasics	HP Deutschland	schutzfolien24.de (Bedifol GmbH)	Frespa GmbH
Größe Notebookdisplay	13,3 Zoll	13,3 Zoll	13,3 Zoll	13,3 Zoll	13,3 Zoll
Größe	29,4 cm × 16,5 cm × 0,54 mm	29,4 cm × 16,5 cm × 0,46 mm	29,4 cm × 20,5 cm × 0,28 mm	29,4 cm × 16,5 cm × 0,46 mm	29,4 cm × 16,35 cm × 0,42 mm
Gewicht	31,2 g	28,5 g	21,2 g	28,7 g	26,7 g
Lieferumfang	Kurzanleitung, Reinigungstuch, 4 Klebestreifen, 6 Haltelaschen, Comply-Befestigungsset mit 2 Laschen, 1 Klebegriff	Kurzanleitung, Reinigungstuch, 6 Klebestreifen, 6 Haltelaschen	Kurzanleitung, Reinigungstuch, 4 Klebestreifen	Kurzanleitung, Reinigungstuch, 6 Klebestreifen, 6 Haltelaschen	Kurzanleitung, Reinigungstuch, 16 Klebestreifen, 8 Haltelaschen
Befestigung	direkt auf dem Schirm, zum Einschieben, am Rahmen befestigen	direkt auf dem Schirm, zum Einschieben	direkt auf dem Schirm	direkt auf dem Schirm, zum Einschieben	direkt auf dem Schirm, zum Einschieben
Aussparung	halbrunde Aussparung oben rechts	halbrunde Aussparung oben rechts	große trapezförmige Aussparung mittig oben	–	–
Besonderheiten	3M liefert kostenlos Ersatz für Kebesteifen und Laschen, Comply-Befestigungsset für 13 € nachkaufbar	Schutzfolie vor dem Aufbringen abziehen	beidseitig mattiert, für Touchscreens mit breiten Rahmen geeignet, keine Haltelaschen, Pappmappe für Transport mitgeliefert, dunkelt nach vorn etwas stärker ab	gutes Anleitungsvideo auf YouTube, Folie zeigt Abdrücke vom Transport	viel Zubehör, Folie ist in der Höhe etwas zu klein, Oberfläche zeigt im Licht ölige Farbschlieren, dunkelt nach vorn etwas stärker ab
Preis	39 €	22 €	38,56 €	30 €	29 €

Die neue Konferenz von

heise Developer dpunkt.verlag

betterCode()

Wir machen Developer besser!

28.9. – 2.10.2020, Darmstadt

Programm demnächst online

Mira Mezini | Rainer Grimm | Oliver Zeigermann | Eberhard Wolff | Schlomo Schapiro | Carola Lilienthal | Lars Röwekamp | Golo Roden | Christian Wenz | Sandra Parsick | Stefan Tilkov | Dominik Ehrenberg| Gernot Starke | Christian Weyer | Jutta Eckstein | Holger Schwichtenberg | Nicolai Josuttis | Mahbouba Gharbi | Michael Stal | Felix von Leitner | Johannes Mainusch u.v.a.m.

www.bettercode.eu

Goldsponsoren

B1 SYSTEMS MicroStream

Hack-Mac mit viel Zen

Wie sich der Allrounder-Bauvorschlag als Hackintosh schlägt

Endlich kann man einen Hackintosh auch mit aktuellen AMD-CPUs zusammenstellen. Unser Bauvorschlag mit Sechskern-CPU bringt sogar einen Mac Pro in Bedrängnis, lässt sich flexibler ausrüsten und kostet nur ein Achtel so viel.

Von Benjamin Kraft

Seit dem Umstieg auf Intels x86-Architektur unterscheidet einen Mac nur noch wenig von einem Standard-PC. Mit dem richtigen Bootloader, ein paar Konfigurationsdateien und ein wenig Geduld lässt sich deshalb aus dem heimischen Rechner ein Mac-Nachbau machen, ein Hackintosh. Bislang klappte das aber nur mit Intel-Hardware und dem Bootloader Clover leidlich einfach.

Mit dem neueren OpenCore kommen nun auch endlich AMD-CPUs ab der Bulldozer-Generation zum Zuge, die mehr Kerne zum kleineren Preis bieten. Nur die Threadripper-3000-Familie bleibt außen vor, bei den APUs funktioniert die integrierte Grafikeinheit nicht. Deshalb kribbelte es uns in den Fingern, einen solchen Ryzentosh mit dem aktuellen macOS Catalina (10.15.3) auszuprobieren.

Rechtliches

Vorweg eine klare Ansage: Apples Softwarelizenz verbietet den Einsatz von macOS auf Hardware, die nicht von Apple stammt. Ob eine solche Bestimmung in Deutschland eine rechtliche Grundlage besitzt, steht auf einem anderen Blatt. Uns ist jedenfalls kein Fall bekannt, in dem Apple Privatanwender oder nichtkommerzielle Projekte deswegen belangt hätte.

Support gibt es von Apple für einen Hackintosh freilich nicht. Außerdem läuft ein solches System immer Gefahr, dass das nächste Software-Update es außer Gefecht setzen könnte – allerdings scheint OpenCore hier weniger anfällig als Clover zu sein und harmoniert auch besser mit Apples Datenträgerverschlüsselung FileVault, die man mit ein wenig Nacharbeit zum Laufen bekommt.

Hardware-Auswahl

Als Hardware-Basis dient unser c’t-Bauvorschlag für einen Allround-PC Jahrgang

2020 mit dem Sechskerner Ryzen 5 3600 und 16 GByte RAM [1], allerdings mit der Radeon RX 570 anstelle der GeForce GT 1030 – Nvidia-Karten unterstützt macOS nicht mehr. Damit liegt der Startpreis aktuell bei rund 820 Euro. Bei erhöhtem Thread-Bedarf kann man dem Allrounder auch eine 16-Kern-CPU einpflanzen. Genau das haben wir natürlich ausprobiert.

Wir haben macOS auf eine separate SSD installiert. Das hat mehrere Gründe. Zum einen lassen sich macOS und Windows nur mit viel Frickelarbeit auf demselben Datenträger installieren, weil sich beide als das primäre System ansehen. Zum anderen läuft man so nicht Gefahr, versehentlich etwas zu zerschießen. Wenn Sie keine freie SSD herumliegen haben: 250 GByte gibt es neu für etwa 40 Euro.

Anstatt eine ausführliche Anleitung zu geben, konzentrieren wir uns auf die wichtigsten Punkte und verweisen ansonsten auf den hervorragenden, sehr detailierten englischsprachigen „Opencore Vanilla Desktop Guide“. Den finden Sie über ct.de/ykjv. Hilfe findet man zudem im Forum von AMD-OSX.com.

Vorbereitungen

Für die Hack-Umwandlung brauchen Sie einen USB-Stick mit einer Kapazität von mindestens 4 GByte. Auf den kommen später nicht nur der macOS-Installer, sondern auch diverse Helferlein und Treiber. Die können Sie schon vorher unter Windows herunterladen und in ein Verzeichnis entpacken, das Sie beispielsweise „Ryzentosh“ nennen. Eine Übersicht aller benötigten Tools, Pakete und Dateien sowie eine Erklärung, wozu sie dienen, finden Sie über ct.de/ykjv.

Nun machen Sie Ihr Mainboard fit für den Eingriff. Sie können die BIOS-Einstellungen vom Bauvorschlag beibehalten, müssen aber zusätzlich in verschiedenen Untermenüs von „Settings\Advanced“ die Optionen „XHCI Hand-off“ und „Above 4G memory/Crypto Currency mining“ einschalten sowie „BIOS UEFI/CSM Mode“ auf „UEFI“ stellen. Da bei uns der Netzwerkchip des Mainboards mit aktiviertem „Above 4G memory“ unter Windows nicht funktionierte, kann es sinnvoll sein, diese Option erst zu Beginn der eigentlichen macOS-Installation zu ändern. Anschließend empfiehlt es sich, die Einstellungen als Benutzerprofil im Bereich „OC Profile“ zu speichern, falls Sie das BIOS aus irgendeinem Grund zurücksetzen müssen.

Installationsmedium und erste Schritte

Das Skript mit dem sprechenden Namen gibMacOS.bat lädt beim ersten Start bei Bedarf etwas benötigte Software herunter und erstellt bequem ein Installationsmedium für Sie. Stellen Sie die angezeigte Auswahl der macOS-Versionen als erstes mit Druck auf die Taste R so um, dass nur das Recovery-Image geladen wird; den Rest zieht sich das Setup dann im Laufe der Installation vom Apple-Server.

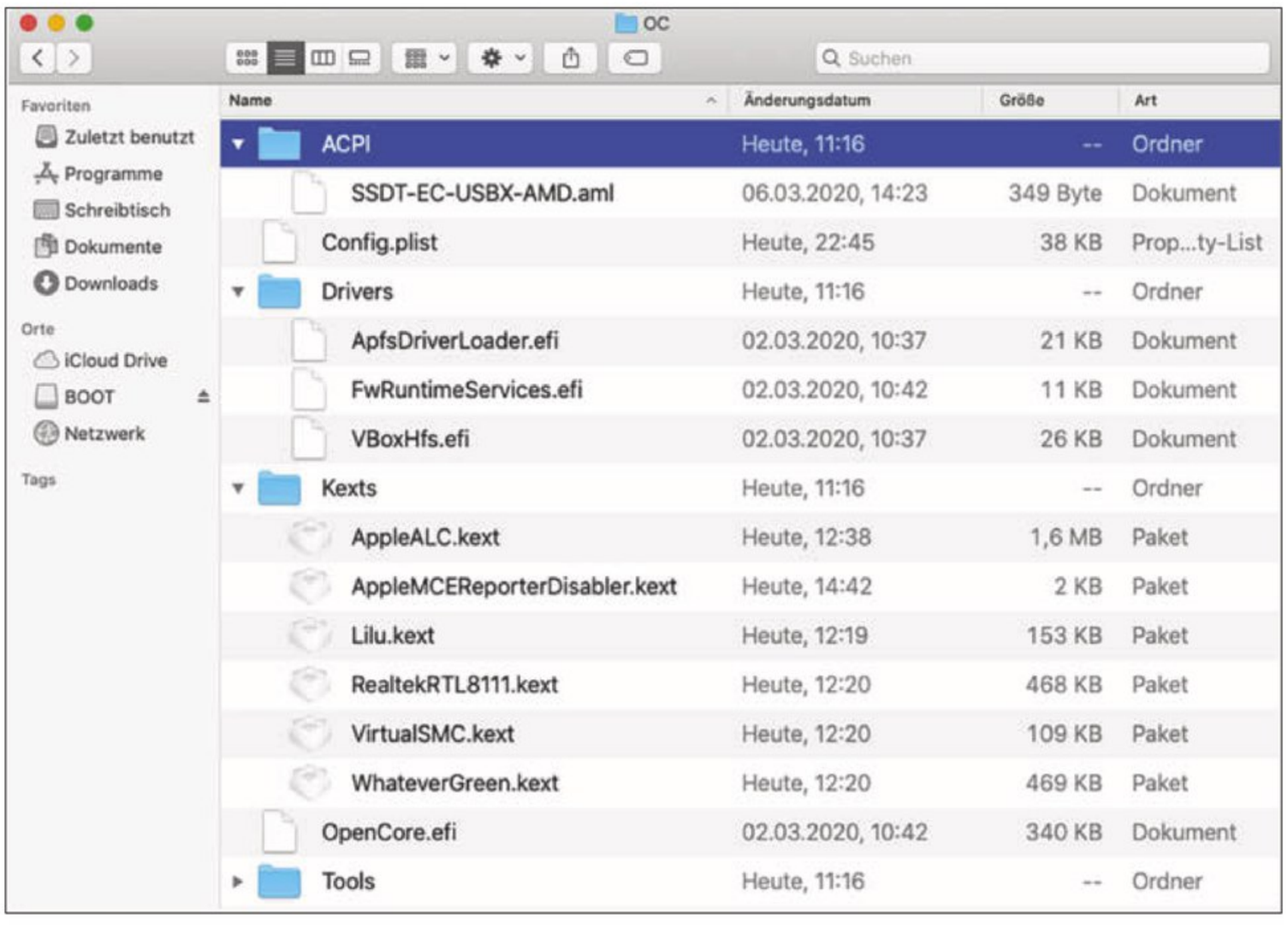
Aus der aktualisierten Liste suchen Sie nun die gewünschte Version aus. Wichtig: nicht nur ein Update herunterladen, sondern einen der Einträge mit dem Zusatz „FULL INSTALL“ wählen! Zum Redaktionsschluss war macOS Catalina 10.15.3 (19D76) aktuell. Ist der etwa 500 MByte große Download abgeschlossen, beendet man das Programm mit Q und Enter.

Anschließend starten Sie MakeInstall.bat im Verzeichnis gibMacOS-master, um den macOS-Installer auf dem Stick einzurichten. Wählen Sie aus der Liste den richtigen Wechseldatenträger aus und geben Sie die zugehörige Nummer aus der Liste gefolgt vom Buchstaben O ein, um auch gleich OpenCore anzulegen. Nachdem Sie bestätigt haben, dass der Installer das Medium löschen darf, müssen Sie den Pfad zum Installer-Paket einsetzen: Sie klicken bei gedrückter Umschalttaste im gibMacOS-Verzeichnis auf die Datei „macOS Downloads\publicrelease\<Name des Release>\RecoveryHDMetaDMG.pkg“, wählen „Als Pfad kopieren“, setzen diesen mit Strg+V in der Kommandozeile ein und bestätigen mit Return. Wie lange es nun dauert, hängt von der Schreibgeschwindigkeit des Sticks ab. Wieder beim Auswahlmenü angekommen, schließen Sie den Vorgang mit Q ab Der Stick trägt nun den Namen Boot..

Konfiguration anpassen

Erst die Konfigurationsdatei config.plist macht aus dem PC einen Hackintosh. Sie besteht aus den Abschnitten ACPI, Booter, DeviceProperties, Kernel, Misc, NVRAM, PlatformInfo und UEFI, die alle unter dem Wurzelverzeichnis Root stehen. Die Anleitung „Opencore Vanilla Desktop Guide“ erklärt genau, was Sie in welchem Abschnitt anpassen müssen. Wir nennen hier nur die wichtigsten Schritte.

Zunächst kopieren Sie die Datei \OpenCore-0.5.X-Release\Docs\sample.plist auf den USB-Stick ins Verzeichnis \EFI\OC und benennen Sie dort in config.plist um. Dann räumen Sie auf dem Stick ein wenig auf: Löschen Sie alle Dateien im Ordner \EFI\OC\Tools; sie werden nicht



So muss der EFI-Ordner bei unserem Ryzentosh aussehen, dann läuft das System geschmeidig. Soll macOS von einer NVMe-SSD starten, fehlt noch die NVMeFix.kext.

Unser Ryzentosh basiert auf dem Allrounder-Bauvorschlag mit AMDs Sechskern-CPU Ryzen 5 3600 auf einem B450-Mainboard mit 16 GByte RAM, einer NVMe-SSD und der Sapphire-Grafikkarte Pulse Radeon RX 570.

benötigt. Aus \EFI\OC\Drivers muss alles bis auf die Datei FwRuntimeServices.efi raus. Dafür kopieren sie ApfsDriverLoader.efi sowie VBoxHfs.efi aus dem Paket AppleSupport-2.1.6-RELEASE hinein, das in ihrem Ryzentosh-Downloadverzeichnis liegt. Die Datei SSDT-EC-USBX-AMD.aml muss in den Ordner \EFI\OC\ACPI.

Nun werden die Kexts (Kernel Extensions, so nennt Apple Treiber) hinzugefügt. Dazu nutzen wir die komfortable Snapshot-Funktion des plist-Editors ProperTree, die Treiber und Kexts am Zielpfad erkennt und in die config.plist einträgt. Strg+Umschalt+R erstellt einen ersten Basis-Snapshot, als dessen Quelle man den Ordner \EFI\OC auf dem Boot-Stick wählt; bei allen folgenden Snapshots reicht Strg+R .

Weil die Kernel-Erweiterungen in der richtigen Reihenfolge geladen werden müssen und alle von Lilu.kext abhängen, sollte man diese als erste allein nach \EFI\OC\Kexts auf den Stick kopieren und dann einen Snapshot erstellen. Nicht wundern: Unter Windows erscheinen die Kexts als Ordner. Alle weiteren Kexts und Dateien können Sie danach in einem Rutsch an die richtigen Stellen kopieren und nicht benötigte löschen. Welche wohin gehören, erklärt die Anleitung. Unsere Konfiguration finden Sie im Screenshot auf Seite 153. Vergessen Sie nicht die NVMeFix.kext, wenn sie eine NVMe-SSD nutzen wollen.

Als nächstes bringen Sie macOS bei, mit der AMD-CPU umzugehen. Aus der config.plist löschen Sie im Abschnitt Root/Kernel per Rechtsklick den gesamten Zweig „Patch“. Öffnen Sie nun zusätzlich die patches.plist in AMD_Vanilla-opencore/17h mit ProperTree und kopieren von dort ebenfalls per Rechtsklick den Zweig „Patch“, den Sie unter „Kernel“ wieder in die config.plist einfügen.

Jetzt legen Sie fest, als was für ein Mac sich die Hardware gegenüber macOS präsentieren soll. Die passenden Daten erzeugt das Tool GenSMBIOS. Nachdem Sie es gestartet haben, wählen Sie zunächst Option 1 aus, um die benötigte Komponente macserial herunterzuladen. Weiter geht es mit Option 3, die nach einem Mac-Typ verlangt.

Zum Bauvorschlag passt `iMacPro1,1` (ohne Leerzeichen!). Nachdem Sie den Mac-Typ eingegeben und bestätigt haben, spuckt das Tool vier Datensätze aus: Die Ausgabe hinter „Type“ gehört in der config.plist unter PlatformInfo/Generic zu „SystemProductName“, „Serial“ kommt hinter „SystemSerialNumber“, „Board Serial“ gehört zu „MLB“ und „SmUUID“ zur „SystemUUID“. In das Feld hinter ROM schreiben Sie ohne Trennzeichen die zwölfstellige MAC-Adresse des Netzwerkchips auf dem Mainboard, die sie unter Windows auf der Kommandozeile mit `ipconfig /all` herausfinden. Sie heißt dort „Physische Adresse

Nun arbeiten sie alle anderen Einstellungen laut OpenCore-Guide ab und geben zum Abschluss unter NVRAM\...\boot-args noch Startparameter an: Mit `-v` startet macOS im verbose mode, gibt also Statusinformationen aus. Wenn der Bootvorgang misslingt, lässt sich so erkennen, wo es klemmt. `alcid=1` legt das Layout fest, das der Audiotreiber für die Anschlüsse nutzen soll. `debug=0x100` und `keepsyms=1` helfen bei der Fehlersuche, indem sie den Neustart bei einer Kernel Panic unterbinden und Fehlertext ausgeben. Läuft das System rund, kann man diese beiden gefahrlos wieder entfernen. Haben Sie alle Anpassungen vorgenommen, speichern Sie die Datei config.plist. Ob Ihre Konfiguration Fehler enthält, verrät Ihnen der „Sanity Checker“, der am Ende der Anleitungsseite verlinkt ist. Dazu ziehen Sie einfach die gespeicherte config.plist in dessen Browserfenster hinein.

Installation und danach

Jetzt fahren Sie den Rechner herunter, klemmen die Windows-SSD ab und die Hackintosh-SSD an, starten neu und ändern im BIOS-Setup die Bootreihenfolge, damit der Rechner vom USB-Stick bootet. Vergessen Sie nicht, jetzt auch „Above 4G memory/Crypto Currency mining” einzuschalten! Aus dem beim Neustart ange-

Performance-Messungen: c’t-Bauvorschlag Allrounder 2020 als Hackintosh

Konfiguration	Cinebench 20 Single- / Multithreaded [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider (Full HD, Preset „Ultrahoch“) [fps]	Handbrake 1.3.1 Big Buck Bunny von 4K nach FullHD [fps]	Luxmark 3.1 GPU	Luxmark 3.1 CPU
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Ryzentosh Allrounder (Ryzen 5 3600, Radeon RX 570)	486/3823	53	46,8	13365	2748
Ryzentosh Allrounder (Ryzen 9 3950X, Radeon RX 570)	518/9260	53	68,3	13365	3480
Mac Pro 2019 (Xeon W-3223, Radeon Pro 580X)	390/3682	53	51,3	13079	3191
Mac Pro 2019 (Xeon W-3265, Radeon Pro 580X)	413/9108	53	93,6	13079	8222

zeigten Bootmenü wählen Sie den Eintrag „macOS Base System (external)“. Haben Sie Geduld, auch wenn das System für ein Weilchen zu stehen scheint.

Sobald die grafische Oberfläche erscheint, rufen Sie das Festplattendienstprogramm auf, ändern die Ansicht über das Aufklappmenü oben links auf „Alle Geräte einblenden“ und formatieren die Ziel-SSD mit dem Dateisystem APFS. Welchen Namen Sie dem Laufwerk geben, ist Ihnen überlassen; für uns war „Hackintosh SSD“ naheliegend. Kehren Sie zum Installationsmenü zurück und beginnen Sie die macOS-Installation.

Beim nächsten Systemstart müssen Sie erneut vom USB-Stick booten: Im Startmenü wählen Sie während der Installation „macOS Installer“, später den von Ihnen vergebenen Namen der Hackintosh-SSD. Ob Sie im Zuge der Einrichtung eine Apple-ID eingeben, liegt bei Ihnen. Wir empfehlen damit zu warten, bis sichergestellt ist, dass das System stabil läuft.

Nachdem die Installation abgeschlossen und ein Benutzerkonto angelegt ist, sorgen Sie dafür, dass macOS direkt von der SSD startet: Sie müssen die versteckte EFI-Partition auf der Hackintosh-SSD sichtbar machen, indem Sie das Freeware-Tool „MountEFI.command“ mit einem Rechtsklick aufrufen, um es im Terminal zu öffnen und bestätigen, dass es ausgeführt werden darf. Dann kopieren Sie den gesamten EFI-Ordner vom USB-Stick in die EFI-Partition auf der SSD. Das wars: Beim nächsten Neustart wird der Stick nicht mehr benötigt – Sie können die Bootreihenfolge BIOS-Setup also wieder ändern.

Was geht, was nicht, was bringts?

Nach der Einrichtung lief der Ryzentosh praktisch wie ein richtiger Mac. Die schnelle USB-C-Buchse hinten arbeitete mit vollen 10 GBit/s, die Sound-Ausgabe klappte an der Kopfhörerbuchse vorn, am Center-Ausgang hinten und via HDMI an einen Monitor mit Lautsprechern. Der Hack-Mac war mit dem LAN verbunden, fand den Netzwerkdrucker und kam ins Internet. Außerdem gelang die Anmeldung mit der Apple ID sowohl im Store als auch in der iCloud mit allen Diensten inklusive iTunes/Musik und der TV-App.

Wir waren überrascht, dass das Energiemanagement problemlos funktionierte. Die Leistungsaufnahme lag mit dem Ryzen 5 3600 im Leerlauf bei etwa 42 Watt, also nur wenige Watt mehr als unter Windows auf identischer Hardware; im Standby maßen wir gut 1 Watt. Den Ruhezustand beherrschte der Ryzentosh ebenfalls. Allerdings dauerte es bis zu 20 Sekunden, bis unser Hack-Mac entschlummert war, und wir konnten ihn nur mit dem Powertaster wieder aufwecken. Auf Tastatur, Maus oder gar LAN-Pakete reagierte er nicht. Einen harten Reset wie bei bisherigen Hackintoshs mussten wir aber nicht ausführen.

Der Hackintosh meldet sich brav als iMac Pro mit 3,5-GHz-Prozessor. Dass der in diesem Fall 16 Kerne hat, verschweigt er vornehm.

Die Videowiedergabe mit YouTube klappte ebenfalls, mit 4K allerdings nur in Chrome und Firefox, nicht aber mit Safari; versuchten wir uns mit Safari bei Netflix anzumelden, fror das System reproduzierbar ein. Mit anderen Browsern kamen Filme nur mit 1280 × 720 auf den Schirm. Die Nachrichten-App benötigte bei uns noch ein wenig mehr Nacharbeit. Was zu tun ist, verrät die Seite „Fixing iServices“ des OpenCore-Guide. Der hat auch Tipps parat, wie man die Datenträgerverschlüsselung FileVault zum Laufen bekommt.

Der Ryzentosh fühlte sich in der Praxis stets flott an, was Stichproben mit Benchmarks untermauerten. Mit dem Ryzen 5 3600 ausgestattet, überflügelte er die Basiskonfiguration des neuen Mac Pro [2] im Cinebench R20. Von AMDs 16-Kern-Prozessor Ryzen 9 3950X angetrieben, zeigte er dank dessen 32 logischen CPU-Kernen selbst dem mit Intels 24-Kern-Xeon W-3265 aufgerüsteten Mac Pro die Rücklichter. Dann hatte allerdings der CPU-Kühler Alpenföhn Ben Nevis Advanced gut zu tun. Er hielt den 3950X zwar stets in unkritischen Temperaturbereichen, musste sich dafür aber mit hörbarem, wenn auch nicht störendem Rauschen ins Zeug legen. Der Mac Pro blieb dagegen stets stoisch stumm. Ein 4K-Video dampfte hingegen jeweils der echte Mac schneller ein und renderte auch im LuxMark 3.1 das Bild in kürzerer Zeit. Außerdem kann der Mac Pro mit Feinheiten wie ECC-RAM und einer schnelleren SSD aufwarten.

Bei der Grafikleistung des Ryzentosh gibt es Verbesserungspotenzial. Mit der Radeon RX 570 zog er noch mit dem Mac Pro gleich, konnte aber aus Grafik-Upgrades nur wenig zusätzliche Performance schöpfen. Eine Radeon RX Vega 56 steigerte die Bildrate in Shadow of the Tomb Raider nur wenig, eine testweise eingesteckte Radeon RX 5700 XT verringerte sie sogar.

Fazit

Der Allrounder-Bauvorschlag ist ein überzeugender Hackintosh, der verglichen mit einem echten Mac unverschämt viel Leistung fürs Geld bietet. Den ähnlich teuren Mac mini steckt der Ryzentosh locker in die Tasche und treibt bei der CPU-Performance teils sogar den achtmal so teuren Mac Pro vor sich her. Dank OpenCore und einer ausführlichen Anleitung ist die Metamorphose zum Hack-Mac vor allem eine Fleißaufgabe, die mit weit weniger Frustration gelingt als bisher auf vielen Intel-Rechnern mit Clover.

Bislang scheint das Risiko mit OpenCore zudem geringer zu sein, dass ein Update das System zerschießt. Wie das bei neuen Betriebssystemversionen aussieht, wird sich noch zeigen müssen. Auf jeden Fall sind die Entwickler sehr aktiv, was etwa der Fortschritt beim Energiemanagement zeigt. Hoffentlich bekommen sie bald auch die Grafikperformance mit stärkeren GPUs in den Griff. *(bkr@ct.de)* c't

Literatur

[1] Christian Hirsch, Für alles parat, Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Sechskerner und schneller SSD, c't 24/2019, S. 20

[2] Benjamin Kraft, Return of the Reibe, Apples Workstation Mac Pro mit Achtkern-CPU für 6500 Euro, c't 5/2020, S. 108

Linksammlung Hackintosh: ***ct.de/ykjv***

Textfänger

Raspberry Pi: Lauschangriff auf GSM-SMS

Vom Bastelcomputer zum Spionagegerät: Brisante Entdeckungen in Broadcoms ARM-SoCs für den Raspberry Pi zeigen, dass die Chips auch für das Mitschneiden und beschleunigte Entschlüsseln von 2G-Mobilfunk gerüstet sind – und das ohne Zusatzhardware.

Von Andrijan Möcker

Regierungen geben jedes Jahr Millionen aus, um Polizei, Militär, Geheimdienste und weitere Behörden mit Überwachungstechnik auszustatten. Regelmäßige Messen bringen Käufer und Hersteller zusammen – wer sich behauptet, kann auf hochpreisige Aufträge hoffen.

Sicherheitsforscher haben nun entdeckt, dass auch Broadcom ein Stück des Kuchens abhaben möchte: Die US-amerikanische Firma stellt von LEDs über WLAN-Modems bis hin zum System-on-Chip eine Vielzahl von Elektronikkomponenten her, die weltweit zum Einsatz kommen – auch im Raspberry Pi. In den Chips der Versionen 3 (BCM2837) und 4 (BCM2711) fand das niederländische IT-Security-Team undokumentierte Hardwarebeschleuniger für GSM-Kryptografie. In Kombination mit den ebenfalls von Broadcom hergestellten Chips für WLAN und Bluetooth kann der Raspberry Pi in ein gefährliches Spionagewerkzeug für Mobilfunk verwandelt werden. Die Forscher wandten sich im Januar anonym an c't und übermittelten ein Programm, das die Funktionen in Aktion zeigt.

Projekt Kviten

Das Team wollte ursprünglich die Firmware des beim Raspberry Pi 4 verwendeten Broadcom-Chips BCM2711 analysieren und auf undokumentierte Funktionen abklopfen, die für Bastler sinnvoll sein könnten. Broadcom hält sich seit Jahren größtenteils sehr bedeckt, wenn es um den Quellcode und ausführliche Datenblätter zu seinen Produkten geht. Veröffentlichungen versucht die Firma zu unterbinden. Das führte bereits öfter zu Schwierigkeiten beim Bau von Open-Source-Produkten wie dem Raspberry Pi. Aktuell ist zwar dessen Software größtenteils quelloffen, die Hardware jedoch nicht.

Die mutmaßliche Spionagefunktion entdeckte ein Forscher des Teams zufällig, als er aus Versehen die falsche Binärdatei auf eine bestimmte Bytesequenz durchsuchte und Kommentare entdeckte, die auf einen „Accelerator for cellular network cryptography" (ACNC) und ein „Projekt Kviten" hindeuten. Dem Informatikstudent fiel die Besonderheit sofort auf, denn der BCM2711 war nie für den Einsatz in Smartphones gedacht.

Eine genauere Untersuchung des Maschinencodes in der Datei ergab, dass der BCM2711 umfangreiche Funktionen besitzt, um Berechnungen mit dem beim Mobilfunkstandard GSM (2G) eingesetzten Verschlüsselungsalgorithmus A5 in Hardware zu beschleunigen. Trotz der Brisanz hatten Broadcoms Entwickler den Großteil des Codes umfangreich kommentiert, sodass das Team keine Schwierigkeiten hatte, den Programmcode und die damit verbundenen Funktionen zu rekonstruieren. „Wir vermuten, dass die Zeilen durch eine Unachtsamkeit in das Binary gelangt sind", sagte ein Mitglied des Teams im Gespräch mit c't. Im späteren Verlauf stellte das Team fest, dass auch der BCM2837 in den Raspberry-Pi-3-Versionen die Funktionen besitzt.

Konkret können die Prozessoren mithilfe einer zusätzlichen, in den RAM geladenen Indexdatei deutlich schneller als andere Prozessoren auf die seit 2009 zur Verfügung stehenden A5-Rainbow-Tables zugreifen und so die GSM-Verschlüsselung in wenigen Sekunden brechen. Um Telefongespräche zu entschlüsseln, müsste man allerdings die zwei Terabyte großen Tabellen auf den Raspberry laden.

Verschlüsselte Nachrichten auf GSM-Steuerungskanälen kann der Hardwarebeschleuniger jedoch ohne Rainbow-Tables brechen: Viele Netzbetreiber verwenden hier noch immer eine reduzierte Schlüssellänge von 24 Bit – eine Maßnahme aus der Entwicklung der GSM-Spezifikation in den 1980er Jahren, um die Standby-Zeit der Geräte zu verlängern. Über die GSM-Steuerungskanäle laufen aber nicht nur Betriebsparameter wie Frequenzkorrektur und Synchronisation, sondern auch SMS.

Erste Versuche mit einem externen Software Defined Radio (SDR) zeigten, dass 100 bis 160 Zeichen lange Kurznachrichten in 30 bis 120 Sekunden geknackt werden können – vorausgesetzt der Netzbetreiber hat nicht das gesamte Netz auf

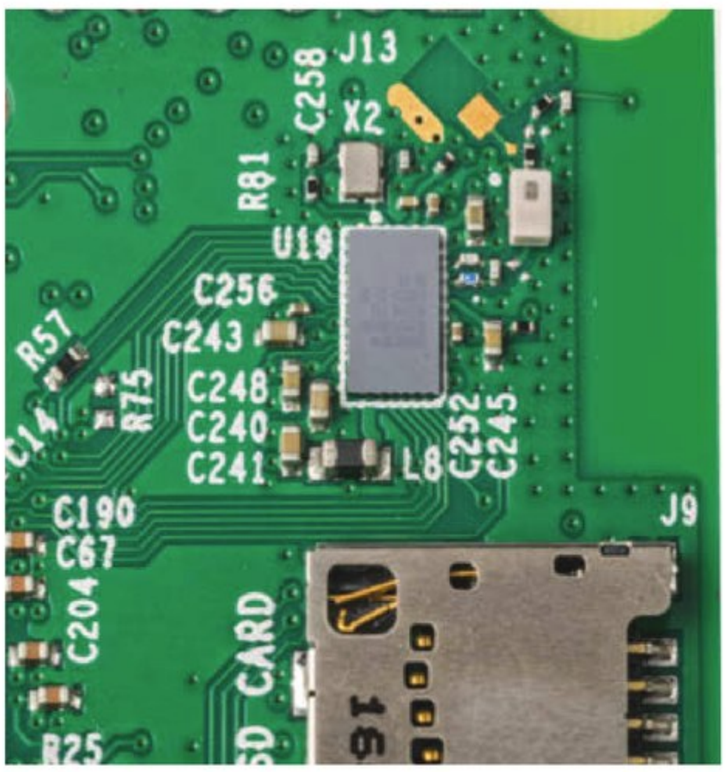
Test Mode Support

The BCM43455 fully supports Bluetooth Test mode as described in Part I:1 of the *Specification of the Bluetooth System Version 3.0*. This includes the transmitter tests, normal and delayed loopback tests, and reduced hopping sequence.

In addition to the standard Bluetooth Test Mode, the BCM43455 also supports enhanced testing features to simplify RF debugging and qualification and type-approval testing. These features include:

- Fixed frequency carrier wave (unmodulated) transmission
  - Simplifies some type-approval measurements (Japan)
  - Aids in transmitter performance analysis
- Fixed frequency constant receiver mode
  - Receiver output directed to I/O pin
  - Allows for direct BER measurements using standard RF test equipment
  - Facilitates spurious emissions testing for receive mode
- Fixed frequency constant transmission
  - 8-bit fixed pattern or PRBS-9
  - Enables modulated signal measurements with standard RF test equipment

Der im Datenblatt des BCM43455 erwähnte Testmodus ist laut des Forscherteams der Schlüssel zur der breitbandigen Lauschfunktion des Chips. Dazu wird das Modem in den beschriebenen „Fixed frequency constant receiver mode" versetzt.



Das Kombimodem eines Raspberry Pis mit Anpassungskomponenten und Bandpass-Filter (weiß). Letzterer lässt sich nur sehr schwer entfernen – meist zerstört man das Modem beim Versuch.

die verbesserte Algorithmusvariante A5/3 umgestellt.

Getarnter Breitbandempfänger

Das Forscherteam vermutete zunächst, dass Broadcom die Entschlüsselungsfunktion mit einem externen Software Defined Radio in Form eines unscheinbaren USB-Sticks verkaufen würde, doch entdeckten wesentlich Gewiefteres: Der Code nutzt einen Testmodus der auf den Raspberrys verbauten Kombichips (WLAN+Bluetooth) der BCM43-Reihe. Dieser ermöglicht es, den Bluetooth-Chipsatz frei von 780 MHz bis 2,6 GHz arbeiten zu lassen. GSM wird in den meisten Ländern zwischen 800 MHz und 2 GHz betrieben. Weitere Befehle, die über die serielle Schnittstelle gesendet werden, ändern unter anderem die Bandwidth-Time des GMSK-Demodulators auf den für GSM passenden Wert 0,5. Weitere Änderungen sind nicht nötig, denn auch Bluetooth verwendet die GMSK-Modulation. Mit den passenden Einstellungen liefert der Chip einen rohen Bitstream der empfangenen Daten sowie weitere Informationen zur Signalstärke, der Frequenz und dem Störabstand.

In den Versuchen der Forscher erwies sich der Empfänger in den entsprechenden Frequenzbereichen jedoch als relativ taub. Eine Analyse in einem Labor für Hochfrequenztechnik ergab, dass die Raspberry Pis 3 und 4 einen Bandpassfilter für 2,4 und 5 GHz haben. Ob es hier Varianten ohne Bandpassfilter oder sogar mit einer weiteren Antenne gibt, ist noch ungeklärt: „Wir haben Befehle im Code entdeckt, die eigentlich unbelegte GPIOs am Modem ansprechen. Das könnte auf einen HF-Umschalter für eine zweite Antenne hindeuten."

Praxisversuch

Trotz der umfangreichen Gespräche, Screenshots und Screencasts erhielt c't lange keine Chance, den Fund selber zu testen – zu groß war die Sorge der Forscher, dass die Software in den falschen Händen großen Schaden anrichtet. Letztendlich erklärte sich das Team bereit, c't die erste rohe Version eines SMS-Decoders ohne Rufnummernanzeige bereitzustellen, das Rufnummern automatisch anonymisiert. Sie ist aufgrund der schlecht eingestellten Trennschärfe unbrauchbar für gezielte Spionage.

Der SMS-Empfang klappt so nur, wenn kein anderes WLAN- oder Bluetooth-Gerät in der Nähe funkt. Wir begaben uns mit einem Raspi 4 inklusive Display und Powerbank aufs Land, versetzten alle Handys in den Flugmodus und aktivierten das Beispielprogramm. Nach etwa fünf Minuten tauchte die erste SMS auf dem Display auf, die nächste erste nach 15. Keinen Erfolg hatten wir in der Nähe von Windrädern. Offenbar störte hier der rege Austausch über Funk, den die Windkraftwerke pflegen, den Empfang.

Eigene SMS zu empfangen erwies sich indes als schwierig: Sobald wir den Flugmodus unseres Handys deaktivierten, meldete das Programm zu hohe Signalpegel für eine Dekodierung. Eine in etwa 250 Metern Entfernung abgeschickte SMS bereitete dem Chip aber keine Probleme mehr und unser Text erschien auf dem Display.

Wenn Sie das Experiment selbst nachvollziehen wollen, finden Sie das Kommandozeilenprogramm mit dem Namen „huhtikuu" über ct.de/y3us. Laden Sie das Archiv auf einen Raspberry Pi (ab Version 3) mit einem aktuellen Raspbian und entpacken Sie es.

Öffnen Sie dann eine Kommandozeile und navigieren Sie in den Ordner, in dem das Programm liegt. Mit folgendem Befehl starten Sie die Einrichtungsroutine:

```
./huhtikuu prepare
```

War das erfolgreich, versorgen Sie den Raspberry per Powerbank (oder Adapter für den Zigarettenanzünder im Auto) mit Strom und verlassen Sie die Stadt. Sie sollten einen Standort wählen, der zwar abgelegen, dennoch einigermaßen mit Mobilfunk abgedeckt ist. Mit folgendem Befehl beginnt der Scan:

```
./huhtikuu scan
```

Haben Sie etwas Geduld. Sofern keine Störquellen erkannt wurden, sollten Sie nach etwa fünf bis zehn Minuten eine erste Nachricht sehen. Starke Störungen lassen den Scan abbrechen. Überprüfen Sie noch einmal, ob alle mitgeführten Geräte in den Flugmodus versetzt wurden. Hat alles funktioniert, sieht das Ergebnis so aus:

```
Message: **** ist Ihr Sicherheitscode
Timestamp:
Frequency: 929,5 MHz
Channel: SDCCH
Cipher: A5
```

Warnung

Verzichten Sie auf den Versuch, den Bandpass-Filter zu entfernen, um bessere Ergebnisse zu erzielen: Theoretisch kann der Bandpass-Filter, sofern korrekt identifiziert, vom Board des Raspberry Pis entfernt und die entsprechende Stelle überbrückt werden. In der Praxis ist dies aber selbst mit professionellem Werkzeug extrem schwierig. Das Forscherteam zerstörte nach eigener Aussage mehrere Raspberrys bei dem Versuch und kam nicht zum Erfolg.

SpyPi

Eine bei Broadcom angefragte Stellungnahme blieb bislang unbeantwortet. Doch das Projekt Kviten beweist, dass Broadcom weit mehr als einen SoC für Raspberry Pis im Sinn hatte, als es den BCM2711 und den BCM2837 für den Raspberry Pi 3 und den Raspberry Pi 4 entwickelte. Die beiden Versionen können so, wenn entsprechend angepasst, als harmlose Bastelplatine getarnt leicht durch jede Flughafen- oder Grenzkontrolle schlüpfen. Ob und wie der Raspberry Pi als Spionagewerkzeug zum Einsatz kam, wird sich wohl nie beantworten lassen. *(amo@ct.de)* c't

huhtikuu Download: **ct.de/y3us**

Bild: Henning Rathjen

Netzwerkpost

Windows-Benachrichtigungen sinnvoll nutzen

Mit wenigen Zeilen Code können Sie das Benachrichtigungssystem von Windows 10 flexibel für Ihre eigenen Zwecke nutzen – zum Beispiel, um Statusmeldungen von einem Raspberry Pi übers Netzwerk zu empfangen.

Von Ronald Eikenberg

Unter Windows 10 buhlen Apps, Websites und das System mit Benachrichtigungen um die Aufmerksamkeit des Nutzers. Wirklich hilfreich sind diese Botschaften selten, oft handelt es sich schlicht um Werbung. Doch statt die Benachrichtigungsfunktion einfach auszuschalten, kann man sie auch für nützliche Dinge einsetzen und den Störenfrieden eine Sendepause verordnen. Der folgende Artikel zeigt, wie Sie zunächst die Plaudertaschen loswerden und die Benachrichtigungsfunktion anschließend für sinnvolle Dinge einsetzen. Dazu kommt ein kleines PowerShell-Skript zum Einsatz, das Kurznachrichten aus dem Netzwerk empfängt und als Windows-Benachrichtigung anzeigt. So können Sie zum Beispiel Statusnachrichten von Ihrem Raspi empfangen, um über wichtige Ereignisse auf dem Laufenden zu bleiben.

Um unerwünschte Benachrichtigungen loszuwerden und den Fokus auf die spannenden Dinge richten zu können, sollten Sie erst einmal ausmisten. Öffnen Sie über eine Startmenüsuche nach „Benachrichtigungen“ die „Einstellungen für Benachrichtigungen und Aktionen“. Schalten Sie unter „Benachrichtigung dieser Absender“ alles aus, was keinen Lärm mehr machen soll. Streichkandidaten sind zum Beispiel Cortana, der Microsoft Store oder auch die Browser. Auch anderen geschwätzigen Windows-Apps wie Gratisspielen drehen Sie hier den Saft ab. Je mehr Sie ausmisten, desto besser. Oberhalb der Liste können Sie noch etwas Feintuning betreiben. Hier legen Sie fest, ob Windows die Benachrichtigungen auch auf dem Sperrbildschirm anzeigen soll und ob Sie wirklich an den „Tipps, Tricks und Vorschlägen“ des Betriebssystems interessiert sind.

Wichtig ist, dass der Schalter ganz oben („Benachrichtigungen und Apps von anderen Absendern abrufen“) eingeschaltet ist, da Sie die Benachrichtigungsfunktion ansonsten nicht für eigene Zwecke einspannen können. Weitere nützliche Stellschrauben finden Sie im Benachrichtigungsassistenten, den Sie im noch geöffneten Einstellungsfenster über die Auswahl links oder eine weitere Suche im Startmenü erreichen. Dort stellen Sie ein, zu welchen Uhrzeiten die Benachrichtigungen angezeigt werden dürfen, ob sie auch erscheinen, während Programme im Vollbildmodus laufen, und so weiter.

Lecker Toast

Nach dem Ausmisten ist es an der Zeit, der Benachrichtigungszentrale neues Leben einzuhauchen. Mit dem PowerShell-Modul BurntToast von Josh King können Sie ganz leicht eigene Benachrichtigungen erzeugen – mit Informationen, die Sie wirklich interessieren. Die Installation des Moduls geht leicht von der Hand. Suchen Sie im Startmenü nach der „Windows PowerShell“, klicken Sie mit rechts auf den Suchtreffer und anschließend auf „Als Administrator ausführen“. Dann startet die PowerShell-Konsole, in die Sie den folgenden Einzeiler tippen:

```
Install-Module -Name BurntToast
```

Wenn Sie daraufhin gefragt werden, ob Sie den sogenannten NuGet-Anbieter installieren möchten, beantworten Sie die Frage mit „J“ wie „Ja“. Auch die Installation des Moduls müssen Sie auf diese Weise bestätigen. Danach passen Sie noch die Ausführungsrichtlinie an, damit lokale und signierte Skripte ausgeführt werden dürfen. Tippen Sie hierzu den folgenden Befehl in die Admin-PowerShell:

```
Set-ExecutionPolicy RemoteSigned
```

Im Anschluss bestätigen Sie die Änderung der Richtlinie noch. Jetzt ist das BurntToast-Modul startklar. Tippen Sie den folgenden Befehl ein, um Ihre erste eigene Benachrichtigung anzeigen zu lassen:

```
Toast -Text "Hallo Windows!", ↵
 ↳"Hörst Du mich?"
```

Am unteren rechten Bildschirmrand sollte nun ein Benachrichtigungsfenster mit

dem gewählten Text erscheinen. Die erste Zeichenfolge entspricht dem Titel, die zweite dem Inhalt der Benachrichtigung. BurntToast kennt allerlei Schalter, die Erscheinungsbild und Funktion der Fensterchen beeinflussen. Eine Übersicht finden Sie auf der GitHub-Seite des Moduls (siehe ct.de/yvuk).

Standardmäßig zeigt das Modul neben dem Text ein Foto mit verbranntem Toast an – ein trostloser Anblick. Um stattdessen ein beliebiges anderes Bild einzusetzen, geben Sie dem Aufruf einfach im Parameter `-AppLogo` den Pfad zur Bilddatei mit:

```
Toast -AppLogo "c:\pfad\bild.png" ↵
 ↳-Text "Hallo Windows!", ↵
 ↳"Hörst Du mich?"
```

Nutzen Sie am besten ein Bild mit quadratischem Seitenverhältnis, da Windows einen Kreis daraus ausschneidet. Wenn Ihnen der Benachrichtigungston auf den Senkel geht, den Windows bei jeder neuen Nachricht abspielt, dann hängen Sie ein `-Silent` an den Befehl.

PowerShell vorbereiten

Sie sind jetzt dazu in der Lage, eigene Windows-Benachrichtigungen auf Kommando auszulösen. Zugegeben, so richtig sinnvoll ist das noch nicht. Der wahre Nutzen entfaltet sich erst, wenn Sie BurntToast in Skripten einsetzen – etwa um über interessante Ereignisse informiert zu werden.

Um ein neues Skript zu erstellen, öffnen Sie den in Windows 10 integrierten PowerShell-Editor ISE, etwa durch eine Startmenü-Suche nach „ISE“. Alternativ können Sie auch einen anderen Editor Ihrer Wahl nutzen. Für einen ersten Probelauf fügen Sie den oben beschriebenen Toast-Befehl in ein neues Skript ein. Speichern Sie die Datei mit der Endung .ps1, zum Beispiel als notify.ps1. Anschließend können Sie das Skript innerhalb von ISE mit der F5-Taste oder durch einen Klick auf die grüne Play-Taste ausführen.

Hat alles geklappt, geht es mit dem Ausbau des Skripts weiter. Das folgende Beispiel macht die Benachrichtigungsfunktion von Windows übers Netzwerk ansprechbar. Sie können damit Nachrichten von anderen Systemen in Ihrem Netz empfangen. So kann sich etwa ein Raspberry Pi (oder jeder beliebige andere Rechner) aktiv bei Ihnen melden. Bei welchen Ereignissen das passiert, liegt ganz in Ihrer Hand. Denkbar wäre zum Beispiel, dass sich der Raspi zu Wort meldet, wenn er mit Strom unterversorgt wird oder Schreib-/Lesefehler ein Problem mit der SD-Karte ankündigen. Genauso gut können Sie sich informieren lassen, wenn sich jemand auf Ihrem Server einloggt, oder Benachrichtigungen mit eigenen Bash-Skripten zu Debugging-Zwecken erzeugen.

Auf Empfang

Das Beispielskript nutzt das Netzwerkprotokoll UDP. Es ist für diesen Zweck optimal, denn es funktioniert vereinfacht ausgedrückt wie der Versand einer Postkarte: Die Information wird nach Kräften an den Empfänger zugestellt, aber es gibt keine Empfangsbestätigung. Kann die Postkarte nicht zugestellt werden, wird der Ablauf nicht verzögert. Beim TCP-Protokoll wäre das anders, da es verbindungsorientiert arbeitet: Die Daten gehen erst durch die Leitung, wenn der Empfänger die Kontaktaufnahme bestätigt hat (ACK). Ist der Empfänger nicht erreichbar, kommt es zu einem Timeout.

Der Empfänger ist in diesem Fall ein PowerShell-Skript. Ein primitives Grundgerüst zum Empfang und zur Verarbeitung eingehender UDP-Pakete ist schnell aufgebaut, es sind nur wenige Zeilen Code nötig (siehe Kasten auf Seite 161).

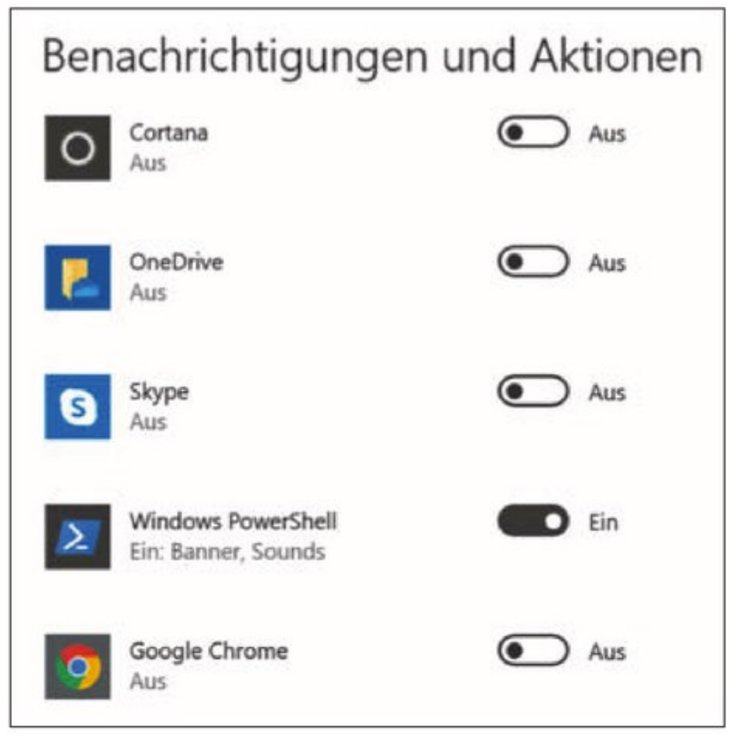
Der Code startet einen UDP-Server, der auf Port 514 nach eingehenden Netzwerkpaketen lauscht. Beim ersten Ausführen meldet sich pflichtbewusst die Windows Firewall und fragt, in welchen Netzen der PowerShell-Prozess erreichbar sein darf. Legen Sie sicherheitshalber fest, dass die eingehende Kommunikation nur in privaten Netzwerken erwünscht ist.

In dem simplen Skript läuft eine Endlosschleife, die sekündlich prüft, ob neue Daten über UDP angekommen sind. Ist dies der Fall, werden die Daten als UTF8-kodierter String in die Variable `$udpmessage` geschrieben. In der If-Klammer sorgt die folgende Zeile dafür, dass die eingetroffenen Daten über das Konsolenfenster ausgegeben werden:

```
Write-Host "$($endpoint.Address.↵
 ↳IPAddressToString): $udpmessage"
```

Diese Zeile gibt nicht nur den Inhalt der Nachricht aus, sondern auch die Absender-IP-Adresse.

Ebenso einfach können Sie mit der Variablen `$udpmessage` eine Windows-Benachrichtigung mit dem Nachrichteninhalt erzeugen. Statt eines statischen Texts arbeiten Sie einfach die Variable sowie die IP-Adresse des Absenders ein:



Ruhe im Karton: Um die Windows-Benachrichtigungen sinnvoll einzusetzen, schaltet man am besten erstmal alle Plaudertaschen stumm.

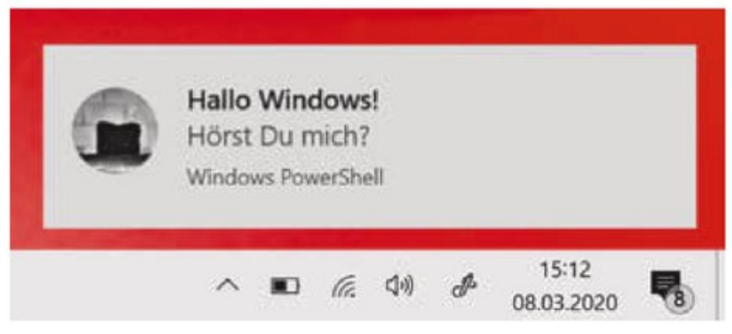
```
Toast -Text "$($endpoint.Address.↵
 ↳IPAddress.ToString):", $udpmessage
```

Raspi an Windows

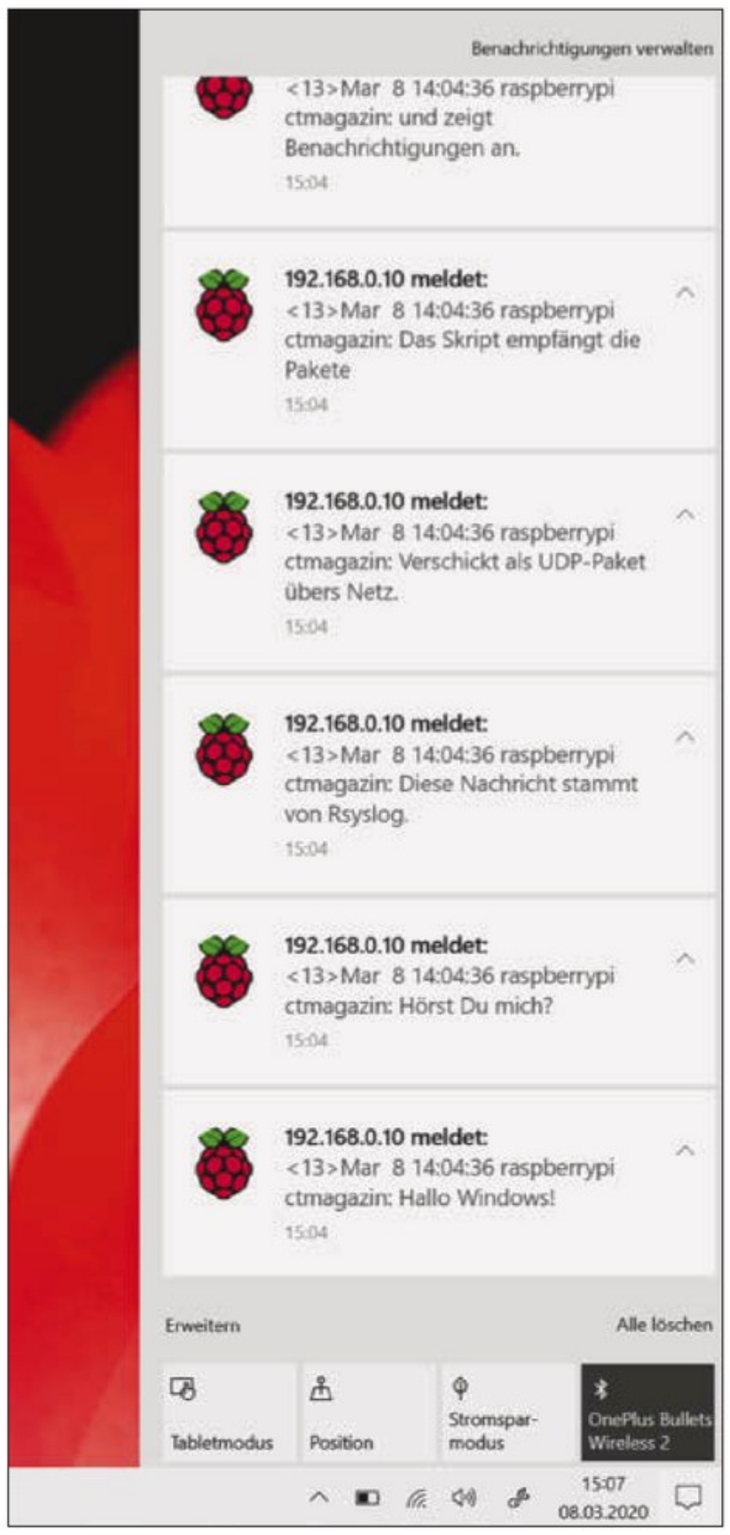
Zeit für einen Test. Wenn Sie ein Linux-System griffbereit haben, zum Beispiel einen Raspi, können Sie ganz einfach ein UDP-Paket an Ihr PowerShell-Skript schicken. Dazu reicht der folgende Befehl:

```
echo "Hallo Windows!" ↵
 ↳>/dev/udp/192.168.0.15/514
```

Ersetzen Sie die angegebene IP-Adresse durch die IP-Adresse Ihres Windows-Rechners. Sie erfahren sie zum Beispiel, indem Sie den Befehl `ipconfig` in die Windows-Eingabeaufforderung tippen. Falls Sie den Port im PowerShell-Skript geändert haben, müssen Sie auch diesen entsprechend anpassen (ganz hinten). Läuft alles glatt, dann zeigt Ihnen das PowerShell-Skript jetzt eine Benachrichtigung mit dem gewünschten Inhalt an. Sie



Mit dem PowerShell-Modul BurntToast erzeugen Sie mit wenig Aufwand eigene Windows-Benachrichtigungen.



Windows führt im Info-Center Buch über die eingegangenen Benachrichtigungen. Sie erreichen es über das Nachrichtensymbol ganz rechts in der Taskleiste.

können das Linux-Kommando auch abwandeln, um den Inhalt einer Datei in Echtzeit durchs Netz zu schicken. Hierzu nutzen Sie einfach das Tool `tail`:

```
tail -f /pfad/zur/datei ↲
 ↳>/dev/udp/192.168.0.15/514
```

Dies ist nützlich, um etwa den Inhalt von Log-Dateien im Auge zu behalten. Sobald die Datei wächst, gehen UDP-Pakete mit dem neu hinzugefügten Inhalt raus.

Alternativ können Sie auch das kostenlose Tool „Packet Sender“ (siehe ct.de/yvuk) für den ersten Test nutzen, das unter Windows, Linux und macOS läuft. Es wird über eine grafische Bedienoberfläche gesteuert. Tippen Sie oben bei „ASCII“ einen beliebigen Text ein, „Address“ und „Port“ füllen Sie mit den Netzwerkkoordinaten des PowerShell-Skripts. Im Dropdown-Menü rechts daneben ändern Sie das Netzwerkprotokoll noch von TCP auf UDP, ehe Sie das Paket schließlich mit dem Send-Knopf abfeuern. Für rund einen Euro können Sie Packet Sender auch für Android und iOS kaufen, eine Suche nach „UDP Sender" fördert in den App-Katalogen allerdings auch zahlreiche kostenlose Alternativen zu Tage.

Ein nützliches Einsatzgebiet für die UDP-Benachrichtigungen ist die langfristige Überwachung eines Raspberry Pi. Die kleinen Rechner laufen oft als Server im Dauerbetrieb, ohne angeschlossenen Monitor. Über die Benachrichtigungen bekommen Sie mit, wenn etwas passiert, ohne aktiv in den Systemlogs des Raspi nachschauen zu müssen. Das Folgende funktioniert natürlich auch mit jedem anderen Linux-Server und Embedded-Geräten wie Routern oder NAS, auf denen ein offenes Linux läuft.

Syslog anzapfen

Das auf Debian basierende Raspbian, das üblicherweise auf dem Raspi läuft, nutzt das Logging-Tool Rsyslog, um Systemereignisse in Logdateien zu schreiben. Fast alle davon landen in der Datei /var/log/syslog. Es wäre daher naheliegend, das Syslog wie oben beschrieben mit `tail` auszugeben:

```
tail -f /var/log/syslog ↲
 ↳>/dev/udp/192.168.0.15/514
```

Das klappt tatsächlich, allerdings hat die Sache einen Haken: Der Befehl wird nicht automatisch beim Systemstart ausgeführt. Startet der Raspi neu, etwa nach einem Stromausfall, dann sendet er keine UDP-Pakete mehr an das PowerShell-Skript. Das ließe sich etwa mit dem Init-System Systemd zwar ändern, doch das ist in diesem Fall gar nicht nötig. Rsyslog ist bereits ohne fremde Hilfe dazu in der Lage, die Log-Ereignisse per UDP zu verschicken, und diese Funktion lässt sich leicht einschalten. Legen Sie auf dem Raspi einfach eine passende Konfigurationsdatei an:

```
sudo nano /etc/rsyslog.d/udp.conf
```

Als Inhalt genügt die folgende Zeile:

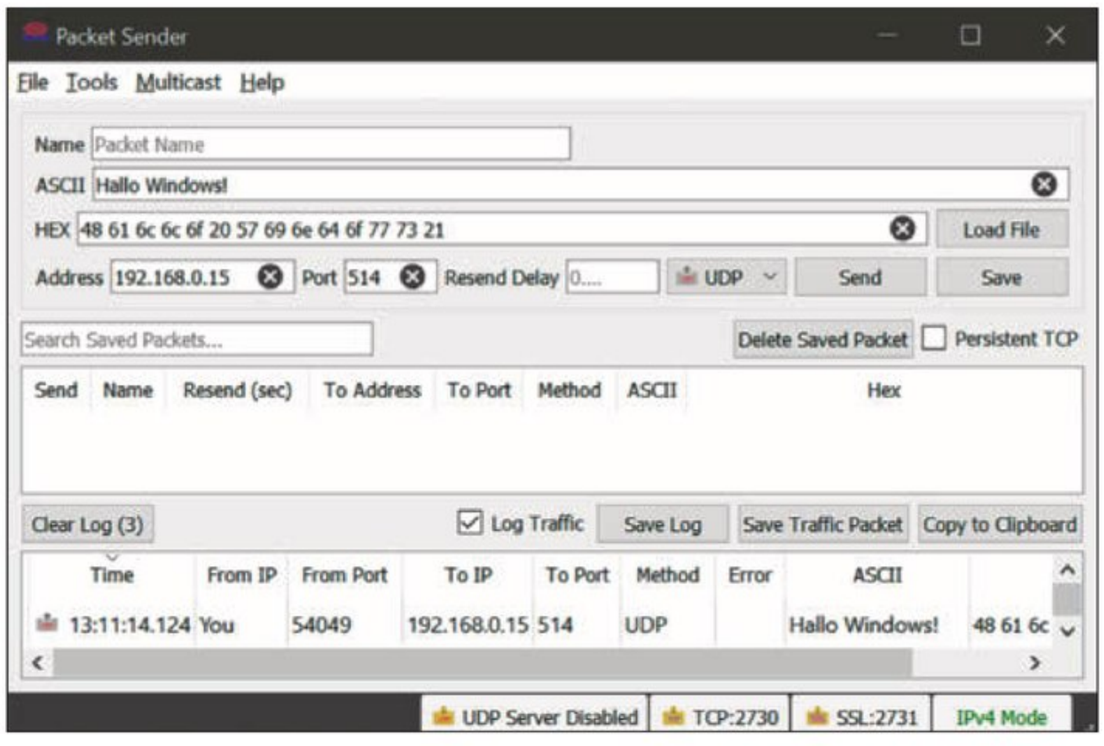
```
*.* @192.168.0.15:514
```

Auch hier setzen Sie wieder IP-Adresse und Port Ihres Windows-PCs ein. Anschließend speichern Sie die Datei mit Strg+O und beenden den Texteditor nano mit Strg+X. Jetzt müssen Sie Rsyslog nur noch neu starten, damit es die neue Konfiguration nutzt und die Pakete verschickt:

```
sudo systemctl restart rsyslog
```

Kurze Zeit später sollten die ersten Syslog-Botschaften als Windows-Benachrichtungen in Erscheinung treten. Sie werden recht schnell bemerken, dass im Syslog viel los ist und die meisten Ereignisse eher uninteressant sind. Doch auch dafür gibt es eine einfache Lösung: Sie können über Filterregeln in der Konfigurationsdatei fein granuliert bestimmen, welche Ereignisse Rsyslog über UDP verschicken soll. Möchten Sie zum Beispiel ausschließlich mitbekommen, wenn der Raspi mit zu wenig Spannung versorgt wird („Under-voltage detected!“), dann legen Sie einfach einen Filter an, der die Logeinträge mit Hilfe eines regulären Ausdrucks nach einer Zeichenfolge durchsucht. Schreiben Sie hierzu ausschließlich die folgende Zeile in die Konfigurationsdatei udp.conf:

```
:msg, regex, "Under-voltage" ↲
 ↳@192.168.0.15:514
```



Mit dem kostenlosen Tool „Packet Sender“ können Sie überprüfen, ob das PowerShell-Skript auf Empfang ist.

Anschließend starten Sie Rsyslogd wieder mit `sudo systemctl restart rsyslog` neu. Sie können auch mehrere Filter dieser Art in die Konfigurationsdatei schreiben, um Nachrichten auszuleiten, die andere Zeichenfolgen enthalten.

Alle Logeinträge haben ein Tag wie „kernel“, das in aller Regel für die Herkunft des Eintrags steht. Mit der folgenden Zeile erhalten Sie ausschließlich Logeinträge, die der Kernel produziert hat:

```
:syslogtag, isequal, "kernel:" ↵
↳@192.168.0.15:514
```

Sie können sich diesen Filter auch in Kombination mit eigenen Bash-Skripten zunutze machen. Schreiben Sie einfach ins Syslog, wenn etwas Interessantes passiert, und geben Sie dabei einen eigenen Tag an. Das geht so:

```
logger -t meinskript "Server läuft!"
```

Wenn Sie im oben beschriebenen Filter nun `"kernel:"` durch `"meinskript:"` ersetzen, erscheinen auf Ihrem Windows-Rechner ausschließlich Benachrichtigungen, die Ihr Skript ausgelöst hat.

Autostart einrichten

Um das selbstgebaute Benachrichtigungssystem dauerhaft einzusetzen, fehlt nur noch ein kleines Detail: Das PowerShell-Skript muss derzeit noch von Hand gestartet werden. Um es automatisch beim Windows-Start auszuführen, genügt eine Verknüpfung im Autostart-Ordner. Tippen Sie `shell:startup` in den Ausführen-Dialog von Windows, um ihn zu öffnen. Dort legen Sie mit der rechten Maustaste und „Neu“ eine neue Verknüpfung an. Es öffnet sich der Dialog „Verknüpfung erstellen“, wo sie als „Speicherort des Elements“ powershell.exe und das Skript angeben: `powershell -f "C:\pfad\zum\skript\notify.ps1"`. Danach geben Sie der Verknüpfung eine sinnvolle Bezeichnung wie „UDP-Empfänger“.

Wenn Sie fertig sind, können Sie in den Eigenschaften der Verknüpfung (Rechtsklick, „Eigenschaften“) unter „Ausführen:“ noch festlegen, dass die PowerShell-Konsole minimiert gestartet wird, damit sie beim Systemstart nicht im Weg ist. Wenn Sie gerade kein Interesse an den Benachrichtigungen haben, können Sie das Skript einfach über die Taskleiste beenden.

Das PowerShell-Skript ist ein universelles Benachrichtigungssystem, das Sie flexibel für alles mögliche einsetzen können – auch wenn Sie keinen Raspi am Start haben. UDP-Pakete lassen sich mit den meisten Programmier- und Skriptsprachen mit geringem Aufwand verschicken, sodass Sie den Benachrichtigungs-Server leicht mit Ihren Projekten ansprechen können. Darüber hinaus sind viele fertige Projekte wie Smart-Home-Server dazu in der Lage, beim Eintreten von Ereignissen UDP-Pakete zu verschicken. Lassen Sie Ihrer Fantasie freien Lauf.

Wer mit der PowerShell vertraut ist, kann das Skript um beliebige Funktionen erweitern. So wäre es etwa denkbar, auf das Eintreffen bestimmter UDP-Pakete mit dem Start einer Anwendung zu reagieren, eine Mail zu verschicken und vieles mehr. Wenn man mehrere Quellen hat, ergibt es Sinn, sie über das Feld Id eines BTHeader-Objekts auseinanderzuhalten. Unter ct.de/yvuk finden Sie unser Beispielskript in voller Länge zum Download. Die wichtigsten Zeilen haben wir zum besseren Verständnis kommentiert. Das Skript zeigt als Benachrichtigungssymbol die Raspi-Himbeere an, die Sie wie oben beschrieben gegen ein anderes Bild austauschen können.

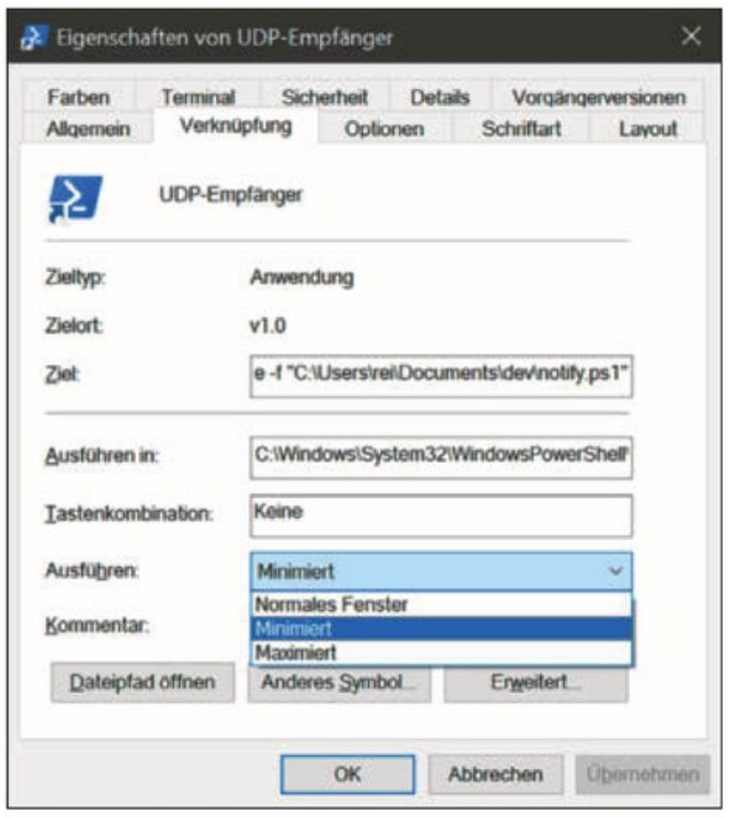
Nachdem Sie das Skript heruntergeladen haben, müssen Sie anschließend noch mit der rechten Maustaste darauf klicken, „Eigenschaften“ wählen und ganz unten bei „Sicherheit:“ die Ausführung „Zulassen“. Dieser Klimmzug ist nur bei PowerShell-Skripten nötig, die aus dem Internet stammen – aus Sicherheitsgründen ist deren Ausführung standardmäßig blockiert. *(rei@ct.de)* c't

Fertiges PowerShell-Skript, weitere Infos und Tools: ct.de/yvuk

UDP-Pakete mit PowerShell empfangen

```
01 # Port, auf dem das Skript lauschen soll
02 param($address="Any", $port=514)
03
04 # UDP-Socket öffnen
05 $endpoint = new-object System.Net.IPEndPoint([IPAddress]::$address, $port)
06 $udpclient = new-object System.Net.Sockets.UdpClient $port
07
08 # Eingehende UDP-Pakete verarbeiten
09 while($true)
10 {
11  if($udpclient.Available)
12  {
13   # UDP-Paket auswerten und im Konsolenfenster ausgeben
14   $udpmessage = $([Text.Encoding]::ASCII.GetString($udpclient.Receive([ref]↵
   ↳$endpoint)))
15   Write-Host "$($endpoint.Address.IPAddressToString $udpmessage"
16
17   # Benachrichtung mit Inhalt des UDP-Pakets erzeugen
18   Toast -Silent -Text "$($endpoint.Address.IPAddressToString) meldet:",↵
   ↳$udpmessage
19  }
20  # Abfrageschleife verzögern
21  Start-Sleep -s 1
22 }
```

Mit wenigen Zeilen PowerShell bauen Sie sich einen UDP-Empfänger, der eingehende Nachrichten von Raspi & Co. als Windows-Benachrichtigung anzeigt.

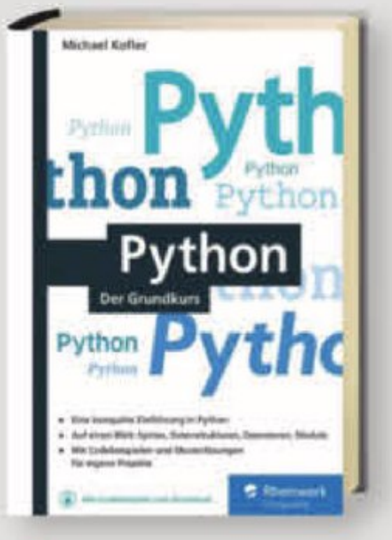


Eine Verknüpfung im Autostart-Ordner führt den selbst geschriebenen UDP-Server minimiert beim Systemstart aus.

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. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt.
In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

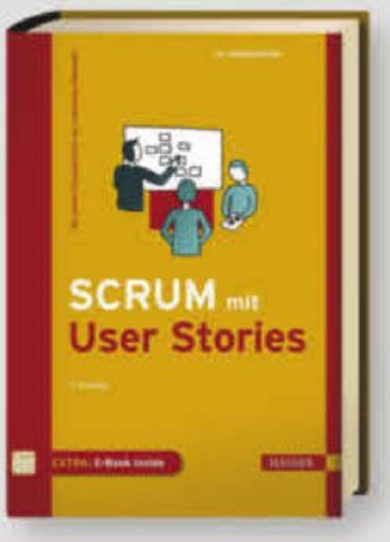
ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen
38,00 € ›

BEST-SELLER

Ralf Steck
CAD für Maker (2. Aufl.)

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.

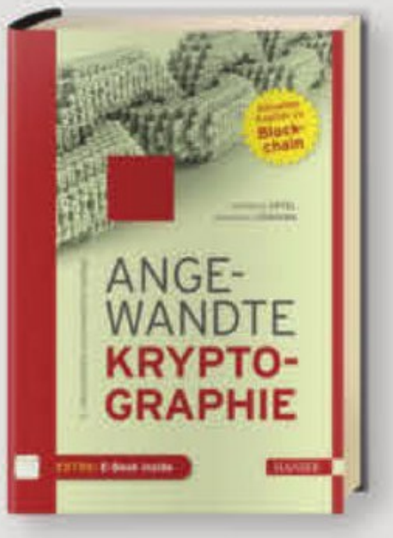
ISBN 9783446456815
shop.heise.de/cad-buch
34,00 € ›



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 € ›

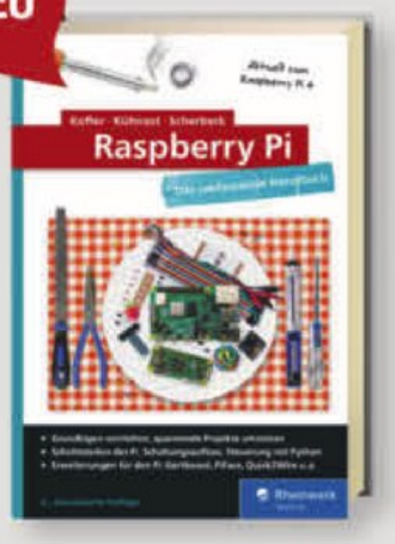


Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann
Angewandte Kryptographie

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 ›

Stehauf-Windows

Windows-Systeme mit Instant Recovery automatisch wiederherstellen

Mit einem Klick ist alles weg: Instant-Recovery-Tools setzen Windows im Nu auf einen zuvor festgelegten Zustand zurück.

Von Jan Schüßler

Will man ein Windows-System gegen unerwünschte Änderungen durch fremde Benutzer absichern, gibt es dafür verschiedene Ansätze. Einen davon haben wir vor zwei Ausgaben beschrieben: die Verwendung des Kiosk-Modus, der ausschließlich eine bestimmte App zulässt und auch sonst ein extrem eingeschränktes Benutzerkonto verwendet [1]. Im Nachgang kam die Frage auf, ob man für den gleichen Zweck nicht auch sogenannte Instant-Recovery-Software nehmen kann. Die Antwort darauf lautet: Jein. Doch von Anfang an.

Instant Recovery sorgt dafür, dass der Zustand der Festplattenlaufwerke des Rechners automatisch auf einen vordefinierten Ausgangszustand zurückgesetzt wird, vom Software-Anbieter als „Baseline“ bezeichnet. Im Regelfall passiert das beim Neustart des Systems. Das funktioniert mittels eines Treibers, der dafür sorgt, dass sämtliche Änderungen am Inhalt der Festplatte nicht direkt ins Dateisystem geschrieben werden, sondern in einem Zwischenspeicher landen. Dieser wird bei jedem Neustart verworfen, sodass jedes Mal das gleiche System bootet. Vergleichbar ist das Ganze mit einer virtuellen Maschine, die beim Neustart stets auf einen einmal gesetzten Snapshot zurückgesetzt wird.

Ein Produkt, das sich dafür dauerhaft gratis einsetzen lässt, ist Reboot Restore Rx des Herstellers Horizon DataSys. Es lässt sich ebenso wie ein Kiosk-Modus nutzen, um einen Rechner für einen Serienmarathon oder als Musik-PC für eine Party fit zu machen. Anders als beim Kiosk könnten vorwitzige Benutzer das System zwar kaputtspielen, doch ein Neustart des Rechners beseitigt die Schäden im Handumdrehen.

Vorbereiten

Um zu verhindern, dass ein Anwender (versehentlich oder absichtlich) den Instant-Recovery-Dienst selbst lahmlegt, ist es unerlässlich, die künftigen Nutzer nicht mit einem Administratorkonto surfen zu lassen – ohne Adminrechte lässt sich Reboot Restore Rx nicht abschalten.

Legen Sie also zunächst ein Benutzerkonto mit Standardrechten an. Das geht per Tastatur deutlich schneller, als sich durch die Einstellungen zu klicken. Öffnen Sie dazu eine Eingabeaufforderung oder PowerShell mit Administratorrechten, etwa per Windows+X und „Windows PowerShell (Administrator)“. Nun legt der Befehl

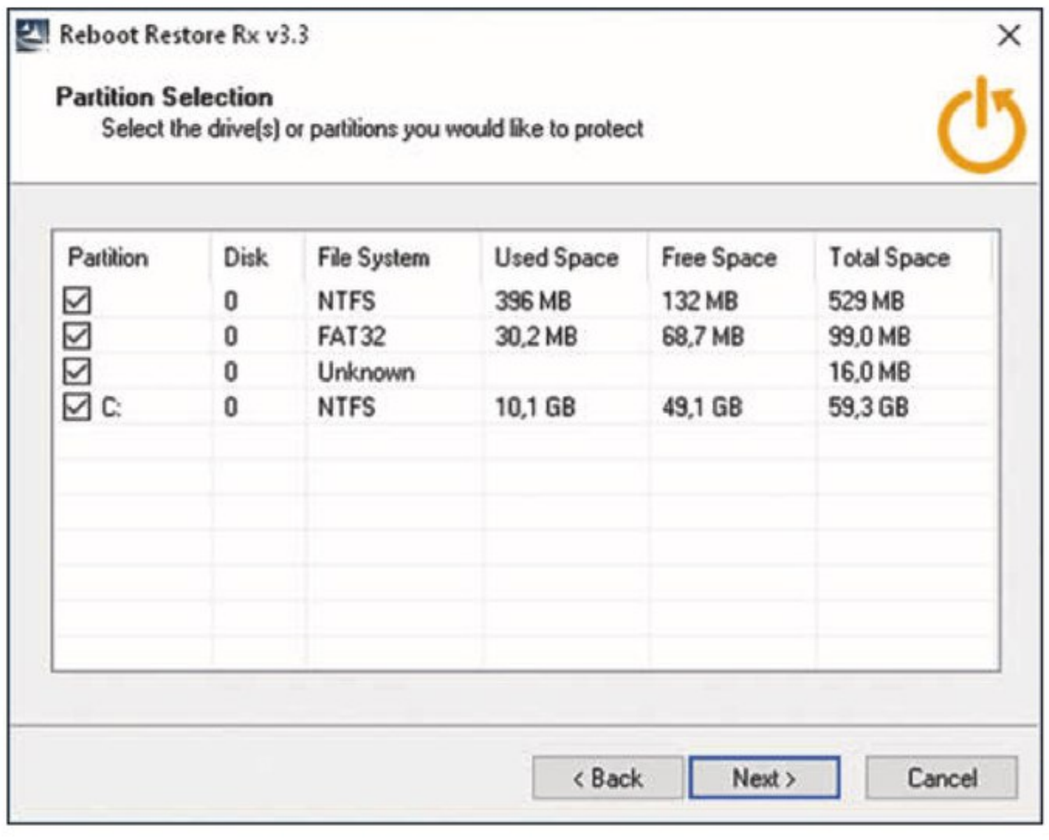
```
net user JustusJonas /add
```

ein neues Standard-Benutzerkonto namens „JustusJonas“ ohne Kennwort an. Loggen Sie sich einmal in das neue Konto ein, um dessen Ersteinrichtung samt Datenschutzeinstellungen zu durchlaufen. Vergeben Sie falls erwünscht ein Kennwort. Das geht in den Einstellungen unter „Konten/Anmeldeoptionen“. Installieren und konfigurieren Sie gegebenenfalls nötige Software und sorgen Sie dafür, dass eventuell nötige Mediendateien für dieses Benutzerkonto verfügbar sind. Dazu können Sie sie zum Beispiel von Ihrem Administratorkonto aus ins öffentliche Benutzerprofil kopieren, also etwa nach `C:\Benutzer\Öffentlich\Musik`. Was dort liegt, kann jedes Benutzerprofil auf dem PC verwenden.

Installieren

Laden Sie nun Reboot Restore Rx herunter (siehe ct.de/yn2q). Bei dessen Installation müssen Sie lediglich festlegen, welche Partitionen geschützt sein sollen. Erstreckt sich der Schutz ausschließlich auf Laufwerk C:, ist das System nicht gegen eine Beschädigung des Bootloaders abgesichert. Solange keine separate Partition gewünscht ist, deren Inhalt Neustarts übersteht (etwa zum Datenaustausch), spricht nichts dagegen, bei der Installation schlicht alle Partitionen auszuwählen.

Nach einem Neustart des Rechners ist der Schutz aktiv. Der bei Installation und folgendem Neustart vorhandene Festplattenzustand ist nun die „Baseline“, also der Zustand, auf den das System bei jedem neuen Hochfahren zurückgesetzt wird.

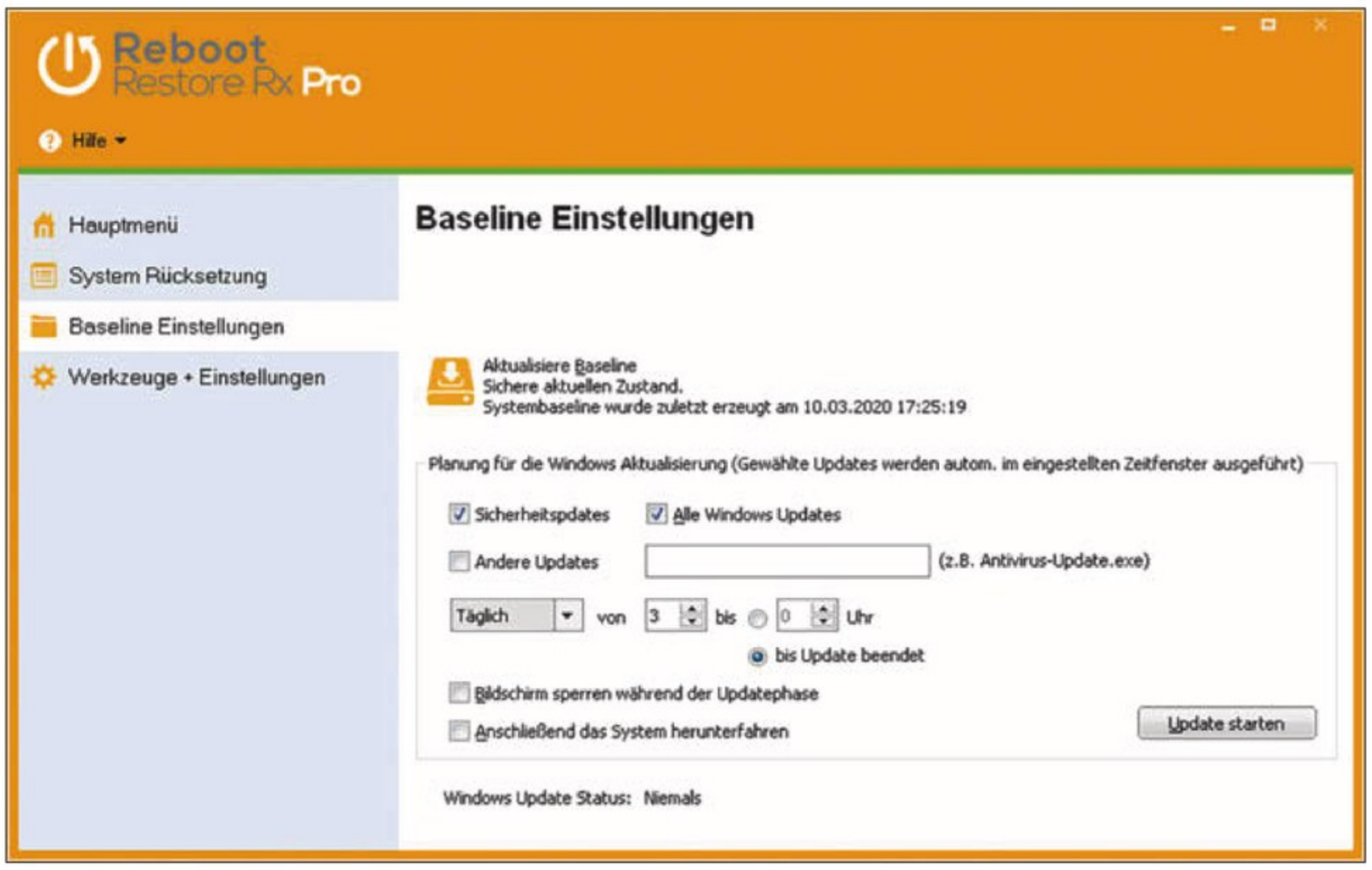


Reboot Restore Rx kann alle Festplattenlaufwerke eines Windows-Systems schützen – auch Wiederherstellungs- und EFI-Partitionen.

Updates

Dieses Verhalten sorgt naheliegenderweise auch dafür, dass Windows-Updates nicht eingespielt werden können, weil das System beim unweigerlichen Neustart zwangsläufig vergisst, dass sie stattgefunden haben. Deshalb lässt sich Reboot Restore Rx zur Installation von Updates und für sonstige Wartungsaufgaben anhalten.

Melden Sie sich dafür mit einem Administratorkonto an Windows an, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Programm-Icon im Infobereich der Taskleiste und dann auf „Disable“. Installieren Sie nun die Updates, starten den PC neu und schalten Sie Reboot Restore Rx auf dem gleichen Wege wieder scharf – das aktualisierte System wird zur neuen Baseline.



Für den professionellen Einsatz bietet Horizon DataSys eine kostenpflichtige Ausgabe von Reboot Restore Rx an, die etwa Windows-Updates automatisiert ins Baseline-System einspielen kann und sich fernwarten lässt.

Virenschutz?

Instant Recovery lässt den Rechner in gewisser Weise unverwundbar erscheinen, weil nahezu jede Änderung mit einem Neustart wieder verschwindet – jedenfalls solange die Instant-Recovery-Software selbst nicht deaktiviert wird. Man darf deswegen aber nicht den Fehler machen, das Ganze als Virenschutz zu verstehen. Zwar sind auch Erpressungstrojaner, Keylogger & Co. nach einem Neustart verschwunden und von einer Ransomware verschlüsselte Dateien wieder lesbar. Bis es so weit ist, kann ein Virus allerdings Schaden anrichten – etwa Passwörter mitlesen, Bankdaten stehlen, Spam verschicken oder versuchen, andere PCs im Netzwerk zu infizieren.

Für öffentliche PCs, die von Hinz und Kunz benutzt werden, ist Instant Recovery daher nicht das Mittel der Wahl. Hier sollte ein Kioskmodus zum Einsatz kommen, der die Infektion des Systems von vornherein verhindert; Instant Recovery kann allerdings durchaus als zweite Schutzschicht dienen, falls ein Benutzer es doch einmal schafft, das System zu beschädigen.

Professioneller Einsatz

Darüber hinaus ist Instant Recovery nicht nur sinnvoll für Party- oder Surf-PCs, sondern findet professionellen Einsatz etwa für Schulungsrechner oder auch Leihgeräte, die Firmen-Admins kurzfristig an Mitarbeiter aushändigen können. Speziell für Schulungsräume ist Instant Recovery zeitlich effizienter als die Verwendung kompletter System-Images, die etwa per Netzwerkinstallation nach jeder Verwendung der Rechner eingespielt werden.

Für solche Szenarien bietet der Hersteller eine Pro-Ausgabe von Reboot Restore Rx an. Sie bietet eine Reihe zusätzlicher Funktionen wie zeitgesteuertes automatisches Zurücksetzen, geplante Windows-Updates, Sperren von Wechseldatenträgern und eine Fernverwaltungskonsole für Administratoren. Mit ihr können sie den Recovery-Zustand geschützter Systeme zentral überwachen, Rechner aus der Ferne zurücksetzen oder sperren und Ähnliches. Für die gelegentliche private Nutzung sind die Preise allerdings happig: Sie beginnen bei einmalig 82 Euro für eine Einzelplatzlizenz plus optional rund 18 Euro jährlich für Updates und Support.

Grenzen

Eine Einschränkung ist, dass Reboot Restore Rx nicht mit Laufwerkverschlüsselung à la BitLocker klarkommt – weder in der Gratisausgabe noch in der oben genannten Pro-Edition. Möglich wird das zum Beispiel mit dem artverwandten Shadow Defender (siehe ct.de/yn2q), einer Software, die lediglich als 30 Tage lauffähige Testversion gratis ist und danach für rund 38 Euro erworben werden will. In Sachen Ausstattung bewegt sich das Programm zwischen den beiden Varianten von Reboot Restore Rx und bietet Ordner-, Datei- und Registry-Zweig-Ausschlüsse, aber keine Optionen für die Fernwartung.

Ein weiteres ähnliches Gratis-Programm heißt ToolWiz Time Freeze. Für unseren Eindruck spricht nichts Essenzielles gegen dieses Tool. Wir haben uns für diesen Artikel dagegen entschieden, weil es im Vergleich zu Reboot Restore Rx in unseren Tests nicht in der Lage war, die Boot-Konfiguration des Betriebssystems zu schützen. In der Praxis muss das allerdings nicht zwingend von Nachteil sein, weil die Anwender des Systems im Regelfall ohnehin keine Administratorrechte haben – die sie aber bräuchten, um am Bootloader herumzupfuschen.

Wie schon ein Kioskmodus kann auch Instant-Recovery-Software eines nicht leisten: Anwender daran hindern, einen bootfähigen USB-Stick anzuschließen und den PC davon neu zu starten, um am Betriebssystem herumzuspielen. Stellen Sie deshalb die Boot-Konfiguration im BIOS so ein, dass der Rechner ausschließlich von der internen Festplatte startet, und schützen Sie das BIOS mit einem Kennwort.

Außerdem befinden sich im BIOS vieler Rechner auch Optionen, um bestimmte Komponenten des Systems abzuschalten. Damit lässt sich etwa unterbinden, dass Anwender USB-Ports, Webcam oder Mikrofon verwenden können.

(jss@ct.de) c't

Literatur

[1] Jan Schüßler, Hartes Fenster, Kioskmodus von Windows 10 einrichten, c't 6/2020, S. 164

Downloads: ct.de/yn2q

Bild: Albert Hulm

Container-Logbücher

Logs aus Docker-Umgebungen sammeln und auswerten

Log-Einträge in einer Docker-Umgebung sind zunächst nur unübersichtliche Zeilen in Textdateien. So richten Sie eine zentrale Auswertung mit einer grafischen Oberfläche ein, damit aus den Daten wertvolle Informationen für die Fehlersuche werden.

Von Jan Mahn

Mit dem Einsatz von Containern werden Anwendungen zwar flexibler und die Einrichtung geht schneller von der Hand. Gleichzeitig werden typische Probleme, denen man auf einem klassisch eingerichteten Server gegenübersteht, durch viele einzelne Container ebenfalls um ein Vielfaches komplizierter. Auch das Logging wird in größeren Container-Zusammenstellungen undurchschaubar, wenn man es bei den Grundeinstellungen von Docker belässt. Zum Glück bekommt man mit etwas einmaligem Einrichtungsaufwand und etablierten Open-Source-Werkzeugen eine zentrale Auswertung mit grafischer Oberfläche.

c't Hardcore

Standard-Ausgang

Docker bringt bereits eine Funktion mit, um Container automatisch von ihren Logs zu befreien und diese in einem Datenspeicher abzuladen – im besten Fall ist das eine Datenbank, die auch Volltextsuche beherrscht. Damit das funktioniert, müssen Sie zuerst alle Anwendungen in Ihren Containern überzeugen, ihre Logs an die richtige Stelle zu schreiben: auf die Linux-Ausgabe-Streams `STDOUT` und `STDERR`. Ob ein Container bereits so eingerichtet ist, finden Sie mit folgendem Befehl heraus:

```
docker logs <Name des Containers>
```

Gibt die Kommandozeile eine Liste von Log-Ereignissen zurück, können Sie sich an den nächsten Schritt machen, das Zusammenführen der Logs in einer Datenbank. Bleibt die Ausgabe leer, müssen Sie zunächst die Dokumentation des Container-Abbilds studieren – vielleicht hat der Autor der Software eine Umgebungsvariable vorgesehen, um den Ausgabeweg für Logs anzupassen.

Hat der Entwickler das versäumt, können Sie ein bestehendes Abbild mit einem eigenen Dockerfile erweitern und danach das neu gebaute Abbild verwenden. Angenommen, eine Anwendung schreibt Logs in die Datei /log/access.log und Fehler nach /log/error.log, müssen Sie in einem Dockerfile nur zwei symbolische Links ergänzen – unter Linux werden auch `STDOUT` und `STDERR` wie eine Datei behandelt:

```
FROM <Name des Images>
RUN ln -sf /dev/stdout /log/access.log
RUN ln -sf /dev/stderr /log/error.log
```

Diesen Trick haben zum Beispiel die Macher des offiziellen Nginx-Images bereits eingebaut, das im Folgenden als Beispiel herhält.

Logsammler

Den Standard-Logging-Treiber von Docker haben Sie bereits kennengelernt. Er gibt Ihnen die Möglichkeit, rudimentär über `docker logs` an die Logs zu kommen. Docker bringt aber noch weitere Treiber fürs Log-Sammeln mit – zum Beispiel, um alle Container-Logs in JSON-Dateien abzulegen. Viel gewonnen hätte man damit aber noch nicht. Wirklich gut durchsuch- und visualisierbar werden die Textschnipsel erst mit einer zentralen Auswertung. Diese übernehmen der Open-Source-Logsammler Fluentd, eine Elasticsearch-Datenbank für die effiziente Suche in großen Datenmengen und die Weboberfläche Kibana.

Fluentd ist ein Projekt, das in den letzten Jahren so stark gewachsen ist, dass es unmöglich ist, alle Funktionen in einem Artikel zu beschreiben. Die Software gehört mittlerweile der Cloud Native Computing Foundation und wird von einer großen Community aus dem Kubernetes-Umfeld vorangebracht – sie funktioniert nicht nur im Zusammenspiel mit Docker, sondern auch in Kubernetes-Clustern. Die Software ist dafür gebaut, Logs anzunehmen, in eine strukturierte Form zu bringen und durchsuchbar abzulegen.

Alle Komponenten laufen selbst in Docker-Containern und sind daher schnell eingerichtet. Über ct.de/yjn4 finden Sie das Beispielprojekt zum Artikel – es enthält eine Docker-Compose-Datei und Konfigurationsdateien für Fluentd und Nginx. Um das Beispiel nachzuvollziehen, laden Sie den Ordner herunter und navigieren auf der Kommandozeile in den ausgepackten Ordner. Mit `docker-compose up` fährt die Zusammenstellung hoch. Das kann je nach Prozessor ein paar Minuten dauern. Sollten Sie in einer Testumgebung unter Windows oder macOS auch nach zehn Minuten noch die Fehlermeldung von Fluentd auf der Kommandozeile sehen, dass Elasticsearch nicht gefunden wurde, sollten Sie dem Docker-Daemon etwas mehr Arbeitsspeicher geben (zu finden über das Wal-Menü in der Menüleiste). Elasticsearch basiert auf Java und ist beim Start sehr speicherhungrig. Im Betrieb geht das zurück.

Rechts sehen Sie das vollständige Docker-Compose-File. Der erste Container enthält Fluentd, mit einem eigenen Dockerfile erweitert um einen Elasticsearch-Adapter. Der Container bekommt eine Portweiterleitung von Port 24224 aus dem Container auf die interne Adresse 127.0.0.1 auf Port 24224. Das ist nötig, damit der Docker-Daemon, der ja auf dem Host läuft, dem Fluentd-Container die Logs übergeben kann. Die Elasticsearch-Datenbank muss nur aus dem Docker-Netz erreichbar sein. Zusätzlich gibt es den Service kibana, der auf Port 5601 die Weboberfläche für die Auswertung präsentiert. Wenn Sie das Setup auf einem Server einsetzen wollen, der im Internet hängt, sollten Sie Kibana unbedingt hinter einem Reverse-Proxy wie Træfik veröffentlichen und eine Anmeldung vorschalten.

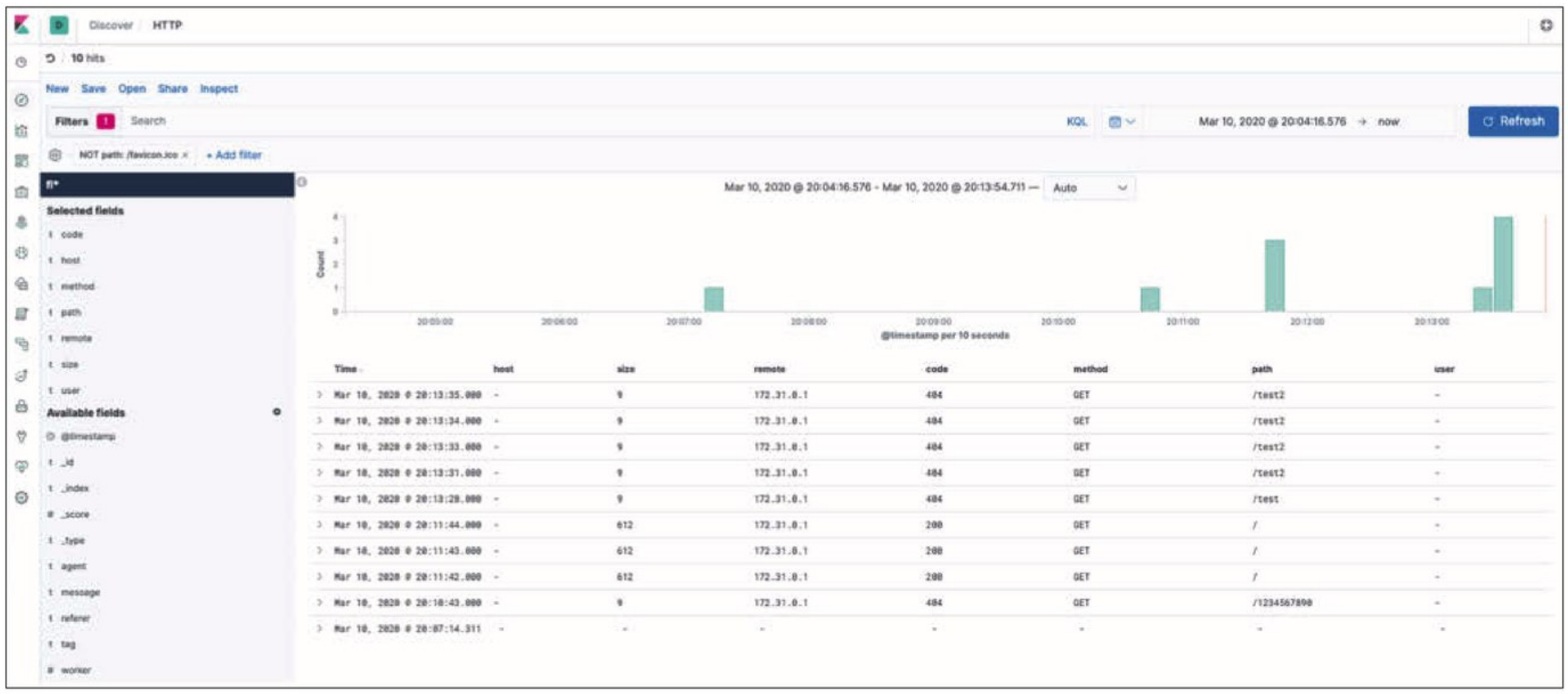
Damit die Logs in der Elasticsearch-Datenbank nicht verloren gehen, müssen Sie dem Docker-Container noch ein Volume übergeben. Die Zeilen sind im Beispielprojekt bei GitHub bereits angelegt, aber auskommentiert. Passen Sie diese an Ihre Umgebung an. Das Kibana-Frontend braucht übrigens keinerlei Volumes. Es speichert alles in der Elasticsearch-Instanz.

Jeder Container, der seine Logs bei Fluentd abliefern soll, muss mit dem Parameter `logging` in der Docker-Compose-Datei darauf vorbereitet werden. Im Beispiel ist das ein Nginx-Container mit dem Namen `web`.

Er besteht aus einem leeren Nginx-Container mit einer kleinen Anpassung: Die Zeile `log_not_found off;` in der Konfigurationsdatei default.conf weist den Server an, bei jeder nicht gefundenen Seite auf eine Fehlermeldung zu verzichten, dass die Datei nicht gefunden wurde. Stattdessen gibt es nur einen Eintrag mit dem Statuscode 404 auf `STDOUT`. Für die Auswertung wäre das doppelte Logging nur hinderlich.

```
version: "3"
services:
  fluentd:
    build: ./fluentd
    volumes:
      - ./fluentd/conf:/fluentd/etc
    ports:
      - "127.0.0.1:24224:24224"
      - "127.0.0.1:24224:24224/udp"
    depends_on:
      - elasticsearch
  elasticsearch:
    image: elasticsearch:7.6.0
    environment:
      - "discovery.type=single-node"
    expose:
      - "9200"
kibana:
  image: kibana:7.2.0
  ports:
    - "5601:5601"
web:
  build: nginx
  ports:
    - "80:80"
  depends_on:
    - fluentd
  logging:
    driver: "fluentd"
    options:
      fluentd-address: ↵
↳localhost:24224
        tag: web.nginx.logs
```

Der Nginx-Container bekommt den Log-Treiber `fluentd`. Mit dem Parameter `fluentd-address` wird dieser angewiesen, alle Logs am Localhost auf Port 24224 abzugeben. Mit dem Parameter `tag` heftet Docker an alle Log-Ereignisse aus diesem Container die Beschriftung `web.nginx.logs` an – das macht es später einfacher, die Logs zu filtern, wenn Sie alle Container auf das zentrale Logging umgestellt haben.



Sind die Logs in Kibana angekommen, sollte man sie thematisch filtern und die Filter speichern.

Sammeln, sortieren, speichern

Damit Fluentd weiß, was es zu tun hat, liest es Anweisungen aus einer Konfigurationsdatei, verfasst in einer Art vereinfachtem XML. Auf Seite 169 sehen Sie die Konfigurationsdatei für das Beispielprojekt. Der Block `<source>` weist Fluentd an, auf Port 24224 zu lauschen und Logs anzunehmen. Das ist nur eine Möglichkeit, Logs in das System zu kopieren. Die Dokumentation, zu finden über ct.de/yjn4, beschreibt andere Eingabekanäle, auch von außerhalb einer Container-Umgebung.

Es folgt ein Block vom Typ `<filter>`. Damit kann man Ereignisse für bestimmte Tags einrichten. In der Compose-Datei hat der Nginx-Container das Tag `web.nginx.logs` bekommen. Da der Filter für alle Nginx-Container angewendet werden soll, kommt der Platzhalter `**` zum Einsatz. Je nach Größe Ihrer Umgebung können Sie sich hier eine passende Struktur anlegen.

Um den Sinn der Parser-Funktion für alle Nginx-Logs zu verstehen, muss man sich anschauen, was bei Fluentd ankommt. Docker lädt jede Zeile, die Nginx auf `STDOUT` schreibt, zunächst als JSON-Objekt bei Fluentd ab. Dazu gehören Metadaten des Ereignisses wie Datum und Uhrzeit und Containername. Der Inhalt der Logzeile selbst landet erst mal im JSON-Feld mit dem Namen „log“.

Nginx schreibt, so wie viele Webserver, für jeden HTTP-Aufruf, den es verarbeitet hat, eine Zeile in einem standardisierten Format. Sie enthält unter anderem den Pfad, die IP-Adresse, das HTTP-Verb, den HTTP-Statuscode und den User-Agent. Wünschenswert wäre es natürlich, wenn man diese Angaben als strukturierte Daten wegspeichern könnte – dann kann man später zum Beispiel alle POST-Aufrufe von einer IP-Adresse an einem bestimmten Tag anzeigen lassen.

Die Umformatierung in ein strukturiertes Objekt ist Aufgabe des Parsers. In der Konfiguration im Filter-Abschnitt wird ihm mitgeteilt, dass unter dem Schlüssel `log` Daten im `format nginx` liegen. Mit `reserve_data false` wird Fluentd angewiesen, den ursprünglichen String zu verwerfen. Fluentd bringt weitere Parser mit, zum Beispiel für Apache-Webserver oder CSV-Logs. Sie können aber auch selbst einen Parser mit einem regulären Audruck definieren – für viele gängige Anwendungen finden sich passende Regex-Zeilen über eine Suchmaschine.

Im letzten Abschnitt der Fluentd-Konfiguration, im Block `<match *.**>`, der für alle Ereignisse gilt, wird das Ziel der Nachrichten definiert – einerseits soll Fluentd alle Log-Zeilen in der Elasticsearch-Datenbank auf Port 9200 ablegen und den Datensätzen das Präfix `fluentd` voranstellen. Gleichzeitig sollen alle Zeilen auch noch mal auf `STDOUT` kopiert werden. Wenn Sie die Zusammenstellung mit `docker-compose up`, also ohne den Parameter `-d`, gestartet haben, können Sie beobachten, dass dort keine Ausgaben des Nginx-Containers mehr auftauchen, sondern vor allem Fluentd dort die verarbeiteten Logs im JSON-Format ausspuckt. Für das Einrichten der Logging-Infrastruktur kann das ganz nützlich sein, später können Sie den Abschnitt `@type stdout` auch aus der Konfiguration entfernen.

Übersicht verschaffen

Einige Minuten nach dem Start der Zusammenstellung erreichen Sie die Oberfläche von Kibana auf Port 5601. Sollten Sie schon mit einer Visualisierungssoftware wie Grafana gearbeitet haben, das eine gute Wahl für Messwerte ist, wird Ihnen vieles in Kibana vertraut vorkommen. Ganz so übersichtlich und intuitiv ist die Einrichtung von brauchbaren Diagrammen in Kibana allerdings leider nicht.

Beim ersten Start werden Sie gefragt, ob Sie mit Beispieldaten arbeiten möchten. Klicken Sie stattdessen auf „Explore on my own“. Öffnen Sie dann links im Menü (das man links unten auch ausklappen kann, um den Namen der Elemente zu sehen) den Punkt „Discover“. Hier müssen Sie im ersten Schritt einen sogenannten Index für die Daten anlegen und dafür angeben, welche Einträge aus der Elasticsearch dazugehören. In der Konfigurationsdatei wurde Fluentd angewiesen, das Präfix „fluentd“ voranzustellen. Tragen Sie daher in das Feld `fluentd-*` ein und setzen Sie den Assistenten fort. Im nächsten Schritt sollen Sie ein Feld auswählen, das die Zeit des Ereignisses enthält. Wählen Sie „@timestamp“ und schließen Sie den Assistenten ab.

Klicken Sie erneut auf „Discover“ im linken Menü, um die Daten zu erkunden. Sollte hier noch nichts angezeigt werden, müssen Sie zunächst Daten generieren.

Öffnen Sie dazu die Adresse „localhost:80“ im Browser und laden Sie die vom Nginx ausgelieferte Seite einige Male neu. Mit dem Button „Refresh“ rechts oben in der Kibana-Oberfläche sollten Sie jetzt Logs sehen. Da Sie nicht alle Details interessieren, sollten Sie links einige relevanten Felder auswählen, zum Beispiel „code“, „path“ und „method“.

Oben können Sie die Datensätze filtern. Um zum Beispiel nur die Logs anzuzeigen, die vom Webserver kommen, und gleichzeitig die Einträge auszublenden, in denen der Browser versucht hat, das Favicon abzurufen, können Sie oben in der Filter-Leiste folgendes eingeben:

```
tag: 'web.nginx.logs' ↵
↳and not path : '/favicon.ico'
```

Die Syntax nennen die Kibana-Entwickler „Kibana Query Language“ (KQL). Die Dokumentation finden Sie über ct.de/yjn4. Optional kann man sich die Abfragen auch über „Add filter“ mit einer grafischen Oberfläche zusammenklicken.

Hat man eine Abfrage für ein bestimmtes Themenfeld zusammengebaut, kann man sie mit „Save“ oben links abspeichern und ihr einen Namen geben – zum Beispiel „HTTP“. Im nächsten Schritt soll aus der Abfrage ein Diagramm entstehen, damit man schnell einen Überblick über die Häufigkeit von HTTP-Statuscodes bekommt. Wechseln Sie dazu links im Menü auf den Punkt „Visualize“ und legen Sie ein neues Diagramm vom Typ „Pie“ an. Wählen Sie als Datenquelle die gerade gespeicherte Ansicht „HTTP“. Den folgenden Teil haben die Entwickler nicht gerade intuitiv gebaut. Um ein Tortendiagramm wie das auf dieser Seite unten zu erzeugen, klicken Sie links auf „Split Slices“ und wählen Sie als Typ „Terms“. Unter „Fields“ suchen Sie im Ausklappmenü nach dem Feld für den Status-Code mit dem Namen „code.keyword“. Sollte er nicht in der Liste auftauchen, wurde der Index generiert, bevor Nginx zum ersten Mal eine Seite ausgeliefert hat. Wenn das passiert, müssen Sie die Liste der Datenfelder neu einlesen lassen. Öffnen Sie links im Menü die Einstellungen und dann „Index Patterns“, dort Ihren Index und oben rechts das Aktualisieren-Symbol. Dann kann es mit dem Tortendiagramm weitergehen. Wählen Sie „code.keyword“ aus, klicken Sie oben auf das Play-Symbol und experimentieren Sie mit dem Auswahldialog für den Zeitraum oben rechts. Wenn das Diagramm bisher nur den Status 200 enthält und etwas eintönig erscheint, können Sie mit dem Aufrufen von nicht existenten Pfaden ein paar Einträge für Fehler 404 provozieren.

Leitstand

Ist das Diagramm fertig eingerichtet (oben rechts können Sie zum Beispiel noch Farben vergeben), speichern Sie auch dieses ab und geben ihm einen Namen wie „Status“. Im nächsten Schritt landet das Diagramm auf einem Dashboard: Öffnen Sie dazu den Menüpunkt „Dashboard“ und fügen Sie mit „Add“ Ihr Tortendiagramm ein. Neben Visualisierungen dürfen Sie auch gespeicherte Suchen auf ein Dashboard legen. Sie werden dann als Tabelle dargestellt. Fügen Sie die anfänglich erstellte Suche „HTTP“ ein. Ein Kibana-Dashboard mit einigen Diagrammen macht sich gut auf einem großem Bildschirm im Entwickler-Büro – Fehler fallen so schneller auf und können beseitigt werden. Sobald Sie ein Dashboard gespeichert haben, gibt es oben im Menü den Button „Full screen“.

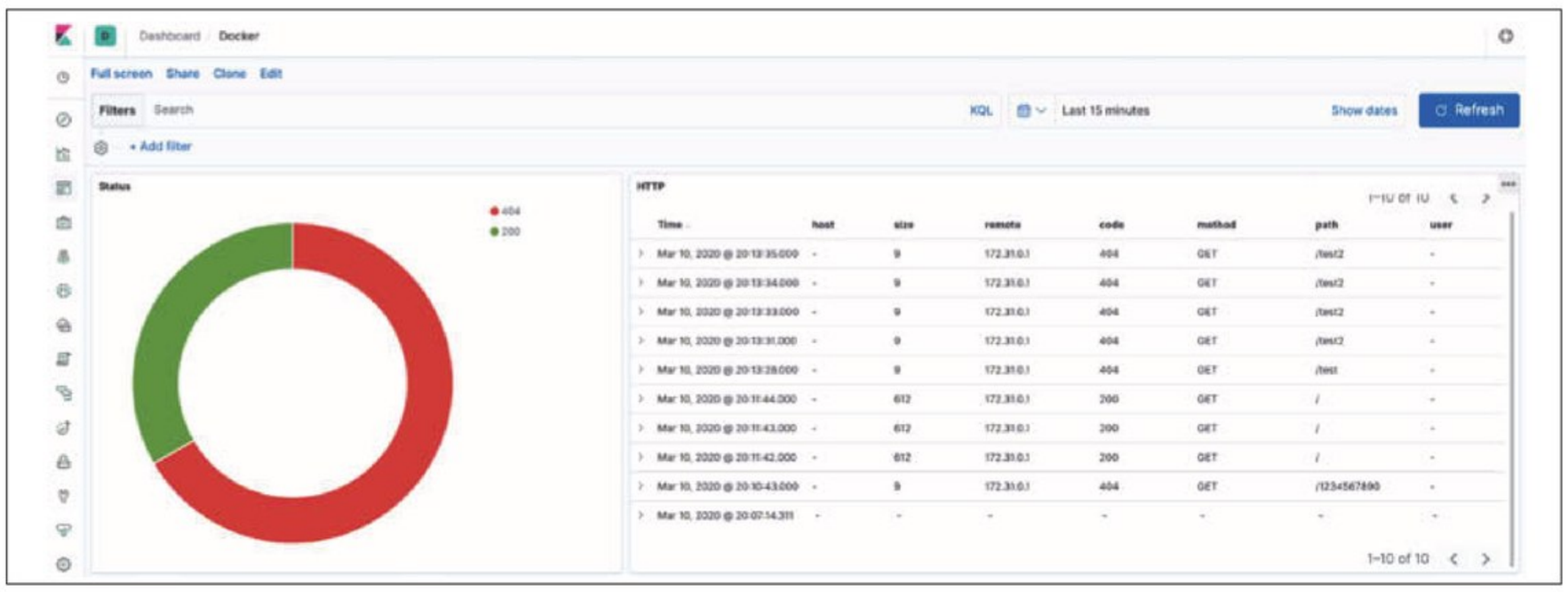
Auch bei der Fehleranalyse ist Kibana hilfreich. Praktisch sind zum Beispiel Filter, die schnell für ein ganzes Dashboard angewendet werden: Wenn Sie sich fragen, woher die zahlreichen Fehler 404 im Tortendiagramm kommen, klicken Sie einfach auf das Tortenstück. Oben in der Filterleiste wird der Filter hinzugefügt und die Tabellenansicht zeigt nur noch die passenden Ereignisse.

Die Einrichtung einer Logging-Infrastruktur mit Kibana und Fluentd mag auf den ersten Blick übermäßig aufwendig wirken. Kommt es in einer produktiven Umbebung jedoch zu Problemen, machen sich die Werkzeuge schnell bezahlt. *(jam@ct.de)* c't

Beispiele: ct.de/yjn4

```
01 <source>
02   @type forward
03   port 24224
04   bind 0.0.0.0
05 </source>
06
07 <filter **.nginx.logs>
08   @type parser
09   format nginx
10   key_name log
11   reserve_data false
12 </filter>
13
14 <match *.**>
15   @type copy
16   <store>
17     @type elasticsearch
18     host elasticsearch
19     port 9200
20     logstash_format true
21     logstash_prefix fluentd
22     logstash_dateformat %Y%m%d
23     include_tag_key true
24     <buffer>
25     flush_interval 1
26     </buffer>
27   </store>
28   <store>
29     @type stdout
30   </store>
31 </match>
32
```

Fluentd bekommt die Anweisungen zum Verarbeiten der Container-Logs in einer Konfigurationsdatei mit vereinfachter XML-Syntax.



Mit Diagrammen und Dashboards werden aus undurchsichtigen Logs endlich hilfreiche Daten für die Fehlersuche.

Bild: Rudolf A. Blaha

Überfälliger Schrittmacher

Webdesign: Internetgeschwindigkeit mit dem Browser ermitteln

Man mag es kaum glauben, aber erst neuerdings kann ein Browser tatsächlich ermitteln und dem Webserver melden, wie schnell der Client ans Internet angebunden ist. Das lässt sich prima nutzen, um responsive Webseiten nicht nur an Displaygrößen und -dimensionen anzupassen, sondern auch an die Leitungseigenschaften.

Von Martin Winkler

Das responsive Webdesign ist ein Segen: Egal ob sich ein Smartphone oder Tablet mit kleinem Display, ein Laptop mit mittelgroßem Bildschirm oder ein PC mit Riesenmonitor beim Webserver meldet, sie alle erhalten eine zu ihrer Displaygröße, -auflösung und -orientierung passende Variante der Webseite, sodass sie im optimalen Fall übersichtlich ist. Diese Faustregeln, die ein Webdesigner für die Entscheidungsfindung nutzt, versagen aber, wenn ein Smartphone über eine langsame Internet-Leitung angebunden ist. Wenn ihm dann der Webserver wegen seiner komfortablen Displaygröße und -auflösung eine „fette“ Version der Webseite mit vielen Fonts, Bildern und anderen Elementen sendet, lahmt der Seitenaufbau.

Die Webdesigner trifft allerdings keine Schuld, denn bei allem Spezifizierungseifer haben es die Entwickler der Webserver und Browser lange Zeit schlicht versäumt, die Leitungseigenschaften zu ermitteln, um diese als Entscheidungskriterium für eine sparsame oder umfangreiche Webseite zu verwenden.

Seit dem Herbst 2019 gibt es unter der Bezeichnung Network Information API immerhin einen brauchbaren Entwurf, den auch mehrere Browser-Hersteller berücksichtigen. Das Projekt haben Mitarbeiter von Mozilla und Telefónica bereits 2011 begonnen. Inzwischen hat die Entwicklung Google-Mitarbeiter Ilya Grigorik übernommen (Director of Developer Relations at Google). Der aktuelle Stand ist auf GitHub veröffentlicht, den Link dazu und zu allem übrigen Zusatzmaterial dieses Beitrags finden Sie über ct.de/yqr4.

Einfacher Entscheidungsbaum

Das Hauptmerkmal ist, dass ein Webdesigner einen oder bei komplexen Webseiten auch mehrere Entscheidungsbäume in die Webseite einbaut. Die Entscheidungsfindung stößt ein Browser an, indem er die Webseite eines solchen Servers abruft. Beim nächsten HTTP-Request kann er die Leitungseigenschaften im HTTP-Header melden, sodass der Server weiß, welche Webelemente am günstigsten für die Übertragung sind. Alternativ kann der Webdesigner dem Client direkt nach dem Verbindungsaufbau JavaScript-Code schicken, mittels dem der Browser entscheidet, welche Webelemente er vom Server anfordert. Beide Methoden kann man nach Belieben mischen. Den JavaScript-Code liefert der Server am besten zu Beginn der Verbindung (z. B. mit der Datei index.html).

Wie der Browser die Leitungscharakteristik ermittelt, spezifiziert das Network Information API nicht; das ist Sache der Browser-Entwickler. Die Latenz lässt sich leicht anhand der Laufzeiten von HTTP-Requests und zugehörigen -Replys messen (Round Trip Time, RTT). Die Übertragungsgeschwindigkeit schätzt man anhand der ersten paar Dateien ab, die der Server zu Beginn der Verbindung schickt. Zu den Kandidaten gehören Index-Dateien, CSS-Infos oder erste Bildchen (20 bis 30 KByte). Und ob das Gerät, auf dem der Browser läuft, über WLAN, Mobilfunk oder Ethernet ans Internet angekoppelt ist, verrät dessen Betriebssystem.

JavaScript-Abfrage genügt

Das alles muss man beim Bau der Webseiten nicht wissen, sondern lediglich die Ergebnisse abfragen. Wenn ein Webbrowser für das Network Information API ausgelegt ist, und der Webdesigner JavaScript verwenden will, nutzt er das Objekt `connection`:

```
var connection = navigator.connection
  || navigator.mozConnection
  || navigator.webkitConnection;
```

Es hat folgende Eigenschaften (read-only):

- `downlink` gibt die geschätzte Download-Geschwindigkeit in Vielfachen von 25 kBits/s an.
- `downlinkMax` ist die maximale Geschwindigkeit in MBit/s, die der aktuelle Verbindungstyp liefern kann.
- `effectiveType` gibt den Verbindungstyp an. Es sind vier definiert, nämlich „slow-2g“, „2g“, „3g“ und „4g“.

`rtt` bezeichnet die Roundtrip Time, also die Latenz der aktuellen Verbindung und zwar gerundet auf ein Vielfaches von 25 Millisekunden. Der Parameter `saveData` lautet `true`, wenn der Benutzer den Datensparmodus aktiviert hat (z. B. Datenkompression), andernfalls `false`. Und schließlich steht in `type` die Internet-Anschlussart: „bluetooth“, „cellular“, „ethernet“, „wifi“, „wimax“, „none“, „mixed“, „other“ oder „unknown“.

Registriert man für das Objekt einen Event-Handler, informiert JavaScript dynamisch über Änderungen der Verbindung. In unseren Tests passierte das reproduzierbar – zum Beispiel, wenn ein Laptop von LAN zu WLAN und zurück gewechselt ist.

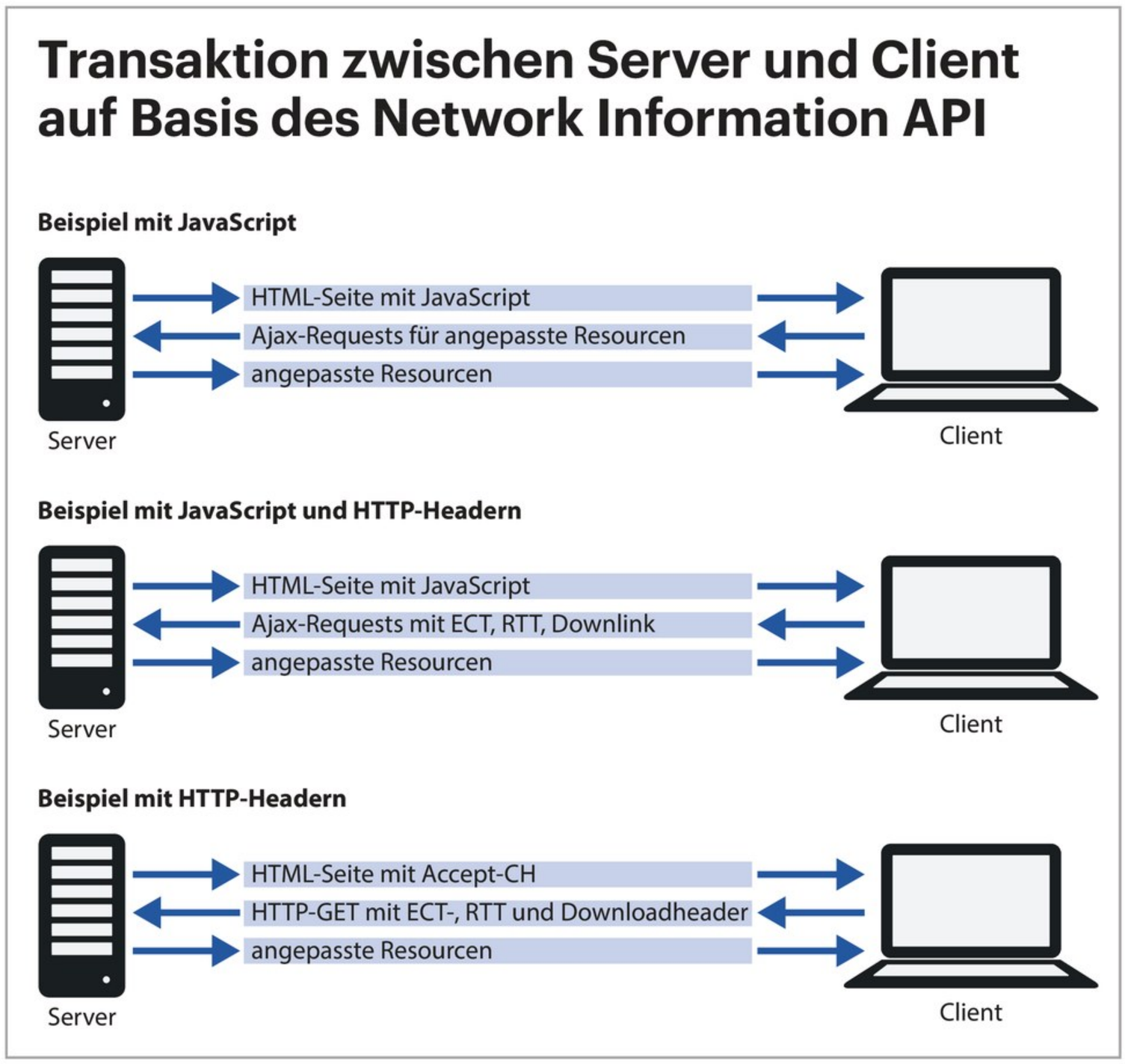
Für erste Schritte mit dem API kann man zum Beispiel ein Skript in eine Webseite einbauen, das dem Benutzer die vom Browser ermittelten Leitungseigenschaften in einem Dialog mitteilt. Dabei genügt es, das Skript in die Startseite einzukopieren. Normalerweise würde man die Daten des Connection Object aber nur auslesen und zur Entscheidungsfindung verwenden, ohne sie wie im Beispiel in einer Variable (`s`) zusammenzufassen.

Das Skript, das Sie über ct.de/yqr4 finden, holt zunächst das Connection Object und baut aus den Properties des Objekts einen String, der dann als Messagebox ausgegeben wird.

Und so sieht ein Skript aus, das bei langsamen Verbindungen (slow-2g oder 2g) die Übertragung eines Hundebilds erspart und stattdessen das einer kleineren Katze nutzt:

```
<img id="dog">
// ...
var dog_pic =
  document.getElementById("dog");
if (/\slow-2g|2g/.test(
  navigator.connection.effectiveType))
{
  // Abfrage auf slow-2g oder 2g
  doc_pic.src = "placeholder.png";
}
else {
  doc_pic.src = "dog.png";
}
```

Alternativ zu JavaScript kann der Browser die Leitungseigenschaften auch im Rahmen von HTTP-Requests mittels spezifischer HTTP-Header melden. Das kann nützlich sein, wenn JavaScript im Browser abgeschaltet ist oder allgemein, wenn man sich den JavaScript-Code sparen will. Es handelt sich um dieselben Parameter, nur ist die Schreibweise bei Headern ein wenig anders (`ECT`, `Downlink`, `RTT` und `Save-Data`). Save-Data schickt der Browser un-



aufgefordert, wenn der User im Browser den Datensparmodus aktiviert hat.

Fordert der Client ein Dokument an, antwortet der Server mit einem HTTP-Response. Im Response-Header trägt er die Network-Information-Parameter ein, die er verarbeiten kann (accept client hints, Accept-CH), also etwa RTT oder ECT. Ein Browser kann dann beim Abruf weiterer Webseiten die gewünschten Informationen in HTTP-Headern übermitteln (z. B. RTT, Download und ECT).

Je nach Inhalt der Antwort kann der Server bei schnellen Verbindungen hochaufgelöste Inhalte liefern und bei langsamen nur geschrumpfte Bilder schicken (z. B. höher komprimierte JPEGs oder Versionen mit niedrigeren Auflösungen). Dafür braucht man ein Server-seitiges Skript, das prüft, ob der Client solche Header geliefert hat und das je nach Header-Inhalt andere Resourcen zum Ausliefern bereitstellt. Die Einzelheiten unterscheiden sich je nach Server-Architektur, weshalb wir dafür auf die jeweilige Dokumentation verweisen.

Die Spezifikation gibt Anhaltspunkte darüber, welche Werte für eine bestimmte Latenz (`RTT`) und eine maximale Download-Geschwindigkeit bei bestimmten Verbindungstypen (`effectiveType`) zu erwarten sind (siehe Tabelle).

In der Tabelle sind minimale Latenzen und Bandbreiten aufgeführt, die Entwickler selbst im Rahmen erster Tests im Jahr 2017 mit dem Chrome-Browser auf Android ermittelt haben.

Anwendungen

Im einfachsten Fall lässt sich das Network Information API nutzen, um Bilder automatisch vorzuladen, wenn man von einer langsamen Verbindung ausgeht. Allerdings sollte man bei einem mobilfunkgestützten Internet-Zugang zwischen mehreren Szenarien unterscheiden.

Zunächst sollte man berücksichtigen, dass Mobilfunk-User für den Internet-Zugang meist auf Basis von übertragenem Volumen zahlen. Wenn der Browser also eine `cellular`-Verbindung signalisiert, sollte der Server generell volumenschonende Inhalte ausliefern.

Je nach dem, ob der Browser eine geringe oder hohe Latenz meldet, empfiehlt sich eine von zwei Strategien: Wenn die Latenz gering ist, sollte der Webserver bestimmte Elemente, zum Beispiel Landkarten, stückchenweise nach aktuellem Bedarf ausliefern. Dafür sind zwar viele einzelne Ajax-Requests erforderlich, aber wenn die Latenz niedrig ist (z. B. 20 bis 30 Millisekunden), bekommt der Server die Anfragen schnell genug und liefert die gerade benötigten Landkartenelemente ebenso flink, aber volumensparend aus.

Bei hoher Latenz (z. B. 200 bis 300 Millisekunden) würde man lieber auf statische Inhalte zurückgreifen, weil dafür weniger Ajax-Requests erforderlich sind. Gegenüber dem dynamischen Seitenaufbau mit vielen Ajax-Requests spart das Zeit beim Seitenaufbau. Dabei werden aber auch Landkartenelemente übertragen, die sich der Nutzer gar nicht ansieht, sodass man bewusst zu Gunsten der Darstellungsgeschwindigkeit ein wenig Übertragungsvolumen vergeudet.

Wenn der Browser hohe Geschwindigkeit und kurze Latenzen meldet, beispielsweise bei `ethernet`-Verbindungen, kann man großzügig sein und hochaufgelöste statische Inhalte ausliefern.

Aktuell ist die Browserunterstützung auf Desktop-Systemen spärlich, auf mobilen Browsern etwas besser. Welche Browser das API bereits nutzen, führt der Entwickler auf der Projektseite auf. Darunter sind viele aktuelle Browser. Hellgrün oder grün unterlegte Versionsnummern der Browser können die Network-Information-API-Daten ermitteln und in einem Dialog einblenden. Rot unterlegte Versionsnummern bedeutet: Feature nicht implementiert. In einigen Browsern sind nur Teile der Network-Information-API-Spezifikation eingebaut (z. B. in Microsofts Edge-Browser). *(dz@ct.de)* c't

Network Information API auf GitHub, Beispielskript: ***ct.de/yqr4***

Effektive Verbindungsarten (ECT)

ECT	min. Latenz (ms)	Maximum downlink (KBit/s)	Eignung
slow-2g	2000	50	nur für kleine Datenmengen, zum Beispiel Text
2g	1400	70	überwiegend Text, aber auch kleine Bilder
3g	270	700	große Elemente wie hochaufgelöste Bilder, Audio und Video
4g	10	20.000	HD-Videos, Echtzeit-Videos, etc.

storage2day

22.–24. September 2020

Print Media Academy, Heidelberg

Die Konferenz zu Speichernetzen und Datenmanagement

Programm demnächst online

Die **storage2day** ist die neue Fachkonferenz für Systemadministratoren, IT-Leiter und alle mit Storage und Backup befassten Fachleute. Nach ihrer erfolgreichen Premiere 2019 geht sie nun in die zweite Runde.

Das sind die Top-Themen der storage2day 2020:

- **Software-defined Storage**
- **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.

www.storage2day.de

Goldsponsoren

CLOUDIAN · DATACORE · FAST LTA · FUJIFILM · TechData Advanced Solutions · THOMAS KRENN

Silbersponsor: point software & systems

Veranstalter: iX · dpunkt.verlag

Zu früh gefreut

Wolcen: Diablo-Klon mit Startschwierigkeiten

Das ambitionierte Action-Rollenspiel Wolcen des gleichnamigen französischen Indie-Studios will Diablo vom Thron stoßen, kämpft aber Wochen nach der Veröffentlichung noch mit hartnäckigen Kinderkrankheiten.

Von Andreas Müller

Verschwundene Spielstände, Server-Probleme im Online-Modus und technische Mängel strapazieren die Geduld der Spieler. Eigentlich schade, denn wenn es funktioniert, ist Wolcen ein Traum für Diablo-Fans.

Dralle Amazonen, Pathos und Rüstungen im XXL-Format – die Autoren des Spiels wildern in etlichen Fantasy-Klischees und erzählen eine Story, die nicht altbackener hätte sein können: finstere Dämonen, die ein Reich bedrohen; ein Held mit einer geheimnisvollen Bestimmung und Verbündete, die sich als Vasallen des Bösen entpuppen. Das ist alles düsterer als im Vorbild Diablo 3, bietet aber wenig Spannung und Überraschungen. Allerdings liegen die Vorzüge von Wolcen nicht in der Story, sondern in der motivierenden Jagd nach Monstern und Ausrüstung.

In der Vogelperspektive hetzen die Spieler ihre Helden per Mausklick durch die langen, oft schlauchartigen Level. Sie stürzen sich mit Gebrüll auf die Feinde, zerteilen Monster, Hexer und Dämonen mit ihrer Kampfaxt, werfen Feuerbälle um sich oder kreiseln mit tödlicher Geschwindigkeit durch Horden von Gegnern. Die visuelle Wucht geht aber auf Kosten des Überblicks. Manchmal ist nicht erkennbar, wo der Mauszeiger gerade ist und auf welchen Gegner man klicken muss.

Bestimmte Charakterklassen wie Magier oder Ritter gibt es nicht. Stattdessen sind die Spieler frei in der Charakterentwicklung und können robuste Nahkampfmagier, flinke Assassinen mit Fernkampfangriffen oder sture Kampfprotze basteln, die jedem Ansturm standhalten. Später kann man eine Figur in überlebensgroße, sogenannte Aspekte verwandeln, die noch mehr Schaden anrichten können. Dafür bieten die Entwickler ein komplexes Fähigkeitensystem an, das bis ins Detail das Anpassen individueller Stärken der Spielfigur erlaubt. Wer will, kann die jeweilige Rüstung sogar schick einfärben. Bislang gibt es keine Mikrotransaktionen, die gegen echtes Geld Vorteile im Spiel verschaffen.

Diese Voraussetzungen schaffen schnell das wohlige Diablo-Gefühl und ehe man sich versieht, sucht man gierig nach legendären Waffen, verziert seine Ausrüstung mit mächtigen Kristallen für mehr Schaden und bastelt an der perfekten Ausstattung. Obwohl der Einstieg ins Spiel unkompliziert ist, wird es bei den wenigen Bosskämpfen in den drei Spielakten knifflicher. Dann können sich die Spieler nicht nur auf ihre Ausrüstung verlassen, sondern müssen viel Geschick und Taktik beweisen. Nach der Kampagne erwartet die Spieler ein originelles Endgame, in dem sie mit zufällig generierten Missionen den Ausbau einer ganzen Stadt vorantreiben.

Originelles Konzept, zahllose Bugs

Dieses Gesamtpaket hätte so schön sein können, wenn sich die Entwickler bei ihrer Veröffentlichungspolitik nicht gehörig verhoben hätten. Trotz langer Early-Access-Phase auf Steam waren die Server für den Online-Koop-Modus tagelang nicht erreichbar. Jeder Start war ein Glücksspiel, weil der mühsam aufgebaute Held spurlos verschwunden war. Und wenn die Spieler unerwartet bei einem Bosskampf in der Umgebung hängen blieben, war der Ärger in den Foren groß. Ein Unding: Spielstände für Einzelspieler sind im Off- und Onlinemodus nicht kompatibel. Nach einigen Patches hat sich die Lage verbessert. Für die nächsten Monate haben die Entwickler eine intensive Fehlerbehebung angekündigt, bevor es mit neuen Inhalten weitergehen soll.

Ein Erfolg ist Wolcen trotzdem: Bis Anfang März wurde das Spiel rund eine Million Mal gekauft. Man muss sich dennoch fragen, ob hinter der verkorksten Veröffentlichung Naivität oder Berechnung steckt. Warum wurde das Thema Bug-Hunting fahrlässig vernachlässigt? Wollten die Entwickler schnell abkassieren, bevor größere Titel den Markt überschwemmen? Das französische Entwicklerstudio hat mit dem holprigen Start viel Vertrauen verspielt. Jetzt muss es zeigen, dass es nicht nur ein tolles Konzept, sondern auch ein ausgereiftes Spiel liefern kann. *(Andreas Müller/lmd@ct.de)* c't

Wolcen

Action-Rollenspiel	
Vertrieb	Wolcen Studios, https://wolcengame.com
Systeme	ab Windows 7
Preis	35 €
USK	nicht geprüft

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 ›

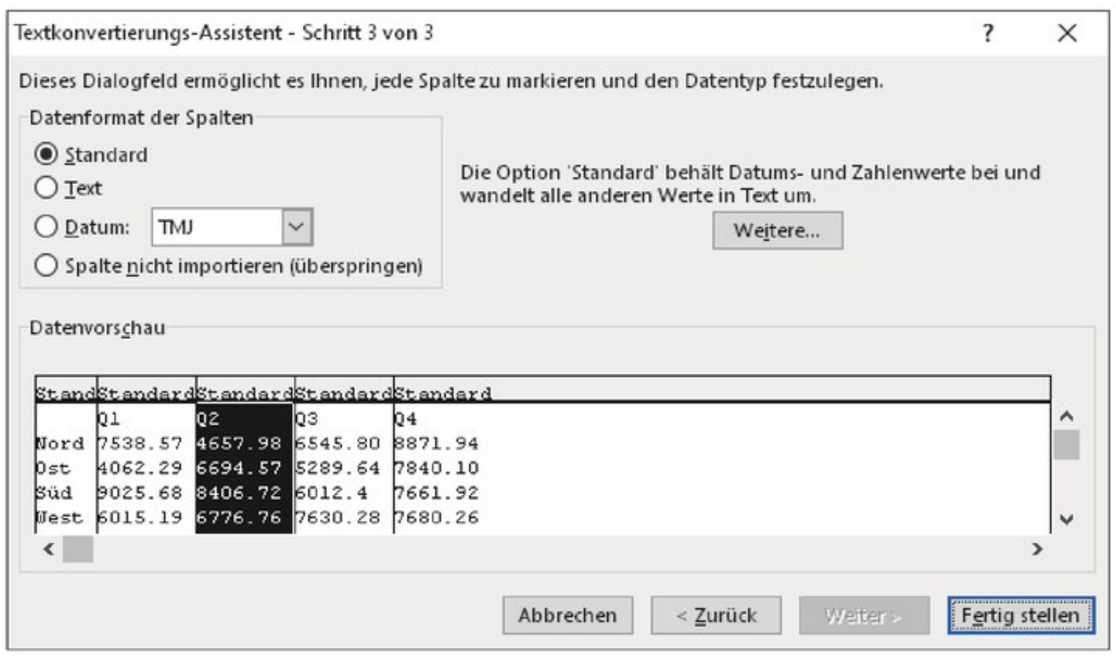
Sie fragen – wir antworten!

Excel: CSV-Import-Dialog erzwingen

Wenn ich eine CSV-Datei mit Excel öffne, zeigt mir die Tabellenkalkulation manchmal einen Import-Wizard an, manchmal überspringt sie ihn. Von sich aus interpretiert Excel in den von mir regelmäßig verwendeten Dateien häufig einige Spalten fälschlicherweise als Datum – ich würde sie gern von vornherein als Text deklarieren.

Excel zeigt diesen Dialog zuverlässig an, wenn Sie die Datei vor dem Öffnen in eine Textdatei umbenennen, also etwa von Daten.csv in Daten.txt. Öffnen können Sie sie dann allerdings nicht mehr per Doppelklick im Explorer, sondern nur über den „Datei öffnen“-Dialog in Excel selbst. Auch beim Laden über den Explorer-Kontextmenübefehl „Öffnen mit“ überspringt Excel gerne mal den Import-Wizard.

Mit folgender Vorgehensweise, die allerdings nur in älteren Excel-Versionen funktioniert, kommen Sie ohne Umbenennung aus: Starten Sie Excel mit einer neuen, leeren Arbeitsmappe. Importieren Sie Ihre Datei dann mit dem Befehl „Daten/Aus Text“. Der Import-Assistent fragt Sie im letzten Schritt, ob Sie die Daten an der Cursor-Position einfügen oder in ein neues Blatt übernehmen wollen. *(hos@ct.de)*



Den Assistenten zum Import von Textdateien zeigt Excel nur nach Lust und Laune an – oder wenn man es zwingt.

Windows 10: Was taugt der Ransomware-Schutz?

In den Artikeln in c’t 6/2020 zum Schutz vor Emotet erwähnen sie nicht den in Windows 10 eingebauten Ransomware-Schutz. Können Emotet oder andere Schädlinge den aushebeln?

Der Ransomware-Schutz kann Sie davor bewahren, dass Krypto-Trojaner Ihre lokalen Dateien verschlüsseln. Standardmäßig befinden sich auf der Liste der geschützten Ordner die Dokumente, Fotos, Videos, Musik und Favoriten. Das ist durchaus sinnvoll, kann jedoch auch im Alltag zu Problemen führen – Sie müssen die Liste der vertrauenswürdigen Apps, die auf die geschützten Ordner zugreifen dürfen, von Zeit zu Zeit nachjustieren, damit Sie wie gewohnt weiterarbeiten können.

Da es Emotet nicht nur auf den einzelnen Client, sondern vor allem auf das große Ganze abgesehen hat, sollten Sie sich nicht auf diese Schutzbarriere verlassen. Emotet versucht, die Kontrolle über das gesamte Netzwerk zu übernehmen, unter anderem das Active Directory. Ist das gelungen, kann der Schädling auch die darüber verwalteten Rechner steuern und umkonfigurieren. Auf diese Weise kann er eine Gruppenrichtlinie ausspielen, welche den Ransomware-Schutz einfach abschaltet – siehe auch die unter ct.de/y4zw verlinkte Microsoft-Dokumentation dazu.

Da der Ransomware-Schutz im Falle einer lokalen Infektion des Rechners durch einen Krypto-Trojaner durchaus Dateien vor der Verschlüsselung bewahren kann, ist es dennoch ratsam, diese Barriere aufzustellen. *(rei@ct.de)*

***Microsoft-Doku zu „Controlled Folder Access“:* ct.de/y4zw**

Fünf Netzwerkkabel in vier Steckplätze

Mein Router bietet vier Netzwerkanschlüsse, ich möchte aber gern fünf Geräte per Kabel anschließen. Im Internet habe ich nun Splitterkabel und -adapter gefunden, die so aussehen, also ob man damit zwei Kabel an einen Anschluss bekommt. Aber funktioniert das auch? Oder muss ich einen stromfressenden Switch betreiben?

Solche Splitter sind ursprünglich dazu vorgesehen, eine im Gebäude verlegte Netzwerkleitung mit zwei Geräten zu teilen. Dabei braucht man den Switch dann halt am anderen Ende. Selbst wenn der Splitter an Ihrem Router als passiver Verteiler funktioniert, kann aber immer nur eines der beiden Geräte die Ethernet-Verbindung bekommen. Sie sparen also vielleicht ein bisschen physische Stöpselei, müssen aber auf den Geräten den Port wechselweise aus- und einschalten oder die Geräte wechselweise betreiben.

Obendrein fällt beim Einsatz solcher Splitter die Ethernet-Geschwindigkeit von 1000 auf 100 MBit/s herunter, also auf ein Zehntel. Fürs Surfen im Internet genügt das noch, aber Transfers großer Dateien etwa bei Backups machen mit 12 statt 115 MByte/s keinen Spaß mehr. Installieren Sie also lieber einen preisgünstigen Gigabit-Switch mit fünf oder acht Ports. Solche Geräte gibt es ab 12 Euro. Moderne Exemplare ziehen wenig Leistung aus der Steck-

dose, typischerweise unter 2 Watt bei Nutzung von drei Ports. Meiden Sie aber vermeintliche Gebraucht-Schnäppchen, denn Switches von 2010 und früher werden im Lauf der Zeit über die Stromrechnung teuer. *(ea@ct.de)*

Maximale Download-Geschwindigkeit

Ich habe einen DSL-Anschluss von 1&1, der eine Geschwindigkeit von 50 MBit/s bieten soll. Der Router zeigt mir auch ungefähr 51 MBit/s beim Download und 11 MBit/s beim Upload an. Laut Rechnern im Internet müsste ich damit eine Übertragungsgeschwindigkeit von 6,3 MByte/s erreichen. Mein Download-Manager zeigt mir aber beim Download mehrerer großer Dateien von unterschiedlichen Servern nur eine Geschwindigkeit von ungefähr 5,5 MByte/s an. Sind die 6,3 MByte/s überhaupt erreichbar?

50 MBit sind 50 / 8 MByte, also 6,25, gerundet 6,3. Insofern stimmt die Rechnung. Die Geschwindigkeit liefert Ihre Leitung auch. Nur geht von dieser Bruttorate etwas für die nötigen Header bei der Protokollkapselung (MAC/IP/TCP/HTTP) drauf. Bei einem HTTP-Download entsteht so etwa ein Verschnitt in Höhe von rund 13 % der Brutto-Datenrate. Ihre netto angezeigten 5,5 MByte/s sind also die maximal mögliche Nettodatenrate auf Anwendungsebene. *(ea@ct.de)*

USB-Hub für Raspberry Pi?

Ich möchte an meinem Raspberry Pi (Version 3B) eine externe Festplatte betreiben, um deren Inhalte im Netz freizugeben. Der 3er Raspi hat aber ja nur USB 2.0. Bekommt eine externe Platte damit überhaupt genug Strom? Oder sollte ich besser einen aktiven Hub verwenden?

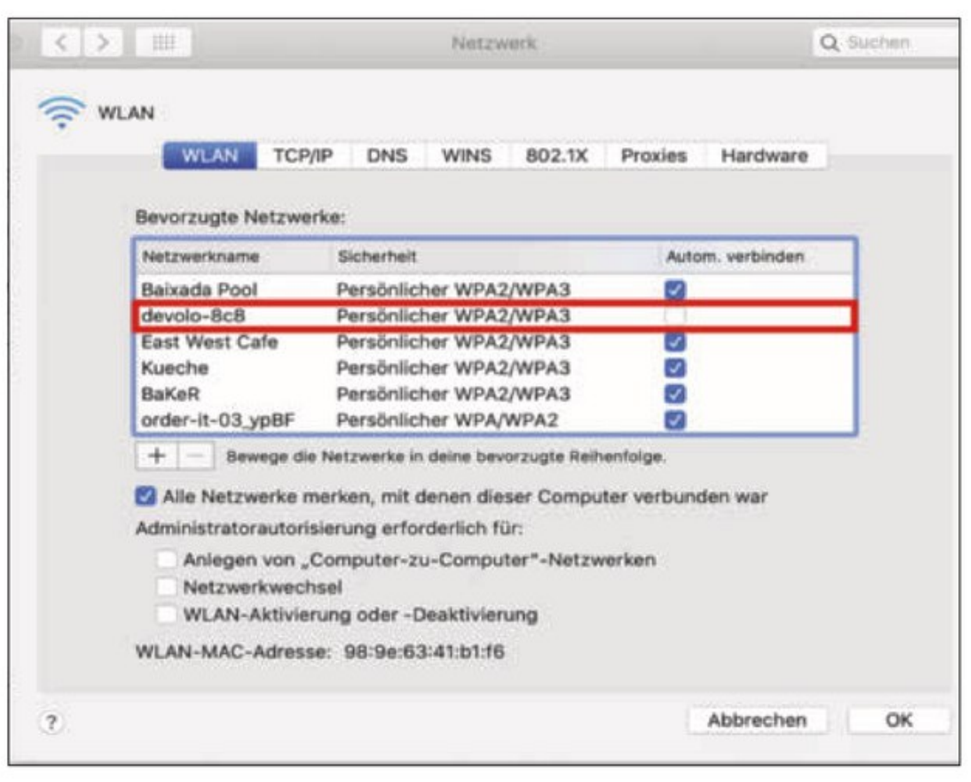
USB 2.0 liefert offiziell 500 mA, also 2,5 Watt. Bei unseren Festplattentests stecken wir diese versuchsweise auch an einen USB-2.0-Anschluss und messen die mögliche Geschwindigkeit. Bislang lief noch jede Platte an, obwohl etwa eine 5-TByte-Maxtor-Festplatte dabei mit 3 Watt Aufnahmeleistung den USB-Port eigentlich über Gebühr belastetet. Ab Version 3 liefert der Raspi aber sowieso mehr Leistung: Alle USB-Ports zusammen sind mit 1200 mA (6 Watt) belastbar. Für eine einzelne Festplatte ist das mehr als ausreichend, sofern das Raspi-Netzteil ausreichend Leistung bietet. Ein Hub ist also nicht notwendig, zumindest wenn Sie nicht noch weitere stromhungrige Hardware angeschlossen haben.

Richtig schnell wird das NAS mit dem Raspi 3 jedoch nicht: Die Datenübertragungsrate von USB 2.0 liegt bei maximal rund 40 MByte/s. Wenn irgend möglich, dann sollten Sie für das Mini-NAS lieber einen Raspi 4B verwenden, der bereits mit zwei USB-3.0-Schnittstellen ausgestattet ist. Die Geschwindigkeit steigt auf bis zu 100 MByte/s. Zwar steigt durch die höhere Geschwindigkeit auch die Leistungsaufnahme, mehr als 4 Watt haben wir jedoch bei solchen Festplatten noch nie gemessen. *(ll@ct.de)*

Mac nicht automatisch mit einem WLAN verbinden

Vor einigen Wochen habe ich meinen Nachbarn mit einem Netzwerkproblem geholfen und mich dazu in deren WLAN angemeldet. Seitdem lande ich immer wieder in deren Funknetzwerk, weil es stellenweise ein stärkeres Signal hat als mein eigenes. Ich will den Eintrag aber auch nicht löschen, falls ich mal wieder helfen muss. Wie gewöhne ich dem Mac die falsche Verbindung ab?

Die automatische Anmeldung lässt sich in macOS einfach deaktivieren. Sie müssen nur unter „Systemeinstellungen/Netzwerk/WLAN/Weitere Optionen“ das Häkchen unter „Autom. verbinden“ neben dem Funknetzwerk entfernen, das der Mac künftig ignorieren soll. *(bkr@ct.de)*



Entfernen Sie das Häkchen neben dem Netzwerknamen, damit sich der Mac nicht mehr ungewollt mit einem bekannten WLAN verbindet.

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

c’t Magazin

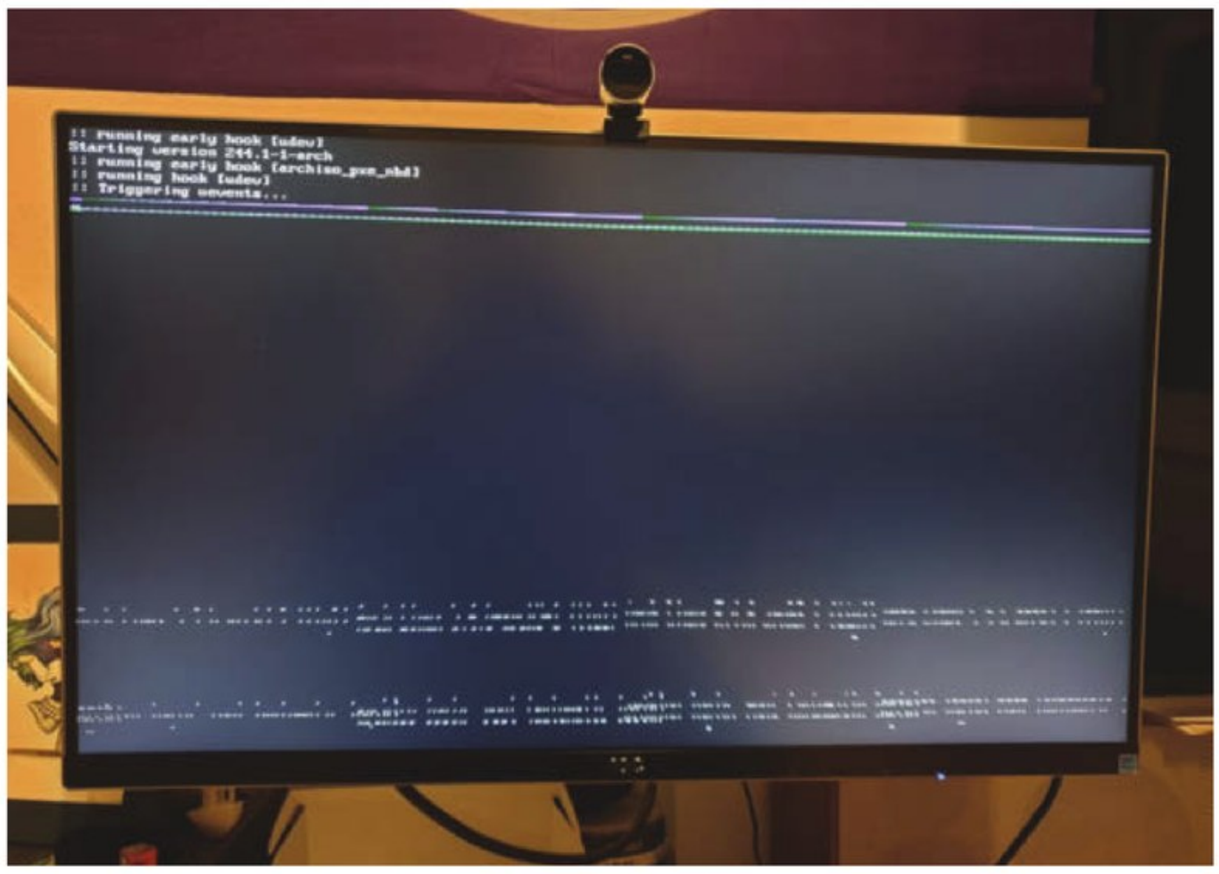
@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline.**

WLAN-Router Turris Omnia auf SFP umstellen

Ich nutze einen Turris-Omnia-Router für meinen Internetzugang. Demnächst werde ich auf Glasfaser umgestellt und möchte ein SFP-Modul dafür direkt im Router betreiben statt über einen externen Wandler am Ethernet-WAN-Port. Muss ich dafür irgendwas in der Router-Konfiguration umstellen?

Bei der zum Redaktionsschluss aktuellen Firmware 4.0.5 des Turris Omnia gab es leider keinen einfach zu findenden Schalter, um den WAN-Port von Ethernet auf SFP umzuschwenken. Sie müssen sich als root per ssh auf dem Router anmelden (`ssh root@192.168.1.1`), dort in den Ordner /boot wechseln (`cd /boot`) und den symbolischen Link für den Device Tree Blob (dtb, kompilierte Hardwarebeschreibung) umstellen: `ln -sf armada-385-turris-omnia-sfp.dtb dtb`. Nach dem Neustart, den Sie gleich auf der Kommandozeile per `reboot` auslösen können, verwendet der Turris Omnia ein im SFP-Slot steckendes Modul als WAN-Schnittstelle. Um die Änderung später rückgängig zu machen, gehen Sie analog vor, nehmen als Ziel für den symbolischen Link aber den Ether-



Der Nouveau-Treiber im Arch-Installationsmedium vom März 2020 produziert mit Nvidias RTX 2070 Bildfehler.

net-PHY-DTB (`ln -sf armada-385-turris-omnia-phy.dtb dtb`). *(ea@ct.de)*

Gnome 3.36: Shell lässt sich nicht mehr schließen

Seit mein Arch-Linux Gnome auf Version 3.36 aktualisiert hat, kann ich die Gnome-Shell zwar öffnen, aber auf keinem Weg mehr schließen. Die Super-Taste, Alt+F1, die Hot-Corner und die „Aktivitäten" öffnen zwar alle die Shell, keine dieser Möglichkeiten schließt sie jedoch. Wie kann ich das reparieren?

Vermutlich ist eine der installierten Erweiterungen nicht mit der neuen Gnome-Version kompatibel. Dass eine inkompatible Erweiterung das Schließen der Shell verhindert, ist kurios, kommt aber vor.

Die Erweiterungen liegen in den Verzeichnissen ~/.local/share/gnome-shell/extensions und /usr/share/gnome-shell/extensions, je nachdem, ob sie für den User oder systemweit installiert wurden. Wenn Sie beide Verzeichnisse umbenennen, beispielsweise in `3.34_extensions`, startet Gnome ohne Erweiterungen, aber mit funktionierender Shell.

Nun können Sie behutsam einzelne Erweiterungen erneut installieren, um dem Übeltäter auf die Schliche zu kommen. Welche Erweiterungen Sie ursprünglich installiert hatten, erkennen Sie an den Namen der Unterordner in den beiden umbenannten Verzeichnissen. Je länger Sie damit warten, desto größer werden die Chancen, dass Updates die Erweiterungen an Gnome 3.36 anpassen und das Problem verschwindet. *(pmk@ct.de)*

Linux bootet nicht nach BIOS-Update

Nach einem Update der UEFI-Firmware auf meinem Mainboard mit X570-Chipsatz für den Ryzen 3950X bootet mein Arch Linux nicht mehr. Die PCIe-4.0-SSD taucht im Boot-Menü zwar auf, Grub startet aber nicht. Der neueste Arch-Stick bootet zudem auch nicht, weil der Nouveau-Treiber an der RTX 2070 im System versagt. Wie kann ich mein Linux reparieren?

Das Firmware-Update hat im Flash-Speicher des Mainboards die EFI-Boot-Informationen überschrieben. Wenn Arch gemäß der Installationsanleitung eingerichtet wurde, ist Grub allerdings so installiert, dass ein Systemstart nur mit diesen Informationen möglich ist.

Dass das Arch-Installationsmedium einen Nouveau-Treiber mitbringt, der mit der RTX 2070 kein lesbares Bild erzeugt, ist ein zweites, vom Update unabhängiges Problem.

Wir konnten die Grafikprobleme mit der Nvidia-Karte umgehen, indem wir ein Ubuntu-Installationsmedium mit dem Fallback-Grafiktreiber gebootet haben. Mit dem kommen Sie zu einem lauffähigen Linux mit niedriger Grafikauflösung, aber funktionierendem Konsolenfenster. Mit dem können Sie mit folgenden Befehlen ein `chroot` ins Arch-System auf /dev/nvmen0 machen (die erste Partition ist hier die EFI-Partition, die zweite das Root-Dateisystem):

```
sudo mount /dev/nvmen0p2 /mnt
sudo mount /dev/nvmen0p1 /mnt/efi
sudo mount -t proc proc /mnt/proc/
sudo mount -t sysfs sys /mnt/sys/
sudo mount -o bind /dev /mnt/dev/
sudo chroot /mnt/ /bin/bash
```

Da Sie danach eine Konsole im Arch-System haben, können Sie mit der Grub neu installieren:

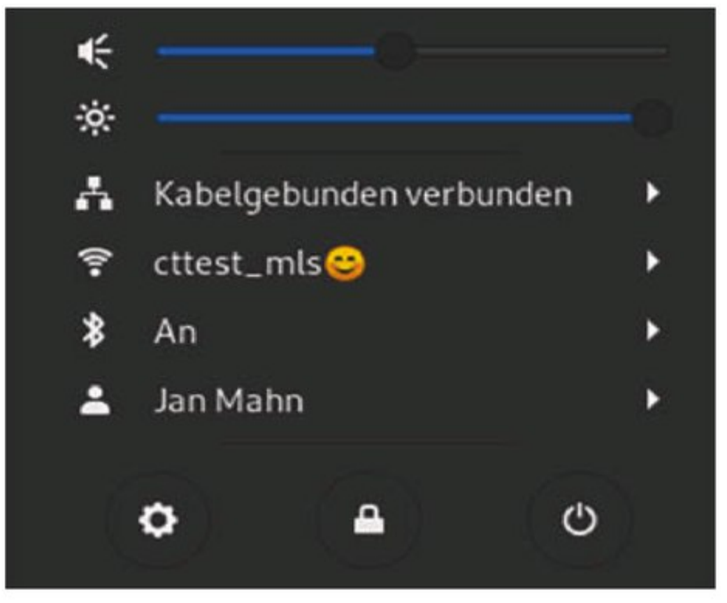
```
grub-install --target=x86_64-efi ↵
  ↳--efi-directory=/efi ↵
  ↳--bootloader-id=GRUB --removable
```

Mit der Option `--removable` installiert sich Grub auch nach `/efi/EFI/BOOT/BOOTX64.EFI`, wodurch die UEFI-Firmware nach dem nächsten Update den Bootloader trotzdem findet. Und der proprietäre Nvidia-Grafiktreiber im nun wieder startenden Arch-Linux läuft auch ohne die Bildfehler, die der Arch-Stick produziert. *(pmk@ct.de)*

Auffallen mit der SSID

Rund um meine Wohnung funken so viele fremde WLANs, dass ich mein eigenes lange suchen muss, wenn ich ein Gerät online bringen will. Leider werden die SSIDs nicht alphabetisch sortiert. Wie kann ich meine SSID optisch hervorheben?

Fast alle Access Points erlauben es, beliebige Unicode-Zeichen in der SSID zu verwenden – das schließt auch Emojis mit ein. Platzieren Sie einfach ein auffälliges Symbol im Namen und hoffen Sie darauf, dass Ihre Nachbarn nicht auf die gleiche Idee kommen. Interessant ist das womöglich auch für Geschäfte und Restaurants, die auf ihr Kunden-WLAN aufmerksam machen wollen. Alle aktuellen Smartphone- und Desktop-Betriebssysteme können mit Unicode-Zeichen in der SSID nach unseren Erfahrungen problemlos umgehen. *(jam@ct.de)*



Um ein WLAN in der Liste der Verbindungen hervorzuheben, kann man es problemlos mit einem Emoji verzieren.

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

Virtual Reality

Der Virtual-Reality-Hype ist wieder ein bisschen aufgeflammt – das liegt nicht nur am gerade erschienenen Half-Life: Alyx, dem ersten neuen Half-Life-Spiel seit 12 Jahren. Auch außerhalb von Spielen bietet VR sinnvolle Anwendungen. Wir beantworten die häufigsten Fragen zu VR.

Von Jan-Keno Janssen

Appstore-Pflicht

Wenn ich mich für ein VR-Headset entscheide, lege ich mich dann auf den Appstore des Herstellers fest?

Nein, bei PC-Headsets nicht. Jedes Consumer-Headset ist kompatibel mit dem OpenVR-Standard und damit auch mit Steam, dem zurzeit populärsten VR-Appstore: Hier ist nämlich nur OpenVR-Software zugelassen. Mit einem Oculus-Headset (Rift (S) und Quest) kann man *zusätzlich* den Oculus-Store verwenden, der einige Exklusivtitel im Angebot hat. Das inoffizielle Tool LibreVR (ehemals ReVive) bringt aber auch Nicht-Oculus-Headsets die Kompatibilität zum Oculus Store bei. Außerdem unterstützt auch HTCs Viveport-Store alle relevanten Consumer-Headsets.

Half-Life: Alyx nur mit Valve Index?

Läuft Half-Life: Alyx besser auf der Valve Index als auf anderen Geräten? Das ist ja schließlich das Headset vom Alyx-Entwickler Valve.

Der Half-Life-Entwickler hat zwar mit der Index ein eigenes Headset im Programm, das Spiel lässt sich aber mit allen Consumer-Headsets problemlos spielen (zum Beispiel Oculus Rift (S), Oculus Quest, HTC Cosmos, HTC Vive (Pro) oder allen Windows-Mixed-Reality-Headsets wie Samsung Odyssey oder HP Reverb). Der einzige spielerisch relevante Unterschied zwischen dem Valve-Headset und der Konkurrenz sind die Controller: Die der Valve Index können Streckung und Neigung jedes einzelnen Fingers erkennen, die anderen tracken maximal Daumen und Zeigefinger einzeln und die anderen drei Finger als Gruppe. Laut Valve sei mit den Index-Controllern in Alyx „eine geringe Anzahl“ an Interaktionen möglich, die mit anderen Controllern nicht funktionieren, beispielsweise das Zerdrücken einer Dose. Diese Interaktionen seien aber allesamt nur schmückendes Beiwerk und nicht relevant fürs Spiel. Man habe sichergestellt, dass das Spiel auch mit anderen Controllern problemlos funktioniert, heißt es in einer Erklärung von Valve.

„Echte“ Spiele

Ich habe gehört, dass es für VR (außer Half-Life: Alyx) nur kurze Spiele-Snacks gibt. Stimmt das?

Das stimmt längst nicht mehr. Es sind etliche Titel auf dem Markt, die ebenso lange fesseln wie „Pancake"-Spiele (so nennen VR-Fans „flache“ 2D-Spiele). Einige Empfehlungen der c’t-Redaktion: Asgard's Wrath, Lone Echo, No Man's Sky VR, Stormland und Beat Saber.

VR nicht (nur) für Spiele!

Ist VR eine reine Spieletechnik?

Absolut nicht. Obwohl man anfangs gedacht hat, VR würde vor allem PC-Gamer ansprechen, boomte die Branche in den letzten Jahren in ganz anderen Bereichen, zum Beispiel in Architektur (3D-Visualisierung), Medizin, Industrie (Produktentwicklung, Schulung, Produktionsplanung), Kunst und Psychologie. Eine sehr vielversprechende Anwendung in Zeiten von Flugscham und Pandemien sind obendrein virtuelle Meetings.

Teurer Rechner

Brauche ich zusätzlich zur Brille einen High-End-Rechner?

„High-End“ ist vielleicht etwas übertrieben, aber ein einigermaßen leistungsfähiger Gaming-PC ist definitiv notwendig. Die Grafikkarte entscheidet: Man

Bild: Valve

Das VR-Spiel Half-Life: Alyx steuert man mit natürlichen Handbewegungen.

muss sich vor Augen führen, dass (die nicht einmal sehr hochauflösende) Oculus Rift S pro Frame 2560 × 1440 Pixel anzeigt (1280 × 1440 pro Auge) – und das mit 80 Frames pro Sekunde. Und: Anders als am Standardmonitor wirken sich in VR schon kleinste Ruckler sehr negativ aufs Wohlbefinden aus. Zum Vergleich: Die meisten Spiele laufen auf Spielkonsolen nur mit 30 fps. In einem VR-PC muss man deshalb auch allein für die Grafikkarte mindestens so viel Geld ausgeben wie für eine Konsole. Zurzeit ist eine Karte im Leistungsbereich einer Nvidia GTX 1660 TI oder eine AMD RX 590 ungefähr die Untergrenze – je schneller, desto besser. Für einen neuen, VR-tauglichen PC muss man also mindestens mit Kosten von 700 Euro rechnen.

Der Valve-Controller (rechts) erfasst Streckung und Neigung jedes Fingers einzeln, der Oculus-Controller (links) nur Daumen und Zeigefinger, den Rest als Gruppe.

Platzprobleme

Wie viel Platz brauche ich, um in VR spielen zu können?

Es gibt zwar auch VR-Software, die man am besten im Sitzen nutzt, die meisten Programme sind aber auf sogenanntes „Room Scale“ ausgelegt, sprich: Man soll sich ein wenig bewegen können. Das absolute Minimum entspricht ungefähr der eigenen Armspannweite – schließlich will man nicht im Eifer der VR-Session versehentlich mit dem Controller den Monitor vom Tisch fegen (alles schon vorgekommen). Damit so etwas wie Freiheitsgefühl aufkommt, empfiehlt Valve mindestens 1,5 mal 2 Meter, Oculus 2 mal 2 Meter. Damit kommt man gut hin – alles was darüber liegt, nervt oft mehr als es nützt, schließlich hängt man mit einem Kabel am PC, das sich gerne mal verheddert.

Ohne Kabel

Gibt es auch PC-VR-Headsets ohne Kabel?

Alle PC-VR-Headsets benötigen standardmäßig eine Kabelverbindung. Für die HTC Vive, die HTC Vive Pro und die Vive Cosmos ist ein Wireless-Umrüstkit erhältlich, das neben einem Transmitter fürs Headset auch eine WiGig-PCIe-Steckkarte für den PC enthält. Das Kit kostet je nach Headset zwischen 345 bis 420 Euro. Das Wireless-Kit funktionierte im c’t-Test gut. Für die Oculus Quest gibt es Software, die VR-Software vom PC über WLAN auf das Headset streamt. In unseren Tests hat bislang keine dieser Software-Lösungen zufriedenstellend funktioniert.

Linux und macOS

Läuft VR nur unter Windows oder auch unter macOS oder Linux?

Der Treiber für Oculus-Headsets ist nur für Windows erhältlich. Für die HTC Vive (Pro) gibt SteamVR-Treiber für macOS, aber nur extrem wenige unterstützte Titel. Die Vive-Headsets und die Valve Index laufen unter Linux, aber auch hier gibt es nur wenige Software-Titel. Linux-Nutzer können das Kompatibilitätstool Steam Play (alias Proton) nutzen, die viele VR-Titel ohne dedizierte Linux-Unterstützung lauffähig macht. Unter anderem funktionieren Beat Saber, Superhot VR und Google Earth VR mit Steam Play.

Kaufentscheidung

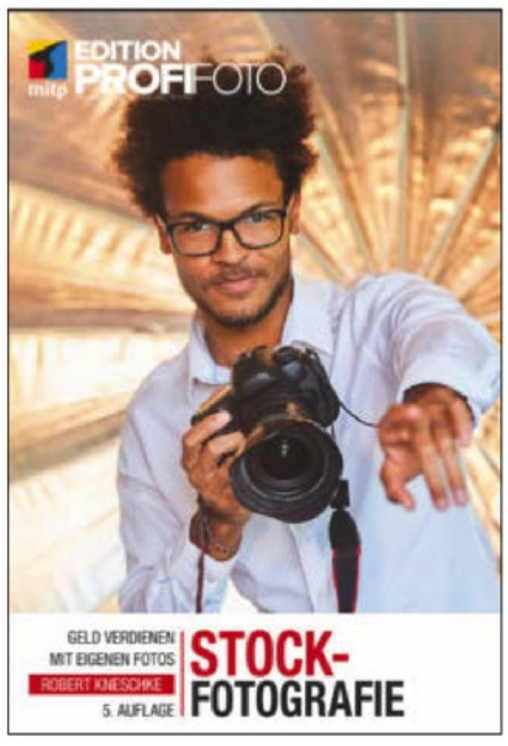
Welche VR-Brillen sind für den PC empfehlenswert?

Am günstigsten sind zurzeit sogenannte Windows-Mixed-Reality-Headsets (WMR), zum Beispiel von Samsung, Acer, HP, Dell und Lenovo/Medion. Sie gibt es manchmal neu ab 230 Euro, gebraucht sogar schon ab 100 Euro. Die Entwicklung stagniert allerdings, da Microsoft sich eher um seine AR-Produkte wie Hololens zu kümmern scheint. Das Handtracking von WMR gehört im aktuellen Vergleich zum schlechtesten am Markt, außerdem sind die Controller klobig, schwer und batteriehungrig.

Am oberen Ende des Spektrums steht die Valve Index, sie ist aber nicht nur teuer (1080 Euro), sondern erfordert auch zwei externe Tracking-Kästchen, was in der Praxis nervig sein kann. Dafür hat sie als einziges Gerät am Markt 120-Hz-Displays und Controller mit Einzelfinger-Tracking. Die HTC Cosmos kommt ohne externe Tracking-Kameras aus, kann sich aber qualitativ nicht deutlich von den WMR-Headsets absetzen.

Einen guten Kompromiss stellen die Oculus-Headsets Rift S und Quest dar: Für 450 Euro bekommt man sehr ordentliches Tracking ohne externe Hardware. Die Quest ist eigentlich ein autarkes Headset, das komplett ohne PC arbeitet. Mit einem USB-Kabel läuft es aber auch sehr gut am PC. Das reine PC-Headset Rift S ist in einigen Belangen schlechter (helleres Schwarz, keine Augenabstand-Einstellung), in einigen aber auch besser als die Quest. Zum Beispiel trägt sie sich dank eines starren Kopfbands deutlich angenehmer. Vermutlich auch wegen des Alyx-Hypes sind viele Headsets zurzeit schlecht oder gar nicht lieferbar.

(jkj@ct.de)



Robert Kneschke

Stock-Fotografie

Geld verdienen mit eigenen Fotos

Mitp, Frechen 2020 (5. Aufl.)
ISBN 978-3-7575-0092-7
486 Seiten, 40 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 34 €)

Rundumschlag zu Stockfotografie

Fotografieren ist ein wundervolles Hobby. Da liegt die Idee nahe, mit den besten Bildern nebenbei etwas Geld zu verdienen. Kneschkes Buch über Stockfotografie enthält viele praktische Hinweise zu Motivwahl, Verträgen und Vermarktung, aber auch überflüssigen Ballast.

Robert Kneschke weiß, welche Fotomotive sich gut verkaufen, und gibt dieses Wissen an seine Leser weiter. Einen Schwerpunkt legt er auf Fotos von Menschen, beispielsweise im Büro, in der Wissenschaft oder in der Familie. Demnach seien bestimmte Motive besonders gefragt, beispielsweise alte Menschen mit Medien, Menschen bei der Gartenarbeit, Teenager mit Kopftuch, Senioren beim Sport oder Familien beim Grillen. Er gibt Hinweise zur Auswahl und zur Arbeit mit Menschen, hält sie aber wieder so allgemein, dass man auf diese Weise kaum lernen wird, Stockfotos mit Models zu fotografieren.

Der Abschnitt über Requisiten bietet praktische Ratschläge zur Auswahl von Helmen, Werkzeugen oder Partyutensilien. Sehr einsichtsvoll und unterhaltsam geschrieben sind die Kapitel über Pflanzen und Tiere, denn hier offenbart das Buch wieder nützliche Tipps, welche Motive gefragt sind, beziehungsweise über welche Fallstricke Anfänger immer wieder stolpern.

Das wohl wichtigste Kapitel behandelt auf 15 Seiten die Verträge. Dabei geht es um Urheberrecht, einfaches und ausschließliches Nutzungsrecht sowie um Persönlichkeitsrechte von fotografierten Privatpersonen, Personen der Zeitgeschichte oder verstorbenen Personen. Interessant sind die Abschnitte über Fotos von Gebäuden und Tieren in Privatbesitz sowie von Gegenständen, die Marken- und Schutzrechte verletzen, beispielsweise Geschmacksmuster. Das Buch gibt Tipps, wie man übers Smartphone Release-Verträge abschließt. Außerdem enthält es eine Anleitung zum Vorgehen bei einer Urheberrechtsverletzung. Im zweiten Teil behandelt das Buch das Thema Verschlagwortung und listet die Eigenschaften verschiedener Stockfoto-Anbieter wie Adobe Stock, iStock oder Shutterstock auf.

Das Buch bleibt oft frustrierend oberflächlich, weil es jedes Thema der Fotografie streift. Erst ab Seite 60 geht es richtig los. Zuvor breitet der Autor Allgemeinplätze über Kameras, Blitzgeräte und Gestaltung aus. Auch über Tastenkürzel wie Strg+C, Dateiorganisation und Bildbearbeitung verliert er unnötige Worte. So ärgert man sich bei der Suche nach den relevanten Informationen. Die sind aber zweifelsohne vorhanden. *(akr@ct.de)*

Abgehärtet

Sicherheitslücken gibt es nicht nur bei Software. Auch vernetzte Geräte begünstigen oft unbefugte Zugriffe. Marcel Mangel und Sebastian Bicchi zeigen, wie man Angriffspunkte bei der Hardware auffindet, und geben Hinweise zu Schutzmaßnahmen.

Wer Geräte auseinandernehmen will, braucht eine geeignete Laborausstattung – Überlegungen dazu stehen am Anfang des Buches, das sein Themenspektrum eher zu weit als zu eng setzt. Schnell geht es aber um Grundlegendes: Wo findet der Schwachstellenschnüffler genau die Informationen, die er für die ausgewählte Aufgabe braucht? Die gebotene Quellenliste, sortiert von Android bis FCC, ist auch für Fortgeschrittene hilfreich. Hingegen wird mancher dienstältere Elektroniker die Bauteilkunde im dritten Kapitel lachhaft finden.

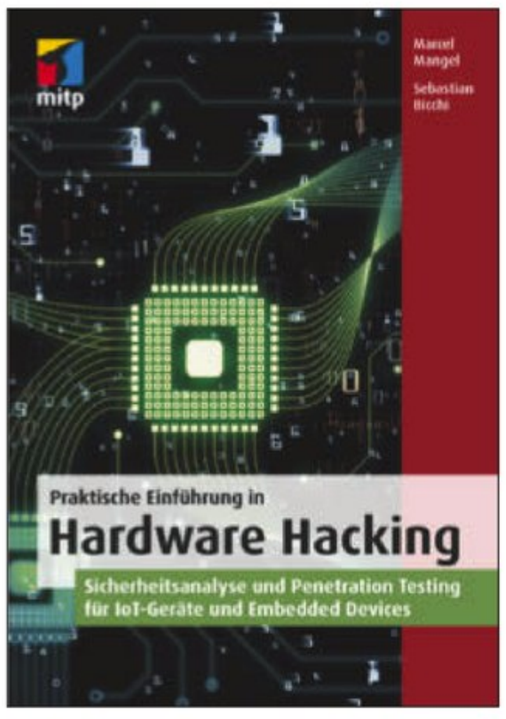
Brauchbares und Banales, Wichtiges und Windiges sind im gesamten Buch gut gemischt. Die tiefergehenden Einsichten zur Absicherung von Gehäusen gegen allzu bequemes Eindringen in deren Innenleben (Tamper Prevention) werden sicherheitsbeflissene Hardwareleute zu schätzen wissen. Die zehn Seiten zur Welt der Mikrocontroller erscheinen dann wieder eher komisch als nützlich.

Die Ausführungen zu JTAG & Co. erweisen sich als hilfreich, wenn es um das Extrahieren von Betriebssystem und Firmware geht. Allein die Liste der Werkzeuge, mit denen man den Binarys Informationen entlocken kann, rechtfertigt den Kauf des Buches.

Ein beliebter Angriffspunkt sind Backend-Funktionen von vernetzten Geräten. Die Autoren unternehmen einen Rundumschlag und gehen außer auf MQTT und Serverapplikationen auch auf Zigbee, Bluetooth LE und andere Kommunikationsprotokolle ein. Wie bei anderen Kapiteln beschränken sie sich auch hier weitgehend darauf, Konzepte vorzustellen, und gehen nicht wirklich in die Tiefe, aber die Themenauswahl ist durchaus gelungen. Mit dem OWASP (für Open Web Application Security Project) steht eine Liste häufig anzutreffender Angriffspunkte zur Verfügung. Die zu kennen, ist für Entwickler wichtig.

Es wäre illusorisch, auf 256 Seiten eine Kompletteinführung in die Welt moderner Embedded-Systeme zu erwarten. Das Buch taugt aber gut als Impulsgeber. Selbst erfahrene Elektronik-Jongleure finden darin noch Ansatzpunkte, die zum selbstständigen Weiterforschen mithilfe speziellerer Lektüre reizen.

(Tam Hanna/psz@ct.de)

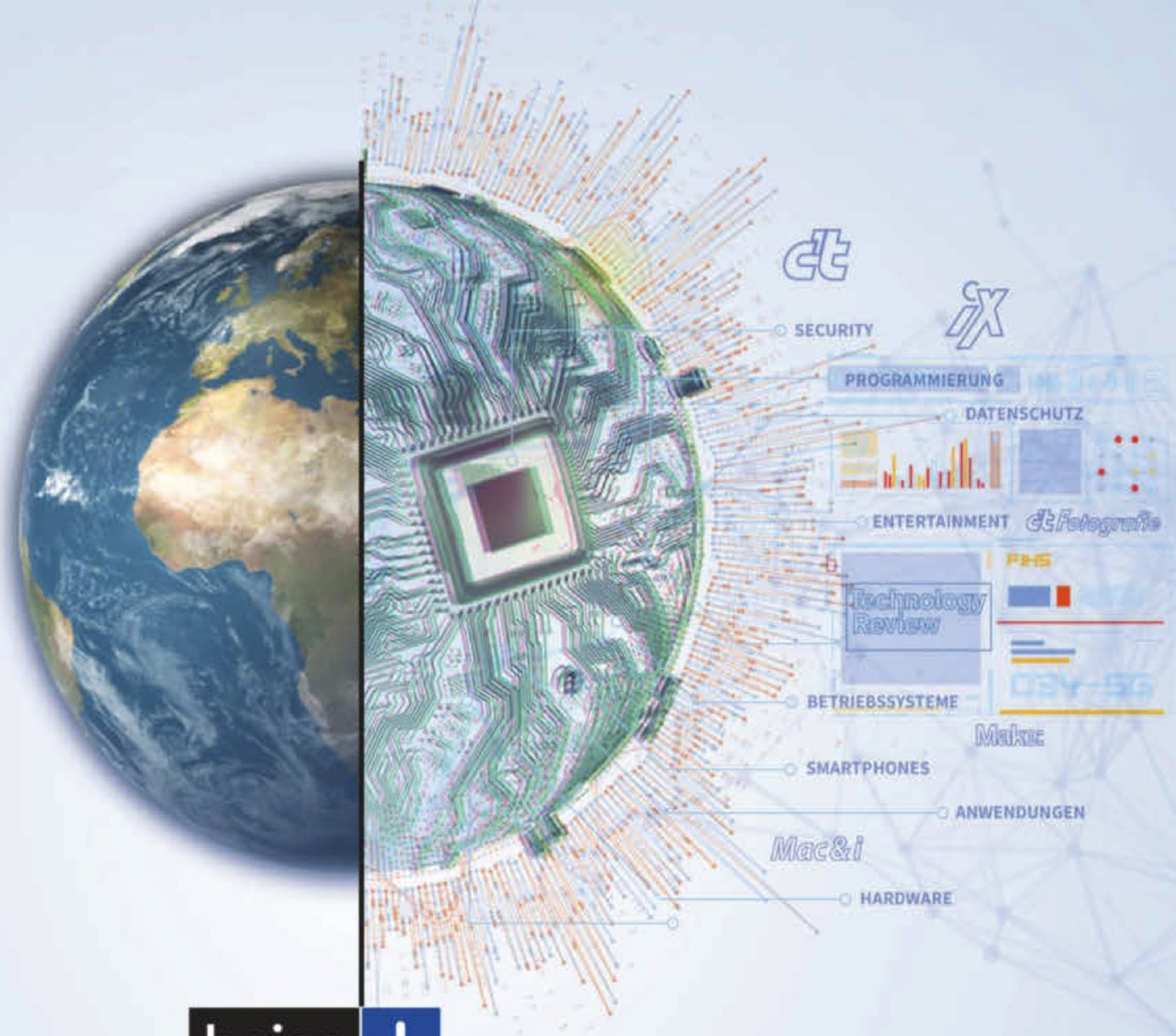


Marcel Mangel, Sebastian Bicchi

Praktische Einführung in Hardware Hacking

Sicherheitsanalyse und Penetration Testing für IoT-Geräte und Embedded Devices

MITP, Frechen 2019
ISBN 978-3-9584-5817-8
256 Seiten, 30 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 26 €)



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

DER LETZTE RAUM

VON KNUT STANG

Was mach' ich hier? Wieder mal falsch abgebogen? Und bloß, damit Mellie mich für bildungshungrig hält. Ist es das wert?

„Wenn Sie mir nun weiter folgen wollen …"

Dieser Nasalton bohrt sich in meinen Neocortex, scheinbar ohne sich lange mit meinen Ohren herumzuärgern. Dabei ist es kein In-Brain-Sound, der Typ steht mindestens fünf Schritte entfernt. Er ist auch kein Rob oder Hol, er ist Fleisch und Blut – oder der verdammt beste Imi, den ich je gesehen habe. Mindestens hundert muss der sein, und schon als Greis geboren. Weiße Haare, mehr Falten als meine Hose, aber das ist meine Urlaubshose, ist das vielleicht sein Urlaubsgesicht?

„Nachdem Sie im vorigen Raum die unbewiesenen Computerlegenden …"

Jaja, ist ja gut. Aber Mellie amüsiert sich prächtig. Ist einfach, sie ist ein Rob. Ich wollte, ich wär' auch einer. Spaßbutton hochschieben, quasi, schon ist alles Ponyhof und Honigtopf. Nie wieder einen Imi den Urlaub gestalten lassen, nicht mal, wenn er so aussieht wie Mellie.

Im vorigen Raum hat der Mann uns die üblichen Urban Legends gezeigt, die ich noch aus der Uni kenne. Die Käfer, die man irgendwann aus einer Platine geschüttelt haben soll. Oder die angeblich als Kaffeetassenhalter abgebrochene CD-Schublade. Der arme Tattergreis hat erst noch umständlich erklären müssen, was CDs waren, und dann hat ihn keiner verstanden. Vielleicht hätte er erst mal darlegen sollen, was eigentlich Speichermedien waren, die gibt es nämlich auch schon seit mindestens sechzig Jahren nicht mehr.

Aber hier im letzten Raum soll ja alles anders sein.

„Sie finden hier ausschließlich notariell verbürgte Stücke aus der langen Geschichte der Kybernetik, meine sehr verehrten Damen und Herren."

Kybernetik. Noch ein Wort aus dem Museum, aber das ist hier ja schließlich auch ein Museum. Wahrscheinlich war der Alte schon bei der Grundsteinlegung dabei.

Meine Füße tun weh. Wir latschen durch diesen verwinkelten Bau schon seit mindestens einer Stunde. Das sind wir alle nicht mehr gewohnt, seit vor zehn Jahren das Gehen langer Strecken wegen katastrophaler Energiebilanz verboten worden ist. Aber hier scheinen andere Gesetze zu gelten und den anderen Besuchern scheint es wesentlich weniger auszumachen als mir. Wahrscheinlich sowieso alles Robs und Hols außer mir, obwohl die ältere Frau da vorn gerade einer Flatulenz nachgegeben hat, glaube ich.

„Süße", flüstere ich Mellie zu, deren Ohren technisch bedingt tausendmal besser sind als meine. „Hat die Lady da vorn gerade gepupst?"

„Selfie gefällig?", flötet meine Begleiterin zur Antwort und nimmt meinen Arm, während sie mit der Linken ihre Kameradrohne nach vorn schnippt. Der sirrende Knopf schwebt einen Moment vor uns, so, fertig, und ich hab' sogar trotz Kopfschmerzen ein Lächeln zustande gekriegt, ihr Picture Optimizer hat Pause.

„Sehen Sie zunächst diesen PC aus dem Jahr 2004."

Fast hundert Jahre alt. Immerhin.

„Beachten Sie das tiefschwarze Gehäuse, meine Damen und Herren. Damit hat es folgende Bewandtnis."

Ein Holofeld breitet sich vor uns aus. Okay, also nicht alles museal hier. Wir sehen ein Zimmer, Arbeitszimmer vielleicht, Schreibtisch, richtige Bücher, Papiere überall. Und in der Mitte auf dem Schreibtisch: Monitor, Tastatur und Desktop. Also das mit fast hundert Jahren, das passt auf jeden Fall.

Jetzt kommt eine junge Frau ins Bild, gefolgt von einem dicken Mann in Lederjacke. Sie dreht sich zu ihm, er nickt und sagt: „Jaja, kriegen wir hin, kein Thema."

SIE FINDEN HIER AUSSCHLIESSLICH NOTARIELL VERBÜRGTE STÜCKE AUS DER LANGEN GESCHICHTE DER KYBERNETIK.

„Soll ich dir noch einen Kaffee machen?"

„Keine Zeit, muss gleich los. Eben die neue Festplatte rein, fünf Minuten, geht fix."

„Na gut, ich lass' dich hier allein, ich brauch' auf jeden Fall einen Kaffee."

Er nickt nur, grummelt irgendwas, zieht dann aus seiner Jacke etwas in Folie, wahrscheinlich die Festplatte, und einen Schraubendreher. Er nimmt das Computergehäuse, kippt es ein bisschen und dreht Schrauben heraus. Sechs Stück. Mellie an meiner Seite gähnt ein bisschen, aber ich sehe dem Dicken in der Lederjacke zu, wie er jetzt den Rechner hinstellt und den Deckel vom Gehäuse ziehen will. Nichts passiert. Er zuckt die Achseln, hebt die Kiste wieder hoch und sucht die Schraube, die er übersehen hat. Nix. Er zieht noch mal am Deckel, er sucht wieder nach der letzten Schraube.

Illustration: Jan Bintakies, Hannover

Verwirrung in seinem Gesicht. Irgendwann sackt er in einen Drehstuhl, der bedenklich ächzt.

Die Frau kommt wieder rein, Kaffeetasse in der Hand.

„Fertig?“, fragt sie. „Ich brauch’ die größere Platte dringend, weißt du? Zu viele MP3s.“

ER HEBT DIE KISTE WIEDER HOCH UND SUCHT DIE SCHRAUBE, DIE ER ÜBERSEHEN HAT.

Was sind MP3s? Aber egal, der Typ sagt erst nichts, sieht ratlos zum Rechner, zu ihr, wieder zum Rechner. Dann, ganz langsam: „Sag mal, den hab’ ich dir doch konfiguriert, oder?“

„Ja.“

„Und gekauft hast du den bei den DOSDogs, richtig? Wie ich gesagt habe?“

„Ja. Wieso, ist was?“

„Ich kann mich gar nicht erinnern, dass die schwarze Gehäuse hatten.“

„Hatten sie auch nicht. Aber dieses Grau war doof, da hab’ ich das Ding angemalt.“

„Dafür, also, du hast ihn doch hoffentlich auseinander … – nein, sag nichts.“

Fassungslosigkeit in seinem Gesicht, als er jetzt wieder das Gehäuse anfasst und daran zieht, mit viel mehr Kraft als vorher. Sein Gesicht wird rot, mehr geschieht nicht. Wieder hebt er die Kiste hoch und schielt langsam und sehr sorgfältig an den Spalten zwischen Gehäusedeckel und Korpus entlang.

„Okay. Alles gut. Holst du mir bitte mal ein Messer?“

„Wieso, was …“

„Bitte.“

Sie kommt mit einem Küchenmesser zurück und sieht ihm zu, wie er vorsichtig die Kanten des Deckels abfährt. Er gibt es ihr zurück, die Klinge ist vorn schwarz geworden.

„Nächstes Mal nimm einen Kuli, wenn du was anmalen willst“, murmelt er.

Die Holo blendet ab. Unser Museumsführer hat sich etwas abseits weggedreht. Ich bemerke, dass er sich ein bisschen krümmt und das Gesicht verzieht, so, als täte ihm irgendwas weh.

Mellie sieht mich ratlos an, deutet auf die Stelle, an der eben noch die Holoszene abgelaufen ist, und fragt: „Was war denn das Problem?“

Ich antworte nichts. Ich finde es sehr beruhigend, dass Imis auch nicht alles wissen. Oder verstehen.

Der alte Mann geht uns voran zu einer Art Schrank.

„Sehen Sie nun das nächste, ebenfalls verbürgte Ereignis. Es verbindet sich mit diesem seinerzeit üblichen Möbel. Sehen Sie diese aufziehbaren Fächer? Seinerzeit geschah dies.“

Wieder eine Holo, und – verdammt, ist das der gleiche Typ? Konnten die sich keine Charakterpalette leisten? Wenigstens ist die Frau eine andere. Ziemlich hübsch. Aber Mellie ist mir lieber. Hols sind nichts für mich, ich mag Robs. Kein Rassismus oder so was, aber ich hatte mal was mit einer Hol, dann fiel der Strom aus und der Ring, den ich ihr gerade angesteckt hatte, klirrte auf den Boden. Die Klamotten natürlich gleich hinterher. Bei Mellie bleibt er auf jeden Fall am Finger stecken, auch wenn sich der Finger vielleicht für Stunden nicht mehr rührt.

Die Frau deutet auf einen Rechner, der auf ihrem Schreibtisch steht: „Tut gar nichts mehr.“

„Und vorher?“

„Hat fürchterlich gestunken, da hab ich erst mal Stecker raus und so. Wie du gesagt hast.“

Er versucht den Rechner zu starten, aber es passiert nichts. Schraubt ihn auf, das geht diesmal immerhin, schaut rein, schnuppert wie ein Hund und zuckt wieder die Achseln: „Hitzetod. Erstaunlich, die Kiste war doch neu. Ob der Lüfter …“

Er tippt an eine Art Ventilator an der Gehäuserückseite, zuckt dann wieder die Achseln: „Keine Ahnung. Ist mir ein Rätsel. Sei froh, dass er nicht gekokelt hat.“

„Das wär Mist gewesen, da lagen noch Klausuren drauf, unkorrigiert.“

„Du hast da Papiere draufgelegt?“

„War das schlecht?“

„Was, nein, keine Ahnung, eigentlich nicht. Sollte nicht.“

„Ging nicht anders, ich muss die Klausuren einschließen, wenn ich sie mit nach Hause nehme.“

Diesen verwirrten Gesichtsausdruck kennen wir jetzt schon.

„Wieso einschließen? Wo denn?“

„Na, man kann nur die mittlere Schublade abschließen, die anderen nicht.“

„Du hattest den Rechner da drin?“

„Ja, klar. War super, da war er runter vom Schreibtisch. Ich hab’ hinten in die Rückwand Löcher für die Kabel gebohrt, mehr war gar nicht nötig.“

„Und dann Klausuren oben drauf, Schublade dicht und abgeschlossen?“

„Ja. Hätte ich nicht abschließen sollen?“

„Nö. Das war dann auch egal“, murmelt er, und die Holo blendet ab.

ER VERSUCHT DEN RECHNER ZU STARTEN, ABER ES PASSIERT NICHTS.

Ein ordentlicher Fremdenführer würde jetzt irgendwas ablassen, aber der Alte dreht sich bloß um. Er schlurft weiter – und Mellie zupft mich aufgeregt am Ärmel. Mit einer demonstrativ unauffälligen Kopfbewegung deutet sie in Richtung seines fast kahlen Hinterkopfs.

„Siehst du das?“

„Was meinst du?“

„Der Alte! Wenn du mich fragst, sind das Thermalnarben, Mikrosonde, Typ 63, würde ich sagen.“

„Memory-Export? Sehen wir hier etwa seine Jugenderinnerungen?“

Sie zuckt nur die Achseln. Ich wollte, ich hätte auch Robaugen, mit Infrarot und Zoom und so. Skeptisch wispere ich:

„Der in der Holo, keine Ahnung, Anfang dreißig mindestens, und das alles hundert Jahre her, da müsste er jetzt hundertdreißig sein. Wenns reicht. Du weißt, dass Slower schon seit Jahrzehnten verboten sind. Und mal ganz ehrlich, sieht der Typ vielleicht aus, als hätte er jemals einen Slower zu lutschen gekriegt?“

DER POINTER AUF DEM BILDSCHIRM ZUCKT ALLENFALLS AB UND ZU EIN BISSCHEN.

Gut, dass sie ein Rob ist. Dadurch ist es mir nicht nur möglich, fast geräuschlos zu flüstern, sie schirmt auch ihre Antwort nach links und rechts mit Gegenschall ab – eigentlich dürfte uns also niemand hören. Trotzdem ist mir, als hätte der Greis gerade misstrauisch zu uns herübergeguckt. Ist er vielleicht doch ein Rob? Aber wer soll denn bitteschön so eine Grabsteinwerbung als Rob auf die Menschheit loslassen?

Er sieht wieder zu uns, als wären die anderen Touristen alle nur Luft, übelriechende Luft vielleicht, aber eben doch nur Luft. Schließlich dreht er sich zum dritten Objekt, dem letzten in diesem Raum. Ein kleiner Schreibtisch, grün.

„Richten Sie nun Ihre Aufmerksamkeit bitte auf diesen Schreibtisch“, sagt er – und wieder bohrt sich seine Stimme in meine Ohren und nagt sich durch Gehirn und Rückenmark, bis ich ein Stechen in den Fußsohlen spüre. Das sollte Mellie mal dämpfen mit ihrer Schallschleuder. Vielleicht probieren wir das heute Abend mal aus. Andererseits, jetzt hab’ ich Urlaub, da hab’ ich was Besseres zu tun als den ganzen Rest des Jahres.

„Sie haben bereits erfahren, wie die individuelle Raumgestaltung mit der Technik früherer Zeiten oft genug kollidierte. Sehen Sie nun dies.“

Wieder eine junge Frau, wieder der gleiche Typ. Gibt es hier eigentlich keinen Genderswitch? Den haben doch inzwischen sogar die alten Western, auf die Mellie steht. Ein Klick, schon treibt Maureen O’Hara die Kühe zum Red River und als McLintock verhaut sie John Wayne in Frauenkleidern den breiten Hintern. Aber hier, immer der Dicke mit Schraubendreher und immer wieder eine andere Frau, die offensichtlich mit ihrer Hardware gänzlich überfordert ist.

„Ist ganz neu“, jammert die Frau gerade und hält ihm etwas entgegen, das wir seit dem vorletzten Raum als Maus kennen. Er zuckt nur die Achseln: „Mäuse sind Verbrauchsgegenstände, die leben halt nicht ewig.“

„Aber ist ganz neu!“

„Zeig mir mal.“

Er nimmt ihr die Maus ab, legt sie auf den Schreibtisch, schiebt sie vor und zurück. Aber der Pointer auf dem Bildschirm zuckt allenfalls ab und zu ein bisschen.

„Merkwürdig“, murmelt er. Sie beugt sich näher, ihre Nähe macht ihn sichtbar nervös, aber sie sagt nur: „Ist sie vielleicht schmutzig?“ – „Keine Kugel, gibt es nicht mehr, ist Rotlicht.“

Dann starrt er sie plötzlich an, blickt zum Monitor, zur Maus, wieder zu ihr, bevor er sagt: „Der Schreibtisch, der ist neu, oder?“ – „Vom Flohmarkt“, antwortet sie stolz. „Hab’ ich aufgearbeitet, ist cool geworden, oder?“ – „Neu gestrichen auch?“ – „Logo. Grün, genau meine Farbe.“ – „So. Warte, ich zeig’ dir mal was.“

Er nimmt die Maus auf seinen Oberschenkel und bewegt sie dort. Der Pointer bewegt sich anstandslos, auch danach auf seiner Hand. Aber nicht auf dem grünen Schreibtisch.

„Kauf dir ein Mauspad“, sagt er dann. „Ich weiß nicht wie, aber du hast exakt die Komplementärfarbe zum Licht deiner Maus getroffen. Wenn rotes Licht auf eine einheitlich grüne Fläche trifft, wird fast kein Licht reflektiert. Dann hat der optische Sensor der Maus nichts mehr, worauf er reagieren kann.“

Die Holo endet, Mellie sieht mich verwirrt an.

„Kann das sein?“

„Keine Ahnung, Süße. Ich denk’ mal drüber nach. Ist auf jeden Fall eine bizarre Geschichte.“

Beim Rausgehen drücken wir wie alle dem Greis ein paar Creds auf sein Cashpad. Mellie flüstert ihm zu: „Der Mann in den Holos – das waren Sie selbst, oder nicht?“

Er zieht nur die Augenbrauen hoch und sagt: „Aber meine Liebe, da müsste ich ja hunderteinundvierzig Jahre alt sein. Und hätte mit gerade mal vierundneunzig meinen ersten Slower geschluckt. Sagen Sie mal ehrlich, finden Sie das plausibel?“

„Komm, Süße, du hältst den Laden auf.“

Aber als wir uns gerade zum Gehen gewendet haben, höre ich ihn noch murmeln: „Außerdem, wer sagt Ihnen denn, dass ich nicht in allen drei Fällen als Vorlage für die Rollen der Mädels gedient hab’?“ *(psz@ct.de)* c't

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:

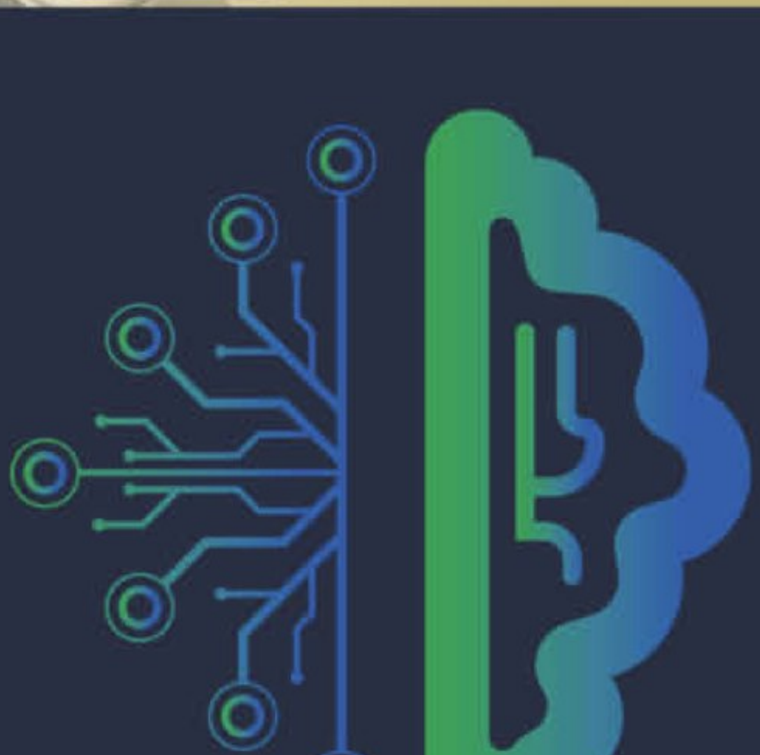
- www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss
- open.spotify.com/show/37UbzCwzzCiiju8501HUwL
- de.player.fm/series/ct-scificast
- podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673

Auf Wiederhören!

iX Workshop Workshops 2020

Cloud Plattform:
AWS, Azure, Google & Alibaba

27. – 29. April 2020
in Frankfurt am Main



Microservices

27. – 30. April 2020
in Nürnberg

Künstliche Intelligenz

– EINSTIEG –

Supervised und Unsupervised Machine Learning mit Python

04. – 06. Mai 2020
in Hannover

C++ 11/14/17

04. – 07. Mai 2020
in Hannover

Sicherheit mit dem IT-Grundschutz des BSI

05. – 06. Mai 2020
in Frankfurt am Main

Weitere Infos unter:
http://www.heise-events.de/workshops

Smarte Gadgets

Bestellen Sie ganz einfach online unter **shop.heise.de**
oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**

heise shop
shop.heise.de/hardware

Fernstudium Robotik

staatlich geprüft und zugelassen · Fernstudium

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker,
Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

I ♥ NERDISTAN

c't magazin für computer technik

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/make-archiv ›

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**

Mit Artikel-Archiv!

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:
0541 80 009 120 · leserservice@heise.de

www.mac-and-i.de/miniabo

Mac & i
Das Apple-Magazin von c't.

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.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

nginx-Webhosting: **timmehosting.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:
10/2020: 03.04.2020
11/2020: 20.04.2020
12/2020: 04.05.2020

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.

Inserenten*

1&1 IONOS SE, Montabaur 61
1&1 Telecom GmbH, Montabaur 196
1blu AG, Berlin 35

ACER Computer GmbH, Ahrensburg 195
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin 2

Dell GmbH, Frankfurt 7
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 33

eQ-3 AG, Leer 53

Fernschule Weber, Großenkneten 189

Kentix GmbH, Idar-Oberstein 51
Kioxia Europe GmbH, Düsseldorf 39, 41

Mazda Motors GmbH, Leverkusen 43
MITSUBISHI ELECTRIC Europe B.V, Ratingen 9

SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld 45

Thomas Krenn AG, Freyung 55

WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe 47

Veranstaltungen

Heise Security Tour	heise Security, heise Events	10
enterPy	iX, heise developer, dpunkt.verlag	85
ISD	eco Verband, iX, heise Events	91
iX Workshops	iX, heise Events	117, 188
betterCode	iX, heise developer, dpunkt.verlag	151
storage2day	iX, dpunkt.verlag	173
m3	iX, heise developer, dpunkt.verlag	183
DevOps Essentials	iX, heise developer, dpunkt.verlag	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Köln.

** 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: „So geht Smart Home“: Sven Hansen *(sha@ct.de)*, „Wie Software uns programmiert“: Jo Bager *(jo@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, **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 9/2020

Ab 11. April 2020 im Handel und auf ct.de

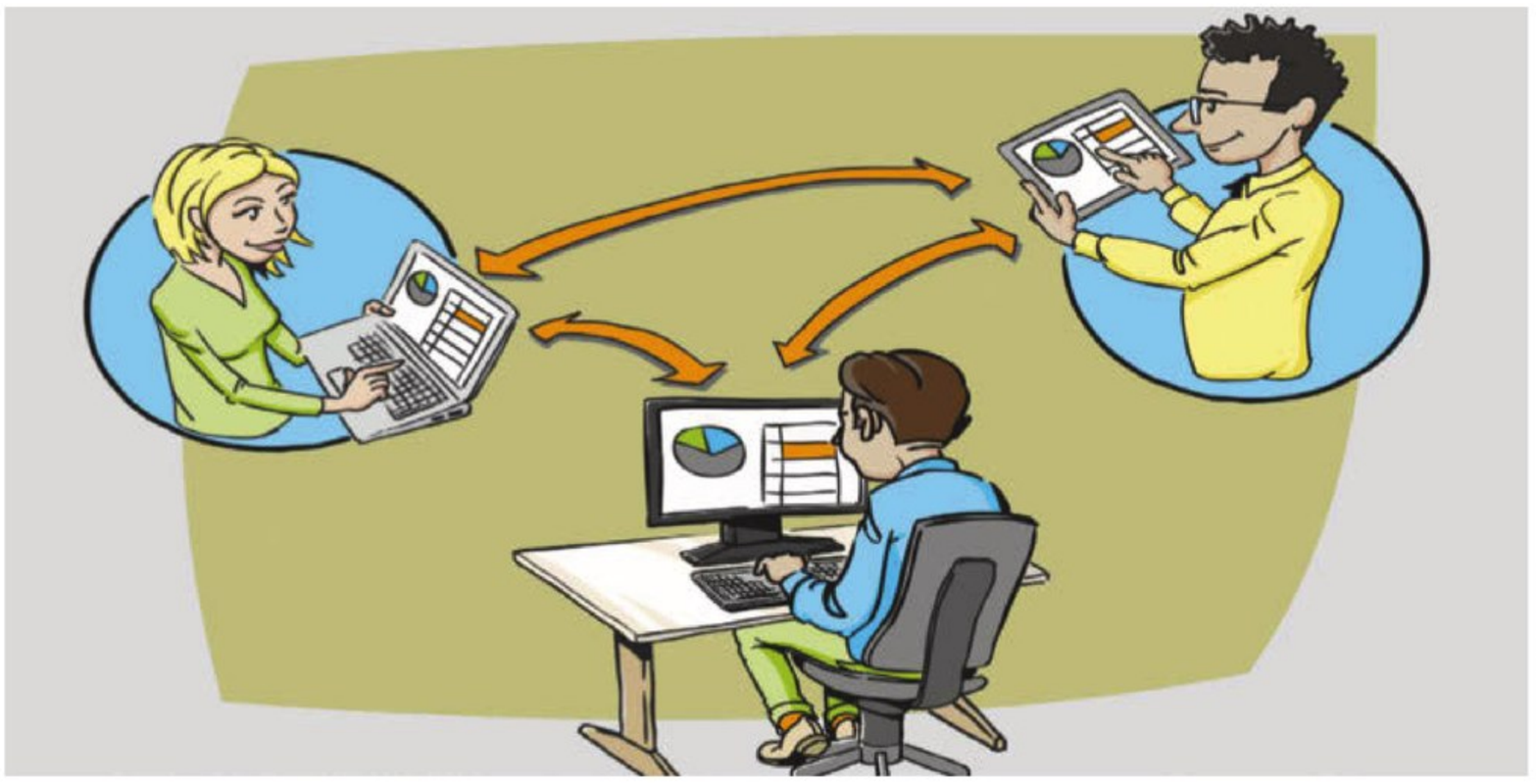


Bild: Henning Rathjen

Plötzlich Homeoffice

Die Corona-Krise verbannt viele Mitarbeiter unverhofft ins Homeoffice, doch oft sind die Firma und das Büro zu Hause darauf nicht gut vorbereitet. c't präsentiert schnelle und einfache Lösungen für die Kommunikation per Text, Audio und Video und für den DSGVO-konformen Datenaustausch – Tutorials inklusive.

Günstige Farblaser-Multifunktionsdrucker

Laserdrucker drucken stets in guter Qualität und ihre Farben trocknen nicht ein. Doch gerade Multifunktionsgeräte für kleine Büros kosten deutlich mehr als vergleichbare Tintenmodelle. Wir haben einige Geräte in der Preisklasse bis 350 Euro unter die Lupe genommen.

Smartphones um 150 Euro

Wer sein Smartphone ohnehin nur zum Chatten und für ein paar wenige Fotos nutzt, möchte dafür nicht viel Geld ausgeben. Welchen Ansprüchen genügen die günstigen Modelle um 150 Euro? Ist ein „dummes" Featurephone eine Alternative?

3D-Objekte per Smartphone

Photogrammetrie-Software formt Serienbilder von echten Gegenständen zu plastischen 3D-Objekten für die digitale Welt – eine günstige Alternative zum teuren Laserscanner. In der kostenlosen Software Meshroom genügen wenige Klicks, und schon materialisiert sich das Lieblingsstück auf dem Rechner.

Webdienste zur Auftragsbearbeitung

Software, mit der man einem Kunden ein detailliertes Angebot und später bequem eine Rechnung oder zur Not auch Mahnung schreiben kann, gibt es reichlich als Web-Anwendungen. Wir haben vielseitige Dienste gefunden, die wenig kosten und den Anforderungen der DSGVO genügen.

Noch mehr Heise-Know-how:

c't Fotografie – Frische Fotoideen jetzt im Handel und auf heise-shop.de

c't Docker jetzt im Handel und auf heise-shop.de

iX 4/2020 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

acer
for business

NEU

Jetzt die neuen Modelle der TravelMate P6 Serie kennenlernen!

TravelMate P6

Ultramobile Performance

TMP614-51T:

Bis zu Intel® Core™ i7 Prozessor der 10. Generation

Windows 10 Pro (64-Bit)

Mattes Multi-Touch Full HD IPS Display

Fingerprintreader, ax-WLAN, LTE (optional)

Dockingfähig über USB Type-C

Bis zu 20 Stunden Akkulaufzeit

Mehr entdecken auf
synergy-portal.de/acer-fuer-ihren-modern-workplace

intel CORE i7 10TH GEN

Produktqualität? Dafür legen wir die Hand ins Feuer!

Bei Defekt im ersten Jahr
100%
GELD ZURÜCK
acer promise Reliability

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

Erfahren Sie mehr auf **promise.acer.com**

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

1&1 FRÜHLINGS-SPECIAL

SAMSUNG
GALAXY S20 I S20+

ab **0,– €*** einmalig

1&1 ALL-NET-FLAT

✓ **FLAT** TELEFONIE
✓ **FLAT** INTERNET
✓ **FLAT** EU-AUSLAND

ab **9,99** €/Monat*
10 Monate, danach 19,99 €/Monat.
Ohne Smartphone.

Bis zu 800,– € für Ihr altes Handy!

EXKLUSIV BEI 1&1

GRATIS: GALAXY WATCH

UVP ~~359,–~~

Sofort starten: 1 NACHT OVERNIGHT-LIEFERUNG
In Ruhe ausprobieren: 1 MONAT TESTEN
Expertenrat? Jederzeit: 1 ANRUF GENÜGT

MEMBER OF united internet

✆ 02602/9696

1&1
1und1.de

*Samsung Galaxy S20/ S20+ für 0,– € einmalig mit kostenloser Galaxy Watch (Versand nach Anmeldung bei Samsung; nur solange der Vorrat reicht, ausführliche Teilnahmebedingungen unter 1und1.de/s20-aktion) z. B. in Verbindung mit 1&1 All-Net-Flat L für 41,99 €/Mon. für 10 Monate, danach 63,99 €/Monat. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Trade-In Prämie abhängig vom eingesendeten Gerät (Modell & Marke, Höchstprämie 800,– € z. B. für Samsung Note10+). Bei verbindlicher Bestellung eines Galaxy S20/S20+ Modells. Auszahlung nach Einsendung Ihres alten Handys. Es gelten die 1&1 Trade-In Bedingungen. Preise inkl. MwSt. Änderungen vorbehalten.
1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.