Europas größtes IT- und Tech-Magazin

c't magazin für computer technik

18. 1. 2020 3

Verwundbare Medizin-IT

Windows, Macbook, Chromebook oder iPad Pro?

Notebook-Kaufberatung

Von klein und leicht bis groß und stark • Das kommt 2020

IM TEST

- Apps für Audio-Recording
- Dual-Sticks mit USB-A und USB-C
- Günstige Gaming-Grafikkarten
- 108 MPixel im Smartphone Mi Note 10
- Billige Fitnesstracker

Desktop-PC aufrüsten

Mehr Leistung, Speicher, Grafik

Wi-Fi 6: Das bringt der neue Standard

Neue Wege fürs Bezahlen im Netz

Satellit erforscht die Sonne

Abhörsichere Quantenkommunikation

Linux: Desktop-Meldungen bändigen

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

Technik-Trends 2020

5G • Stick statt Passwort • Cloud-Gaming • Alle gegen Netflix

4 199148 405207 03

Büro-Einkäufe? **Bringt dein Zeitspar-Assistent!**

Entdecke die Vorteile des REWE Lieferservice.

Online bestellen & liefern lassen

10 € **Gutschein für Neukunden***

2290 0000 0000 0003 0287

10 € **Gutschein für Bestandskunden***

2287 0000 0000 0007 4976

Bitte gib den Code im letzten Schritt deiner Bestellung ein.

* **Gültig nur bei einem Mindestrechnungsbetrag 75€ für Neukunden und 85€ für Bestandskunden und nur bis 18.02.2020;** maßgeblich ist das Datum der Lieferung, nicht der Bestellung. Der Gutschein gilt beim REWE Lieferservice (nicht beim REWE Abholservice, beim Versand per Paket (REWE Paketservice) oder im REWE Markt). Nur für Neukunden (Neukunden sind Kunden, die zuvor noch nie beim REWE Lieferservice oder REWE Paketservice bestellt haben). Für das Erreichen des Mindestrechnungsbetrags unberücksichtigt bleiben REWE Paketservice Artikel, Bücher, Zeitungen, Zeitschriften, Tabakwaren, aufladbare Geschenk- und Guthabenkarten (z. B. iTunes-Karten), Tchibo-Artikel, (Zuzahlungen für) Treuepunkt-Artikel, Pfand, Sperrgutaufschlag und Servicegebühren (bspw. Liefergebühren). Bei dem Mindestrechnungsbetrag handelt es sich um den in der Rechnung ausgewiesenen und vom Kunden zu zahlenden Betrag (abzüglich oben genannter Produkte) und nicht um den Bestellwert. Nur ein REWE Lieferservice-Gutschein pro Bestellung einlösbar. Der Gutschein gilt nur für den einmaligen Gebrauch und verliert danach seine Gültigkeit. Der Gutschein muss am Ende des Bestellvorgangs eingegeben werden. Der gutgeschriebene Betrag wird nicht im Bestellvorgang angezeigt, sondern erst nach Abschluss des Bestellvorgangs in der übersandten Rechnung. Andere Gutscheine, wie z. B. PAYBACK Coupons, können zusätzlich eingelöst werden. Keine Barauszahlung möglich. Keine Anrechnung auf die Liefergebühren. Die erste Lieferung für Neukunden ist kostenlos. Neukunden sind Kunden, die zuvor noch nie beim REWE Lieferservice oder REWE Abholservice bestellt haben.

Noch mehr Service? Packen wir!

Jetzt kommt dein Einkauf per Paket. Mit dem REWE Paketservice bestellst du haltbare Lebensmittel und Artikel rund um die Büroküche bequem unter **rewe.de/deinpaket**

Konfliktrohstoffe: Ein Armutszeugnis

"Problematische Rohstoffe" hieß ein Kasten in der c't 1/2020: Gold, Kobalt, Kupfer, Tantal (Coltan), Wolfram und Zinn. Jeder dieser Rohstoffe wird im Kongo abgebaut, und zwar nicht zu knapp: Über die Hälfte des global abgebauten Kobalts kommt aus der Demokratischen Republik Kongo und die dortigen Coltanvorkommen werden mitunter auf über 60 Prozent der globalen Reserven geschätzt.

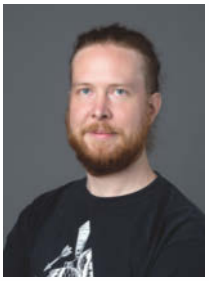
Das Land ist wortwörtlich steinreich. In vielerlei anderer Hinsicht ist es bettelarm. Immer wieder kommt es zu massiven Menschenrechtsverletzungen beim Abbau der genannten Rohstoffe und mit den blutigen Gewinnen werden bewaffnete Konflikte finanziert. US-amerikanische Firmen unterliegen gesetzlichen Dokumentationspflichten wenn sie Gold, Tantal, Wolfram oder Zinn verarbeiten, explizit weil sie im Kongo unter unmenschlichen Bedingungen abgebaut werden.

Der Kongo ist nicht das einzige Land, das trotz seines Rohstoffreichtums große wirtschaftliche oder soziale Probleme hat. "Ressourcenfluch" nennt sich dieses absurde Phänomen, das auch andere Rohstoffe betrifft, etwa Erdöl. Was Ursache und was Wirkung des Fluchs ist und wie er sich von Land zu Land unterscheidet, ist umstritten. Jedenfalls ist das Problem komplex.

Deshalb ist auch nicht klar, wie man ihm begegnen sollte. Regulierungen und Auditierungsvorgaben können durchaus negative Effekte haben: Legale und humane Minen und Abnehmer haben dadurch zusätzliche Mühe, was den mörderischen Schwarzabbau sogar verstärken kann. Je schlimmer die Zustände in einem Land auch politisch schon sind, umso schwieriger ist es, Dokumentations- und Auditierungsvorgaben nachzukommen.

Nicht nur absurd, sondern pervers ist es, dass Kunden und Unternehmen in Rechtsstaaten von der Situation profitieren. Teilweise, weil vermeintlich saubere Unternehmen direkt die günstigen Rohstoffe aus Blutminen nutzen. Tun sie das nicht, landen die Ressourcen eben in Billigprodukten von No-name-Herstellern. Die zahlen weniger, was den Druck auf die geschundenen Arbeiter noch erhöht.

Die Lage ist vertrackt, aber Kunden wie Du und ich sollten jedenfalls etwas mehr nachdenken, warum ein neues Gadget billig zu haben ist. Auch wenn das bisschen Gold und Tantal nicht sichtbar ist.



Sylvester Tremmel

terra

IT. MADE IN GERMANY.

TERRA MOBILE 1550

Schickes Aluminium-Gehäuse und schlankes Design

999,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

Windows 10 Pro steht stellvertretend für geschäftlichen Erfolg.

Mit Windows 10 Pro können Sie Ihren Fokus ganz auf Ihre Geschäfte richten. Ein großer IT-Aufwand ist nicht erforderlich. Windows 10 Pro bietet eine stabile Grundlage mit integrierten Sicherheitsfeatures und einfach zu implementierende Managementlösungen und sorgt für eine gesteigerte Produktivität. So sind Sie mit Ihrem Unternehmen immer auf dem richtigen Weg. Durch den Umstieg auf Windows 10 Pro erhalten Sie agile, kosteneffektive Funktionen für eine bessere Verwaltung und einen noch besseren Schutz Ihrer Systeme und Daten. Mit den preisgünstigen, stabilen und vielseitig einsetzbaren Windows 10 Pro-Geräten kann Ihr Team Aufgaben schneller erledigen.

ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

Indat GmbH, **10707** Berlin, Tel. 030/8933393 • IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, **24118** Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • LANTech Informationstechn. GmbH, **63911** Klingenberg, Tel. 09372/94510 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger Gmbh & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, **72574** Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/946880 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reulingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr Tel. 07762 / 708860 • Dr. Levante GmbH & Co.KG, **79639** Grenzach Wyhlen, Tel. 07624/916710 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 10 Pro für Unternehmen.

Windows 10

TERRA MOBILE 1550

- Intel® Core™ i5-8265U Prozessor (6M Cache, bis zu 3.90 GHz)
- Windows 10 Pro
- 39.6 cm (15.6"), 1920x1080 Pixel Non Glare Display
- 8 GB RAM
- 256 GB SSD
- Intel® UHD Graphics 620
- Bluetooth, WLAN

Artikel-Nr.: 1220633

Dockingstation optional

TERRA MOBILE Thunderbolt™ 3 Dockingstation 900

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

Artikel-Nr.: 1480128

269,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer. Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter www.wortmann.de. Solange der Vorrat reicht. Keine Mitnahmegarantie.

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

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Inhalt c't 3/2020

Titelthemen

Notebook-Kaufberatung

18 **Notebook-Kauf** Was Sie wissen müssen

28 **Tablets und Chromebooks** als Alternative

Technik-Trends 2020

62 **Technik 2020** Was Sie erwartet

64 **5G** Smartphones, Frequenzen, Campus-Netze

66 **Videostreaming** Mehr Dienste, mehr Exklusives

68 **Gaming** Cloud, Konsole oder beides?

70 **Datenschutz** Es wird ernst mit der DSGVO

71 **Sicherheitschips** ersetzen Passwörter

72 **Internetzensur** gegen Fake News

Desktop-PC gezielt aufrüsten

142 **Engpässe beseitigen** bei CPU, Grafik, SSD

Aktuell

14 **Verwundbare Medizin-IT**

32 **Displays** OLED, Laser und LED für TVs

34 **Bluetooth LE Audio** für Broadcasts

36 **Roboter** Schlaue Tennisbälle, Humanoide

38 **Mobilität** Auto von Sony, Sinnliche Interaktion

41 **AR/VR** Brillen werden kleiner und besser

42 **Notebooks** Highlights des Jahres 2020

44 **Bit-Rauschen** AMD-Übermacht, Flash-Preise

46 **Hardware** Radeon RX 5600 XT, Threadripper

47 **Embedded Systems** FPGA für PCIe-Attacke

48 **Netze** Wi-Fi-6-Geräte, LoRaWAN-Gateway

50 **Forschung** Softrobot, Elektronenbeschleuniger

51 **Apple** iPhone-Seriennummern, Sicherheitslücken

52 **Sensoren** Kratzererkennung, Mikrokamera

53 **Politik** Überwachung mit Gesichtserkennung

54 **Trojaner** Deutsche Firma exportiert unerlaubt

56 **Assange** Protest gegen Haftbedingungen

57 **Cambridge Analytica** 100.000 Dokumente

58 **Web-Tipps** Videospielhistorie, Technik erklärt

Test & Beratung

74 **GPS-Live-Tracker** Prothelis meintal

75 **Kabelloser Netzwerkspieler** Sonos Move

76 **RAID mit PCIe-4.0-SSDs** Was es bringt

80 **Cache-SSD für NAS** WD Red SA500

80 **Headset** Beyerdynamic Custom Game

81 **Musikverteilsystem** Bowers & Wilkins Formation

82 **Philips Hue** Schalter, Steckdose, HDMI-Switch

84 **Foto-Workflow** ACDSee Photo Studio Ultimate

84 **Fotobearbeitung** DxO PhotoLab 3.1 Elite Edition

86 **Font-Manager** MainType 9.0

87 **Raw-Entwickler** Capture One Pro 20

88 **E-Book-Verwaltung** Calibre 4.8

88 **Mindmapping-App** MindManager 2020

89 **Zertifikate für Gebraucht-Handys** myhandycheck

90 **Günstige Gaming-Grafikkarten**

96 **Dual-Sticks mit USB-A und USB-C**

100 **Billige Fitnesstracker**

102 **108 MPixel im Smartphone Mi Note 10**

104 **Apps für Audio-Recording**

179 **Adventure-Spiel** Still there

180 **Bücher** Mikrocontroller, Computerlexikon

142 Desktop-PC gezielt aufrüsten

Für nur 150 Euro können Sie Ihrem Rechner einen ordentlichen Performance-Schub verschaffen. Wir zeigen am Praxisbeispiel, wie Sie Ihr Budget sinnvoll in Prozessor, RAM, SSD oder Grafikkarte investieren.

Wissen

110 Zahlen, Daten, Fakten Radio, TV, Podcasts

111 PoE-Wandler liefern Strom für alles

112 Wi-Fi 6: Das bringt der neue Standard

120 Web Components mit Stencil programmieren

126 Internet-Missbrauch Was dagegen hilft

130 Abhörsichere Quantenkommunikation

134 Neue Wege fürs Bezahlen im Netz

138 Satellit erforscht Sonne

175 Recht Ärger mit Gelegenheitsfoto

181 vertrac't Auflösung des Winterrätsels

Praxis

146 RISC-V Erste Schritte mit Longan Nano

150 GitHub Actions Eigene Runner einrichten

152 MP3-Hörbücher auf dem Smartphone

156 Linux barrierefrei konfigurieren

160 Linux: Desktop-Nachrichten bändigen

166 Desktop-Konfiguration mit OpenBox

168 c't-Raspion Langzeit-Monitoring

Immer in c't

3 Auf den Punkt Konfliktrohstoffe

8 Leserforum

13 Schlagseite

60 Vorsicht, Kunde Saturn und das Widerrufsrecht

172 Tipps & Tricks

176 FAQ 3D-Druck mit Plastikdraht

182 Story Das Paradies

191 Stellenmarkt

192 Inserentenverzeichnis

193 Impressum

194 Vorschau

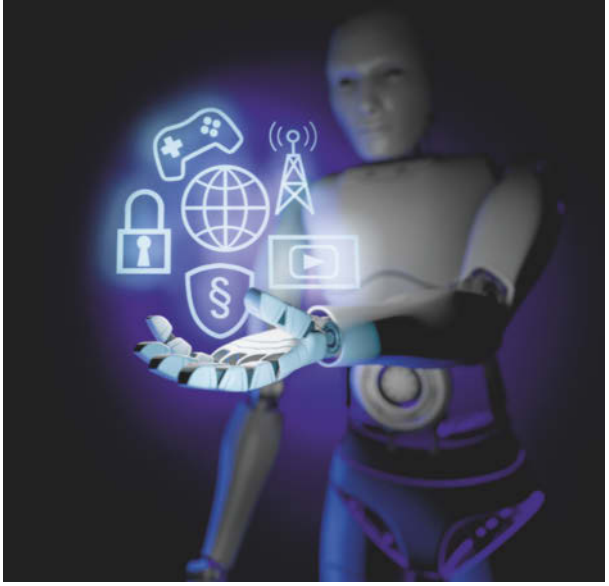
c't Hardcore *c't Hardcore kennzeichnet besonders anspruchsvolle Artikel.*

18 Notebook-Kaufberatung

CPUs mit 2 bis 8 Kernen, Wi-Fi 6, GPUs mit und ohne Raytracing, 3:2-Bildschirme, OLED- und Doppeldisplays, USB Typ-A und -C – was braucht man bloß? Unsere Kaufberatung hilft Ihnen bei der Auswahl Ihres neuen Notebooks.

62 Technik-Trends 2020

5G kommt in der Praxis an, Videostreaming-Dienste locken mit Exklusivität, Cloud-Gaming greift die Konsolen an, spezielle USB-Sticks lösen verstärkt Passwörter ab – und dann auch noch mehr Internetzensur. Das kommt in diesem Jahr auf Sie zu.



Leserforum

Von Lehrern torpediert

Kinder schützen trotz Smartphone, Konsole, Assistenten & Co., c't 2/2020, S. 16

Leider kommt es trotz bestehenden Verbots der Nutzung von Handys in den Schulen unserer Töchter immer wieder vor, dass Lehrer im Unterricht für Recherchezwecke oder gar zum Zeitvertreib für die Schüler die Nutzung von Handys erlauben beziehungsweise sogar dazu auffordern. Davon ganz abgesehen gibt es auch mehr als genug Lehrer, die zur Einrichtung und Nutzung von WhatsApp-Gruppen für die Verteilung und Durchführung unter anderem von Hausarbeiten auffordern. Und das, obwohl die Mehrheit der Schüler noch nicht 16 ist.

Olaf K.

Strenge Schüler

Seit Jahren (2001) arbeite ich als Lehrer an der Versuchsschule des Landes NRW. Seit diesem Zeitpunkt begleite ich als Administrator (z. T. wider Willen) den Aufbau der digitalen Medienlandschaft an unserer Schule.

Gibt es Vorfälle von Mobbing oder ähnliche Herabsetzungen über die dann gar nicht mehr so sozialen Medien, ist es sehr wichtig, dass eine gewisse Öffentlichkeit hergestellt wird, damit die „Täter" nicht anonym bleiben können und die „Opfer" Unterstützung erfahren können. Das sind dann häufig knifflige und nicht selten mit Tränen behaftete Prozesse, welche im Nachgang allen Beteiligten helfen können. Es sollte an der Stelle auch nicht gescheut werden, professionelle Menschen mit einzubinden. Polizei, Datenschutzbeauftragte, Schulsozialarbeiter, Schulpsychologen, Medienpädagogen sind im Umfeld in der Regel rasch zu kontaktieren. Solche Anlaufstellen müssen den Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen aufgezeigt werden und der erste Kontakt vor dem „Ernstfall" auf Informationsabenden oder während der Unterrichtszeit hergestellt werden.

An unserer Schule haben die Schülervertreter in den SV-Sitzungen eine Handyregelung ausgearbeitet. Diese ist zum Erstaunen aller Erwachsenen deutlich strenger ausgefallen als erwartet. Die Schülerinnen und Schüler scheinen sehr wohl wahrzunehmen, wann diese Medien lernförderlich sind und wann einfach nur störend und fehl am Platz. Eine der wichtigsten Forderungen ist, dass es eine klare Absprache ohne Ausnahmen gibt, an die sich dann auch alle halten.

Lutz Plaß

Glückwunsch zum 750sten!

Titel, Themen, Traditionen, 750 Ausgaben – 750 Cover, c't 2/2020, S. 66

1986 habe ich meinen ersten PC in Betrieb genommen. Zuvor hatte ich schon einen C64 (zum Spielen) und dann einen C128. Seit jener Zeit habe ich viel Geld für Computer und Zubehör ausgegeben, und immer begleitet von 100ten Ausgaben des c't-Magazins. Nach all den Jahren hat sich das Niveau des Magazins gut gehalten, und natürlich habe ich auch einige andere Computermagazine gelesen. Seit vielen Jahren habe ich das c't-plus-Abo, und freue mich immer noch auf jede Ausgabe.

Ich habe bei mir noch eine Ausgabe von Oktober 1988. Warum ich diese (Papier-)Ausgabe aufgehoben habe, kann ich nicht sagen, aber der Titel „Neuronale Computer" könnte auch noch heute nach 30 Jahren eine aktuelle Ausgabe schmücken.

Wolfgang Bley

Die Redaktion und alle anderen Beteiligten bedanken sich herzlichst für die zahlreichen Glückwünsche zur 750sten c't-Ausgabe!

Handy-Affen

Im Tierpark Berlin stand an einem Gehege mit Rotscheitelmangaben eine Grup-

Bild: Matthias Renner

c't 14/2001 zeigte Schimpansen mit Handys – was Tierschützer auf den Plan rief. Dabei interessieren sich Affen sehr wohl für Handys.

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

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

pe Kinder (vermutlich ein Schulausflug). Es gab eine große Plexiglasscheibe als Sichtfenster im Zaun, damit es nicht zum Kontakt mit den Tieren kommt. Ein vorlauter Junge war offensichtlich stolz auf sein neues (teures?) Telefon und hielt es am Fenster vorbei einem Affen vor die Nase. Dieser griff blitzartig zu und schon hatte das Gerät den Besitzer gewechselt. Die Tiere untersuchten das Gerät und begannen schließlich, es zu zerlegen. Ein herbeigerufener Tierpfleger sagte, er wolle am Abend mal reinschauen, wenn die Tiere das Interesse verloren haben und die Teile zusammensuchen. Die Eltern könnten das dann am nächsten Tag abholen.

Matthias Renner

Angemeldet trotz Neustart?

Tipps & Tricks, c't 2/2020, S. 170

Bei mir war die Option [zum automatischen Anmelden nach einem Neustart] im Einstellungen-Dialog nicht verfügbar. Grund war, dass bei mir der Ruhemodus (Hibernation) ausgeschaltet ist. Um den Schalter sichtbar und damit änderbar zu machen, muss man als Admin erst in der Shell „powercfg -H on" ausführen und neu starten. Dass manche Optionen abhängig von anderen Optionen ein- und ausschaltbar sind, ist verständlich. Sie dann je nach Fall vollständig verschwinden oder erscheinen zu lassen, macht die Dialoge zwar schlanker, aber das System schwieriger zu verstehen. Gute GUI-Designer würden den Schalter immer zeigen und in diesem Fall ausgrauen mit einem kleinen Pop-up „Warum ist dieser Schalter nicht verfügbar?"

Olaf-Michael Jahn

Steuergesetze

Leserforum, c't und die Steuer, c't 2/2020, S. 8

Der Leserbrief zum Thema „c't und die Steuer" in der Ausgabe 02/2020 hat mir ein kleines Déjà-vu-Erlebnis beschert. Vor einigen Jahren wurde die steuerliche Anerkennung meines c't-Abos mit genau der gleichen Begründung abgelehnt. Als ich dann anmerkte, dass die Steuergesetze ja nicht nur in jeder beliebigen Buchhandlung käuflich erworben werden können, sondern sogar kostenlos im Internet verfügbar sind und diese dann ja wohl gar nichts taugen können, kam nur noch ein „Das tut hier nichts zur Sache".

Stefan Vietinghoff

Eine Typennummer, zwei Geräte

Acht Energiekosten-Messgeräte für den Hausgebrauch, c't 1/2020, S. 110

Ich bin bei einem Online-Händler fündig geworden und habe das TS 45-25111 eben erhalten. Doch es muss sich um ein völlig anderes Gerät handeln als das von c't getestete, obwohl Hersteller, Artikelnummer und Gehäuseform gleich sind. Ich vermute eine alte Möhre. Das Beiblatt listet folgende Daten: Leistungsmessbereich: 5 W – 4416 W, Messleistungsgenauigkeit: ± 2 % oder ± 5 W.

Rando Voßberg

Professionelle Messgeräte zeigen negative Leistung an, wenn ein Generator, zum Beispiel ein Solarpanel, Energie ins Stromnetz speist.

TS Electronic hat bestätigt, dass Ihr Gerät eine alte Version von 2008 ist, die damals unter derselben Typennummer 45-25111 lief und von der noch geringe Restbestände im Markt seien – man wolle nun „aktiv auf die Händler zugehen." Leser, die nach dem Test ein Gerät bestellt und ein altes Exemplar erhalten haben, können sich per E-Mail an den Importeur wenden: info@ts-electronic.de.

Kein 4-Quadranten-Betrieb

Ein prima Artikel, vor allem dank der Theorie und der umfassenden Messungen von Kleinverbrauchern. Eine Ergänzung würde ich mir wünschen: Eignet sich das Gerät auch zur Messung in Rückrichtung, also um die Leistung eines Stecker-Solarpanels zu ermitteln?

gvzdus

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Die Voltcraft-Modelle hatten schon den Heimweg zum Hersteller angetreten. Keines der sechs verbliebenen Geräte aus dem Test zeigte die durchfließende Leistung eines Solarwandlers korrekt an. Fünf wiesen sie mit falschem Vorzeichen aus (x Watt statt –x Watt). Eines (Dayhome PM3) merkte, dass die Leistung andersrum floss und setzte Strom und Leistung auf null, was Ihnen leider auch nicht weiterhilft.

IPv4 bei 1&1 DSL

Leserforum, IPv4 bei 1&1 DSL, c't 25/2019, S. 10

Leider wurde der im Heft 25/2019 gegebene Lesertipp, dass 1&1 auf Anfrage öffentliche IPv4-Adressen auf Anfrage an Privatkunden vergibt, dementiert. Laut 1&1 Technik sind grundsätzlich sämtliche IPv4-Services kommerziellen Belangen vorenthalten. Ausnahmen würden Einzelfälle darstellen.

Remzi Yilmaz

Ergänzungen & Berichtigungen

64-Bit-Adroid für DJI

Videodrohne DJI Mavic Mini für 400 Euro, c't 2/2020, S. 106

Die Android-App von DJI erfordert nicht nur wie auf der Hersteller-Homepage angegeben Android 6, sondern Android muss im 64-Bit-Modus laufen. Das ist zwar bei den allermeisten Geräten der letzten Jahre der Fall, aber nicht bei allen.

Dichte von Wolfram

Umweltfreundliche und fair hergestellte Smartphones, c't 1/2020, S. 138

Das Metall Wolfram hat bei geringem Volumen eine hohe Masse, also insgesamt eine hohe Dichte.

HETZNER

AUSGEZEICHNETES WEBHOSTING
FÜR EINSTEIGER & PROFIS

INKLUSIVE DOMAIN UND WORDPRESS-INSTALLER

IDEAL FÜR EINFACHE WORDPRESS-SEITEN

z. B. Webhosting Level 1

- ✔ 1 Domain inklusive
- ✔ Unlimiterter Traffic
- ✔ 10 GB Speicher
- ✔ 50 Subdomains
- ✔ 100 E-Mail-Accounts
- ✔ 1 Datenbank
- ✔ Backup-Funktion
- ✔ FTP- und FTPS-Zugang
- ✔ Symantec Basic SSL-Zertifikat
- ✔ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✔ Setupgebühr 9,90 €

monatlich **1,90** €

z. B. Webhosting Level 19

- ✔ 1 Domain inklusive
- ✔ 20 Addon-Domains (Registrierung kostenpflichtig)
- ✔ Unlimiterter Traffic
- ✔ 300 GB Speicher
- ✔ Unlimitierte Subdomains
- ✔ Unlimitierte Datenbanken
- ✔ Unlimitierte E-Mail-Accounts
- ✔ Backup-Funktion
- ✔ FTP- und FTPS-Zugang
- ✔ Symantec Basic SSL-Zertifikat
- ✔ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✔ Keine Setupgebühr

monatlich **19,90** €

IDEAL FÜR WEBSEITEN MIT HOHEN ANFORDERUNGEN

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.
Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

www.hetzner.com

Make:

2× Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

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

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: make-magazin.de/miniabo

Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Sicher wie die TI-tanic

Hinweise auf mögliche Verwundbarkeiten der Medizin-Telematik

Weil sich Zugangskarten rund um die Telematik-Infrastruktur (TI) für Ärzte, Kliniken und Kassen ohne Identitätsprüfung besorgen ließen, stoppte die gematik vorerst die Ausgabe. Eine Analyse des Sicherheitsexperten Thomas Maus legt die Vermutung nahe, dass es um die technische Seite nicht besser steht.

Von Thomas Maus

Gesundheitsminister Jens Spahn hatte wohl keinen ruhigen Jahreswechsel. Denn zwischen den Feiertagen zeigte Sicherheitsexperte Martin Tschirsich zusammen mit Dr. Christian Brodowski und Dr. André Zilch auf dem Kongress des Chaos Computer Clubs in Leipzig, wie einfach jedermann an Zugangskarten und -hardware der Telematik-Infrastruktur (TI) für Ärzte und Praxen sowie an fremde elektronische Gesundheitskarten (eGK) gelangen konnte – ohne sich ausweisen zu müssen. Dazu waren keinerlei Hacks nötig, sondern lediglich ein paar frei zugängliche Informationen einer Praxis und eines Arztes, schon konnten sie sich Karten und Komponenten zu einer geänderten Adresse bestellen (siehe ct.de/y4tz).

Die gematik, die die Vernetzung der Praxen durch die TI vorantreibt, reagierte prompt und sperrte die Produktion und Ausgabe aller Praxis- und Heilberufs-Ausweise. Zusammen mit allen Kartenanbietern erarbeitet sie neue Vorgaben für die Identitätsfeststellung der Empfänger. Eine Sprecherin des Anbieters medisign hoffte, dass der Ausgabestopp Mitte Januar aufgehoben werde. Unter anderem werde es fortan keine Auslieferung an alternative Adressen mehr geben. Tschirsich, Brodowski und Zilch hatten die Untauglichkeit der Verfahren KammerIdent und BankIdent zur Identitätsfeststellung eines Arztes nachgewiesen, sie würden deshalb ausgesetzt – einzig das PostIdent-Verfahren solle übrig bleiben. „Es ist davon auszugehen, dass es künftig strengere Restriktionen für die Auslieferung geben wird, die den Komfort einschränken und den Aufwand für die Beschaffung erhöhen“, erklärte medisign gegenüber c’t.

Laut Martin Tschirsich sind derzeit rund 115.000 von 170.000 Arztpraxen in Deutschland an die TI angeschlossen. Praxen ohne Anschluss werden mit Honorarabzügen von derzeit ein Prozent bestraft. Ob auch diese Abzüge ausgesetzt werden, solange sich neue Ärzte und Praxen mangels Zugangskarten nicht mit der TI verbinden können, konnte uns die Kassenärztliche Bundesvereinigung auf Nachfrage nicht beantworten. Die Entscheidung läge bei den einzelnen Kassenärztlichen Vereinigungen.

Die als fälschungssicher geltenden elektronischen Ausweise für Ärzte und Praxen konnte sich bislang also jeder an irgendeine Käsetheke liefern lassen. Für die Bestellung einer fremden Gesundheitskarte genügte eine simple E-Mail an die Krankenkasse. Da auf den eGKs unter anderem auch Informationen zur Teilnahme an Chroniker-Programmen gespeichert sind, können Betrüger hier durchaus sensible Gesundheitsdaten abgreifen. Zumindest bei den eGKs ist das Problem seit 2004 bekannt – da ist es völlig unverständlich, warum die Datenschutzbeauftragten der Länder und des Bundes noch kein Auge darauf geworfen haben.

Freie Bahn für Emotet

Doch selbst wenn gematik und Bundesgesundheitsministerium die Identifizierung von Ärzten, Praxen und Patienten bei der Kartenausgabe künftig verbessern, könnten in der TI womöglich noch hunderte weitere Sicherheitslücken klaffen. Um diesen auf die Spur zu kommen, hat der Autor als Sicherheitsexperte im Auftrag von Ärzten an deren Konnektoren nichtinvasive und nichtdestruktive Analysen durchgeführt. Diese beschäftigen sich ausführlich mit dem Modell von T-Systems, das neben dem KoCoBox-Konnektor von CGM (dazu später mehr) in Praxen am weitesten verbreitet ist. Konnektoren verbinden Arztpraxen per VPN mit der Telematik-Infra-

struktur und bilden damit das Herzstück für deren Sicherheitsarchitektur.

In der TI sollen künftig mit Einführung der elektronischen Patientenakte (ePA) ab Anfang 2021 nicht nur die Gesundheitsdaten von 73 Millionen Patienten in Deutschland zentral verwaltet und ausgetauscht werden. Die TI soll darüber hinaus auch zur sicheren Kommunikation der Praxen und Kliniken untereinander dienen.

Bislang predigen gematik und Gesundheitsministerium, dass die TI mit ihren Konnektoren und Kartenterminals „optimal sicher“ sei. Probleme entstünden allein durch Nachlässigkeiten von Ärzten und deren IT-Dienstleistern, wenn sie veraltete Software nutzten und das LAN der Praxis nicht richtig absicherten.

Diese „Nachlässigkeiten“ sind jedoch eher die Regel als die Ausnahme. Laut Recherchen des NDR wurde beispielweise die von der gematik favorisierte serielle Installationen des Konnektors nur in zehn Prozent der Praxen umgesetzt. In dieser Konfiguration ist der Konnektor die einzige Verbindung der Praxis zur Außenwelt: Er baut nicht nur das VPN zur Telematik-Infrastruktur auf, sondern dient gleichzeitig als Firewall für das Praxis-LAN Richtung Internet. Von den übrigen Praxen mit paralleler Konfiguration, bei der die Praxis ihre Internet-Verbindung in Alleinregie absichern muss, befänden sich rund ein Drittel in einem desolaten Sicherheitszustand.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) weiß das: „... muss nach dem Stand der Technik davon ausgegangen werden, dass Leistungserbringer eine Kompromittierung eines ihrer IT-Systeme im LAN nicht sicher verhindern bzw. nicht in jedem Fall frühzeitig erkennen können.“ (Konnektor-Schutzprofil BSI-CC-PP-0047-2015-MA-01, Abschnitt 7.6.2). Trotzdem setzt dasselbe Schutzprofil ein unkompromittiertes Praxis-LAN für die Sicherheit der TI voraus.

Hier liegt ein offenkundiger Widerspruch und ein fundamentaler Design-Fehler in der Sicherheitsarchitektur: Eine einzige kompromittierte Praxis stellt die Sicherheit vieler ePAs in Frage. Das angeblich „geschlossene medizinische Netz“, welches ein „Höchstmaß an Schutz“ bieten soll, ist dann eben nicht mehr geschlossen.

Wird ein Konnektor oder ein anderer Teil der TI kompromittiert, dann lassen sich womöglich nicht nur Gesundheitsdaten abgreifen und manipulieren. Angreifer könnten über in der ePA abgelegte Dokumente (darunter PDFs) auch Viren und Trojaner einspielen. Es bestünde dann Gefahr, dass sich Emotet-Angriffe, wie sie jüngst Kliniken in Fürth und Hannover lahmlegten, über die TI auf andere Praxen und Krankenhäuser ausbreiten – und das auf höchstem Sicherheitsniveau.

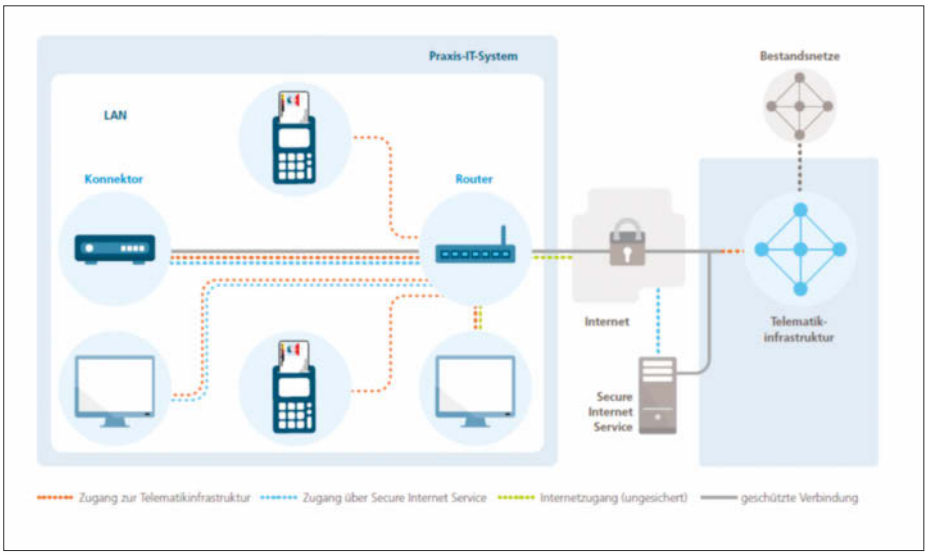


Bild: gematik vom 28.8.2019

90 Prozent der Praxen nutzen eine parallele Installation des Konnektors für die TI, bei der das übrige Praxis-LAN von einem separaten Router abgesichert wird.

Zertifikatsfehler

Doch selbst bei einer seriellen Konnektor-Konfiguration ist nicht alles in Butter: Der Konnektor fungiert dann nämlich gleichzeitig als Firewall für das Praxis-LAN und ist somit angriffsexponiert und sicherheitskritisch.

Diesem Anspruch wird der „Medical Access Port“ genannte Konnektor von T-Systems womöglich nicht gerecht. Der Konnektor wird über ein Web-Frontend konfiguriert. Der Browser des Admin ruft bei der ersten Verbindung ein Zertifikat vom Konnektor ab, das für eine verschlüsselte Verbindung (HTTPS) benötigt wird. Beim T-Systems-Konnektor produziert die Echtheitsprüfung im Browser jedoch einen Zertifikatsfehler. In allen untersuchten Praxen hatten die IT-Dienstleister (DvOs) den Ärzten geraten, die Warnung „einfach wegzuklicken“.

Diese Ignoranz führt das Konnektor-Zertifikat jedoch ad absurdum und öffnet Man-in-the-Middle-Angriffen Tür und Tor, die das Admin-Passwort abgreifen. Angreifer in Gestalt von Patienten, Reinigungspersonal oder Lieferanten bräuchten dazu lediglich ein Gerät für unter 100 Euro im Praxis-LAN zu platzieren, und schon könnten sie Kontrolle über den Konnektor erlangen. Dagegen kann sich eine Arztpraxis mit typischer IT-Ausstattung und -Personal kaum schützen.

Open-Source-Komponenten

Zurück zum Konnektor: Das System basiert in großem Umfang auf Open-Source-Komponenten und würdigt dies entsprechend der Lizenzbestimmungen durch deren Benennung. Die auf der Admin-Oberfläche des Konnektors einsehbare Liste (siehe ct.de/y4tz) erstreckt sich über 77 Einträge und wirft sofort Fragen auf. Denn auf sicherheitskritischen Systemen sollten niemals mehr Komponenten installiert sein als unbedingt nötig, weil sie die Angriffsfläche unnötig vergrößern.

Auf dem Konnektor ist jedoch unter anderem ein WPA-Supplicant installiert, der lediglich für WLANs relevant wäre. Ebenso findet sich die E-Mail-Library mimetic, obwohl der Konnektor gar keine Mails verschickt – zumindest offiziell.

Bedenklich ist das hohe Alter einiger Komponenten: Eine xqc-Version (wahrscheinlich eine C-Schnittstelle zur XML-Query-Language) stammt offenbar vom Mai 2013, jQuery (eine populäre Bibliothek für JavaScript) vom Mai 2014.

Eine Reihe von Paketen aus dem Node.js- beziehungsweise NPM-Universum erstaunt ebenfalls auf einem sicherheitskritischen Gerät, denn die Sicherheitshistorie von NPM ist ziemlich unrühmlich.

Schließlich ist sogar der Paketmanager opkg dabei. Er dient dazu, Software-Pakete auf dem neuesten Stand zu halten. Auf sicherheitskritischen Geräten wie

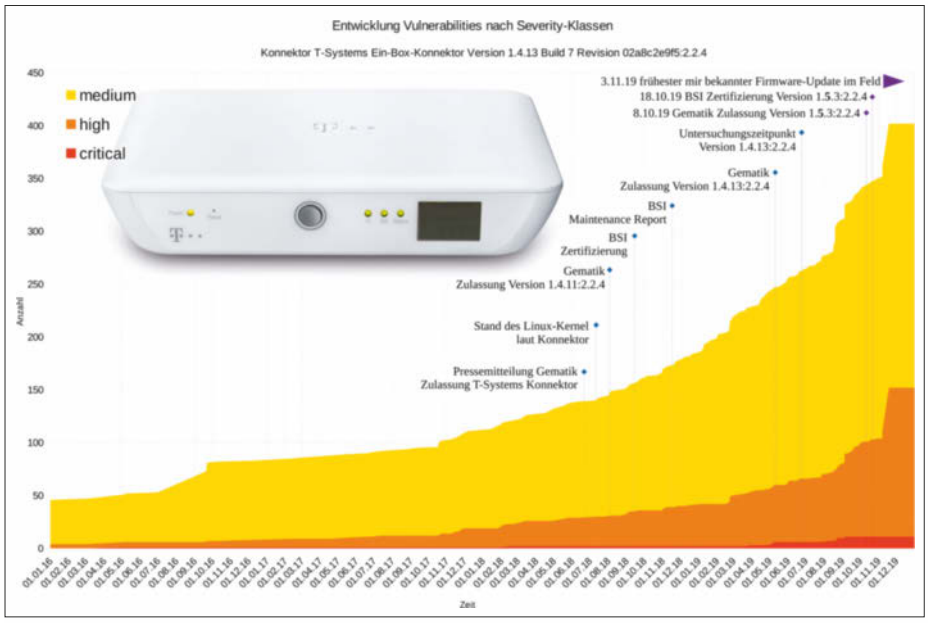


Bild: Thomas Maus

Die Grafik zeigt das Ansteigen der bekannt gewordenen Sicherheitslücken der Open-Source-Komponenten, die auch beim TI-Konnektor von T-Systems (Firmware 1.4.12, Hardware-Revision 2.2.4) zum Einsatz kommen.

einem Konnektor dürfen aber auf gar keinen Fall irgendwelche Updates aus ungesicherten Quellen aufgespielt werden. Jedes einzelne Update muss zuvor aufwendig geprüft und zertifiziert werden. Deshalb erscheinen offizielle Firmware-Updates des Konnektors auch nur einmal im Jahr. Denn die nötige Zertifizierung nach dem internationalen Common-Criteria-Standard beschäftigt mehrere Sicherheitsprüfer über Wochen und kostet sechsstellige Beträge. Dynamische Updates wären zertifizierungswidrig.

Die TI ist sicher …

Um einzuschätzen, wie verwundbar die auf dem Konnektor eingesetzte Software ist, hat der Autor zu allen Komponenten die bekannten Verwundbarkeiten herausgesucht. Diese werden in der CVE-Datenbank (Common Vulnerability Enumeration) gesammelt. Theoretisch müssten in jedem CVE-Eintrag auch die betroffenen CPE (Common Product Enumeration) aufgeführt sein. Praktisch fehlen die CPEs teils ganz oder es wird nur im Freitext erwähnt, dass die Verwundbarkeit auch in allen früheren Versionen besteht – was den Aufwand erheblich vergrößert.

Die im Konnektor von T-Systems eingesetzte Software (Firmware 1.4.13) lieferte bei einem Abgleich mit der CVEsearch-Datenbank vom 31.12.2019 sage und schreibe 3335 Treffer. Beschränkt man die Suche auf die exakten CPE-Einträge, passen immer noch 1043 Einträge, auf die sich die weitere Analyse konzentriert.

Die Brisanz der Verwundbarkeiten wird nach dem CVSS (Common Vulnerability Scoring System) eingestuft. Die Skala reicht von 0 bis 10: Low (unter 4), Medium (4 bis unter 7), High (7 bis unter 9) und Critical (9 bis 10). Soweit Security-Patch-Backports plausibel zu vermuten waren – etwas beim Kernel –, wurden die entsprechenden CVEs ignoriert.

Filtert man noch alle Low-Einstufungen heraus (worüber man streiten kann), so verbleiben im T-Systems-Konnektor (Firmware 1.4.13) Hinweise auf mindestens 402 potenzielle Verwundbarkeiten: 11 kritische, 141 hochbrisante, 250 mittelbrisante (Stand 31.12.2019).

Nicht viel besser sieht es nach dem Firmware-Update aus, das T-Systems während des Untersuchungszeitraums am 28. November 2019 veröffentlichte. Die neue Firmware-Version 1.5.3 hatte am 31. Dezember immer noch 291 Hinweise auf klärungsbedürftige Verwundbarkeiten: 7 kritische, 117 hochbrisante und 167 mittelschwere.

Dieser Wert ist aber keine Konstante – er entwickelt sich über die Zeit. Deshalb stellt sich die Frage, welche dieser Verwundbarkeiten bereits während der Zertifizierung bekannt waren, und von T-Systems eventuell manuell hätten gepatcht werden können, und welche erst später hinzukamen. In der Grafik links haben wir deshalb den zeitlichen Verlauf aufgetragen, mit dem die Zahl der Verwundbarkeiten im Konnektor anstieg.

… ein Problem

Neben der bloßen Anzahl der Verwundbarkeiten alarmiert auch die Schwere einiger besonders kritischer Sicherheitslücken im CVE-Abgleich mit den Komponenten des Konnektors: Das fängt mit Anfälligkeiten für Denial-of-Service-Attacken an (CVE-2018-5391, CVE-2019-11477 und CVE-2018-5388), geht über Man-In-the-Middle-Attacken bei der Kernfunktion des VPN, weil sich die Authentifikation mit RSA bei IKEv2 unterlaufen lässt (CVE-2018-16151 und CVE-2018-16152), bis hin zu zahlreichen möglichen Pufferüberläufen, die nicht selten darin münden, dass ein Angreifer beliebigen Code ausführen kann (zum Beispiel CVE-2018-17540, CVE-2016-2108, CVE-2015-0292). Allein die in der Liste auftauchende sicherheitskritische, uralte OpenSSL-Version 0.9.8w besitzt eine kritische und fünf hochbrisante Verwundbarkeiten.

Neben dem Konnektor ist auch das Kartenterminal sicherheitskritisch. Nicht umsonst kleben auf dem Gehäuse diverse Sicherheitssiegel des BSI, die ein unbemerktes Öffnen verhindern sollen. Ein solches Terminal ist über das Praxis-LAN mit dem Konnektor verbunden und wacht über die Verwendung der digitalen Patienten- und Arzt-Identitäten sowie über den Zugriff auf Patientendaten.

In der Grafik auf Seite 17 sind analog zum T-Systems-Konnektor mögliche Verwundbarkeiten des derzeit am weitesten verbreiteten Kartenterminals Ingenico ORGA 6141 online im zeitlichen Verlauf aufgezeichnet. Mit über hundert mittleren bis hohen sowie weiteren kritischen CVE-Einträgen, die sich seit der letzten Aktualisierung eingeschlichen haben, ist es zweifelhaft, dass das Kartenterminal ein „europaweit einzigartiges Sicherheitsniveau“ erreicht, von dem Gesundheitsministerium und gematik schwärmen.

Natürlich führt nicht jede in der CVE-Datenbank aufgeführte Verwundbarkeit zu einem tatsächlich durchführbaren Angriff. Doch für jede Verwundbarkeit, die zum Zeitpunkt der Zertifizierung bekannt ist, müsste mindestens dokumentiert sein, warum sie die Sicherheit des Systems nicht schwächen kann. Dazu dient die in der Zertifizierung vorgesehene AVA_VAN (Activity Vulnerability Assessment – Vulnerability ANalysis). Für die aufgelisteten

CVE-Einträge des Konnektors und Kartenterminals existieren jedoch keine öffentlichen Dokumentationen, die deren Unbedenklichkeit nachweisen.

Oldtimer Common Criteria

Das in den 90er-Jahren entstandene Zertifizierungssystem „Common Criteria“ (CC) – nach dem Konnektoren und Kartenterminals zertifiziert werden – ging noch davon aus, das Software entweder korrekt oder aber defekt ist. Heutzutage ist diese Vorstellung jedoch überholt. Eine Komponente kann zum Zeitpunkt der Zertifizierung sicher sein, weil noch niemand einen Angriffsweg entdeckt hat. Wenn ein solcher Weg aber später publik wird, ist die Komponente fortan nicht mehr sicher. Im Fall eines Konnektors müsste er so lange abgeschaltet werden, bis die Unbedenklichkeit bewiesen oder die anfällige Komponente erneuert und der Angriffsweg versperrt ist. Dann könnte der Konnektor wieder weiterlaufen – bis zur Entdeckung einer neuen Verwundbarkeit.

Das Problem ist die statische Vorstellung von Programmcode in der CC-Welt, seiner Korrektheit und Sicherheit. Dies sieht man an den CC-Maintenance-Reports: Das Gerät wird als unverändert betrachtet, weswegen keine erneute Zertifizierung notwendig ist. Das Gerät mag unverändert sein, aber das Wissen über seine Sicherheitseigenschaften hat sich teils dramatisch verändert, wie die Grafiken zeigen.

Das ist keine Kritik am Einsatz von Open-Source-Software. Tatsächlich ist er eine gute Idee, wenn durch koordinierte Sichtungen der Quellen Verwundbarkeiten systematisch beseitigt würden. Jede CVE ist ja eine bekannte Schwachstelle, die meistens wenige Tage nach Bekanntwerden durch ein Update aus dem Verkehr gezogen wird. Von der Qualitätssicherung der CVEs kann man jedoch nur profitieren, wenn man Updates in hoher Frequenz durchführt – und dies ist innerhalb der Common Criteria kaum sinnvoll möglich.

Geheimnis der KoCoBox

Nun wäre es jedoch kurz gedacht, wenn man der Telekom die Nennung der im T-Systems-Konnektor verwendeten Open-Source-Komponenten ankreiden würde. Konkurrent CGM bedient sich für seine KoCoBox MED+ ebenfalls bei Open-Source-Code. Der Hersteller listet jedoch lediglich die Lizenzen, aber nicht die Komponenten auf und verstößt somit zumindest gegen die GNU General Public License. Wenn CGM die verwendeten Open-Source-Komponenten nicht angibt, muss man für die KoCoBox vom schlimmsten Fall ausgehen, also allen Verwundbarkeiten jeglicher Software unter all den angegebenen Lizenzen.

Updaten? Abschalten!

Ärzte, die den Konnektor von T-Systems einsetzen, sollten dessen Firmware – falls noch nicht geschehen – unbedingt von Version 1.4.13 auf die Ende November veröffentlichte Version 1.5.3 updaten. Dadurch können sie immerhin die Zahl der möglichen klärungsbedürftigen Verwundbarkeiten von 402 auf 291 senken. Das ist besser, aber noch lange nicht gut. Deshalb kann der Autor selbst bei einem aktualisierten Konnektor Ärzten nur raten: abschalten.

Das ist keine pauschale Warnung vor der Digitalisierung der Medizin, sondern vor einer ungesicherten Vernetzung durch die TI. Würden Praxen und Kliniken alle digitalen Systeme mit veralteter Software abschalten, stünden Ärzte weitgehend ohne moderne Diagnostik da. Isoliert oder in Inselnetzen erzeugen aber selbst die immer noch anzutreffenden Windows-XP-Rechner zur Steuerung von Röntgengeräten kaum Gefahr – aber erheblichen Nutzen.

Aber selbst wenn die gematik zusichert, dass alle CVEs der Konnektoren und Kartenterminals einzeln geprüft wurden und tatsächlich keine Gefahr besteht, hilft das nur, bis die nächste Verwundbarkeit bekannt wird. Deren Prüfung dauert dann wieder einige Tage, in denen die Sicherheitslage unklar ist. Bei höchstem Sicherheitsniveau, das für Medizin-IT und Gesundheitsdaten gefordert wird, ist dies nicht akzeptabel: Die Konnektoren müsste man derweil abschalten.

Obige Analyse deckt allerdings nur einen kleinen Teil möglicher Probleme der Telematik-Infrastruktur auf: Ob Zertifizierungsniveau oder -verfahren, Installationsqualität, Management der Authentifikationsmittel oder Updates – wo immer unabhängige Experten bisher im Rollout der TI hinschauten, blickten sie in Abgründe. So ließen sich bislang nicht einmal unabhängige Penetrationstests durchführen, weil die gematik die dazu nötigen Sandbox-Systeme nicht zur Verfügung stellt.

Das enorme Tempo, mit dem das Gesundheitsministerium unter der Leitung von Jens Spahn – Zitat: „Ich werde bei dem Thema gematik mehr Geschwindigkeit reinbringen, Hacker hin oder her.“ – den Ausbau der TI trotz aller Bedenken vorantreibt, erinnert an den euphorischen Fortschrittsglauben im viktorianischen Zeitalter. Damals hielt man die Titanic für unsinkbar und steuerte mit ihr trotz aller Warnungen unter Volldampf voraus – in den nächsten Eisberg. *(hag@ct.de)* c't

CCC-Vortrag und Open-Source-Listen:
ct.de/y4tz

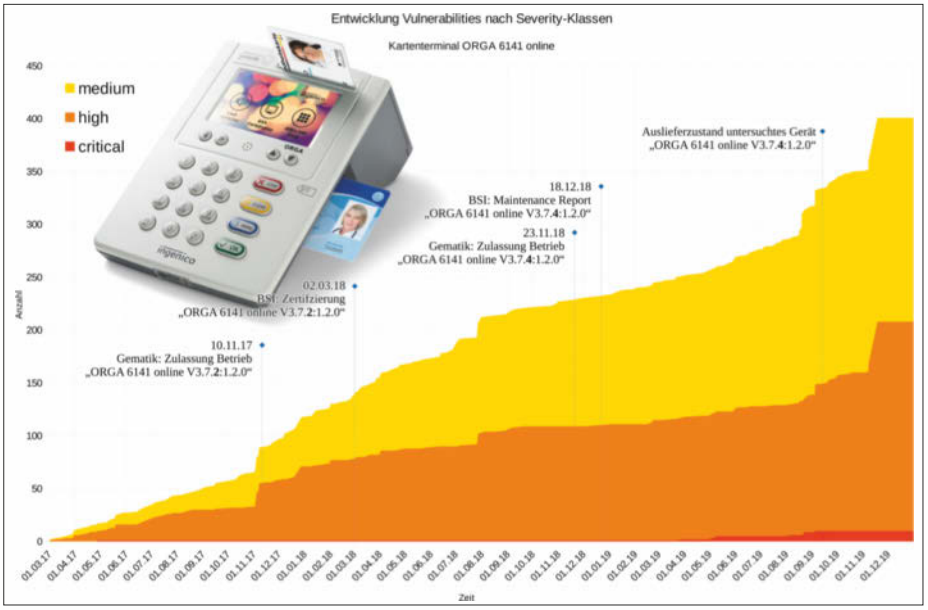


Bild: Thomas Maus

Die Grafik zeigt das Ansteigen der bekannt gewordenen Sicherheitslücken der Open-Source-Komponenten, die auch beim Kartenterminal Ingenico ORGA 6141 online (Firmware 3.7.4, Hardware-Revision 1.2.0) zum Einsatz kommen.

Notebook-Kaufberatung

Alles, was man 2020 für den Notebook-Kauf wissen muss

Notebook-Kaufberatung ..... **Seite 18**
Notebook-Alternativen ..... **Seite 28**

Prozessoren von zwei bis acht Kernen, Wi-Fi 6, Raytracing-fähige GPUs, Bildschirme mit besonderen Formaten, integrierten Privacy-Filtern, OLED- und Doppel-Displays – bei Notebooks hat sich viel getan. Wir klären über den Stand der Dinge auf und liefern alle Infos, um das passende Notebook zu finden.

Von Florian Müssig

Wer sich heutzutage für einen neuen PC entscheidet, liebäugelt häufig mit einem Notebook: Es lässt sich flexibel auf dem Sofa, im Bett, am Esstisch und auf dem Balkon benutzen. Und wenn man es nicht braucht, verstaut man es zugeklappt unauffällig in einer Schublade. Zudem ist es ein Komplettsystem, sodass man im Falle eines Defekts oder Problems genau einen zuständigen Ansprechpartner hat: den Notebook-Hersteller.

Das Angebot an Notebooks ist allerdings unüberschaubar: Schon für unter 500 Euro gibt es unzählige Geräte und bei 5000 Euro ist noch lange nicht Schluss. Diese Kaufberatung soll ein Leitfaden durch den Notebook-Dschungel sein, mit dem Sie Ihre persönlichen Bedürfnisse und Anforderungen in Hardwareausstattung „umrechnen" können, damit Sie weder zu wenig noch zu viel Geld ausgeben.

Prozessoren

In Notebooks kommen Prozessoren sehr unterschiedlicher Leistungsstufen zum Einsatz. Am verbreitetsten sind die zwei Abwärmeklassen (TDP, Thermal Design Power) 15 Watt und 45 Watt. 15-Watt-Modelle mit einem U in der Modellnummer sind die Standard-CPUs und kommen vom mobilen 13,3-Zoll-Laptop bis zum stationären 17,3-Zöller zum Einsatz. Entscheidender als die Displaygröße ist in diesem Fall nämlich die Gehäusedicke – und für 15-Watt-CPUs reichen flache Kühler, die ohne großen Aufwand in zentimeterdünne Rümpfe passen.

45-Watt-Prozessoren erkennt man an einem H im Typenschild. Sie erfordern ausladende Kühlsysteme und kommen deshalb erst in Geräten mit Bildschirmdiagonalen ab 15,6 Zoll zum Einsatz. Wegen ihrer höheren Leistungsfähigkeit werden sie häufig mit flotten Grafikchips (dazu gleich mehr) gepaart, die dann ebenfalls wiederum kräftige Kühlung benötigen. Das schlägt unweigerlich auf Gewicht und Gehäusedicke durch. In Extremfällen bekommen Notebook-Hersteller zwar 45-Watt-CPUs plus eine fette GPU in ein flaches Gehäuse gequetscht, doch das ist eher die Ausnahme als die Regel – und zwar eine besonders teure. Umgekehrt gibt es zwar auch teure Notebooks mit 15-Watt-Prozessoren, doch diese locken dann mit Premium-Annehmlichkeiten (auch dazu gleich mehr) statt maximaler Performance.

Nachdem in der 15-Watt-Klasse jahrelang zwei CPU-Kerne Standard waren, sind es seit der achten Generation von Intels Core-i-Prozessoren (Core i-8xxxU) derer vier. Der Schritt ging mit rund 33 Prozent tatsächlich nutzbarem Performance-Plus einher, was der größte Zugewinn an mobiler Rechenleistung seit Langem war und viel mehr als das, was Generationswechsel sonst mit sich bringen. Vierkerner gibt es sowohl als Core i7 als auch als preiswerteren Core i5; bei Core-i3-CPUs sind hingegen nur zwei Kerne vorgesehen. Da die achte Core-i-Generation zudem seit rund zwei Jahren in Geräten sämtlicher Couleur im Markt ist, gibt es keinen Grund, noch ein Notebook mit einer älterer Core-i-Generation zu kaufen – auch dann nicht, wenn es einem bei einem Office- oder Surf-Notebook nicht primär auf Performance ankommt.

Derzeit bringen die Hersteller erste Notebooks mit Core-i-CPUs der zehnten Generation in die Läden [1]. Der Schritt ist allerdings kleiner, als man denkt: Bei 15-Watt-Mobilprozessoren hat Intel die neunte Generation schlicht übersprungen und trommelt in der zehnten Core-i-Generation für einen mobilen 15-Watt-Sechskerner. Doch davon gibt es genau ein teures Core-i7-Topmodell – das restliche i7- und i5-Portfolio umfasst wie gehabt Quad-Cores. Wir hatten den Sechskerner noch nicht im c't-Labor; erste in der Vorweihnachtszeit erschienene Notebook-Tests von US-Medien bescheinigten ihm allerdings eine unerwartet niedrige Rechenleistung. Möglicherweise sind sechs Kerne mit nur 15 Watt Abwärme-Budget doch zu viel des Guten.

Verwirrend: Bei den 45-Watt-Prozessoren gibt noch keine zehnte Core-i-Generation, wohl aber eine neunte [2]. Auch hier stand zu den Generationswechseln ein Kernzuwachs im Programmheft. Seit der achten Core-i-Generation waren bis zu sechs statt vormals vier Kernen möglich, in der neunten Generation kamen zwei weitere Kerne hinzu: Unter der Bezeichnung Core i9-9xxxH tummeln sich mobile

Notebooks wie das Razer Blade 15 vereinen einen potenten GeForce-RTX-Grafikchip und einen leistungsstarken Core-i-Sechskerner mit einem flachen Gehäuse und ordentlicher Laufzeit – bei Preisen jenseits der 3000-Euro-Marke.

In hochpreisigen Notebooks wie Dells XPS 15 kommen vermehrt OLED-Bildschirme zum Einsatz.

Microsofts Surface Laptop 3 15" gehört zu den wenigen Premium-Notebooks mit AMDs Ryzen-Prozessor.

Achtkerner – sie sind aber auch besonders teuer. Core-i7-„H"-Modelle haben sechs Kerne und Core i5 derer vier. Noch kleinere i3-Modelle gibt es in der 45-Watt-Baureihe nicht, denn diesen Leistungsbereich decken ja die 15-Watt-Typen ab. Falls Sie bei besonders teuren Workstation-Notebooks über mobile Xeon-Prozessoren stolpern: Solche sind eng mit den Core-i9-Varianten verwandt und unterstützen Arbeitsspeicher mit ECC-Fehlerkorrektur – für Privatkäufer ist das überkandidelt.

Und AMD Ryzen?

Dass bislang nur von Intel-CPUs die Rede war, hängt damit zusammen, dass sie bei Notebooks bisher weiterhin führen – anders als bei Desktop-PCs, wo AMD derzeit dominiert. Das liegt an mehreren Faktoren.

Grundsätzlich liegen AMDs mobile Vierkern-Prozessoren auf einem Leistungsniveau mit Intels Quad-Cores; zudem sind die AMD Ryzen der dritten Generation (Ryzen 3000U) eng mit der zweiten (Ryzen 2000U) verwandt und teilen sich dadurch Stärken und Schwächen. So konnte AMD die Ryzen 2000U in mehreren Premium-Geräten platzieren und dadurch im Frühjahr 2018 einige Aufmerksamkeit auf sich ziehen [3]. Bei vierstelligen Preisen blieb genug Raum für rundum gelungene Notebooks. Danach kam in diesem prestigeträchtigen Segment abseits von Microsofts Surface Laptop 3 15" [4] allerdings nicht mehr viel.

Das war unter anderem den anfangs knappen Liefermengen geschuldet. Dann haben die Notebook-Hersteller lieber so weitergemacht, wie es vor Ryzen üblich war: Sie platzieren AMD-Prozessoren in besonders günstigen Rechnern unterhalb von 500 Euro. In diesem Preisbereich kommt es weniger auf die CPU an als darauf, attraktive Gesamtpakete zum geringstmöglichen Preis zu schnüren – was zwangsläufig zu Abstrichen in nahezu allen Aspekten wie Gehäuse, Tastatur, Bildschirm, Speicherausbau und vielen Details führt (siehe auch Kasten „Minimal-Ratgeber").

Und anders als bei den Desktop-Ryzens klafft bei Mobilprozessoren (noch) ein dickes Loch im AMD-Portfolio: Es gab bisher keine mobilen Ryzen mit 45 Watt oder mehr als vier CPU-Kernen. Der Anfang 2019 veröffentlichte Ryzen 3000H war als 35-Watt-Vierkerner kaum mehr als ein Notnagel, der es nicht einmal in eine Handvoll Notebooks geschafft hat. Zwar liefert er in Kombination mit einer Zusatz-GPU ausreichend Leistung für ein Mittelklasse-Gaming-Notebook [5], doch AMDs generelle Lieferprobleme bei 35-Watt-CPUs – Desktop wie Notebook – ließen größere Ambitionen schnell verebben.

AMD hat das Problem erkannt und steuert 2020 gegen: Anfang Januar wurde der Ryzen 4000H enthüllt – ein 45-Watt-Achtkerner für besonders potente Notebooks und dank Zen-3-Architektur wohl mit merklich gesteigerter Singlethread-Power. Vor April wird man damit bestückte Notebooks wohl nicht kaufen (und testen) können.

Integrierte GPUs

Dass AMD zwischenzeitlich keinen Mobil-Ableger eines Desktop-Achtkerners herausgebracht hat, liegt an der Tatsache, dass diese keine integrierten Grafikeinheiten hatten. Bei Desktop-PCs ist das vernachlässigbar, für Notebooks hingegen essenziell: Jede weitere Komponente verbraucht zusätzlich Strom und nimmt dem Akku wertvollen Bauraum im Gerät weg – beides drückt auf die Laufzeit.

Um den Stromverbrauch zu senken, nutzen nahezu alle modernen Notebooks

Windows on ARM

Microsoft und Qualcomm trommeln seit Jahren für Windows-Geräte mit ARM-Prozessoren statt der etablierten CPU-Architektur x86, die alle Prozessoren von AMD und Intel verwenden. Doch der damit verbundene Pferdefuß der fehlenden Kompatibilität zu vielen Anwendungen und Peripherie wiegt schwer – und die Geräte sind auch noch teuer. Eine ausführliche Betrachtung haben wir kürzlich zum Verkaufsstart des Surface Pro X veröffentlicht [20].

Minimal-Ratgeber

Im Notebook-Preisbereich unter 500 Euro regiert Hauen und Stechen. Gezielt für Kampfpreise entwickelte Mobilrechner treffen auf Auslaufmodelle, Aktionsware und Gebrauchtgeräte. Es gibt unzählige Stolpersteine, die einem die Freude am Gerät madig machen.

Das fängt bei der Rechenleistung an, weil Intel außer dem Core i3 viel schwächere Pentiums und Celerons gänzlich anderer Architekturen verkauft. Der AMD Ryzen tummelt sich neben seinen lahmen Vorgängern A4, A6, A8, A9 und wie sie alle heißen. Statt flotten SSDs gibt es lahme Festplatten oder knapp dimensionierten eMMC-Speicher – der gerne als SSD beworben wird. Mancher Billigheimer kommt ohne Windows-Lizenz; Gebrauchten fehlt die Herstellergarantie und man kennt die Vorgeschichte nicht (Akkuabnutzung? Flüssigkeitsschäden?).

Um ein Schnäppchen zu machen, braucht man genaue Kenntnisse der Technik und muss den persönlichen Bedarf richtig einschätzen. Gebrauchte Business-Notebooks helfen, wenn man unbedingt integriertes LTE wünscht. Rein für Office und Medienkonsum liefert wiederum der effiziente Pentium Silver N5000 ausreichend Performance und verspricht als passiv kühlbarer Prozessor lautlosen Betrieb und lange Akkulaufzeit. Ob ein bestimmtes Notebook dies auch umsetzt oder wegen winzigem Akku, knappem Speicher, schlechtem Display, klappriger Tastatur, lahmem WLAN oder bockigem Touchpad ausscheidet, muss man jedoch im Einzelfall entscheiden.

Für Käufer ohne Fachkenntnisse gibt es eine knappe Formel: **Wer mehrere Jahre lang Spaß an einem Notebook haben möchte, sollte ein Neugerät mit Core i5 oder Ryzen 5, mindestens 8 GByte Arbeitsspeicher sowie einer SSD ab 256 GByte erwerben.** Mit vorinstalliertem Windows 10 geht das bei 500 Euro für ein 15,6-Zoll-Notebook los. Für die Mobilität der leichteren, kompakteren 13,3- und 14-Zoll-Notebooks zahlt man etwas mehr und ebenso für größere 17,3-Zöller, weil sie kleinere Stückzahlen erreichen.

mit Zusatz-GPU Hybrid-Grafik-Technik: Ist der zusätzliche Chip nicht gefordert, weil statt 3D-Grafik Office-Tabellen angesagt sind, so wird er abgeschaltet, und die im Prozessor integrierte effizientere Grafikeinheit übernimmt.

Wer keine Spiele-Ambitionen hegt, für den reichen die in den Prozessoren integrierten Grafikeinheiten locker aus. Sie spielen Videos in allen gängigen Auflösungen und Formaten fast ohne CPU-Last ab, was den Akku schont und den Lüfter leise hält. Nicht zuletzt sind sie in bescheidenem Maße 3D-fähig. Google Earth läuft also auch ohne Zusatz-GPU, Spiele mit Low-End-3D-Grafik wie die Sims oder World of Warcraft ebenfalls – und 2D-Zeitfresser wie Candy Crush sowieso.

Bei AMD-Prozessoren hören die integrierten GPUs auf den Namen Radeon Vega und bei Intel üblicherweise auf UHD 620 (achte Core-i-Generation) oder nur noch UHD (zehnte Core-i-Generation). Leider würfelt Intel mit der zehnten Core-i-Generation viel bei den Bezeichnungen durcheinander: Es gibt parallel CPUs mit dem Namensschema Core i-10xxxU (14-nm-Fertigung) und welche mit dem Schema Core i-10xxGx (10-nm-Fertigung). Trotz fehlendem U gehören auch letztere der oben erwähnten 15-Watt-Kategorie an. Mit den nachgestellten G1 (bei i3 und i5), G4 (bei i3, i5, i7) oder G7 (bei i5 und i7) weist Intel stattdessen überproportional prominent auf die überarbeitete integrierte GPU hin. Ja, sie ist etwas leistungsstärker geworden und heißt bei G7-Modellen denn auch nicht mehr UHD, sondern Iris Plus, doch es ändert sich nichts an der grundsätzlichen Einordnung: Für flotte 3D-Spiele braucht es einen separaten Grafikchip.

Achtung: Viele Hersteller meinen, den höchsten Ausstattungsvarianten ihrer Mainstream-Notebooks etwas Gutes tun zu müssen und bauen dort dann Low-End-GPUs wie die GeForce MX150 oder MX250 ein. Solche Chips verkomplizieren aber hauptsächlich das System, fressen Strom und brauchen ein anderes Kühlsystem. Das senkt die Akkulaufzeit und erhöht den Lüfterlärm, ohne dass man spürbar mehr 3D-Performance bekommt. Wir raten deshalb dazu, stattdessen möglichst die nächstkleinere Ausstattungsvariante ohne Zusatz-GPU zu wählen. Bei Gaming-Ambitionen sollte man hingegen lieber gleich ein ganz anderes Notebook mit wesentlich stärkerem Grafikchip in Betracht ziehen.

3D-Gaming

Bei Mobil-GPUs dominiert Nvidia seit Jahren: Die High-End-Grafikchips der Serie GeForce RTX 20xx stehen bei Notebooks ohne Konkurrenz da [6]. AMD hat nur der Mittelklasse (GeForce GTX 16xx) etwas entgegenzusetzen – und ist auch dort eher spärlich vertreten. Nennenswert sind mobile Radeon-Chips wie der RX 560X oder 5500M nur in All-AMD-Systemen vertreten – also Notebooks, in

Das Asus ZenBook Pro Duo hat zwei Bildschirme.

denen CPU und GPU von AMD stammen [5] – sowie in Apples MacBook Pro 15" (siehe auch Kasten „MacBooks“).

Mittelklasse bedeutet bei Gaming, dass die GPUs flott genug sind, um aktuelle 3D-Spiele mit detailreicher Grafik und schicken Effekten flüssig in der gängigen Bildschirmauflösung Full HD (1920 × 1080 Pixel) darzustellen. Üblicherweise ist aber wenig Luft nach oben: Wer die Detailregler rechts an den Anschlag schieben will, höhere Auflösungen (etwa an einem externen Monitor) bevorzugt oder auch die in ein oder zwei Jahren erscheinenden Blockbuster-Titel noch spielen will, der sollte sich eher nach oben orientieren – und einen dickeren Geldbeutel mitbringen. Vernünftig ausgestattete Notebooks mit Mittelklasse-GPU bekommt man selten für unter 900 Euro [7, 8]; solche mit rasanten GeForce-RTX-Grafikchips gehen sogar erst bei 2000 Euro los [9]. Doppelt so hohe Preise sind je nach restlicher Ausstattung keine Seltenheit.

Das „R“ im RTX-Kürzel steht übrigens für Raytracing-Effekte. Nach einem anfänglichen Hype haben sowohl Angebot als auch Nachfrage nachgelassen, weil es nur wenige Situationen gibt, wo solche Effekte einen Mehrwert bieten. Aktuell gibt es kein Spiel, das Raytracing zwingend benötigt. Allerdings sind die RTX-GPUs generell die schnellsten aktuell verfügbaren Grafikchips für Notebooks – Raytracing hin oder her.

Bei Notebooks mit Privacy-Bildschirmen – wie dem Lenovo ThinkPad X1 Yoga – lässt sich das Display in einen blickwinkelabhängigen Modus schalten, damit der Sitznachbar im Zug nicht mitlesen kann.

Bildschirme

Notebooks für Spieler enthalten oft weitere zielgruppenorientierte Komponenten. Allen voran sind Bildschirme zu nennen, die mit mehr als den üblichen 60 Hz Bildwiederholrate laufen. 144 Hz gehören zum guten Ton, dieser Tage kommen sogar erste Notebooks mit 240-Hz-Bildschirm in den Handel. Wenn die Panels die GPU-spezifischen Techniken G-Sync (Nvidia) oder Freesync (AMD) unterstützen – was bei 144-Hz-Panels nicht zwangsläufig der Fall ist –, dann laufen sie nicht mit einer festen Bildwiederholrate, sondern passen sie dynamisch der Framerate an, die die GPU gerade ausspuckt. Dies verhindert unschön zerrissene Bildfolgen.

Grundsätzlich sind für den Effekt keine Panels mit besonders hohen Bildwiederholraten nötig: Es gibt auch Mittelklasse-Gaming-Notebooks, deren Schirme lediglich zwischen 40 und 60 Hz dynamisch arbeiten. Wer sich für G-Sync, Freesync, 144 Hz & Co. interessiert, findet das bisher nur in wenigen 15,6- oder 17,3-Zoll-Notebooks mit H-Prozessor und flotter Zusatz-GPU.

Bei 15,6-Zoll-Notebooks gibt es aktuell etliche andere Sonderformen. Eine gute Handvoll leistungsstarker Geräte bringt in ausgewählten Ausstattungsvarianten ein OLED-Display mit [2]. Während man besonders kräftige Farben – also im AdobeRGB- oder DCI-P3-Farbraum – und geringe Blickwinkelabhängigkeiten auch bei hochwertigen IPS-Panels bekommt, ist dunkelstes Schwarz und dadurch enormer Kontrast eine Besonderheit, die nur OLEDs bieten. In den nächsten Monaten werden OLEDs auch in

MacBooks

Apple MacBooks sind durch die Bank teure Premium-Notebooks. Wer macOS braucht oder sich daran gewöhnt hat, bekommt tolle Mobil-Hardware, zahlt aber einen ordentlichen Apfel-Aufschlag.

Apples MacBooks sind schick, schnell und teuer.

MacBooks haben dieselben Intel-Prozessoren wie Windows-Notebooks, sind aber bei vergleichbarer Hardware teurer – erst recht bei großen RAM- und SSD-Bestückungen [18].

Als Trendsetter im Notebook-Markt hat Apple ausgedient, sondern zehrt nur noch vom Nimbus vergangener Innovationen wie dem radikal auf Mobilität getrimmten MacBook Air oder dem ersten MacBook Pro mit hochauflösendem Retina-Bildschirm. War Apple jahrelang der einzige Hersteller mit 16:10-Bildschirmen, so bekommt man dieses Format inzwischen auch in ausgewählten Geräten der Windows-Welt wie Dells aktuellen XPS 13 (siehe auch Seite 42 und [19]) oder dem Profi-Notebook Asus ProArt StudioBook 17. Bei Windows-Tablets und Microsofts Surface-Notebooks ist das noch praktischere Seitenverhältnis 3:2 angesagt.

hochpreisigen 13,3-Zoll-Notebooks auftauchen.

Als weitere Neuerung wird man in diesem Jahr vereinzelt Notebook-Bildschirme finden, deren Hintergrundbeleuchtung zonenweise dimmbar ist. Zusammen mit einer hohen maximalen Helligkeit eignen sich solche Panels dann für eine Darstellung von HDR-Inhalten, wie sie bislang ausgewählten PC-Monitoren und Fernsehern vorbehalten war.

Standard sind und bleiben aber blickstabile IPS-Bildschirme, die man mittlerweile bereits flächendeckend in Notebooks ab etwa 500 Euro vorfindet. In noch billigeren Notebooks findet man hingegen auch im Jahre 2020 noch TN-Displays niedriger Auflösung, deren Farben beim Blick von der Seite verfälscht bis invertiert erscheinen. Davon kann man nur eindringlich abraten; jedes 50-Euro-Smartphone hat ein besseres Display!

Mindestens ebenso erfreulich wie die steigende IPS-Verbreitung ist die Tatsache, dass man viele Mainstream-Notebooks inzwischen mit matten Bildschirmen bekommt, sofern es sich nicht um Touchscreens handelt [1]. Bei hochpreisigen Geräten ist das anders: Hat das Gerät einen besonders dünnen Deckel, dann sitzt zur Steigerung der Stabilität häufig eine spiegelnde Acrylglasscheibe vor dem Panel. Auch bei Notebooks mit besonders farbstarken Bildschirmen ist keine Mattierungsschicht aufgetragen, weil diese das Licht streut. Grafiker wollen aber keine durch Umgebungslicht aufgehellten und dadurch „verfälschten“ Darstellungen, sondern achten lieber darauf, störende Lichtquellen aus der Umgebung zu verbannen.

Asus und HP verkaufen derzeit je ein potentes Notebook mit zwei Displays: Zum Hauptbildschirm gesellt sich ein zweites Display zwischen Tastatur und Deckel [10]. Die Tastatur wurde dafür an den vorderen Gehäuserand gerückt und das Touchpad rechts der Tastatur platziert. Beide Geräte haben kleine Zielgruppen, doch künftig wird man Dual-Screen-Geräte wohl häufiger antreffen: Microsoft arbeitet mit Windows 10X sogar an einer dafür optimierten Windows-Version, die Ende 2020 spruchreif sein soll [11]. Bis dahin wird man unter anderem von Asus einige ZenBooks und VivoBooks im Handel finden, die statt eines Touchpads einen ScreenPad genannten Touchscreen in der Handballenablage haben, doch wenn man diese tatsächlich als Zweitdisplay nutzen will, muss man eine externe (Funk-)Maus anschließen.

Linux-Notebooks

Notebooks mit vorinstalliertem Linux statt Windows – und damit Herstellergarantie für den Linux-Einsatz – gibt es nur wenige: Dell verkauft sein Premium-Notebook XPS 13 als sogenannte Developer Edition mit Ubuntu 18.04 LTS, der kleine deutsche Anbieter Tuxedo bietet recht frei konfigurierbare Notebooks mit einer hauseigenen Distribution.

Edel-Notebooks wie das HP Elite Dragonfly wiegen rund ein Kilogramm, schaffen Laufzeiten von 20 Stunden und sind dank integriertem LTE-Modem immer online.

Geschäftliches

In Business-Notebooks – also Geräten, die vornehmlich von Firmen-Admins eingekauft und als Arbeitsgeräte an die Mitarbeiter verteilt werden – findet sich eine weitere Bildschirm-Besonderheit: Unter den Bezeichnungen SureView und Privacy Guard gibt es bei HP respektive Lenovo IPS-Panels, die sich auf Knopfdruck in einen besonders blickwinkelabhängigen Modus umschalten lassen. Das erspart beim Arbeiten in Zug oder Flieger das Aufstecken von Privacy-Folien, um vertrauliche Informationen vor Neugierigen zu schützen. Lenovo verkauft Privacy Guard nur bei einigen 14-Zöllern [12]; HPs SureView ist hingegen schon seit mehreren Gerätegenerationen erhältlich und in mehreren Bildschirmgrößen angekommen [13]. Beide Hersteller bieten Privacy-Bildschirme jedoch erst in Notebooks deutlich jenseits der 1000-Euro-Marke an.

Ebenfalls nur bei Business-Notebooks findet man Garantieerweiterungen auf bis zu fünf Jahre; Vor-Ort-Service im Fehlerfall bekommt man inzwischen hingegen auch bei ausgewählten, teuren Privatkunden-Notebooks.

Bei einem Jahr Herstellergarantie greift im zweiten Jahr zwar die gesetzliche Gewährleistung, aber die muss man vom Händler einfordern und nicht vom Hersteller. Bei Garantieerweiterungen, zusätzlichen Service-Optionen und optionalen Versicherungen gegen Schusseligkeiten muss jeder für sich abwägen, ob es sich lohnt beziehungsweise den Komfort wert ist: Wer das Notebook wie den Döner „mit alles“ bestellt, muss mitunter 600 Euro oder mehr auf den Gerätepreis drauflegen. Dass die Garantiedauer ein Kostenfaktor ist, sieht man auch daran, dass bei Notebooks unterhalb von 700 Euro schon zwei Jahre Garantie eher selten sind. Apple (MacBook) und Microsoft (Surface) sehen trotz sehr hoher Gerätepreise nur ein Jahr Garantie vor – mehr kostet Aufpreis.

Einige ehemals typische Aspekte von Business-Notebooks sind mittlerweile verschwunden. Dazu gehören laufzeitverlängernde Zweitakkus, die unter das Notebook geschnallt oder statt des DVD-Brenners eingesetzt wurden. Das liegt nicht nur daran, dass es kaum noch Geräte mit optischen Laufwerken gibt: Laufzeiten von über 20 Stunden lassen sich schon mit dem Hauptakku erzielen, wenn der Hersteller seine Energiespar-Hausaufgaben macht und spezielle Komponenten wie 1-Watt-Panels einbaut [14]. Üblich sind bei aktuellen Notebooks durch die Bank fünf bis acht Stunden Akkulaufzeit; weniger gibt es nur bei hochgezüchteten Gaming-Boliden.

Universal-Docking

Auch die herstellerspezifischen Dockingstationen mit proprietären vielpinnigen Kontaktleisten findet man nicht mehr. Stattdessen hat universelles USB-C-Docking den Platz eingenommen und erlaubt sogar, ein Notebook von Hersteller A mit dem Dock des Herstellers B zu betreiben – zumindest meistens [15]. Damit das klappt, muss die USB-C-Buchse außer USB-Daten auch DisplayPort-Signale für externe Monitore ausgeben und parallel Strom zum Akkuladen entgegennehmen.

Leider ist nicht festgelegt, dass eine USB-C-Buchse am Notebook all diese Funktionen auch immer liefern muss. Stattdessen sind auch Untermengen zulässig, – also etwa nur USB oder USB plus DisplayPort, aber kein Strom. Ist USB-C-Docking gewünscht, muss man genau hinsehen und im Zweifelsfall beim Händler oder Hersteller nachfragen – oder einen c’t-Test zu Rate ziehen, sofern vorhanden. Es gibt auch kuriose Sonderfälle: Wir hatten schon ein Notebook in der Redaktion, das an einer USB-C-Buchse USB und Strom beherrschte und an einer zweiten USB und DisplayPort – da schlägt USB-C-Docking über ein einziges Kabel dann freilich fehl.

In teuren Notebooks sprechen USB-C-Buchsen häufig auch noch Thunderbolt 3. Bei solchen Geräten darf man davon ausgehen, dass USB-C- (oder Thunderbolt-)-Docking funktioniert. Allerdings konnte sich Thunderbolts Erweiterungsversprechen in der Windows-Welt – anders als in Apples macOS-Universum – nicht groß durchsetzen: Es gibt zwar unter anderem externe Grafikboxen, die Notebooks mit integrierten GPUs am Schreibtisch zur Gaming-Fähigkeit verhelfen, doch sie sind teurer als ein kompletter stationärer und gleich starker Gaming-PC – da muss man also schon gute Gründe haben, ein Gerät für alles haben zu wollen.

Möglicherweise wächst die Thunderbolt-Verbreitung mit dem kommenden USB 4 mit 40 GBit/s, welches technisch auf Thunderbolt aufbaut und abwärtskompatibel ist [16]. USB 4 wird wahrscheinlich gegen Jahresende in ersten High-End-Notebooks auftauchen; bis zur Verbreitung im Massenmarkt werden hingegen noch einige Jahre ins Land gehen. USB 3.2 mit 20 GBit/s Transfergeschwindigkeit ist zum Nischendasein verdammt, stattdessen dürften die Hersteller in der Regel lieber gleich das noch schnellere USB 4 einbauen.

Aktuell ist noch nicht einmal USB 3.1 mit 10 GBit/s selbstverständlich, obwohl das in allen aktuellen AMD- wie Intel-Chipsätzen integriert ist. Selbst altbekanntes USB 3.0 mit 5 GBit/s ist nach zehn Jahren noch nicht allgegenwärtig: Bei

Notebooks im unteren und mittleren Preissegment ist es üblich, dass die Buchsen an einer Geräteseite nur USB 2.0 sprechen, weil das den internen Aufbau vereinfacht und damit billiger macht. Häufig ist auch ein Speicherkartenleser – sofern überhaupt noch vorhanden – an just dieser Seite angebracht und ebenfalls nur per USB 2.0 angebunden, was schnelle SD-Karten stark ausbremst.

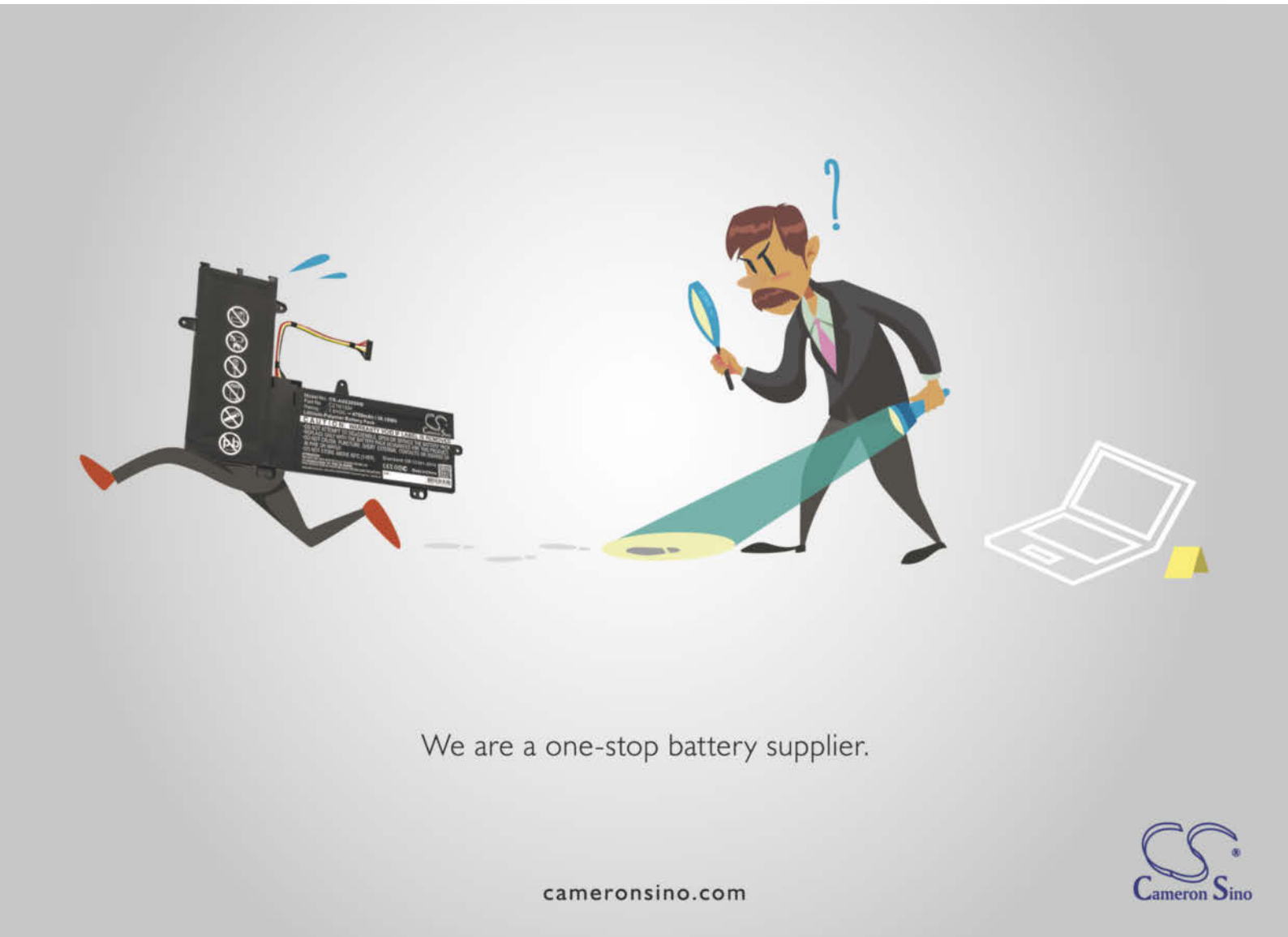
USB-C hat hersteller-spezifische Docking-Schnittstellen abgelöst. Fürs Docking muss die Buchse allerdings außer USB- auch DisplayPort-Signale ausgeben und Strom annehmen können – was nicht selbstverständlich ist.

Funk statt Kabel

WLAN ist bei Notebooks inzwischen das Mittel der Wahl, um online zu gehen; RJ-45-Buchsen sterben langsam aus. Umso wichtiger ist ein flotter WLAN-Adapter. Bei Gerätepreisen von mehr als 800 Euro stehen die Chancen gut, dass das Funkmodul modernes Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) spricht; unterhalb von 700 Euro ist dagegen der Vorgänger Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) noch weit verbreitet. In beiden Fällen funken die Adapter nicht nur im 2,4-GHz-, sondern auch im 5-GHz-Band. Hohe Übertragungsraten gibt es nur dort, und weil seine Reichweite geringer ist, ist es in städtischen Mietshäusern mit mehreren Parteien ohnehin das Mittel der Wahl: Das 2,4-GHz-Band ist dort übervoll.

Leider schreiben die wenigsten Händler oder Hersteller in die Notebook-Datenblätter, mit wie vielen Streams der verbaute WLAN-Adapter funkt. Während bei Wi-Fi 6 bislang nur Dual-Stream-Chips verbreitet sind, gibt es bei Wi-Fi 5 Modelle mit ein, zwei oder drei Streams. Letztere sitzen praktisch nur noch in teuren MacBooks, doch selbst bei 700-Euro-Mittelklasse-Geräten fanden wir zuletzt vermehrt nur lahmes Single- statt wünschenswertes Dual-Stream-WLAN [1].

Integrierte Mobilfunkmodems gibt es nur bei teuren Business-Notebooks. Für die Hersteller lohnt nur dort die Integration und Zertifizierung der zusätzlichen Antennen, weil die Unternehmen bereit sind, ihren Mitarbeitern interne Modems und Datenverträge zu bezahlen, damit die wertvollen Unternehmensdaten nicht in öffentlichen WLAN-Hotspots abgegriffen werden. Aktuell sind LTE-Modems üblich;



ab Mitte 2020 ist mit 5G im Notebook zu rechnen. Als Privatanwender ist es günstiger und flexibler, wenn man einen USB-LTE-Stick erwirbt oder im Bedarfsfall die Internetverbindung des sowieso vorhandenen Smartphones an das Notebook per WLAN, Bluetooth oder USB weiterreicht.

Komplettsystemliches

Weil Notebooks als Komplettsysteme verkauft werden, kann man die meisten nur in Ausstattungsvarianten kaufen, die der Hersteller vorgibt: Abertausende Konfigurationen Dutzender Notebook-Modelle legt sich kein Hersteller oder Händler auf Lager. Meist gibt es pro Notebook je eine Core i3-, -i5- und -i7-Konfiguration; die Kapazitäten von Arbeitsspeicher und SSD sowie die Bildschirmauflösung steigen mit dem CPU-Modell.

Wer einen tollen OLED- oder 4K-Bildschirm will, muss oft zum Topmodell greifen; die eigentlich wünschenswerte Kombination aus mittlerer CPU und größtmöglicher SSD fällt ebenfalls flach. Gibt es mehrere Gehäusefarben, sind auch diese oft an bestimmte Ausstattungsvarianten gekoppelt. In seltenen Fällen unterscheiden sich Ausstattungsvarianten in ungewöhnlichen Aspekten wie der Akkukapazität [14].

Das stellt den interessierten Käufer vor das Dilemma, dass er womöglich keinen Notebook-Testbericht von genau der Ausstattungsvariante findet, die er kaufen möchte. Als Faustregel kann man sich damit behelfen, dass ein anderes CPU-Modell derselben Generation und Baureihe sowie andere RAM- oder SSD-Kapazitäten nicht zu spürbaren Abweichungen hinsichtlich Laufzeit, Gewicht oder Lüfterlärm führen. Anders sieht das bei Komponenten wie den eingangs erwähnten Low-End-Grafikchips aus. Auch 4K-Bildschirme benötigen mehr Energie als Full-HD-Displays – besseres Bild geht also Hand in Hand mit kürzerer Akkulaufzeit.

Während Firmen-Admins, die Business-Notebooks in 1000er-Stückzahlen ordern, individuelle Wunschkonfiguration in Auftrag geben können, hat man als Privatkäufer in der Regel keine Chance. Apple, Dell und Lenovo bieten in ihren Webshops zwar hochpreisige Notebook-Modelle zum Selberkonfigurieren an, lassen aber auch dabei keine Extremkombinationen wie leistungsschwächste CPU mit größter SSD zu.

So etwas geht nur bei kleinen lokalen Notebook-Anbietern wie etwa Schenker: Diese kaufen bei asiatischen Herstellern Notebook-Barebones ein und verkaufen sie unter eigenen Namen individuell nach Kundenwunsch bestückt. Das Geschäftsmodell lohnt sich allerdings nicht im Massenmarkt, wo günstige Preise durch hohe Stückzahlen und viel Automation erzielt werden, sondern nur für hochpreisige Gaming-Notebooks und Nischen-Geräte. Weil die Notebook-Barebones gezielt für individuelles Bestücken entwickelt werden, fallen sie üblicherweise dicker und schwerer aus als vergleichbare Hardware der großen Hersteller.

Bitte nicht basteln

Wenn man trotz des breiten Angebots an Notebooks sein Wunschgerät nicht in der optimalen Ausstattungsvariante findet, so raten wir davon ab, nach dem Kauf den Schraubendreher zu schwingen und ein frisch gekauftes Notebook umzurüsten. Stattdessen sollte man einen möglichst guten Kompromiss kaufen und sich damit arrangieren. Oder man beißt in den sauren Apfel und gibt etwas mehr Geld aus – etwa hinsichtlich der SSD-Kapazität.

Im Zweifelsfall verwirkt man beim Selberschrauben die Herstellergarantie, sodass man bei einem späteren Defekt auf dem Schaden sitzen bleibt. Zudem sind flache Notebooks überhaupt erst möglich geworden, weil auf Zugänge ins Innere verzichtet und dort viele Komponenten platzsparend auf die Hauptplatine gelötet wurden. Aufgelötete CPUs sind Standard, Gleiches gilt für Zusatz-GPUs und vermehrt auch Arbeitsspeicher – für den energieeffizienten LPDDR-Speicher in Langläufer-Notebooks gibt es beispielsweise gar keine Spezifikation für Steckmodule. Apple lötet auch die Flash-Bausteine der SSD auf, weil sie von einem hauseigenen Sicherheits-Chip angesteuert werden.

Nicht zuletzt wissen die Hersteller exakt, welche Komponenten sie zur Bestückung einkaufen und einbauen. Kompatibilität mit anderen Bauteilen ist deshalb nicht garantiert, mitunter wird sie sogar durch im BIOS hinterlegte Teilelisten unterbunden. Wegen der länderspezifischen Zertifizierung sind davon häufig Mobilfunk- und WLAN-Adapter betroffen. Wir kennen aber auch kuriosere Inkompatibilitäten – etwa ein älteres 400-Euro-Notebook, das nicht mit einer nachgerüsteten SATA-SSD booten wollte. Wenn das Notebook im Auslieferungszustand und die SSD in anderen Systemen funktionieren, kann man beim Händler dann aber keinen Defekt reklamieren und auf Rücknahme pochen …

Während die meisten Hersteller vorgegebene Ausstattungsvarianten verkaufen, kann man Notebooks bei kleinen Anbietern wie Schenker individuell konfigurieren.

Premium-Komfort

Da man in günstigen und teuren Notebooks dieselben Prozessoren vorfindet, erhält man in der Regel auch eine sehr ähnliche Performance – sofern nicht ein zu schwaches Kühlsystem die CPU bremst. Die Unterschiede liegen aber meistens in vielen Kleinigkeiten, die das jeweilige Gesamtsystem ausmachen.

Wer beispielsweise häufig in dunklen Umgebungen arbeitet, dem bringt eine beleuchtete Tastatur mehr Komfort. Damit bestückte Notebooks gibt es erst ab der gehobenen Mittelklasse, was sich bei 13,3- oder 14-Zöller in einen Gerätepreis

Notebook-Tablet-Hybride

Seit Windows 8 wirbt Microsoft für Touchbedienung und die Geräteherstellen bauen Hybridgeräte, die man sowohl als Notebook als auch als Tablet verwenden kann. Dabei haben sich zwei Bauformen etabliert: Entweder 360-Grad-Scharniere, durch die man den Bildschirm völlig um den Rumpf herumklappen kann; die dann außenliegende Tastatur wird im Tablet-Modus deaktiviert. Oder aber man hat ein Windows-Tablet vor sich, das mit einem – üblicherweise magnetisch andockenden – Tastatur-Cover auch als Notebook benutzt werden kann. Häufig geben die Hersteller ihren Hybridgeräten Namenszusätze wie Spin/Switch (Acer), x360/x2 (HP) oder 2-in-1 (Dell), doch verbindlich ist das nicht. Lenovo hat seine ehemalige Klassenbezeichnung Yoga beispielsweise aufgeweicht und verkauft darunter auch herkömmliche Notebooks.

Notebooks mit 360-Grad-Scharnieren sind wegen der aufwendigeren Mechanik teurer als normale Notebooks und im Vergleich zu Tablets sehr schwer: Einhändig mag man sie nicht halten, geschweige denn länger bedienen. Doch 360-Grad-Scharniere gibt es nicht bloß in kompakten Notebooks, sondern bis hoch zu 17,3 Zoll [21]. Dermaßen große Bildschirme sucht man bei Tablets vergeblich.

Bei Windows-Tablets mit abnehmbaren Tastaturen ist die Mittelklasse ausgestorben: Wer ein solches Gerät auch als vollwertiges Notebook mit ausreichend starker Core-i-CPU verwenden will, findet nur noch teure Premium-Produkte. Low-End-Tablets fordern als Notebook-Ersatz mangels Rechenleistung und RAM wiederum viel Kompromissbereitschaft. Wer ein reines Konsumier-Gerät sucht, ist womöglich mit einem Chromebook oder Android-Tablet besser beraten (siehe Artikel auf S. 28) – und sei es auch nur als Zweitgerät zu einem normalen Notebook.

Windows-Tablets mit Ständer und andockbarer Tastatur lassen sich wie Notebooks verwenden.

von mindestens 800 Euro übersetzen lässt.

In solchen Notebooks findet man üblicherweise auch Fingerabdruckleser, die Einloggen über die Windows-10-Funktion Windows Hello ermöglichen – das Eintippen des Passworts entfällt. In Touchpads integrierte Leser sind verbreitet, reduzieren aber die nutzbare Sensorfläche. Besser sind deshalb Leser in der Handballenablage oder im Einschalter. Eine Hello-taugliche Webcam, die den Nutzer per Gesichtserkennung anmeldet, bringen erst noch teurere Premium-Baureihen mit. Gleiches gilt für Helligkeitssensoren, um die Bildschirmhelligkeit an die Umgebung anzupassen.

Im Premium-Segment fördert Intel aktuell über das Marketing-Programm Project Athena die Integration weiterer Sensoren und Assistenzsysteme [17]. So gibt es bereits erste Notebooks mit Abstandsdetektoren neben der Webcam, die erkennen, ob man noch davor sitzt. Falls nicht, wird der Laptop zum Stromsparen in den Standby-Modus geschickt. Der Sensor ist auch dann noch aktiv und weckt das Notebook auf, sobald man wieder da ist; die Hello-Webcam loggt einen sofort wieder in Windows ein.

Andere Systeme überwachen den Nutzer bei der Arbeit über die Webcam und blenden Warnmeldungen ein, falls einem interessiert über die Schulter geguckt wird; hat das Notebook einen Privacy-Bildschirm, kann dieser aktiviert werden. Erklärtes Ziel von Project Athena ist wie beim Vorgängerprogramm Ultrabook, dass solche Premium-Funktionen in einigen Jahren in den Massenmarkt kommen.

Sehr lange Laufzeiten oder ein besonders niedriges Gewicht findet man ebenfalls umso eher, je höher der Gerätepreis ausfällt, weil die Hersteller dort teurere, aber eben auch leichtere oder effizientere Teile verwenden. Außerdem steht den Entwicklern generell mehr Budget für anderen Feinschliff zur Verfügung – etwa für ein besonders leises Kühlsystem. *(mue@ct.de)* **c't**

Literatur

[1] 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

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

[3] Florian Müssig, Ryzen-Ultrabook, 13,3-Zoll-Notebook Lenovo IdeaPad 720S-13ARR mit AMD Ryzen, c't 5/2018, S. 90

[4] Florian Müssig, AMD-Surface, Microsoft Surface Laptop 3 15" mit Ryzen-Prozessor, c't 25/2019, S. 88

[5] Florian Müssig, Mobiler Ryzen-Gamer, 15,6-Zoll-Notebook Asus TUF FX505DY mit AMD Ryzen 5 3550H, c't 11/2019, S. 90

[6] Florian Müssig, RTX Mobile, Nvidias Notebook-Grafikchips GeForce RTX 2080, RTX 2070 und RTX 2060 im Test, c't 6/2019, S. 134

[7] Florian Müssig, Flotte 16, Gaming-Notebook Schenker Key 16 mit GeForce GTX 1660 Ti, c't 15/2019, S. 88

[8] Florian Müssig, Seltene Kombination, Gaming-Notebook mit Ryzen-CPU und GeForce-GPU, c't 21/2019, S. 78

[9] Florian Müssig, Plattgemachtes zum Plattmachen, Flache Gaming-Notebooks mit den High-End-GPUs GeForce RTX 2070 Max-Q und RTX 2080 Max-Q, c't 10/2019, S. 122

[10] Florian Müssig, Dual-Screen mobil, Leistungsstarke Notebooks mit je zwei Bildschirmen, c't 24/2019, S. 106

[11] Florian Müssig, Oberflächliches, Microsofts neue Surface-Hardware, c't 22/2019, S. 28

[12] Florian Müssig, Yoga mit Privatsphäre, 14-Zoll-Notebook Lenovo ThinkPad X1 Yoga mit Privacy-Bildschirm, c't 26/2019, S. 74

[13] Florian Müssig, Kantifiziert, Die 2019er-Edition des Hybrid-Notebooks HP Spectre x360 13, c't 12/2019, S. 74

[14] Florian Müssig, Business-Fliegengewicht, Edel-Notebook HP Elite Dragonfly mit LTE und langer Laufzeit, c't 2/2020, S. 82

[15] Florian Müssig, Anschlussfreudig, USB-C-Dockingstationen von Notebook-Herstellern und Drittanbietern, c't 9/2018, S. 102

[16] Florian Müssig, USB, die Vierte, Spezifikation für USB 4 finalisiert, c't 20/2019, S. 26

[17] Florian Müssig, Für Athene, Drei Premium-Notebooks nach Intels Project-Athena-Spezifikation, c't 14/2019, S. 96

[18] Florian Müssig, Mobile Power mit guter Tastatur, Apple MacBook Pro 16" mit neuer Tastenmechanik, c't 26/2019, S. 72

[19] Florian Müssig, Flach? Hoch? Beides! Dells Edel-Notebook XPS 13 2-in-1 mit 16:10-Touchscreen, c't 23/2019, S. 92

[20] Florian Müssig, Henne und Ei, die X-te, Windows-10-Tablet Microsoft Surface Pro X mit ARM-Prozessor Microsoft SQ1, c't 26/2019, S. 68

[21] Florian Müssig, Riesen-Hybrid, Dell Inspiron 17 7000: 17-Zoll-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, c't 21/2016, S. 56

Darfs ein bisschen weniger sein?

Tablets und Chromebooks als Notebook-Alternative

Aufträge schreiben, Notizen anlegen, Mails und Termine checken – wer extra dafür ein Windows-Notebook kauft, wirft viel Geld aus dem Fenster. Wir zeigen, mit welchen Geräten man das viel günstiger und auch bequemer erledigt.

Von Stefan Porteck

Klein, leicht, lautlos und mehr als zehn Stunden Laufzeit für weniger als 400 Euro – klassische Windows-Notebooks erfüllen immer nur ein paar dieser Wünsche, aber niemals alle gleichzeitig. Trotzdem ist die Aufgabe nicht unlösbar: Wenn man nur ein wenig über den Tellerrand schaut, muss es gar nicht unbedingt ein Windows-Laptop sein. Für Schüler, Studenten oder Außendienstler sind Chromebooks meist eine gute und günstige Alternative. Manchen Nutzern reicht sogar ein Tablet.

Dass Tablets mittlerweile nicht mehr nur als Spielzeug angesehen werden, ist der Vorarbeit von Microsoft und Apple mit Surface und iPad Pro zu verdanken. Letzteres wartet mit einem guten Display, solider und schneller Hardware auf und punktet obendrein mit seinem Smart Keyboard Folio sowie einer Stifteingabe. Wer bereits im Apple-Universum steckt, braucht sich nicht umzugewöhnen, weil er alle Daten in der bereits genutzten Cloud findet. Mit Einstiegspreisen von knapp 900 Euro sind die Apple-Tablets allerdings kein Schnäppchen; hinzu kommen 135 Euro für den Stift und 200 für die Tastatur. Auch wenn man auf das „Pro“ verzichtet, reißt man mit dem günstigsten iPad (379 Euro) samt Tastatur (179 Euro) und Stift (99 Euro) die gewünschten 400 Euro deutlich. Günstiger bekommt man ultramobile Arbeitsgeräte, wenn man sich stattdessen aufs Android-Ökosystem einlässt: Solide Tablets gibt es hier schon ab 400 Euro etwa von Samsung, und für eine brauchbare Bluetooth-Tastatur muss man keinen dreistelligen Betrag auf den Tresen legen.

Zu den Vorteilen der Tablets zählen ihre kompakte Größe (um DIN A4) und ihr geringes Gewicht (meist unter 500 Gramm). Damit kann man sie praktisch

überall mit hinnehmen, denn sie finden selbst in kleinsten Taschen Platz. An Kabel und Netzteil braucht man keinen Gedanken zu verschwenden: Aktuelle Tablets halten locker einen Arbeitstag durch – meist sogar mehrere. Nach Feierabend legt man die Tastatur beiseite und nutzt die Geräte als größere und bessere Alternative zum Smartphone fürs Surfen, Spielen oder Videostreamen.

Apps für Produktivität und Unterhaltung gibt es sowohl bei Apple als auch bei Google zur Genüge – auf spezialisierte Desktop-Software muss man aber verzichten. Auch beim Schreibkomfort geraten Tablets wegen der kleinen Displays und Tastaturen ins Hintertreffen. Der Griff zum Tablet lohnt sich deshalb vor allem für Nutzer, die häufig unterwegs Arbeiten, dabei aber keine längere Zeit am Bildschirm verbringen.

Flexible Hybriden

Chromebooks gelingt der Spagat zwischen Notebook und Tablet deutlich besser. Sie warten üblicherweise mit Displaygrößen zwischen 11 und 15 Zoll und ordentlichen Tastaturen auf. Auch ist das Angebot mittlerweile so groß, dass jeder einen guten Kompromiss zwischen Größe, Preis, Schreibkomfort und Portabilität findet.

Als Betriebssystem kommt das schlanke und schnelle, von Google entwickelte Chrome OS zum Einsatz. Damit sind die meisten Chromebooks nach dem Einschalten in weniger als zehn Sekunden einsatzbereit und begrüßen den Nutzer mit einem Desktop, der optisch ein wenig an Android erinnert. Chrome OS haftet immer noch das Image alter Tage an, dass es sich quasi nur um einen Chrome-Browser handelt und deshalb Chromebooks ohne Internetzugang praktisch nutzlos sind. Das stimmt aber nicht mehr, denn Dateien, Dokumente, Mails et cetera lassen sich auch offline bearbeiten und dank integriertem Dateimanager lokal, in Netzlaufwerken oder Windows-Freigaben speichern. Eventuelle Cloud-Synchronisierungen erledigt das System später automatisch, sobald wieder eine Internetverbindung besteht.

Dennoch spielen Chromebooks ihre Stärken am besten aus, wenn man Google-Dienste wie Kalender, Gmail und die Office-Suite Google Docs benutzt. Damit lässt sich im Browser weitestgehend alles erledigen, was man für Schule, Studium und Beruf benötigt. Die Verzahnung mit der Google-Cloud sorgt dafür, dass die Anwendungen und die Dateien im lokalen System nur wenig Speicherplatz benötigen und in Echtzeit auf anderen Geräten verfügbar sind. Vergleichbare Cloud-Dienste etwa von Microsoft funktionieren mit kleinen Einschränkungen genauso gut.

Nicht jeder möchte sich aber auf Web-Dienste und App-Add-ons für den eingebauten Chrome-Browser einlassen, sondern wünscht sich „echte“, lokale Anwendungen. Den Wunsch erfüllt auf nahezu allen derzeit angebotenen Chromebooks der Google Play Store, worüber sich beliebige Android-Apps installieren lassen. Hier finden sich fürs lokale Arbeiten unter anderem Word und Excel. Bildbearbeiter greifen zu Snapseed oder installieren gleich Photoshop Express oder Lightroom. Die Einschränkungen des mitgelieferten Dateibrowsers umgeht man mit dem Total Commander, der sich mithilfe von Plug-ins sogar auch auf Kunststücke wie sftp-Zugriffe versteht. Es gibt aber einen Haken: Viele Android-Apps sind auf kleine Smartphone-Displays ausgelegt und erscheinen auf Tablets und Chromebooks in einem sehr luftigen Layout.

Linux geht

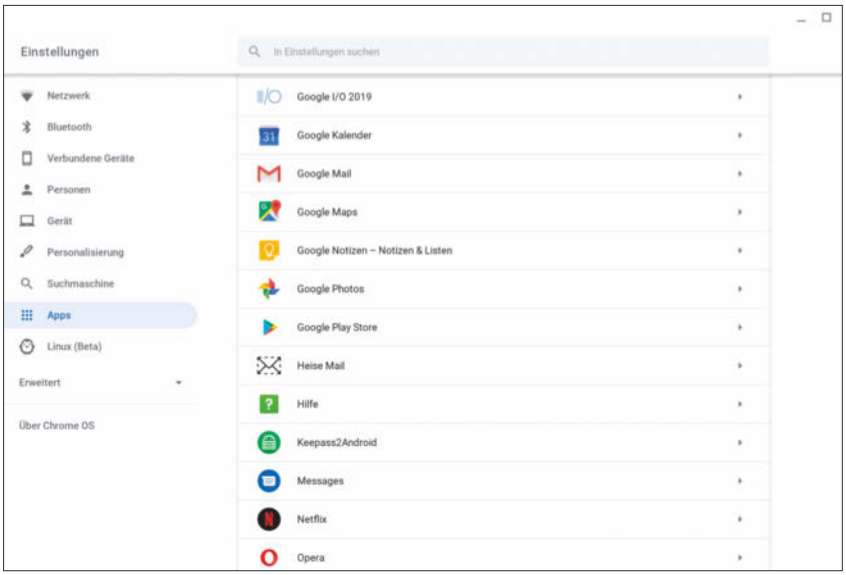
Wer seine vom Desktop-PC gewohnten Programme, beispielsweise Thunderbird oder Libre Office, nicht missen will, wird bei Chrome OS ebenfalls fündig: Seit Mitte des Jahres gehört die Unterstützung von Linux-Anwendungen zum Standard und ist nicht mehr nur Nutzern vorbehalten, die ihr Chromebook in den Entwicklermodus versetzt haben.

Die Einrichtung ist zwar nicht ganz trivial, weil man zunächst auf der Kommandozeile einen grafischen Paketmanager installieren muss. Das gelingt dank diverser Anleitungen im Netz aber auch ungeübten Anwendern. Anschließend wählt man – ähnlich wie im Play Store – einfach die gewünschten Programme und installiert sie mit einem Mausklick. Sogar die Android-Entwicklungsumgebung Android Studio bekommt man offiziell ans Laufen.

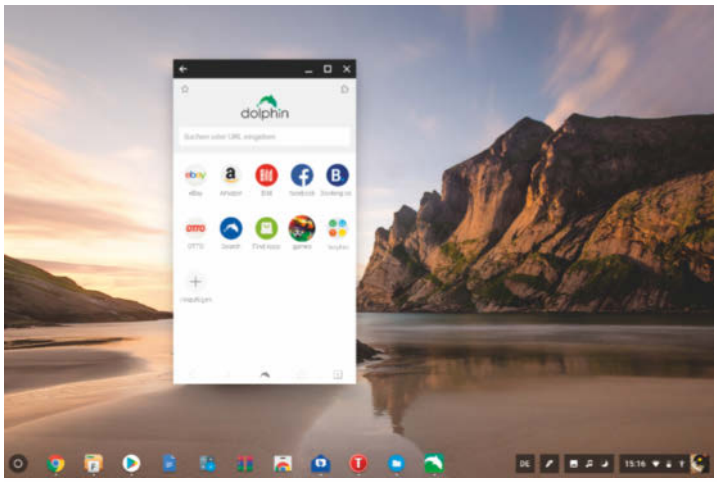
Bislang bezeichnet Google die Linux-Unterstützung noch als Beta. Tatsächlich laufen die Anwendungen in der virtuellen Linux-Maschine etwas langsamer und ressourcenhungriger, weshalb sich Linux-Programme nur auf schnelleren und damit teureren Chromebooks mit i5- oder i7-Prozessoren zufriedenstellend nutzen lassen. Wer sich von einem Chromebook maximale Flexibilität wünscht, sollte also vorm Kauf auf der Webseite des Herstellers oder in Foren nachsehen, ob Linux beim Wunschkandidat an Bord ist. Chromebooks mit 32-Bit-ARM-Prozessoren, gehen beispielsweise leer aus. 64-Bit-Systeme sind sowieso ratsam, denn viele Programme werden gar nicht mehr als 32-Bit-Version angeboten.

Auf lange Zusammenarbeit

In der Windows-Welt muss man sich nicht aktiv um Updates kümmern. Microsoft verteilt sie automatisch und für die meisten Windows-Versionen länger als eine Dekade lang. Das Ende des Supports wie unlängst bei Windows 7 stellt ebenfalls kein Problem dar: Man führt dann einfach



Dank Linux- und Android-Apps steht unter Chrome OS mittlerweile ein reichhaltiges Softwareangebot bereit.



Android-Apps laufen auf vielen Chromebooks, sind aber nicht immer auf deren Displayformat ausgelegt.

ein Upgrade auf eine neuere Version durch – was die Hardware vieler Notebooks problemlos hergibt.

Wer sich für ein Tablet nebst Tastatur oder ein Chromebook entscheidet, wird dagegen mit zeitlich befristeten Updates konfrontiert. Konkret gelten für Android-Tablets etwa die gleichen Zyklen wie für Smartphones – ab Markteinführung versorgen die meisten namhaften Hersteller ihre Geräte für die Dauer von zwei bis drei Jahren mit Updates. Bei günstigen Herstellern passiert es aber auch, dass entweder keine Updates bereitgestellt werden oder diese erst mit mehreren Monaten Verzögerung auf den Tablets aufschlagen. Hier lohnt es sich also, vor dem Kauf auf der Webseite des Herstellers nachzuschauen. Apple unterstützt die iPads etwa fünf Jahre.

Obgleich Chromebooks den Eindruck eines herkömmlichen Notebooks erwecken, muss man auch bei ihnen aufpassen: Für Chrome OS sichert Google Updates für sechseinhalb Jahre nach Erscheinen zu und sorgt anders als bei Tablets selbst für deren Verteilung. Das bezieht sich aber nicht auf einzelne Chromebook-Modelle, sondern auf deren Prozessorarchitektur. Das Problem dabei: Viele Chromebooks bleiben mehrere Jahre im Markt, und manche Neuerscheinung nutzt aus Preisgründen nicht die aktuellste CPU-Generation.

Wer nicht aufpasst, kauft somit ein Gerät, dessen Support bereits ein oder zwei Jahre später ausläuft. Ein vermeintliches Schnäppchen für 400 Euro entpuppt sich dann doch als teurer Fehlkauf, wenn es nach anderthalbjähriger Nutzung mangels Updates bereits wieder ausrangiert werden muss. Immerhin bietet Google auf seiner Support-Seite für Chrome OS (siehe ct.de/y8ft) eine Übersicht aller am Markt befindlichen Chromebooks mit ihren jeweiligen Update-Versorgungs-Zeiträumen.

Innere Werte

In der Welt der Windows-PCs gibt man reflexartig lieber ein paar Euro mehr aus, um eine CPU mit ordentlich Wumms unter der Haube zu haben. Bei Chromebooks gleicht das dank der geringeren Leistungsanforderung von Chrome OS eher, mit Kanonen auf Spatzen zu schießen. Ein teures Modell mit Intel-i5- oder i7-Prozessor brauchen eigentlich nur Poweruser, die mit vielen Android- oder Linux-Anwendungen parallel arbeiten. Für Office-Anwendungen im Browser und ein wenig Spotify oder Netflix nach Feierabend reichen Modelle mit Celeron, Core m5 oder den ARM-Prozessoren von Rockchip völlig aus. Selbst ein betagtes Chromebook R13 von Acer mit seiner MediaTek-CPU, auf dem Teile dieses Artikels geschrieben wurden, läuft drei Jahre nach seinem Erscheinen im Alltag immer noch zufriedenstellend flott.

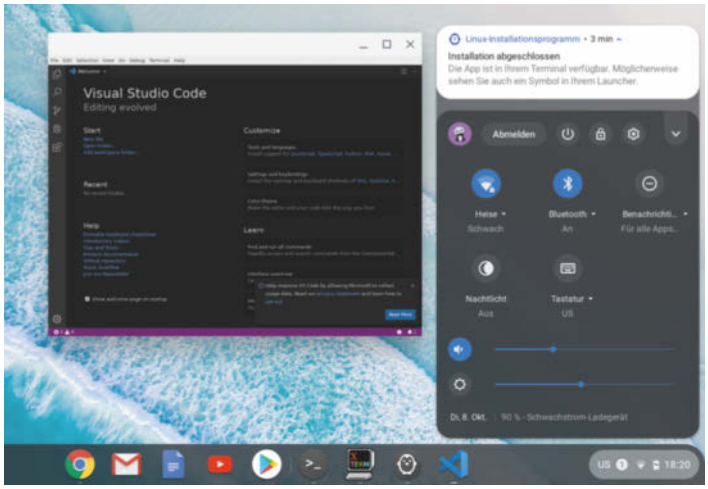
Wichtiger ist bei alltäglicher Nutzung eher der Speicher. Das Wunschgerät sollte 4 GByte RAM, besser sogar 8 GByte haben. Um günstige Modelle mit nur 2 GByte RAM macht man lieber einen Bogen. Obgleich Chrome OS mit seinen Web-Apps und einigen zusätzlichen Android-Apps kaum Flash-Speicher belegt, sollte man diesen ebenfalls nicht zu knapp wählen. Bei 32 GByte wird das schnell eng, wenn auf das Gerät einige Musikalben oder Serienepisoden für die Offline-Nutzung heruntergeladen wurden.

Anders als Windows 10 lässt sich Chrome OS vollständig und sehr bequem mittels Touchscreen bedienen. Chromebooks sind deshalb ein idealer Hybrid zwischen Notebook und Tablet. Richtig zum Tragen kommt dieser Vorteil aber nur bei Modellen mit einem Convertible-Scharnier: Bei ihnen lässt sich das Display um 360 Grad nach hinten klappen, sodass sie sich wie ein flaches Tablet in der Hand halten lassen.

Unterm Strich erfüllen Chromebooks und Tablets mit etwas Umgewöhnung Office- und Alltagsaufgaben genauso gut wie Notebooks mit Windows. Doch bei speziellen Anwendungen wie Bild- und Audiobearbeitung, Videoschnitt oder Gaming stoßen sie meist an ihre Grenzen – schlicht deshalb, weil die speziellen Programme für Android, Chrome OS und iOS nicht verfügbar sind. Wer darauf verzichtet, spart insbesondere mit Chromebooks einige Euro und einigen Wartungsstress gegenüber einem Windows-Notebook.

(spo@ct.de) c't

Support-Seite für Chrome OS: ct.de/y8ft



Auch Linux-Anwendungen gehen unter Chrome OS, beispielsweise Visual Studio Code zum Entwickeln.

1blu

Das Angebot haut rein!

Homepage Smash

NUR BIS ENDE JANUAR 2020 !
Keine Bestellannahme nach dem 31.01.2020 möglich.

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

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/smash**

Displays von gerollt bis superflink

OLED, Laser, LED: neue Display-Techniken fürs TV

Die LCD-Technik bekommt von vielen Seiten Konkurrenz, hat aber noch lange nicht ausgedient: Dual Cell und Lightfield treten gegen OLED, Laser und LEDs an.

Von Ulrike Kuhlmann

Der Kampf um die beste TV-Technik geht weiter. Auf der einen Seite stehen organische (OLED-) Panels von LG Displays, die außer LG auch Sony, Philips, Panasonic, Metz & Co. in ihre Geräte einbauen. Dagegen stellt Samsung seine lichtstarken LCD-TVs mit farbverstärkenden Quantenpunkten, genannt QLED. Mit einer geplanten OLED-Quantenpunkte-Kombination hat Samsung ein Ass im Ärmel, aber die Entwicklung stockt derzeit. Daher spielt Samsung auf der CES in Las Vegas erst einmal die LED-Karte und zeigt „The Wall“: Eine beeindruckende LED-Wand in Diagonalen von 75 bis 292 Zoll mit 4K- bis 8K-Auflösung. Die 75-Zöller kämen theoretisch für Privathaushalte in Frage, werden allerdings wohl extrem teuer. Auf der Messe war zu hören, dass die 150-Zoll-Variante, 500.000 Euro kosten soll.

Billiger könnten kleinere LED-Module werden, die Samsung ebenfalls vorführte. Die rahmenlosen Blöcke lassen sich zu größeren Anzeigen zusammenstellen. Kaufen kann man sie aber bisher nicht. Was Samsung an Innovationen bald liefern kann, zeigte das 1,5 Zentimeter flache 8K-Spitzenmodell Q950 des Baujahrs 2020, bei dem der superdünne Rahmen fast verschwindet. Es unterstützt HDR10+ und kommt mit One-Connect-Box, also einem einzigen Kabel zwischen Anschlussbox und Display.

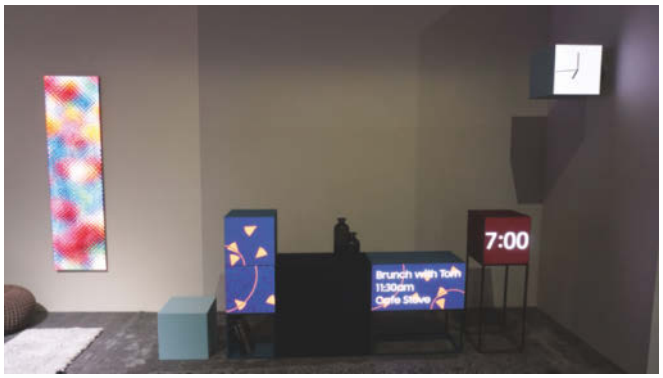
In seinen Dual-Cell-LCDs vereint Hisense die Vorteile von LCD und OLEDs: sattes Schwarz, blickwinkelstabiles Bild, helle und farbstarke Darstellung. Das LCD-Sandwich besteht aus einem bildgebenden 4K-Display und einem lichtsteuernden Full-HD-Panel mit Quantenpunkten im Backlight. Hisense hatte das Konzept schon 2019 angekündigt und zeigte in Las Vegas „ULED XD“-Modelle mit 32, 65, 75 und 98 Zoll.

Außerdem setzt das chinesische Unternehmen auf 8K-Beamer mit farbstarker Laser-Technik. Ein solches Laser-TV mit automatisch ein- und ausfahrender Leinwand gleicht äußerlich dem aufrollbaren „Signature“-OLED von LG, allerdings fährt bei Hisense nur die unempfindliche Projektionsleinwand aus, während die bildgebende Einheit in der Kommode bleibt.

LG zeigte währenddessen eine Variante, die das OLED statt aus einer Kommode aus einer Deckenhalterung herausrollt. Der 65-zöllige Prototyp kommt vorerst nicht in den Handel. Ohnehin müsste seine Diagonale ungleich größer sein, damit er als selbstleuchtende Leinwand fürs Wohnzimmer taugt.

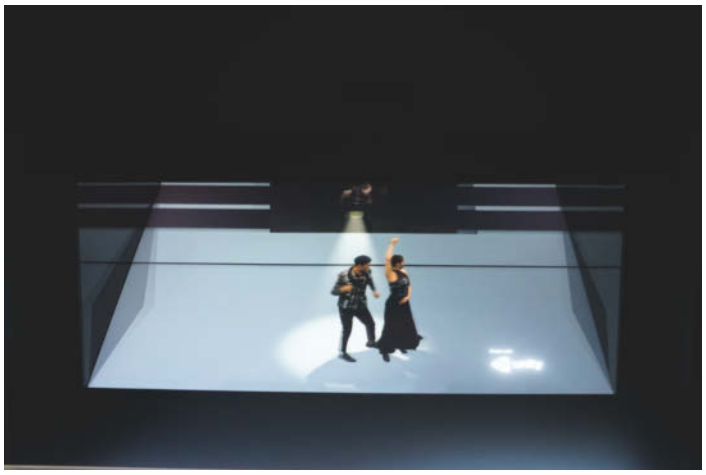
3D mit Lichtfeld

Sony überrascht 3D-Fans mit einem autostereoskopischen 3D-Lightfield-Display. Das 15-zöllige 4K-LCD mit aufgebrachter Linsenrasterfolie bündelt jeweils die Lichtstrahlen fürs linke und rechte Auge



Mit LED-Modulen lassen sich interessante Videoflächen gestalten. Leider gibt es die von Samsung gezeigten Displays nicht zu kaufen.

In den Dual-Cell-ULED-TVs von Hisense sorgt das hintere LC-Panel mit 2 Millionen Dimming-Zonen für hohe Kontraste.



Sonys Lightfield-Display nutzt ein LCD mit Linsenraster und Kamera fürs Augentracking. Die 3D-Darstellung ist verblüffend plastisch.

und lenkt sie zum Betrachter. Dafür trackt eine Kamera dessen Augen, weshalb sich das Display nur für einen einzelnen Betrachter eignet. Der kann jedoch wie bei Lichtfeld-Displays üblich um die Objekte im Bild herumschauen.

Weil die sichtbare Auflösung mit der Anzahl der gebündelten Ansichten abnimmt, musste Sony einen Kompromiss zwischen 3D-Eindruck und Pixeligkeit der Darstellung finden. Wie hoch die Auflösung war, wollte der Hersteller nicht verraten; geschätzt waren es weniger als 1024 × 576 Bildpunkte, was der beeindruckend plastischen Wirkung aber keinen Abbruch tat.

KI-Algorithmen und Abschaltmodi

8K-TVs müssen fast alle Videosignale vor der Wiedergabe hochskalieren, weil es bisher kaum Inhalte in 8K-Auflösung gibt. Zum Skalieren nutzen die Hersteller KI-Algorithmen und KI soll auch den Ton der schlanken Fernseher verbessern. Außerdem sollen Videos im HDR-Standard Dolby Vision künftig mit „Dolby Vision IQ“ optimiert werden, darin steckt ebenfalls KI. Dabei passt der Fernseher den Kontrast an die Lichtverhältnisse im Raum an, damit dunkle Szenen in heller Umgebung nicht mehr absaufen. Panasonic will das auch für andere HDR-Formate anbieten.

Etwas überraschend haben sich die meisten TV-Hersteller kürzlich auf einen neuen Bildmodus geeinigt: Wenn im Datenstrom ein entsprechendes Flag mitgesendet wird, aktivieren die TVs automatisch den sogenannten „Filmmaker Mode“. Er schaltet Bildoptimierungen wie Zwischenbildglättung oder künstliche Kontrast- und Farbanhebungen ab. Das TV soll Videos so wiedergeben, wie sie vom Regisseur gedacht waren. Sony hat keinen Filmmaker-Modus: Stattdessen zeigt hier der Nutzer-Modus ein weitgehend unverfälschtes Bild.

OLED-TV mit 48 Zoll

LG produziert endlich ein kleineres OLED-Panel; bislang gibt es OLED-TVs erst ab 55 Zoll, also 1,40 Meter Diagonale. Der kommende OLED48CX passt mit 48 Zoll (1,22 Meter) auch in kleinere Wohnzimmer, soll mit schnellen Schaltzeiten aber auch Spieler überzeugen. Er beherrscht Dolby Vision IQ, Dolby Atmos und den Filmmaker-Modus. Außerdem ist er zu Nvidias G-Sync kompatibel und damit auch für Gamer erste Wahl. Seine Schaltgeschwindigkeit beträgt ganz ohne Overdrive nur eine Millisekunde. Außerdem lässt sich das 4K-Display mit bis zu 120 Hertz ansteuern. Allerdings wird dabei die Farbauflösung auf 4:2:0 reduziert. Schuld ist der HDMI-Port: Er liegt im 48CX zwar in Version 2.1 mit ausreichend Bandbreite vor, doch Nvidia berücksichtigt in seiner Kompatibilitätsprüfung bislang nur Version 2.0. Für Monitore stellt sich das Problem nicht, denn die steuert man beim Zocken einfach per DisplayPort an – der jedoch Fernsehern fehlt.

Wann genau das 48-zöllige OLED-TV erhältlich sein wird, ließ LG offen. Er sollte aber noch 2020 für unter 2000 Euro kommen.

Samsung hat einen ähnlich großen, aber überbreiten Monitor für Gamer im Programm. Das gebogene VA-Panel misst 1,25 Meter (49 Zoll) in der Diagonale, zeigt 5120 × 1440 Bildpunkte und ist stark gekrümmt: Biegeradius 1000R bedeutet, dass mehrere G9 aneinander gestellt einen Kreis mit 1 Meter Radius bilden würden. Seine kurze Schaltzeit von einer Millisekunde erreicht der G9 per Overdrive. Das Display synchronisiert sich per FreeSync 2 mit der Grafikkarte und am DisplayPort auch per G-Sync. Die Spitzenhelligkeit von 1000 cd/m² reicht für HDR1000, Quantenpunkte im Backlight sorgen für satte Farben. Die Mitte des weißen Monitorrückens leuchtet in einer von 52 wählbaren Farben. Der Odyssey G9 kommt im zweiten Quartal, einen Preis nennt Samsung noch nicht; deutlich unter 1500 Euro wird das Riesendisplay aber wohl nicht liegen. *(uk@ct.de)* ct

Smart-TV für Instagrammer: Der drehbare Samsung Sero lässt sich im Hoch- und Querformat betreiben.

Neue Töne von Blauzahn

Bluetooth erhält komplett neue Audio-Architektur

Die nächste Bluetooth-Norm LE Audio ermöglicht stromsparendere In-Ear-Kopfhörer, bindet Hörgeräte ein, klingt besser und verringert die Latenzen. Der Broadcast-Modus eröffnet neue Anwendungen für Museen, Theater und Kinos.

Von Nico Jurran

Bedenkt man, dass Bluetooth Audio bereits Anfang der 2000er spezifiziert wurde, ist es erstaunlich, was mit dieser Oldie-Funkarchitektur in den letzten Jahren noch realisiert wurde. Allen voran wären dabei die beliebten drahtlosen Ohrhörer zu nennen, die auch untereinander nicht mit einem Kabel verbunden sind.

Doch diese Geräte sind auch ein Paradebeispiel dafür, wie kreativ Entwickler mittlerweile sein müssen, um mit der an sich völlig veralteten Bluetooth-Audio-Technologie ans Ziel zu gelangen: Da Bluetooth nur ein einzelnes Stereosignal übertragen kann und dies auch nur mittels Punkt-zu-Punkt-Verbindung, schickt das Handy den Datenstrom zunächst an den (meist) rechten In-Ear. Der gibt den rechten Audiokanal wieder und funkt den linken Kanal weiter an den anderen In-Ear.

Ähnlich schwierig ist die Situation, wenn es um bessere Bluetooth-Audio-Qualität geht: Zwar existieren Alternativen zum Low Complexity Subband Codec (SBC) wie aptX und aptX-HD. Diese sind jedoch proprietär, kosten Lizenzgebühren und werden nicht von allen Betriebssystemen unterstützt.

Die nächste Audio-Generation

Die für die Weiterentwicklung von Bluetooth zuständige Special Interest Group (Bluetooth SIG) hat nach eigenen Angaben bereits vor einiger Zeit festgestellt, dass der aktuelle Standard an seine Grenzen gestoßen ist. Die Mitglieder der SIG entschieden sich daher, ihn künftig als „Classic Audio“ zu bezeichnen und eine neue Bluetooth-Audio-Generation aus der Taufe zu heben – „LE Audio“ genannt. Die dazu eingeführten Techniken und Konzepte sind nach Angaben der Gruppe so weitreichend, dass sie „die nächsten 20 Jahre Audio-Innovationen ermöglichen“. Die Bluetooth SIG nutzte die CES, um LE Audio vorzustellen – wohl wissend, dass das nötige Set von rund 20 Spezifikationen bislang noch nicht fertig ist, sondern die wichtigsten Bestandteile erst im ersten Halbjahr 2020 veröffentlicht werden. Nur die neue Core-Spezifikation ist bereits veröffentlicht, sodass ab sofort Bluetooth 5.2 aktuell ist. Classic Audio soll weiterhin existieren, sodass es künftig Geräte geben wird, die einen der beiden oder beide Betriebsmodi unterstützen.

Neuer Codec

Im Zentrum von LE Audio steht ein neuer Codec namens LC3 (Low Complexity Communications Codec), der Samplingraten von 8, 16, 24, 32, 44,1, 48 kHz, Datenraten von 16 bis 320 kBit/s und Rahmengrößen von 7,5 und 10 Millisekunden unterstützt. Entwickler sollen damit die Audioübertragung besser auf die jeweiligen Bedürfnisse anpassen können. Für die Nutzung von LC3 bei der Bluetooth-Audio-Übertragung werden dabei wie für SBC keine Lizenzgebühren fällig.

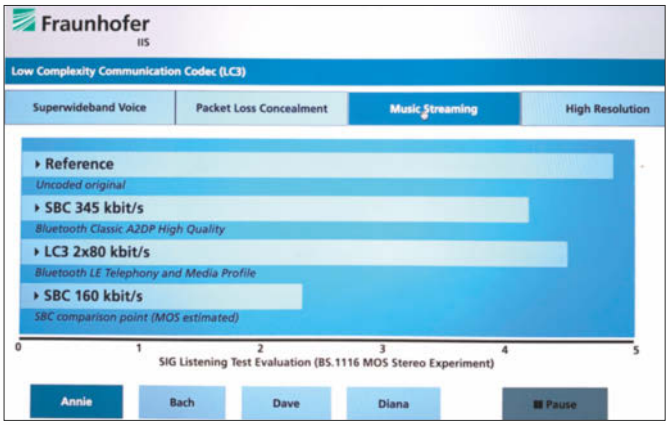
Für den Nutzer springt laut SIG unter anderem eine bessere Audioqualität gegenüber SBC heraus. So haben Hörtests laut SIG ergeben, dass der aktuelle Standard-Codec bei maximaler (Stereo-)Datenrate von 345 kBit/s immer noch hörbar schlechter klingt als LC3 bei 160 kBit/s. Bei einer Datenrate von 248 kBit/s soll LC3 sogar 50 Prozent bessere Durchschnittsnoten erhalten haben als SCB mit vergleichbaren 237 kBit/s.

Passend zum „Low Energy“ (LE) in der Bezeichnung des neuen Betriebsmodus lässt sich LC3 laut SIG auch nutzen, um bei gegenüber SBC gleichbleibender oder leicht besserer Qualität Audiodaten mit einer geringeren Datenrate zu übertragen und so Strom zu sparen.

Auch hinsichtlich der Latenz schneidet LE Audio laut SIG sehr gut ab. Sie soll sich auf Protokollebene gegenüber SBC von 100 auf 10 Millisekunden verringert haben. Passend dazu führte Dialog Semiconductor bei der Präsentation von LE Audio vor, wie sich 5.1-Kanal-Ton LC3-kodiert via Bluetooth LE Audio von einem TV zu einer Surround-Anlage transferieren lässt, ohne bei der Wiedergabe von Videos die Lippensynchronität zu verlieren.

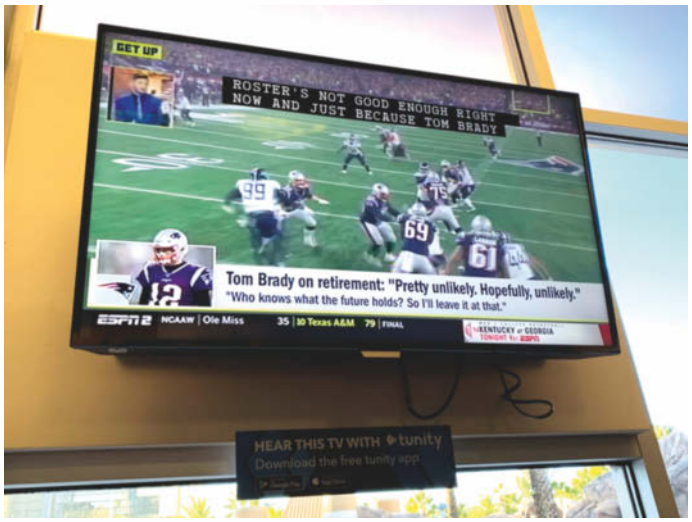
Multistream-Audio

LE Audio kann einzelne Audiokanäle getrennt voneinander übertragen, die sich wiederum in Gruppen zusammenfassen



Das Fraunhofer Institut ermöglichte uns einen kurzen Hörtest, bei dem LC3 deutlich besser als SBC klang. Eine Vergleichsmöglichkeit mit aptX gab es vor Ort nicht, auch diesem soll LC3 vor allem hinsichtlich des Klirrfaktors überlegen sein.

Dialog zeigte eine 5.1-Ton-Übertragung mit LE Audio. Der Chiphersteller geht davon aus, dass man entsprechende Lösungen in kommenden TVs antreffen wird.



In US-Fitnessstudios kommen bislang Smartphones mit speziellen Apps zum Einsatz, um den Ton der stummgeschalteten TVs zu empfangen. Mit LE Audio können kommende TVs direkt auf passende Kopfhörer streamen.

lassen. Bei den angesprochenen „True Wireless"-Ohrhörern bedeutet dies, dass das Handy die Daten für den rechten und den linken Kanal künftig getrennt an den jeweiligen In-Ear senden. Genutzt wird dabei eine isochrone Kommunikation, die Übertragung der Signale läuft also in zeitlich konstanten Abständen. Bluetooth SIG spricht dabei von 25 Mikrosekunden.

Dieses „Multistream Audio" soll für eine robustere Übertragung und eine bessere Stereo-Abbildung sorgen. Da die Weiterleitung eines Audiokanals entfällt, lassen sich kleinere und stromsparende Geräte entwickeln. Auch eine Sprachsteuerung soll sich leichter realisieren lassen, da Steuerbefehle und ein etwaiger Audiorückkanal (zur Sprachübertragung bei Headsets) getrennt übertragen werden.

Die durch LE Audio mögliche Kombination aus niedrigem Stromverbrauch, hoher Audioqualität und Multi-Stream-Verbindungen versetzt die SIG erstmals in die Lage, Bluetooth Audio für Hörgeräte zu spezifizieren.

Broadcast-Audio

Neu ist bei LE Audio ein neuer Broadcast-Modus. Hier überträgt ein Sender Audiodatenströme an eine beliebige Anzahl von Empfängern, ohne sich einzeln mit diesen zu koppeln.

In Kombination mit Multistream-Audio lassen sich dabei wiederum Gruppen bilden, auch mehrere parallel. So ist die Übertragung eines Audiodatenstroms in Stereo ebenso möglich wie die mehrerer Streams mit unterschiedlichen Sprachfassungen – wahlweise jeweils wiederum in Mono oder Stereo. Genutzt werden soll diese Technik für ein sogenanntes „Bluetooth Audio Sharing".

Im privaten Umfeld könnten so beispielsweise mehrere Freunde gemeinsam über Kopfhörer Musik hören. Das Haupteinsatzgebiet dürfte künftig aber im öffentlichen Raum anzutreffen sein. In Museum könnte Audio Sharing beispielsweise dafür sorgen, dass man für die Nutzung von Audio Guides seine eigenen Ohrhörer nutzen kann. Konferenzteilnehmer können sich Übersetzungen in der eigenen Sprache auf den Kopfhörer streamen lassen.

Vor allem in den USA sind auch Fitnessstudios und Flughäfen ein großer potenzieller Markt für Audio Sharing. Aktuell laufen an diesen Orten oft Fernseher stumm mit Untertiteln vor sich hin. Hier könnte man sich künftig mit einem Knopfdruck in den TV-Audio-Stream einklinken.

Die Bluetooth SIG hat bereits ein Logo für Bluetooth Audio Sharing kreiert, das sowohl auf Kopfhörern und Hörgeräten als auch auf Fernsehern und in Veranstaltungsstätten genutzt werden soll.

Nach Ansicht der SIG wird Audio Sharing auch in vielen Kinos und sogar bei Theatervorstellungen Standard. Hier geht es nicht nur um alternative Sprachfassungen, sondern Nutzer mit Hördefiziten können den Ton direkt auf ihr Hörgerät geleitet bekommen. Eine Lösung, die sich wiederum auch daheim am TV anbietet.

Damit sich nicht Unbefugte in die Übertragung einklinken können, sieht das System eine optionale verschlüsselte Ausstrahlung vor, an der man nur nach Eingabe eines Passcodes am Empfangsgerät teilnehmen kann. Die Bluetooth SIG sieht in diesem „Audio Sharing" einen ganz neuen Anwendungsfall für ihr Funkprotokoll.

Zeitplan

Zahlreiche Chiphersteller unterstützen Bluetooth LE Audio, funktionsfähige Prototypen gibt es von Qualcomm und Nordic Semiconductor. Die SIG geht auch aufgrund der fehlenden Spezifikationen aktuell davon aus, dass die ersten Chipsätze in etwa einem Jahr fertig sind und LE Audio in ein bis zwei Jahren in ersten Produkten zu finden sein wird.

Laut der Gruppe wird es dann Geräte geben, die nur Bluetooth LE Audio unterstützen, etwa für Hörgeräte. Die typischen Bluetooth-Audio-Quellen wie Handys, Tablets oder Laptops werden künftig üblicherweise auch weiterhin den „Classic Audio"-Modus beherrschen.

(nij@ct.de) c't

Wir sind die Roboter

Alltagsroboter stehen in den Startlöchern

Wie genau ein Roboter für die Massen aussieht, steht noch zur Debatte: Bei Samsung kommt er in Form eines schlauen Tennisballs, andere Hersteller setzen auf Humanoide.

Von Jan-Keno Janssen

Wer an die Zukunft denkt, denkt an Roboter, das ist seit Jahrzehnten so. In der Industrie 4.0 hat diese Zukunft längst begonnen, dort sind Roboter allgegenwärtig – doch im Alltag spielen sie noch keine Rolle. Das könnte sich aber bald ändern, zumindest wenn man die CES als Indikator nimmt: So viele Roboter wie in diesem Jahr liefen, fuhren und rollten noch nie durch die Messehallen.

Den wohl reduziertesten Ansatz verfolgt Samsung mit Ballie. Der Roboterprototyp kommt in Form einer tennisballartigen Kugel, die nicht nur selbstständig durch die Gegend rollert, sondern dank der eingebauten Kamera auch als mobile Überwachungskamera dient. Will man wissen, was die Katze gerade macht, loggt man sich einfach von unterwegs per Smartphone auf die Kamerakugel ein und sieht nach dem Rechten. Außerdem kann Ballie sein Frauchen oder Herrchen erkennen und begrüßen. Ballie scheint für Samsung mehr als eine Spielerei zu sein, denn das Konzept nahm im CES-Eröffnungsvortrag, den der Hersteller in diesem Jahr bestritt, eine große Rolle ein. Konkrete Angaben zu Preis und Erscheinungstermin machte der Hersteller allerdings nicht.

Reachy greift zu

In eine ganz andere Richtung geht das Roboterkonzept des französischen Startups Pollen Robotics: Reachy hat zwar humanoide Züge, kann seine Verwandtschaft zu Industrierobotern jedoch nicht verleugnen. Am Rumpf sitzen Arme und Hände, mit denen es mit Menschen und Objekten interagiert. Die an die menschliche Anatomie angelehnten Arme haben sieben Freiheitsgerade und können Objekte mit einem Gewicht von bis zu 500 Gramm manipulieren. Auf der CES spielte Reachy mit Besuchern Tic-Tac-Toe mit Holzklötzen (siehe c't-Video auf ct.de/yq2t). Selbstständig bewegen kann sich Reachy nicht.

Reachy läuft mit dem Roboter-Betriebssystem Luos und lässt sich in Python programmieren. Der Roboter hat einen Rechner inklusive einer TPU von Google (Tensor Processing Unit) eingebaut, genauere Angaben gibt es noch nicht. An Schnittstellen sind USB, HDMI und Ethernet an Bord, außerdem Mikrofon und Lautsprecher. Sehr hübsch: Die Bewegung der Antennen auf Reachys Kopf sind einzeln steuerbar und lassen sich so sehr gut zur Emotions-Vermittlung einsetzen – lässt der Roboter sie zum Beispiel hängen, wirkt das traurig.

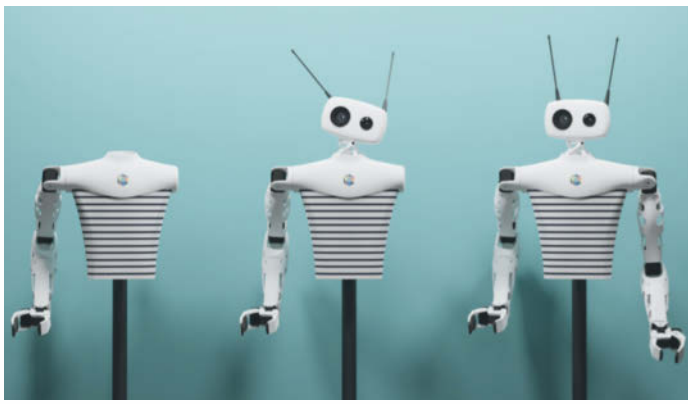
Zurzeit kann man Reachy in drei Konfigurationen vorbestellen: Das nur aus Rumpf, Rechner und einem Arm bestehende „Basic Kit" kostet 8000 Euro, das „Expressive Kit" mit zusätzlichem Kopf schlägt mit 10.000 Euro zu Buche, das Komplettpaket mit zwei Armen gibt es für 15.500 Euro. Pollen, das von Roboterforschern des französischen KI-Instituts INRIA gegründet wurde, bezeichnet Reachy als Open-Source-Roboter. Laut CTO Pierre Rouanet ist geplant, den Reachy-Bauplan inklusive 3D-Druck-Dateien der Kunststoff-Elemente zu veröffentlichen. Bei den meisten Bauteilen handele es sich um Standard-Produkte, und die proprietären Module wie den Kugelgelenk-Kopf könne man bei Pollen einzeln kaufen.

Robo-Jäter

Andere interessante Neuvorstellungen sind der wurmartige Lern- und Spaßroboter Clicbot (300 Euro), der 77 Kilogramm schwere humanoide Ubtech Walker (Preis noch unklar) und der wahrscheinlich niemals in den Handel gelangende PR-Gag-Roboter RollBot von Procter & Gamble: Er liefert auf Bluetooth-Zuruf Klopapier. Deutlich sinnvoller ist der Odd.Bot aus den Niederlanden. Das Gerät wurde als Alternative zu chemischen Unkrautvernichtungsmitteln wie Glyphosat konzipiert: Es fährt autonom über Anbauflächen und kann dank Bilderkennung zwischen Nutzpflanzen und ungewolltem Gesprieße unterscheiden. Alles, was auf dem Feld nicht genehm ist, entfernt eine mechanische Zange. *(jkj@ct.de)* c't

***Video:* ct.de/yq2t**

Samsungs Roboterkugel Ballie (hier von CEO HS Kim vorgeführt) dient unter anderem als mobile Überwachungskamera.



Den humanoiden Roboter Reachy aus Frankreich gibt es in drei Konfigurationen.

B1 Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 100 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

Linux Server & Desktop · Private Cloud (OpenStack & Ceph) · Containerization (Docker) · Orchestration (Kubernetes) · Monitoring (Icinga, Nagios & ELK) · Patch Management · Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet, Chef)

Wir sind für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!

B1 SYSTEMS

B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner

Linux/Open Source Consulting, Training, Development & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN

www.b1-systems.de · info@b1-systems.de

Bild: Mercedes

Autostadt Vegas

Mobilität als Messemotor

Mercedes macht auf Avatar, Sony baut jetzt Autos, Audi Displays und Hans Zimmer arrangiert für BMW. Die CES hatte rund um das Thema Mobilität manch eine Überraschung parat.

Von Robin Brand und Sven Hansen

Da musst man sich schon die Augen reiben: Ein Auto von Sony? Aber warum nicht, schließlich verschmelzen die Industrien in keinem anderen Feld derart. Ob Kommunikationstechnik, KI, 5G oder modernste Display-Technik: Im Auto fließt alles zusammen. Daher entdecken nach den klassischen Automobilherstellern auch Anbieter von Unterhaltungselektronik das Auto als Technologie- und Emotionsträger für ihre Markenbotschaften. So wurde Las Vegas in diesem Jahr zur Autostadt, nachdem es auf der CES in den vergangenen Jahren um die Autos etwas ruhiger geworden war.

Showcars

Manch einem Unternehmen fällt es schwer, in Zeiten miniaturisierter Technik, in der die größten Fortschritte in Bits und Bytes erzielt werden, etwas Augenfälliges zu präsentieren. In diese Bresche springen die diversen Showcars der CES, in denen sich Träume, Technologien und Vision wie in keinem anderen Produkt bündeln lassen.

Das auffälligste Konzeptauto hatte zweifellos Mercedes mit dem futuristischen „Vision AVTR“ im Gepäck. Die Designer nahmen den Film Avatar als Vorlage. Das Auto soll in Form von Sinneseindrücken kommunizieren, ähnlich wie im Film die Ureinwohner mit ihren Reittieren.

Nahezu der gesamte Innenraum des Vision AVTR ist Bildschirm. Er zeigt eine „immersive Experience“ aus der Welt von Avatar. Aus der Mittelkonsole ragt ein Bedienelement, das pulsiert, als würde es atmen. Berührt der Nutzer es, signalisiert das Auto die Verbindung durch einen Lichtimpuls. Mercedes scheuchte sein Showcar zu nachtschlafender Zeit über den Strip – augenscheinlich aber eher im Schleichgang.

Und dann war da noch der FF91 vom EV-Start-up Faraday Future, der überraschend für Testfahrten bereit stand. Er hatte das Publikum vor zwei Jahren begeistert und war danach fast in der Versenkung verschwunden. Zumindest zum fahrbaren Prototypen ist er nun gereift und vermittelte einen soliden Fahreindruck.

Nicht ganz so solide war der erste Fahreindruck mit dem autonom fahrenden Audi AI:ME: Die Testfahrt endete an einer Mauer. Dass es trotz Schrittgeschwindigkeit gekracht hat, erklärte der Hersteller mit der im Vergleich zu einem Serienfahrzeug reduzierten Sensorik im Showcar.

Der eigentliche Demonstrationszweck des AI:ME war ein anderer: das Auto als Wohlfühloase für seine Passagiere. Mit der VR-Brille auf dem Kopf entfliehen sie in fremde Welten, während sie im Stau stehen. Für die perfekte Illusion soll das Zusammenspiel von VR-Brille und Fahrtbewegung sorgen. Dafür bindet das Auto seine Sensor- und Navigationsdaten in Echtzeit in die VR-Welt ein: Lenkung und Beschleunigung wirken sich direkt auf den gezeigten Inhalt aus.

Sony landete mit dem Vision S einen Überraschungs-Coup. Wie viele Unterhaltungselektronik-Unternehmen sind auch die Japaner als Autozulieferer aktiv und agieren branchenüblich eher im Hintergrund. Im Vision S steckt Sensor- und Sicherheitstechnik ebenso wie ein komplettes Entertainmentsystem. „Dieser Prototyp verkörpert unseren Beitrag zur Zukunft der Mobilität“, sagte Sony-Chef Yoshida. Der Vision S entstand beim Auftragsfertiger Magna Steyr aus Österreich; auch Bosch, Continental und ZF lieferten zu. Was Sony auf lange Sicht mit diesem und möglichen weiteren Fahrzeugen plant, verriet Yoshida nicht. Die eigens für den Vision S entwickelte Elektro-Plattform sei aber geeignet, auch andere Fahrzeugtypen wie etwa SUVs anzutreiben.

Die Menschmaschine

Viele der Präsentationen drehten sich um das Thema Mensch-Maschine-Interaktion. Wie werden wir mit den Autos der nahen und fernen Zukunft interagieren? Die Frage kommt nicht von ungefähr. Trotz der allgemeinen Ernüchterung in Sachen selbstfahrender Autos sind sich alle Parteien einig: Es wird sie geben. Mercedes und BMW forcieren die Entwicklung mit ihrer im vergangenen Jahr geschlossenen Kooperation – über 1500 Entwickler arbeiten an den ersten Level-3-Fahrzeugen, bei denen der Fahrer bei pilotierten Fahrten nur noch als Rückfallebene dient. Auch die Volkswagengruppe hat die Automatisierungsspezialisten aller Konzernmarken unter einem Dach gebündelt.

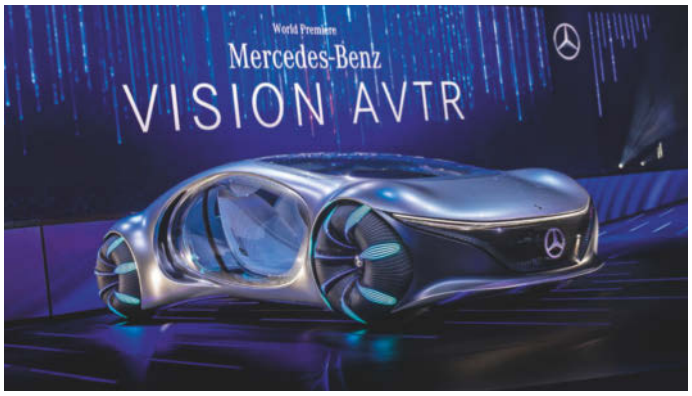
Sind die Selbstfahrer erst auf der Straße, müssen die Hersteller sich mehr um die Fahrer kümmern, die sich sonst langweilen. Um das zu verhindern sind Technologien gefragt, die das Fahrzeug zu einem Wohlfühlort machen. Das beginnt mit der Auswahl der Innenraummaterialien. Webstoffe in Sofaoptik ersetzen kühles Leder, das heutzutage ohnehin nur als vegane Kunstledervariante zu verkaufen ist. Kombiniertes Glas und Holz verleihen dem Interieur einen futuristischen Look.

Ein immersives Audioerlebnis soll die Menschen vollkommen umschließen. Zu BMWs EASE-Studie steuerte Starkomponist Hans Zimmer einen entspannenden Hollywood-Soundtrack zu. Zulieferer Conti zeigte in Kooperation mit Sennheiser hinter verschlossenen Türen ein Soundsystem, das mit Soundaktoren statt mit Lautsprechern arbeitet. Das Ergebnis klang durchaus beeindruckend: Die zur Schallerzeugung genutzten Innenverkleidungen lieferten tatsächlich einen besonders umhüllenden Klangeindruck.

Auch Eye-Tracking funktioniert gut, die Hersteller lesen so etwa den Passagieren die Wünsche von den Augen ab. Im Audi-Showcar AI:ME etwa bestellen die Passagiere das Mittagessen per Augenkontakt. Zulieferer Mitsubishi Electric nutzt zusätzliche Sensorik, um aus Körpertemperatur und Herzfrequenz der Passagiere auf deren Wohlbefinden zu schließen.

Bei der visuellen Kommunikation kommen neue Projektions- und Displaytechniken zum Einsatz. Das beginnt mit äußeren LED-Projektoren, die Willkommensanimationen bei Annäherung ans Fahrzeug auf den Asphalt beamen, über Lichtspuren auf den Fahrzeugpolstern bis zur komplett verdunkelbaren Frontscheibe fürs Infotainment.

Recht weit scheint Audi mit seiner Display-On-Demand-Technik zu sein: Auf der CES zeigte der Hersteller ein Panel, das sich transparent schalten, aber auch sattes Schwarz darstellen kann. Möglich macht das eine Zwei-Layer-Bauweise, das Display besteht aus einem transparenten OLED für die Farben und einem Black Layer vermutlich aus einem einpixeligen



Auch ohne eingeschaltete Lichteffekte sieht das Showcar Vision AVTR von Mercedes spektakulär aus.

Der vor zwei Jahren vom Start-up Faraday Futures angekündigte FF91 stand nun für Testfahrten bereit.

Sony überraschte auf der CES 2020 mit einem eigenen Konzeptauto. Die Plattform könnte auch andere Fahrzeugtypen antreiben.

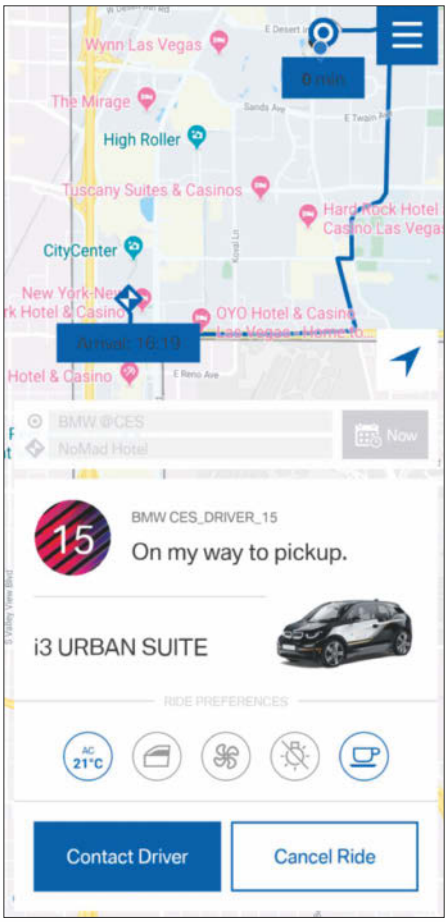
Audis OLED-Displays geben sich wahlweise transparent oder zeigen Filme auf sattem Schwarz.

LCD, das zwischen transparent und Schwarz schaltet. Letzteres wird nur aktiv, wenn es für die Darstellung von Schwarz benötigt wird und gibt ansonsten den Blick auf die Straße frei. Während der Fahrt bleibt das Display abgesehen von den Navigationsinhalten transparent, in Pausen können die Passagiere Filme darauf schauen. OLED-Technik sei kurzfristig bereit für den Einsatz in Serienfahrzeugen, sagte Ivo Muth, Leiter der Entwicklung User Interface & User Experience der Ingolstädter, gegenüber c't. Das transparente „On-Demand-OLED" dürfte man dagegen frühestens Mitte des Jahrzehnts in Serienfahrzeugen sehen.

Um all diese Unterhaltung tiefenentspannt genießen zu können, hilft das richtige Fauteuil. Seine Vorstellung davon hat BMW mit dem Zero-Gravity-Sitz präsentiert, der kurz vor der Serienreife steht. Bis zu 60 Grad lässt er sich in die Liegeposition neigen und sorgt für eine nahezu schwereloses Fahrgefühl. Die für die Zulassung notwendige Crash-Sicherheit erreicht man durch einen Cocoon-Airbag, der den Passagier im Falle des Unfalles von allen Seiten umschließt – quasi ein Wohlfühl-Crash.

Mobilität der Zukunft

In Vegas ist so ziemlich jeder Fahrdienst vertreten. BMW setzte kurzerhand einen zusätzlichen Dienst auf: Mit 20 umgebauten i3 konnte man sich auf 50 Quadratkilometern in der „Urban Suite" durch die Stadt kutschieren lassen. Eine eigens programmierte App erlaubte die Buchung – inklusive der Fahrzeugtemperierung und einem Getränk nach Wahl. Rückbank und Beifahrersitz hatten die Designer rausgeschmissen. Stattdessen konnte man auf einem Lounge-Sesselchen mit Tisch und Lampe Platz nehmen. Auch auf engem Raum kann man sich bequem fortbewegen – so die Botschaft.

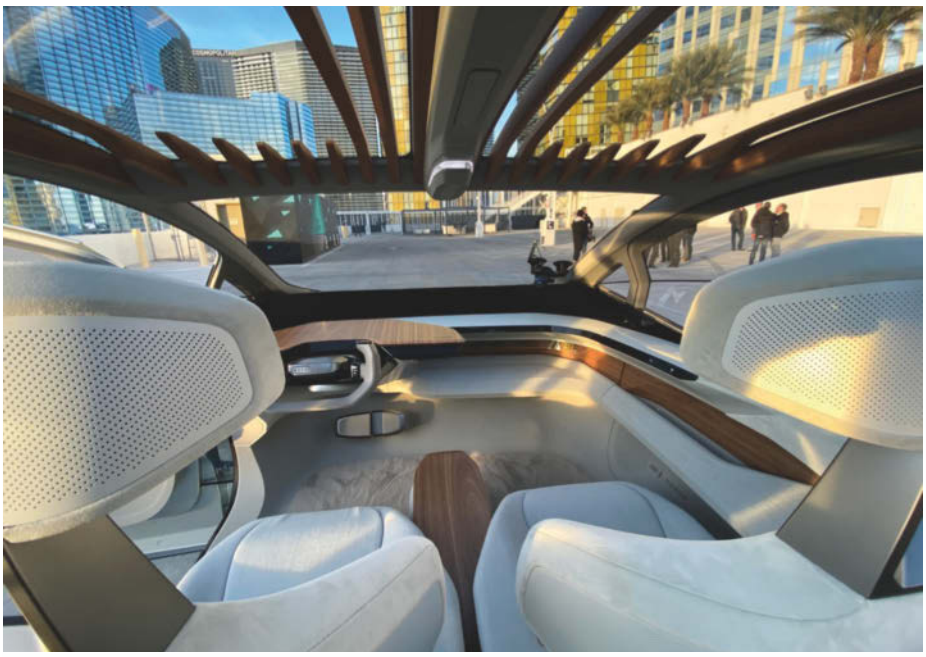


Mit BMWs temporärem Ride-Hailing-Dienst konnte man sich den i3 und ein Heißgetränk der Wahl bestellen.

Toyota setzte mit seiner Ankündigung, gleich eine ganze Stadt bauen zu wollen, noch einen drauf. Der japanische Autohersteller will auf einem knapp einen Quadratkilometer großen, ehemaligen Fabrikgelände eine vernetzte Kleinstadt bauen, um neue Technologien unter Realbedingungen zu testen. Dabei handelt es sich um mehr als eine vollmundige Ankündigung für die ferne Zukunft: Schon 2021 sollen die Bauarbeiten beginnen.

Bei all den Zukunftsvisionen sorgt die allgemeine Verkehrssituation in Las Vegas immer wieder für genug Bodenhaftung. Denn trotz App, Lyft, Uber, Pimp und Pomp stehen am Ende doch wieder alle gemeinsam im Stau. *(sha@ct.de)* c't

Hinweis: BMW und Audi haben die Reisekosten der Autoren zur CES übernommen.



Luftig geht es zu im Innenraum des Audi AI:ME.

Bebrillt

AR- und VR-Brillen werden entweder kleiner oder besser

Bosch stattet normale Brillen mit einem Display aus, Varjo macht aus VR-Headsets AR-Brillen – und Panasonic entwickelt ein Mini-VR-Headset mit HDR.

Von Jan-Keno Janssen

Statt mit beeindruckender 3D-Darstellung und großem Sichtfeld will Bosch den Datenbrillen-Markt mit maximal reduzierter Technik aufmischen: Boschs Smartglasses Light Drive genannte Technik zeigt lediglich ein 2D-Bild an, das in etwa so groß ist wie eine in der ausgestreckten Hand gehaltene Visitenkarte. Für Smartphone-Benachrichtigungen oder Navigations-Hinweise reicht das aus.

Das Besondere: Das Light Drive soll sich in normale Brillen mit Korrekturgläsern einbauen lassen – und zwar so, dass man sie von außen nicht als Datenbrille erkennt. Light Drive erzeugt das Bild mit einem Laserprojektor ähnlich wie ein Röhrenmonitor zeilenweise. Der Laserstrahl wird von einer aufs Brillenglas aufgebrachten Dünnschichtoptik ins Auge reflektiert. Laser ins Auge klingt gefährlich, ist es aber nicht, denn der auf der Netzhaut ankommende Strahl hat eine Leistung von weniger als 30 Mikrowatt. Zum Vergleich: Laserpointer bis zu 1000 Milliwatt gelten als augensicher (Klasse 2). Besonders stolz ist Bosch auf die Optik im Brillenglas. Sie reflektiert trennscharf nur die drei Wellenlängen des Laserstrahls (450, 520 und 638 Nanometer) und ist für die Träger nicht zu erkennen, das Glas erscheint komplett transparent. Von außen erkennt man bei ganz genauem Hinschauen einen leicht farbigen Fleck, das projizierte Bild ist aber nicht abzulesen.

Die gleiche Technik nutzt bereits der kanadische Hersteller North in seiner Focals-Brille, das Bosch-Modul soll aber ein größeres Bild erzeugen und kleinere Bauformen ermöglichen. Wer weiß, vielleicht ist das auch der Ansatz, den Apple mit seiner Datenbrille verfolgt, über die schon länger gemunkelt wird.

Die technisch fortschrittlichste Augmented-Reality-Brille hat zweifellos Microsoft mit seiner Hololens 2 im Programm. Sie ist in der Lage, die Realität täuschend echt und perspektivisch korrekt mit künstlichen Elementen anzureichern. Mit diesen Elementen kann man obendrein mit bloßen Händen interagieren. Das Headset ist für den Massenmarkt jedoch zu schwer und voluminös, weshalb Microsoft es nur an Entwickler verkauft.

Etliche Unternehmen versuchen sich deshalb an einem Kompromiss zwischen Hololens-Klobigkeit und Bosch-Minimalismus. Die chinesische Firma Nreal will bereits Anfang 2020 ihre Nreal Light für nur rund 500 Euro in den Handel bringen – das Gerät wird explizit als Consumer-Produkt bezeichnet. Nreal gibt ein Sichtfeld von 52 Grad an, die Brille füllt das Sichtfeld also nicht einmal ansatzweise aus. In einem Probelauf erzeugte das Gerät ein helles, kontrastreiches 3D-Bild, wurde aber auffällig warm.

VR ist nicht tot

Auch wenn Virtual Reality der Massenerfolg noch verwehrt bleibt, ist die Technik zumindest auf der CES quicklebendig. Panasonic zeigte einen an eine Steampunk-Schweißerbrille erinnernden VR-Brillen-Prototyp mit HDR-fähigen Mikrodisplays, der deutlich kleiner daherkommt als Oculus & Co. Weitere Details gab es bislang nicht. VRgineers und Pimax zeigten klobige Headsets mit jeweils zwei 4K-Displays, die beeindruckend scharfe Bilder produzierten. Die VRgineers Xtal 8K kostet knapp 7000 Euro, die in Sachen Bildqualität etwas schlechtere Pimax 8K rund 1200 Euro. Noch schärfer ist die Varjo VR-2 Pro (6000 Euro), deren Auflösung im Bildmittelpunkt der des menschlichen Auges entspricht – sehr beeindruckend. Allerdings ist das Sichtfeld kleiner als bei Xtal und Pimax. Das Varjo-Headset lässt sich mit einer Kamera sogar zur AR-Brille umrüsten.

Fernab von Brillen tummelten sich etliche VR-Peripheriegeräte auf der CES. Fußcontroller (Cybershoes), Haptik-Handschuhe (HaptX, BeeBop Forte, Dexmo, SenseGlove) und sogar ein kompletter Haptik-Anzug: Der 15.000 Euro teure Neopren-Anzug von Teslasuit simuliert per Elektrostimulation Berührungen am ganzen Körper. *(jkj@ct.de)* c't

Bosch entwickelt ein Laserdisplay für Alltagsbrillen.

Steampunkig: die vergleichsweise kompakte VR-Brille von Panasonic

Die Handschuhe von Dexmo vermitteln virtuelle Berührungen per Exoskelett.

Notebook-Stampede

Notebook-Highlights fürs Jahr 2020

AMD greift mit seinen Ryzen-4000-Prozessoren Intels Dominanz bei Notebooks an – doch in vielen der angekündigten Premium-Geräte stecken weiterhin Core-i-CPUs.

Von Florian Müssig

Auf der CES waren die Notebook-Highlights für die erste Jahreshälfte 2020 zu sehen. Für den Paukenschlag sorgte AMD mit den mobilen Ryzen-4000-Prozessoren: Ryzen-4000U-Modelle mit 15 Watt Abwärme-Budget sind für das Gros an Notebook-Größen und -Bauformen gedacht. Drei Ryzen-4000H-Typen mit 45 Watt sollen besonders in starken Gaming-Notebooks kommen. In Ryzen 4000U und 4000H steckt die von Desktop-Prozessoren der Ryzen-3000-Serie bekannte Zen-2-Architektur, aber mit weniger Cache. Anders als die meisten Desktop-Ryzens enthalten sie jedoch Grafikprozessoren: Die wurden im Vergleich zu Ryzen 3000U ebenfalls verbessert, basieren aber weiterhin auf deren Vega-Technik und noch nicht auf RDNA wie aktuelle Desktop-Grafikkarten.

Während Intel bei seinen 15-Watt-Prozessoren der U-Serie in der zehnten Core-i-Generation entweder vier in 10 Nanometer (Ice Lake) oder sechs in 14 Nanometer (Comet Lake) gefertigte CPU-Kerne bietet, geht AMD nun in Führung: Das Flaggschiff Ryzen 7 4800U hat acht Kerne aus TSMCs 7-Nanometer-Fertigung. Bei kleineren Modellen deaktiviert AMD entweder einige Kerne oder Hyper-Threading – oder beides.

Ryzen-4000-Debütanten

Die ersten beiden Geräte mit Ryzen 4000U landen in der gehobenen Mittelklasse. Sowohl das Acer Swift 3 (SF314-42) als auch das Lenovo Yoga S750-14ARE sind 14-Zoll-Notebooks, haben Metallgehäuse und beleuchtete Tastaturen, kosten ab 700 Euro und sollen im Frühjahr in den Handel kommen.

Asus, Dell und MSI haben ebenfalls je ein neues AMD-Notebook vorgestellt, allerdings mit potenterem Ryzen 4000H für Gamer. Während Dell und MSI die 15,6-Zöller G5 15 SE beziehungsweise Bravo 15 als All-AMD-Geräte mit Radeon-GPUs bis hinauf zur RX 5600M ausstatten, sieht Asus im Zephyrus G14 Nvidias GeForce RTX 2060 vor. Ungewöhnlich: Asus packt das leistungsstarke Innenleben in ein kompaktes 14-Zoll-Gehäuse. Das klappt unter anderem, weil Asus vorerst exklusiv eine Sondervariante namens Ryzen 7 4800HS nutzt, die sich mit 35 statt 45 Watt begnügt.

Das Zephyrus G14 von Asus ist nicht nur wegen der Kombination aus Ryzen 4000 und GeForce-GPU interessant: Die Deckelaußenseite enthält eine frei ansteuerbare LED-Matrix.

Bis Ende des Jahres soll es laut AMD rund 100 verschiedene Notebook-Modelle mit Ryzen 4000 geben. Das Erreichen dieses Ziels hängt jedoch davon ab, wie viele Prozessoren AMD liefern kann. Laut einigen Notebook-Herstellern könnte man schon jetzt mehr Ryzen-Geräte verkaufen, wenn es nur mehr CPUs gäbe. Intel habe zwar auch Lieferschwierigkeiten, doch in absoluten Zahlen läuft immer noch ein Vielfaches an Core-i-Prozessoren von den Bändern.

Das dürfte auch ein Grund sein, warum Intel bei Notebooks weiterhin gut positioniert und unangefochten in sämtlichen frisch angekündigten Flaggschiff-Modellen der großen Hersteller vertreten ist – sei es nun in HPs Spectre x360 15, in Lenovos ThinkPad X1 Yoga und Carbon, in Acers TravelMate P6 oder Dells XPS 13.

Schönere (Falt-)Bildschirme

Letzteres war immer schon ein sehr gutes Notebook, macht in der 2020er-Auflage aber noch mal einen Schritt nach vorne: Statt eines 16:9-Bildschirms sieht Dell nun ein 16:10-Display mit größerer Fläche vor. Noch mehr Bildhöhe gibt es bei Acer: Sowohl das Hybrid-Gerät Spin 5 (SP513-54N) als auch das klassische Notebook Swift 3 (SF313-52) bekommen Panels mit dem Seitenverhältnis 3:2 – die findet man sonst nur in Microsofts Surface-Geräten.

Der Bildschirm im MSI-Notebook Creator 17 ist ebenfalls besonders, kommt dort doch erstmals bei Notebooks ein Panel mit einem Backlight aus Mini-LEDs zum Einsatz. Letztere strahlen mit bis 1000 cd/m² nicht nur ausgesprochen hell, sondern lassen sich auch einzeln ansteuern, was für HDR-Darstellungen notwendig ist. Das Creator 17 soll vor der Jahresmitte erscheinen; weitere Details nannte MSI noch nicht.

Lenovo hatte mit dem ThinkBook Plus ein Notebook mit zwei Bildschirmen im Gepäck. Innen findet man ein herkömmliches IPS-Panel, außen hingegen ein stiftbedienbares Graustufendisplay

Bild: Dell

Das Dell XPS 13 nutzt in der 2020er Auflage ein 16:10-Display; durch die schmalen Ränder fällt der Rahmen kaum noch auf.

Bild: Lenovo

Das ThinkPad X1 Fold ist das erste Windows-Gerät mit faltbarem OLED-Bildschirm.

mit E-Ink-Panel – etwa für handschriftliche Anmerkungen in Dokumenten. Das E-Ink-Display taucht nicht als Zweitbildschirm in Windows auf, sondern wird über eine Lenovo-Software befüllt. Wir werden uns das Notebook näher ansehen, wenn es im Mai zu Preisen ab 1300 Euro erscheint.

Doppelschirm mit Windows 10 X – oder lieber nicht

Das ThinkPad X1 Fold mit faltbarem OLED-Bildschirm hatte Lenovo schon mehrmals im vergangenen Jahr gezeigt, doch erst jetzt ist klar, dass es tatsächlich den Weg in den Handel schafft: Ab Mitte des Jahres soll es für mindestens 3000 Euro erhältlich sein. Eine Bluetooth-Tastatur, die aus dem Tablet ein Notebook macht, wird nicht beiliegen, aber separat verkauft. Als Betriebssystem ist Windows 10 an Bord, wobei Lenovo sich noch die Option offenhält, später auf Windows 10 X zu wechseln. Letzteres entwickelt Microsoft speziell für Dual-Screen-Mobilrechner, also das angekündigte Surface Neo.

Auch Dell hat auf der CES ein faltbares Gerät mitgebracht. Das Concept Ori (abgeleitet von Origami) ist jedoch nur eine Konzeptstudie, die in dieser Form nicht auf den Markt kommen wird. Gleiches gilt bisher für das Dual-Screen-Gerät Concept Duet.

Dessen Hardware machte zwar schon einen recht finalen Eindruck, doch die eigentliche Herausforderung liegt laut Dell in der Software. Man probiere derzeit noch aus, ob nun Windows 10 mit eigenen Anpassungen oder Windows 10 X die bessere Wahl für Geräte wie das Duet sei. Der Haken: Windows 10 X unterstützt zwar Dual-Screen-Geräte ab Werk, schneidet als abgespecktes Betriebssystem aber viele alte Zöpfe ab – damit würde sich das Duet nicht mehr wie ein vollwertiges Notebook nutzen lassen. Das betrifft beispielsweise Business-Nutzer, die Pro-Funktion brauchen.

Windows on ARM

Mit dem Yoga 5G will Lenovo Mitte des Jahres für 1300 Euro das erste 5G-taugliche Notebook auf den Markt bringen und dabei nicht nur Sub-6-Netze, sondern auch welche im mmWave-Spektrum anbinden. Das 14-Zoll-Notebook läuft unter Windows und nutzt Qualcomms ARM-Prozessor Snapdragon 8cx. Dieselbe CPU steckt auch im 1100 Euro teuren Galaxy Book S von Samsung, welches nun angeblich im März erscheint.

Nicht mit ARM-Prozessor, sondern mit einem Intel Core i5 bestückt Samsung das üppig ausgestattete, edle „Galaxy Chromebook“ mit OLED-Display im 13,3-Zoll-Format und mit 360-Grad-Scharnier. Es zeigt Ultra-HD-Auflösung mit einer Helligkeit von bis zu 400 cd/m² –/das reicht für HDR400-Kontraste. Der Touchscreen lässt sich auch mit einem Stift bedienen, die Auswahl an ChromeOS-Anwendungen wächst. Wie von Intel für „Project Athena“-Notebooks gefordert, steckt auch ein Wi-Fi-6-WLAN-Adapter im Gerät. Bei nur 1 Kilogramm Gewicht verspricht Samsung acht Stunden Laufzeit; der OLED-Schirm braucht mehr Strom als die sparsamsten LC-Displays. Das Galaxy Chromebook soll mit 8 GByte RAM und 128-GByte-SSD ab 1000 US-Dollar zu haben sein, Preise und Liefertermine für Deutschland gibt es aber noch nicht.

(mue@ct.de) c't

Bild: Samsung

Samsungs Galaxy Chromebook glänzt mit 4K-OLED-Display.

AMD Ryzen 4000U und 4000H für Notebooks

Modell	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cache (L2 / L3)	GPU	TDP
Ryzen 7 4800U	8 / 16	1,8 / 4,2 GHz	4 / 8 MByte	Vega8	15 W
Ryzen 7 4700U	8 / 8	2,0 / 4,2 GHz	4 / 8 MByte	Vega7	15 W
Ryzen 5 4600U	6 / 12	2,1 / 4,0 GHz	3 / 8 MByte	Vega6	15 W
Ryzen 5 4500U	6 / 6	2,3 / 4,0 GHz	3 / 8 MByte	Vega6	15 W
Ryzen 3 4300U	4 / 4	2,7 / 3,7 GHz	2 / 4 MByte	Vega5	15 W
Ryzen 7 4800HS[1]	8 / 16	k.A. / 4,2 GHz	4 / 8 MByte	Vega7	35 W
Ryzen 7 4800H	8 / 16	2,9 / 4,2 GHz	4 / 8 MByte	Vega7	45 W
Ryzen 5 4600H	6 / 12	3, 0 / 4,0 GHz	3 / 8 MByte	Vega6	45 W

[1] zuerst nur bei Asus

Bit-Rauschen

AMD-Übermacht, Flash-Preise und China-Wirren

Nach der CES 2019 war auch die CES 2020 eine glückliche Messe für AMD. Intels Schwäche könnte AMD aber ermüden lassen. Experten erwarten einen SSD-Preisanstieg und die USA ärgern China weiterhin.

Von Christof Windeck

Nach der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas steht Intel noch schlechter da als zuvor: AMD übertraf mit den Achtkern-Mobilprozessoren Ryzen 4000U und Ryzen 4000H alle Erwartungen. Anders als bei Desktop- und Server-Prozessoren lag Intel bei jenen für Notebooks noch ganz gut im Rennen, fällt nun aber zurück. Wie sinnvoll acht Kerne bei 15 Watt nomineller Leistungsaufnahme sind, können allerdings erst fertige Notebooks zeigen: Auch AMD kann nicht zaubern und wenn die CPU ihre Abwärme nicht loswird, entfaltet sie auch ihre Rechenleistung nicht. Doch AMD hat ja auch Vier- und Sechskerner und wenn es wirklich acht sein müssen, nimmt man womöglich besser den 45-Watt-Typ 4000H in einem dickeren Gaming-Notebook. AMD erwartet über 100 neue Ryzen-Notebooks und hat laut Gerüchten doppelt so viele 7-Nanometer-Wafer beim Auftragsfertiger TSMC für 2020 bestellt wie 2019. Die Käufer stehen anscheinend Schlange: Sogar Intel-Liebling Dell hat mit lautstarker Kritik an Intel den Boden für mehr AMD-Notebooks bereitet.

Müde wirkte Intels Versuch, auf der CES mit dem Achtkerner Comet Lake-H zu kontern: Der hängt immer noch bei 14 Nanometern fest und Intel nannte nicht einmal einen konkreten Liefertermin. Laut einem schadenfrohen Witz wirbt Intel nun mit doppelt so breiten Strukturen wie AMD. Allerdings muss AMD nun auch erst einmal beweisen, liefern zu können: Bei Notebooks geht es um doppelt so große Stückzahlen wie bei Desktop-PCs.

Ein geschickter Schachzug von AMD ist der Athlon Gold 3150U alias Dali mit nur zwei Kernen für Billig-Notebooks. Darin steckt bewährte 14- oder 12-Nanometer-Technik, die AMD seit 2017 von Globalfoundries zukauft und bisher als „Ryzen Embedded" für Industriecomputer vermarktet. Mit Athlon Gold und Silver könnte AMD von Intels Lieferschwierigkeiten bei „Atom-Celerons" profitieren.

Immerhin hat Intel auf der CES bekräftigt, noch 2020 die zweite Generation „Tiger Lake" von 10-Nanometer-Mobilprozessoren zu bringen, in denen die sagenumwobene Xe-GPU steckt. Und letztere soll eben auch in Form von separaten Grafikkarten kommen: Intel führte wenigen Journalisten eine erste Entwicklerversion der „Discrete GPU" DG1 vor. Aber auch hier gilt: Liefertermin Fehlanzeige.

Zum Desktop-Zehnkerner Comet Lake-S alias Core i9-10900K tauchte bloß eine Liste mit LGA1200-Mainboards von Asus auf, alle bestückt mit Serie-400-Chipsätzen wie Z490. Außerdem munkelt man, dass Intel den Core i9-10900K gegenüber dem Core i9-9900KS um 30 Prozent beschleunigen will – aber selbst damit käme er nicht am Ryzen 9 3950X vorbei.

Intels Schwäche könnte dazu führen, dass AMD Tempo rausnimmt: Wieso sollte man zur Computex die nächste Ryzen-Generation mit Zen-3-Technik bringen, wenn man jetzt schon vorne liegt? Zur Computex sind aber noch Desktop-Versionen – vermutlich als Ryzen 4000G – der neuen Mobil-Kombiprozessoren zu erwarten, also bis zu acht Kerne inklusive Vega-GPU. AMD will wohl lieber den Performance-Vorsprung in klingende Münze verwandeln, wie die Preisgestaltung des 64-Kerners Ryzen Threadripper 3990X für 3990 US-Dollar andeutet (siehe S. 47).

SSD-Preisanstieg droht

Angesichts von US-Sanktionen gegen China und Angriffen auf iranische Terrorfürsten fährt die Wirtschaft Schlingerkurs. Da sind Prognosen schwierig. Die taiwanischen Speicherchip-Marktforscher von Trendforce – sie gehören zur gleichen Firma wie die Spotmarkt-Börse DRAMeXchange – meinen, dass NAND-Flash um 40 Prozent teurer werden könnte. Demnach haben die wenigen verbliebenen Flash-Hersteller Samsung, SK Hynix, Toshiba/Kioxia/WD und Micron keine Lust, viel Geld in höhere Kapazitäten zu stecken: Bei allen brach 2019 der Gewinn ein, weil Flash- und DRAM-Preise ins Tal rauschten. 2020 sollen die Chip-Umsätze aber wieder wachsen – ob durch höhere Stückzahlen oder höhere Preise, bleibt abzuwarten.

Die US-Regierung versucht weiterhin, in die chinesische Chip-Suppe zu spucken: Angeblich setzte man die niederländische Firma ASML unter Druck, keine EUV-Lithografiesysteme nach China zu liefern. Dazu wollte sich ASML nicht äußern. Manche Beobachter erwarten aber ohnehin, dass die Pläne für hausgemachte chinesische Prozessortechnik ins Stocken geraten: Demnach wurden mit Subventionen zu viele Projekte angeleiert, die wenig Aussicht auf langfristigen Erfolg haben.

(ciw@ct.de) c't

Intel zeigte auf der CES kurz die hauseigene Grafikkarte DG1 mit Xe-GPU, aber noch als Muster für Entwickler.

AKTION HD-FERNSEHEN INKLUSIVE!

ALLE SENDER IN HD

0,– €/Monat*

Neu bei 1&1 DSL: Alle Sender in brillanter HD-Qualität!

1&1 DSL

- ✓ INTERNET
- ✓ TELEFON
- ✓ HD-FERNSEHEN

ab **9,99 €/Monat***

10 Monate, danach 34,99 €/Monat.

Highspeed-Internet, Telefon & HD-Fernsehen

Erleben Sie jetzt die 3-fach-Power von 1&1 DSL: Schnell surfen, endlos telefonieren und eine große TV-Senderauswahl in brillanter HD-Qualität genießen. Kein Kabel- oder Satellitenanschluss nötig.

MEMBER OF united internet

In Ruhe ausprobieren: 1 MONAT TESTEN*

Expertenrat? Jederzeit: 1 ANRUF GENÜGT

Defekt? Morgen neu! 1 TAG AUSTAUSCH VOR ORT

02602/9690

1&1

1und1.de

*1&1 HD-Fernsehen für 0,– €/Monat mit 53 Sendern in HD. 24 Monate Mindestlaufzeit, endet spätestens mit Beendigung des 1&1 DSL-Vertrags. Nutzung mit 1&1 TV-Box (4,99 €/Monat), 1&1 TV-Stick (2,99 €/Monat) oder vorhandenem Apple TV, Amazon Fire TV sowie Google Chromecast oder App (Android/iOS) im im Heim-WLAN. Google Play, YouTube, Android TV, Google Chromecast und andere sind Marken von Google LLC. HD-Fernsehen nur mit 1&1 DSL-Anschluss ab 50 MBit/s (z. B. 1&1 DSL 50, monatlich 10 x 9,99 €, dann 34,99 €/Monat, 24 Monate Mindestlaufzeit, Bereitstellung einmalig 69,95 €). Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Telefonie ins dt. Festnetz inklusive, in dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Router: 1&1 DSL-Modem (0,– €/Mon.) oder auf Wunsch z.B. 1&1 HomeServer ab 2,99 €/Monat mehr. Router-Versand 9,90 €. Fernseher nicht inklusive. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.

Radeon RX 5600 XT: Gaming-Grafikkarte für 1080p

Die Radeon RX 5600 XT soll genug Leistung für 3D-Spiele in Full-HD-Auflösung mit hohen Qualitätsstufen bieten. Für Notebooks bietet AMD die Radeon RX 5700M und RX 5600M an.

AMD schließt mit der PCIe-4.0-Grafikkarte Radeon RX 5600 XT die Lücke zwischen der RX 5500 XT und der RX 5700. Auf der RX 5600 XT sitzt wie bei der teureren RX 5700 eine Navi-10-GPU mit 2304 Shader-Einheiten, die mit 1130 MHz aber deutlich niedriger taktet (RX 5700: 1425 MHz). Im Boost-Modus darf der Grafikchip mit bis zu 1560 MHz laufen.

Bei Speichermenge und -anbindung ist die RX 5600 XT im Vergleich zur RX 5700 ebenfalls abgespeckt: Der GPU stehen 6 statt 8 GByte GDDR6-RAM zur Verfügung. Durch niedrigeren Takt und 192 statt 256 Datenleitungen liegt der maximale Speicherdurchsatz der RX 5600 XT mit 288 GByte/s um 35 Prozent niedriger als bei der RX 5700.

Mit der 150-Watt-Karte will AMD die GeForce GTX 1660 Ti von Nvidia mit einem Vorsprung von 5 bis 33 Prozent hinter sich lassen. Allerdings kostet die RX 5600 XT mit rund 300 Euro auch etwa 20 Euro mehr. Der Preisabstand zur leistungsfähigeren RX 5700 ist recht klein, deren günstigen Modelle bekommt man bereits für 320 bis 340 Euro. Die Radeon RX 5600 XT soll ab 21. Januar in den Verkauf gehen.

In Notebooks passt die Mobilversion der Radeon RX 5600 XT, die Radeon RX 5600M. Die Zahl der Shader, Speichergröße sowie die RAM-Anbindung entsprechen der Desktopvariante. Die GPU betreibt AMD jedoch mit deutlich niedrigeren Taktfrequenzen, damit die sogenannte Total Board Power (TBP) 60 Watt nicht überschreitet. Leistungsfähiger ist die RX 5700M mit 8 GByte GDDR6-RAM, 256-Bit-Speicherinterface und höheren Taktfrequenzen. *(chh@ct.de)*

MSI verwendet auf der Radeon RX 5600 XT ein Doppellüftersystem, andere Hersteller statten sie mit drei Ventilatoren aus.

Ryzen Threadripper 3990X mit 64 Kernen

Bei der Vorstellung der Threadripper-3000-Prozessor Ende November 2019 kündigte AMD bereits das **Spitzenmodell mit 64 CPU-Kernen** an, ab 7. Februar soll der Ryzen Threadripper 3990X im Handel erhältlich sein. Bei gleicher Thermal Design Power von 280 Watt wie die 24- und 32-Core-Prozessoren Threadripper 3960X und 3970X taktet er nominal mit 2,9 GHz etwas langsamer. Per Turbo darf der 3990X auf bis auf 4,3 GHz hochtakten, 200 MHz weniger als 3960X und 3970X.

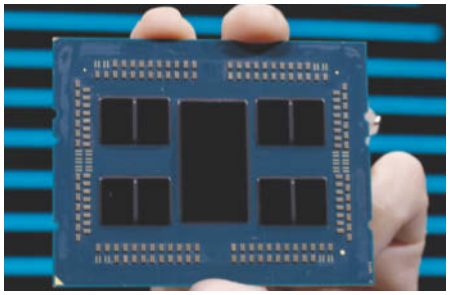


Bild: AMD

Die 64 Kerne des Threadripper 3990X verteilen sich auf acht 8-Kern-Chiplets, die am großen I/O-Die mit RAM-Controller und PCIe Root Hub hängen.

Die High-End-Desktop- und Workstation-Prozessoren Ryzen Threadripper 3000 passen auf Mainboards mit der Fassung sTR4 und dem Chipsatz TRX40. Per Vierkanalspeicher-Interface können Sie bis zu 256 GByte RAM ansteuern. Für Grafikkarten und NVMe-SSDs stellen die TRX40-CPUs 56 PCIe-4.0-Lanes bereit. Die hohe Performance und die Schnittstellen haben allerdings ihren Preis: Für den Ryzen Threadripper 3990X verlangt AMD rund 4000 Euro. *(chh@ct.de)*

Modulare NUC-Rechner

Intel hat seine Mini-PC-Serie Next Unit of Computing (NUC) um zwei Modelle erweitert, in die eine Dual-Slot-Grafikkarte passt. **NUC 9 Extreme und NUC 9 Pro „Ghost Canyon“** sind beide modular aufgebaut: Prozessor, SO-DIMMs und zwei M.2-SSDs sowie die rückwärtigen Anschlüsse sitzen auf einer austauschbaren und einzeln erhältlichen Platine „Compute Element“. Die Gaming-Variante ist mit dem Mobilachtkerner Core i9-9980HK ausgestattet. In der kompakten Workstation NUC 9 Pro stecken die vPro-tauglichen CPUs Xeon E-2286M mit acht oder Core i7-9850H mit sechs Kernen. Zu den Schnittstellen zählen unter anderem 2 × Thunderbolt 3, HDMI 2.0, 2 × Gigabit-Ethernet sowie Wi-Fi 6. Zu Preis und Verfügbarkeit gibt es noch keine Informationen. *(chh@ct.de)*

FPGA-Karte für PCIe-Attacken

Der White-Hat-Hacker Dmytro Oleksiuk alias Cr4sh stellt bei GitHub Software bereit, die eine FPGA-Entwicklerkarte von Xilinx in ein **Werkzeug für PC-Angriffe via PCI Express** verwandelt. PCIe-Karten haben grundsätzlich direkten Zugriff auf das RAM (DMA), was sich zum Auslesen von vermeintlich geschützten Daten aus dem Hauptspeicher nutzen lässt.

Cr4sh demonstriert auch, wie er durch eine Attacke vor dem eigentlichen Windows-10-Start eine Backdoor in den Microsoft-Hypervisor Hyper-V injiziert, der unter anderem das Betriebssystem mit „Virtualisierungsbasierter Sicherheit" (VBS) gegen Angriffe abschotten soll. Der Angriff auf Hyper-V ist angeblich trotz aktiviertem UEFI Secure Boot möglich.

Cr4sh verwendet als PCIe-x1-Basis das rund 1200 Euro teure Xilinx-Entwicklerboard Spartan-6 FPGA SP605 mit dem FPGA-Chip Spartan-6. Der Zugriff darauf erfolgt von einem anderen PC via Ethernet-Kabel; als Programmiersprache dient Python. *(ciw@ct.de)*

Hacking Toolkit bei GitHub: ct.de/ysnr

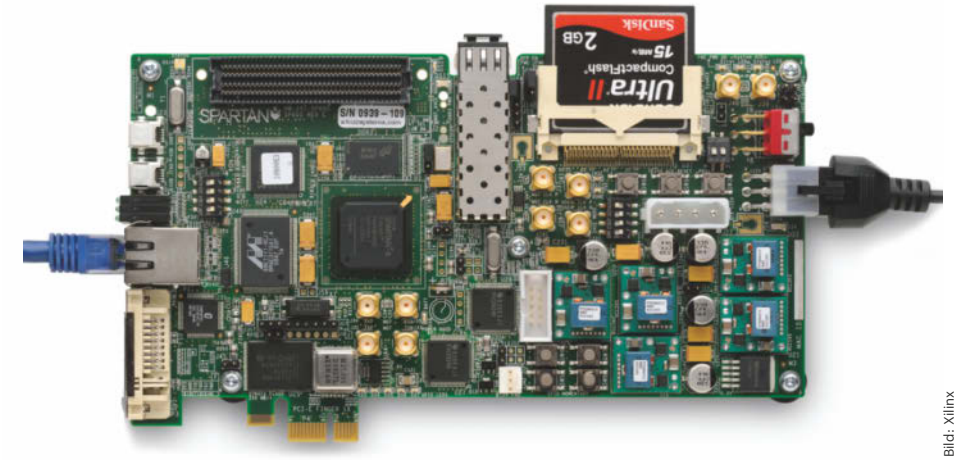


Bild: Xilinx

PCIe-Karte für Hacker: das Xilinx-Entwicklerboard Spartan-6 FPGA SP605 mit Software von „Cr4sh"

ESP32 für Schaltschränke

Die Firma Norvi aus Sri Lanka verkauft ab 99 US-Dollar den **ESP32-Controller Norvi IIOT im Hutschienen-Gehäuse** zur Montage in Schaltschränken. Er vereint WLAN, Bluetooth und Arduino-kompatible Programmierung mit Relais-Schaltkontakten, Schalteingängen für 24 Volt, RS-485-Schnittstelle sowie einem kleinen OLED-Display und einigen Tastern zur Bedienung. Die billigste Version für 64 US-Dollar kommt ohne Display und Relais, teurere Versionen mit analogen Eingängen (0–10 Volt), MicroSD-Kartenleser und batteriegepufferter Echtzeituhr. Norvi versendet auch nach Deutschland. *(ciw@ct.de)*

Bild: Norvi

Der Norvi IIOT ist ein kompaktes ESP32-Steuersystem.

3.-4. März 2020, Berlin
DIGITALER STAAT
KOSMOS, Karl-Marx-Allee 131a, Berlin

Digitaler Staat 2020 – agil, legitim und elegant

Zukunftsfähige Antworten auf die Herausforderungen der Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung müssen **agil, legitim** und **elegant** sein. Diese drei Begriffe setzt der Kongress Digitaler Staat 2020, zu dem erneut Innovatoren, Modernisierer und Trendsetter zu intensiven Diskussionen zusammenkommen.
Die Schirmherrschaft des Kongresses haben erneut Dorothee Bär, Staatsministerin für Digitalisierung im Bundeskanzleramt, und Bremens Finanzstaatsrat Hans-Henning Lühr übernommen. Die begleitende Fachausstellung und verschiedene Side-Events bieten zudem die Möglichkeit, sich umfassend über Angebote für die digitale Verwaltung zu informieren sowie Netzwerke zu knüpfen und zu pflegen.

Schirmherren 2020

Dorothee Bär
Staatsministerin für Digitalisierung im Bundeskanzleramt

Hans-Henning Lühr
Staatsrat bei der Senatorin für Finanzen der Freien Hansestadt Bremen

agil mind set vital usable

www.digitaler-staat.org

www.facebook.com/digitalerstaat twitter #digistaat www.instagram.com/digitaler_staat

Eine Veranstaltung des Behörden Spiegel

Neue Wi-Fi-6- und 5G-Hardware rollt an

Auf der US-Elektronikschau CES präsentieren Netzwerkhersteller neue Hardware meist eher nebenbei, doch dieses Jahr spielten sie mit Wi-Fi-6-WLAN und 5G-Mobilfunk kräftig auf.

Belkin packt gleich drei aktuelle Techniken in sein „Linksys Velop 5G Mesh Gateway“: Der Router soll das Internet alternativ zum externen xDSL/Glasfaser-Modem am WAN-Port auch per **5G-Mobilfunk** heranholen können und intern per **Mesh-WLAN mit Wi-Fi 6** alias IEEE 802.11ax weiterverteilen. Ferner will Belkin dieses Jahr für 5G noch ein Modem, einen Mobilrouter und einen Outdoor-Router herausbringen. Fürs zweite Quartal ist der 350 Euro (UVP) teure Wi-Fi-6-Router MR9600 geplant. Er funkt in zwei WLAN-Bändern parallel mit jeweils 4 MIMO-Streams (1200+4800 MBit/s brutto). Der Node AX4200 ergänzt das Velop-Mesh. Er kostet 300 Euro und nutzt drei WLAN-Module (2+2+4 Streams).

D-Link hat sich zuvor auffallend zurückgehalten, präsentierte aber gleich einen ganzen Schwung Wi-Fi-6-Geräte: vier Router (DIR-X1560/1860/2460/5460) mit unterschiedlichen maximalen Datenraten, einen Repeater (DAP-X1870) und ein Mesh-WLAN-System (COVR-X1870). Bei den Routern stellt D-Link die Unterstützung von OFDMA (siehe S. 112) heraus, bei den anderen Geräten fehlt der Hinweis. In Sachen 5G gibts einen Mobilrouter (DWR-2101) und ein Outdoor-Modell (DWP-1020) zur Montage an der Außenwand.

Netgear ist im Wi-Fi-6-Markt kein Neuling, wartete zur CES aber ebenfalls mit einem Schwall neuer Produkte auf: Die Orbi-Mesh-WLAN-Familie wächst um die MK60-Nodes, die zwar nur mit 2 Streams funken (600 + 1200 MBit/s brutto), aber auch preisgünstig sind. Ein Zweier-Kit soll 230 Euro UVP kosten, der Preis fürs Dreier-Kit ist noch offen. Der Nighthawk-Router RAX50 (270 Euro) hat eine Mischbestückung (2 und 4 WLAN-Streams, 600 + 4800 MBit/s), wobei er im 5-GHz-Band optional mit 160 MHz Kanalbreite arbeitet. Dazu gibts den 2-Stream-Repeater EAX20 (600 + 1200 MBit/s) für 150 Euro. Für 5G kommt in der zweiten Jahreshälfte der Mobilrouter Nighthawk M5. Er versorgt Clients per Wi-Fi 6, lässt sich dank eines Gigabit-Ethernet-Ports aber auch stationär als Internet-Backup fürs Heimnetz nutzen.

Die Herstellervereinigung Wi-Fi Alliance (WFA), die eine freiwillige Zertifizierung für das Wi-Fi-Siegel anbietet, will künftig Geräte auch auf Funktion in der geplanten Erweiterung des 5-GHz-Bandes testen (Wi-Fi 6E). Von 5,9 bis je nach Region hinauf zu 7,1 GHz **soll Wi-Fi 6 mehr Kanäle nutzen können**, was die Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Nachbar-WLANs senkt. Das klappt aber voraussichtlich nur mit DFS (automatischer Kanalwechsel nach Radarerkennung) und Online-Anbindung zu einer Geodatenbank des lokalen Regulierers, um existierende Funksysteme zu schützen. Ohne diese Funktionen wäre die Sendeleistung auf 25 Milliwatt EIRP begrenzt, ein Bruchteil der sonst üblichen, was die Reichweite extrem reduzieren würde. *(ea@ct.de)*

Wi-Fi 6 zieht 2020 auch in Mesh-WLAN-Systeme ein, zum Beispiel das D-Link COVR-X1870. Für 5G-Mobilfunk werden zahlreiche portable Router erscheinen, unter anderem der Linksys 5G Mobile Hotspot.

LoRaWAN-Gateway für 16 Kanäle

ICP Deutschland hat ein neues Outdoor-LoRaWAN-Gateway des chinesischen Herstellers Ursalink ins Sortiment genommen: Das UG87 kostet in mehreren Ausbaustufen zwischen 1220 und 2310 Euro. Die Grundausstattung ist ein mit 800 MHz getakteter ARM-Cortex-A53-Prozessor samt 512 MByte DDR3-RAM und 8 GByte eMMC-Speicher nebst einem PoE-fähigen Gigabit-Ethernet-Port und einem GPS-Empfänger zur Zeitsynchronisierung. Je nach Variante bedient das Gerät 8 oder 16 LoRaWAN-Kanäle gleichzeitig.

Optional bringt das Gateway **WLAN und Mobilfunk (UMTS/LTE) inklusive Dual-SIM-Failover** für höhere Ausfallsicherheit mit. Zur Verbindungssicherung gibt es OpenVPN, IPsec, PPTP sowie DMVPN (Dynamic Multipoint Virtual Private Network). Die Fernwartung klappt unter anderem über HTTP(S), SSH und SNMP (v1 bis 3). Alternativ zur Speisung per Power-over-Ethernet kommen die DC-Varianten des Gateways mit Gleichspannungen zwischen 9 und 48 Volt klar. Das Ursalink UG87 ist ab sofort erhältlich. *(amo@ct.de)*

Das Gateway Ursalink UG87 kann bis zu 16 LoRaWAN-Kanäle gleichzeitig empfangen und per LAN, WLAN und Mobilfunk ins Internet leiten.

heise Security Tour 2020

Wissen schützt

© fotolia, Kurt Kleemann

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

Jetzt **Wildcard** sichern und **20%** sparen!

Wissen für die Praxis: Strategien und Lösungen

100% herstellerunabhängig

Top-Speaker ausgewählt von der heise Security-Redaktion

Expertentreffen

Erfahrungsaustausch und Networking

© Adobe Stock, alphaspirit

www.heise-events.de/securitytour

Eine Veranstaltung von: heise Security

Organisiert von: heise Events

Autonomer Softrobot so leicht wie ein Insekt

Kleine Krabbler mit Batterie, Mikroprozessor und Fotodioden bevölkern Labore in Lausanne. Die insektengleichen Softrobots sind programmierbar und robust.

Forscher an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) haben sehr leichte dreibeinige Miniroboter entwickelt. Das Geheimnis der Softrobots liegt in ihren neuartigen Beinmuskeln: Dielektrische Elastomer-Aktoren (DEA) dehnen sich unter elektrischer Spannung aus und ziehen sich ohne Spannung wieder zusammen, bis zu 450-mal in der Sekunde. Das erreichen sie mit einem Elastomer zwischen zwei Elektroden, die sich unter Spannung anziehen. Unter ihrem Druck dehnt sich das Elastomer in vorgegebener Richtung aus. Der Gruppe um Herbert Shea ist es gelungen, diese Aktoren auf Haaresbreite zu komprimieren. Damit konstruierten sie ihre filigranen Softrobots, die sie mit Steuerungselektronik, Mikroprozessor und Fotodioden ausstatteten. Mit dieser Ausrüstung sind ihre **programmierbaren Krabbler** nicht nur steuerbar, sie können auch autonom beispielsweise eine schwarze Linie auf hellem Grund erkennen und daran entlanglaufen.

Die in Lausanne optimierten DEA-Komponenten sind sehr leicht; der gesamte mechanische Unterbau der Softrobots mit drei Aktoren wiegt gerade einmal 0,2 Gramm. Zudem arbeiten sie aufgrund ihrer filigranen Strukturen schon mit geringen Spannungen. Letztlich erweist sich das verwendete Elastomer auch als sehr robust: Die Forscher bauten kabelgebundene Softrobots, die selbst nach einem Schlag mit der Fliegenklatsche ihre Aufgabe fortsetzen konnten (siehe ct.de/yg9n). Ein batteriebetriebener Softrobot samt Elektronik kommt auf knapp 1 Gramm bei einer Körperlänge von vier Zentimeter. Die Entwickler planen nun Varianten mit eingebauter Kamera. Zudem arbeiten sie an einer direkten Kommunikation zwischen ihren Krabblern. *(agr@ct.de)*

Video vom Softrobot: ct.de/yg9n

Bild: EPFL

Der Softrobot schafft bis zu 450 Schrittchen pro Sekunde. Mit Fotodioden, Mikroprozessorsteuerung und Batterie wiegt er weniger als ein Gramm.

Teilchenbeschleuniger on a Chip

Ein kleiner Siliziumchip kann Elektronen auf **über 90 Prozent der Lichtgeschwindigkeit** bringen. Das hat ein Team der Stanford University in Kalifornien unter der Leitung von Professor Jelena Vuckovic gezeigt. Die Forscher setzen als Antrieb auf Infrarotlaser, die Silizium leicht durchdringen. Im Wissenschaftsmagazin Science beschreiben sie, wie sie in den Chip eine Nanoröhre fräsen und diese luftleer versiegeln. In die Umwandung dieser Röhre integrierten sie optische Linsen, die den Laser im richtigen Winkel auf durchflitzende Elektronen fokussiert. Eine einfache Elektronenkanone schickte Elektronen mit einer Geschwindigkeitsenergie von 80 Kiloelektronenvolt (keV) durch die Röhre. Im Prototyp-Chip übertrug dann jeder Lasertreffer auf einer Wegstrecke von 30 Mikrometer 0,9 keV auf ein Elektron.

Mit 1000 solcher Strukturen auf einer Wegstrecke von drei Zentimetern könnte ein Infrarotlaser, der 100.000-mal in der Sekunde pulst, Elektronen auf ein Energieniveau von 1 Megaelektronenvolt (MeV) heben, wie das Forscherteam hochrechnete. Damit würden Elektronen auf dieser kurzen Beschleunigungsstrecke 94 Prozent der Lichtgeschwindigkeit erreichen. Geräte mit dieser Technik könnten Krebstumore in Zukunft extrem fein lokalisiert bestrahlen. *(agr@ct.de)*

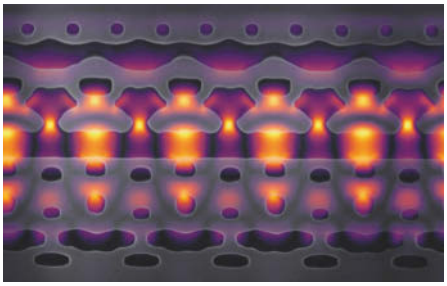


Bild: Neil Sapra

Ein Chip soll Elektronen auf 94 Prozent der Lichtgeschwindigkeit bringen. Dazu fokussiert der Außenring auf wenigen Zentimetern 1000 Infrarotlaserstrahlen auf hindurchfliegende Elektronen.

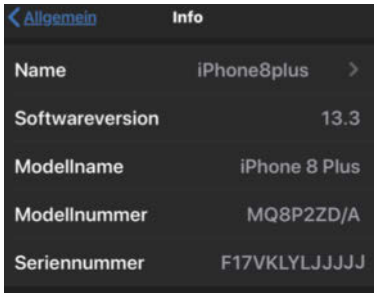
Indoor-Ortung mit Mobilfunk

Drei Doktoranden am Institut für Nachrichtenübertragung der Uni Stuttgart haben eine **Positionsbestimmung** entwickelt, die sowohl innerhalb einer Fabrik als auch auf offenem Gelände funktioniert. „Wir nutzen dabei Informationen, die in einer bestehenden 5G-Infrastruktur eh anfallen“, berichtet Maximilian Arnold aus dem Institut für Nachrichtenübertragung. Das passive Verfahren nutzt aus, dass ein System aus 5G-Antennen die verschiedenen Raumrichtungen getrennt ausleuchtet und dem Anwender damit standardmäßig eine Vielzahl an Kanalinfos bereitstellt. Die Positionsbestimmung sei daraus zwar „kaum analytisch zu berechnen“, aber es gelang den Stuttgartern, sie mit neuronalen Netzen in den Griff zu bekommen. Ihr vortrainiertes System lasse sich am Einsatzort kurzfristig den örtlichen Gegebenheiten anpassen und nachtrainieren. *(agr@ct.de)*

iPhone-Seriennummern

Bisher folgen die eindeutigen Hardware-IDs von iPhones, iPads und anderen Apple-Geräten leicht durchschaubaren Mustern. Diese will der Hersteller nun randomisieren, denn mit technisch korrekten, aber erfundenen Seriennummern von Apple-Geräten haben **Ganoven in China massenhaften Reparaturbetrug begangen**: Sie legten gefälschte defekte iPhone-Geräte vor und ließen sich neuwertige aushändigen, was Millionenschäden verursachte.

Aktuell verwendet Apple ein Muster, bei dem einzelne Blöcke für jedes Gerät schrittweise inkrementiert werden. Es ist daher mit wenig Aufwand zu durchschauen. So kann man den Seriennummern etwa den Herstellungsort, Produktionsjahr und -woche eines Macs, iPads oder iPhones entnehmen. Wie einem Schreiben an autorisierte Reparaturbetriebe zu entnehmen ist, will Apple das künftig ändern. Ab Ende 2020 will der Konzern Seriennummern nach einem zufallähnlichen Schema vergeben. *(dz@ct.de)*



Um Reparaturbetrug abzuwehren, will Apple das Muster zur Vergabe von Seriennummern ändern.

Dollar für Sicherheitslücken

Apple hat sein „Security Bounty“ genanntes Belohnungsprogramm gestartet: Der Konzern nimmt ab sofort Meldungen zu Sicherheitslücken von jedermann entgegen und zahlt nach Prüfung **je nach Schweregrad der Lücke bis zu 1 Million US-Dollar** aus. Das betrifft jegliche signifikante Schwachstellen in allen Apple-Betriebssystemen, also iOS, iPadOS, macOS, tvOS, watchOS sowie iCloud.

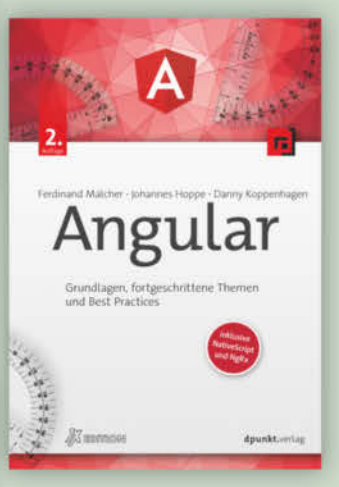
Für eine Umgehung des Sperrbildschirms bei physischem Zugriff auf das Gerät stellt Apple beispielsweise bis zu 100.000 US-Dollar in Aussicht. Falls sich über das Sicherheitsloch Nutzerdaten extrahieren lassen, sollen es bis zu 250.000 Dollar werden. Um die Höchstsumme von 1.000.000 US-Dollar zu erhalten, muss ein entfernter Angreifer ein Gerät der neuesten iPhone-Generation ohne Nutzerinteraktion komplett übernehmen. Wird die Belohnung an bestimmte soziale Einrichtungen gespendet, verdoppelt Apple den Betrag.

Voraussetzung für die Belohnung ist, dass der Bug dem Konzern unbekannt ist und die Lücke detailliert beschrieben und anhand eines Exploits demonstriert wird. Der Einreichende darf die Schwachstelle nicht veröffentlichen, bevor Apple diese gepatcht hat. Apples Bug-Bounty-Programm war bislang auf iOS beschränkt und nur auf Einladung hin zugänglich. Manche Sicherheitsforscher veröffentlichten daher für macOS Zero-Day-Exploits oder weigerten sich vorübergehend, schwere Mac-Lücken an Apple zu melden, um auf den Missstand aufmerksam zu machen. *(dz@ct.de)*

2020, 268 Seiten
€ 32,90 (D)
ISBN 978-3-86490-725-8

2. Auflage
2020, 488 Seiten
€ 32,90 (D)
ISBN 978-3-86490-728-9

2. Auflage
2020, 402 Seiten
€ 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-552-0



2. Auflage
2019, 746 Seiten
€ 36,90 (D)
ISBN 978-3-86490-646-6

2019, 614 Seiten
€ 46,90 (D)
ISBN 978-3-86490-487-5

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

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

Körperschallsensor verpetzt Parkrempler

Ein neuartiger Körperschallsensor detektiert nicht mehr nur die Aufprallintensität bei Unfällen, sondern kann bei Parkremplern Kameraaufnahmen auslösen oder Vorkommnisse an Autovermieter melden.

Die Autoindustrie nutzt Körperschallwellen bisher nur zur Abschätzung der Aufprallintensität bei Unfällen (Crash Impact Sound Sensors), um etwa Insassen per Airbag zu schützen. Automobilzulieferer Continental hat sein neues Contact Sensor System (CoSSy) auf Körperschallwellen niedriger Intensität getrimmt, um zusätzlich schwache Stöße zu detektieren, die sich zwischen einem Fahrzeug und einer Person oder einem Objekt ereignen.

CoSSy besteht je nach Anwendung aus zwei bis zwölf Sensoren und soll das automatische Parken sicherer machen, also etwa bei Parkremplern Notbremsungen auslösen. Das kann notwendig werden, wenn sich Objekte oder Personen dem Auto in einem Winkel nähern, den Ultraschallsensoren nicht erfassen. Continental rechnet damit, dass automatisches Parken ab 2022 zu den üblichen Autofunktionen gehören wird.

Bis zu zwölf Sensoren erfassen Körper- und Luftschall und können je nach erkanntem Vorkommnis unterschiedliche Aktionen auslösen – oder auch einfach einen Vandalen während der Tat fotografieren.

Einmal im Auto etabliert, könne Continental CoSSy weitere Dinge beibringen und beispielsweise den für Kratzer typischen Körperschall detektieren. Auf Wunsch könnte die Bordelektronik bei einem Alarm das Hupsignal auslösen oder **die Onboard-Kamera starten, um den Täter noch bei der Tat zu fotografieren** oder den Vorfall inklusive Datum und Uhrzeit etwa an ein Smartphone melden. Autovermietungen könnten leichter als bisher feststellen, ob ein Auto unversehrt zurückgebracht wurde. Der Straßenzustand lässt sich analysieren, um etwa anhand des Wasseraufpralls auf den Fahrzeugboden auf Aquaplaning rückzuschließen.

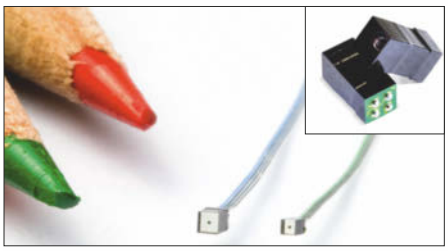
Zudem unterscheidet CoSSy Körper- und Luftschallwellen. So erkennt es das Martinshorn von Einsatzfahrzeugen und kann anhand des Dopplereffekts Winkel und Bewegungsrichtung der Quelle bestimmen – beides wäre für selbstfahrende Autos nützlich.

Die Stimme des Fahrers sowie Klopfzeichen könnten zum Auslösen von Aktionen genutzt werden. Wenn sich ein Fahrer authentifiziert hat, zum Beispiel per Funkschlüssel, könne CoSSy im Prinzip die Autotür auf Klopfzeichen hin automatisch öffnen. *(dz@ct.de)*

Mikrokamera für Arduino und Raspberry Pi

AMS hat um seinen Miniatur-Bildsensor herum zwei Evaluierungs-Kits entwickelt. Sie seien für Bereiche gedacht, in denen eine Kamera unsichtbar oder besonders klein sein soll.

Mit den Evaluation-Kits NanoVision für die Arduino-Entwicklungsplattform und NanoBerry für den Mini-Computer Raspberry Pi will AMS (Austria Mikro Systeme) die Einsatzbereiche seines **nur 0,83 Kubikmillimeter kleinen Mikrokamerasensors** NanEyeC ausweiten. Der Sensor wird bereits in der Medizin in einem Endoskop von 1,1 Millimetern Durchmesser eingesetzt.



Winziges Evaluation-Kit: AMS hat seinen Mikro-Videosensor (unten) in ein Modul für Arduino-Systeme gesteckt.

Die winzige Kamera löst Bewegtbilder mit 100 KPixeln auf und liefert bis zu 58 Bilder pro Sekunde. Deshalb eigne sie sich mit NanoBerry etwa für die Verfolgung von Augenbewegungen in Virtual-Reality-Headsets, meldet AMS. Man könne sie mit NanoVision aber auch zur Anwesenheitserkennung nutzen, um etwa in der Haus- und Gebäudeautomatisierung Hausgeräte oder Licht nur bei menschlicher Anwesenheit einzuschalten. *(dz@ct.de)*

Multisensor für Arbeitssicherheit

Arrow Electronics, ON Semiconductor und Geniatech bieten für die Fernüberwachung den Multisensor MuSeOn 1.1. MuSeOn ist 38 × 38 × 11 mm groß, wiegt 15 Gramm und **funkt Messwerte zur Luftqualität, Feuchtigkeit, Druck, Temperatur sowie zur Bewegungsaktivität des Trägers per Bluetooth 5** an einen Leitstand. Außerdem sind an Bord ein Umgebungslichtsensor und ein omnidirektionales Stereo-Mikrofon.

MuSeOn lässt sich auch zur Indoor-Navigation nutzen und steckt in einem wasser- und staubgeschützten Gehäuse der Schutzklasse IP65. Arrow liefert ein dazu passendes industrielles Gateway, bietet eine Cloud-Integration und auch Cloud-Analytik zur Überprüfung von Sicherheitsrichtlinien. *(dz@ct.de)*

Seehofer plant Videoüberwachung mit Gesichtserkennung

Die Bundespolizei soll künftig mit automatischer Gesichtserkennung nach Verdächtigen fahnden. Das geht laut „Spiegel“ aus einem aktuellen Gesetzentwurf von Bundesinnenminister Horst Seehofer (CSU) hervor. Dem Magazin zufolge sollen Polizisten die umstrittene Überwachungsstechnik **an 135 Bahnhöfen und 14 Flughäfen** einsetzen. Seehofer hatte bereits 2018 klargemacht, dass er eine „breite Einführung“ der Technik anstrebt. Sie mache Polizeiarbeit effizienter und verbessere die Sicherheit, sagte er damals.

Die SPD-Vorsitzende Saskia Esken kritisierte die Pläne. Gesichtserkennung greife zu tief in die Freiheitsrechte ein, twitterte sie. „Die falsch positiven Fehlalarme schaden der Sicherheit mehr, als die Überwachung ihr nutzt. Unschuldige Menschen geraten ins Visier.“

Seehofer beruft sich bei seinen Plänen auf ein Pilotprojekt am Berliner Bahnhof Südkreuz. Die Technik habe sich darin bewährt, erklärte er 2018. Der Chaos Computer Club wirft ihm jedoch vor, die Ergebnisse „geschönt“ zu haben. Das System habe mehr als jeden zweihundertsten Menschen fälschlich als gesuchte Person erkannt, was täglich mehr als 600 Fehlalarmen entspreche. *(cwo@ct.de)*

Bild: Stefanie Loos / CC BY 2.0

Protest gegen Gesichtserkennung am Berliner Südkreuz 2017: Kritiker warnen, dass unbescholtene Bürger ins Visier geraten.

Grüne fordern 25 Euro Handypfand

Die grüne Bundestagsfraktion will der Bundesregierung Dampf machen bei der Sammlung und Verwertung von Elektroschrott. In einem aktuellen Antrag fordert sie „die Einführung eines Pfands in Höhe von 25 Euro auf Smartphones und Tablet-Computer“. Aus Sicht der Grünen würde die Politik so die Verbraucher animieren, Altgeräte zurückzugeben, aus denen Recycler dann **wichtige Rohstoffe** gewinnen könnten.

Fast 90 Prozent der Deutschen würden ihre Smartphones spätestens 24 Monate nach der Anschaffung ersetzen, schreiben die Grünen in ihrem Antrag unter Verweis auf eine Umfrage. Die alten Geräte würden dabei aber „allzu häufig“ nicht zurückgegeben.

Tatsächlich schlummern nach Schätzung des IT-Verbands Bitkom über 100 Millionen ungenutzte Handys in deutschen Haushalten. Ein Pfandsystem wäre aus Sicht des Bitkom allerdings der falsche Weg: Es würde einen enormen bürokratischen Aufwand und Zusatzkosten verursachen, sagte ein Sprecher. „Bei den Herstellern würden über einen Zeitraum von nur vier Jahren drei Milliarden Euro Rückstellungen auflaufen.“ Außerdem würden die bestehenden Rücknahmesysteme beeinträchtigt. *(Stefan Krempl/cwo@ct.de)*

Tauchen Sie ein – in die Welt der Science Fiction

Mit der Science Fiction-Buchreihe „heise online: Welten“ und „c't Stories“ beschreiben heise online und c't nicht nur die aktuellen Entwicklungen in Technik und Forschung, sondern hinterfragen sie auch kritisch und machen sie den Lesern begreiflich. Fünf spannende Bücher sind bereits erschienen!

Ausblendung

Massaker in Robcity

Hell Fever

Die letzte Crew des Wandersterns

Apokalypse Pallantau

Direkt hier bestellen: shop.heise.de/ct-buecher

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop
shop.heise.de/ct-buecher

Illegale Ausfuhr

Export deutscher Spionage-Trojaner in die ganze Welt

Der Chaos Computer Club hat nachgewiesen, dass ein gegen türkische Oppositionelle eingesetzter Android-Trojaner aus Deutschland stammt und illegal exportiert wurde. Den Verantwortlichen droht eine Freiheitsstrafe von bis zu fünf Jahren.

Von Fabian A. Scherschel

Die deutsch-britische Gamma Group besteht aus etlichen Einzelunternehmen mit Namen wie „Lench IT Solutions“, „Gamma International“ und „Elaman GmbH“ – insgesamt ein schwer nachvollziehbares Firmengeflecht. Die Firmen der Gruppe entwickeln und vertreiben Staatstrojaner, die von Regierungen eingesetzt werden, um ihre Bürger auszuspionieren. Und sie sind dabei – entgegen öffentlicher Beteuerungen – nicht sehr wählerisch, was ihre Kunden angeht: Außer deutschen, belgischen und australischen Polizeibehörden sollen auch weniger lupenreine Demokraten in der Türkei und Autokraten in mehreren Golfstaaten die Spionage-Werkzeuge gekauft haben.

Spyware aus München

Das bekannteste Produkt der Gamma Group wird vom deutschen Ableger FinFisher unter dem Namen FinSpy vertrieben. FinFisher hat seinen Sitz in einem unauffälligen Bürogebäude im Münchner Stadtteil Obersendling. Mit den Android-Trojanern dieser Firma lassen sich Telefonate mitschneiden, Geräte orten sowie weitere Schadprogramme installieren. Unter den Käufern von FinSpy soll auch die türkische Regierung sein.

Bereits im Mai 2018 kam der Verdacht auf, dass die türkische Regierung den FinSpy-Trojaner ein Jahr zuvor eingesetzt hatte, um nach dem Putschversuch 2016 mutmaßliche Oppositionelle zu überwachen. Rund um eine Protestaktion der größten türkischen Oppositionspartei, den sogenannten „Marsch der Gerechtigkeit“, wurde damals über soziale Netzwerke für eine Website mit Informationen zum Protestmarsch geworben. Tatsächlich verleitete diese Website (adaleticinyuru.com) türkische Oppositionelle jedoch, Android-Schadcode auf ihren Handys zu installieren. Sicherheitsexperten fanden im Juni 2017 auf der Website eine Android-APK namens adalet. Analysen ergaben damals bereits, dass es sich bei der Schadsoftware um FinSpy handeln könnte.

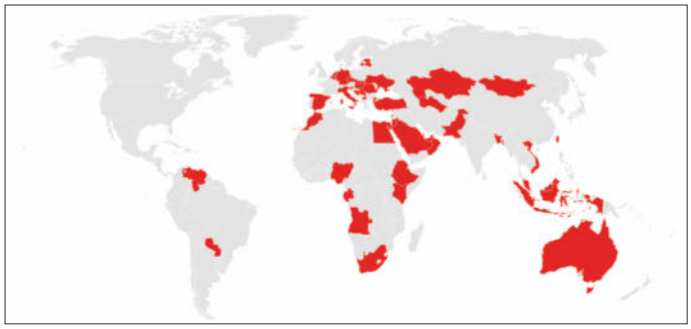
Brisant ist dies vor allem, weil 2015 europaweit eine Genehmigungspflicht für Exporte von Überwachungssoftware in Länder außerhalb der EU eingeführt wurde. Damit wäre für den Export von FinSpy in die Türkei nach § 18 des Außenwirtschaftsgesetzes eine Genehmigung der Bundesregierung nötig gewesen. Diese antwortete allerdings auf eine Anfrage der FDP-Abgeordneten Gyde Jensen im Juni 2019, dass das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle seit Einführung der Genehmigungspflicht keine Ausfuhrgenehmigungen erteilt habe.

Der Export eines Staatstrojaners wie FinSpy ohne Genehmigung stellt eine Straftat dar, die mit einer Freiheitsstrafe von bis zu fünf Jahren geahndet werden kann. Im September 2019 stellte die Gesellschaft für Freiheitsrechte (GFF) gemeinsam mit Reporter ohne Grenzen (ROG), dem European Center for Constitutional and Human Rights (ECCHR) und netzpolitik.org bei der Staatsanwaltschaft München I Strafanzeige gegen die Geschäftsführer der Unternehmen FinFisher GmbH, FinFisher Labs GmbH und Elaman GmbH. Die genannten Gruppen sahen dringende Anhaltspunkte dafür, „dass das Münchner Firmenkonglomerat die Spionagesoftware FinSpy ohne Genehmigung der Bundesregierung an die türkische Regierung verkauft und so zur Überwachung von Oppositionellen und Journalist*innen in der Türkei beigetragen hat“, teilt die GFF auf ihrer Webseite mit.

Aktuell ermittelt das zuständige Zollkriminalamt. FinFisher reagierte mit einer Abmahnung an netzpolitik.org und zwang die Nachrichtenseite per einstweiliger Verfügung, die Berichterstattung über die Strafanzeige aus dem Netz zu nehmen. Der entsprechende Artikel ist nach wie vor offline. Nun hat der Chaos Computer Club (CCC) allerdings auf dem 36. Chaos Communication Congress in Leipzig einen Bericht vorgestellt, der belegt, dass der von der türkischen Regierung eingesetzte Trojaner einerseits von deutschen Entwicklern bei FinFisher stammt und andererseits nach dem 18. Juli 2015 erstellt wurde.

Forschung zum Mitmachen

Der Bericht der CCC-Experten Thorsten Schröder und Linus Neumann trägt den Titel „Evolution einer privatwirtschaftlichen Schadsoftware für Staatliche Akteure“ (siehe ct.de/yr4e). Er ist ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie der offene Umgang mit Forschungsergebnissen das Vertrauen in solche Studien stärken kann. Die beiden Sicherheitsforscher haben unter Schröders GitHub-Konto (github.com/devio) nicht nur ihre Studie, sondern auch sämtliche analysierte Schadcode-Beispiele veröffentlicht, außerdem alle Werkzeuge, mit denen sie die Trojaner analysierten.



Quelle: Datawrapper.de

Die roten Markierungen in dieser Karte zeigen Länder, in denen der Einsatz von Spionagesoftware des Münchner Herstellers FinFisher beobachtet wurde.

```
1  TlvTypeMobileTargetID = "421and" (14)
2  TlvTypeMobileTargetHeartbeatInterval = 120 (12)
3  TlvTypeMobileTargetPositioning = b'\x82\x87\x86\x81\x83' (13)
4  TlvTypeConfigTargetProxy = "qa01.gamma-international.de" (35)
5  TlvTypeConfigTargetPort = 1111 (12)
6  TlvTypeConfigTargetPort = 1112 (12)
7  TlvTypeConfigTargetPort = 1113 (12)
8  TlvTypeConfigTargetPort = 80 (12)
9  TlvTypeConfigSMSPhoneNumber = "+491726652007" (21)
10 TlvTypeConfigCallPhoneNumber = "+49895499989909" (22)
11 TlvTypeMobileTrojanID = "421and" (14)
12 TlvTypeMobileTrojanUID = b'J\x99\x8f\x00' (12)
13 TlvTypeUserID = 1003 (12)
14 TlvTypeTrojanMaxInfections = 999 (12)
15 TlvTypeConfigMobileAutoRemovalDateTime = Thu Jan 1 01:00:00 1970 (12)
16 TlvTypeConfigAutoRemovalIfNoProxy = 168 (12)
17 TlvTypeMobileTargetHeartbeatEvents = 4269 (10)
18 TlvTypeMobileTargetHeartbeatRestrictions = b'\xc0\x00' (10)
19 TlvTypeInstalledModules = Logging: Off | Spy Call: On | Call
20 Interception: On | SMS: On | Address Book: On | Tracking: On | Phone Logs:
21 On | (140)
22
```

In den extrahierten Konfigurationsdaten eines FinFisher-Trojaners finden sich die URL des Kontroll-Servers sowie zwei Telefonnummern mit der Vorwahl „+49“ für Deutschland.

Das erlaubt es interessierten Beobachtern, die Ergebnisse der Forscher eigenhändig zu prüfen. Zwar sind die Schadcode-APKs verschlüsselt, damit sie sich herunterladen lassen, ohne unterwegs von Virenscannern abgefangen zu werden. Sie lassen sich aber mit den beiliegenden Skripten auf einem Linux-System leicht wieder zugänglich machen. Mithilfe der beigefügten Python-Programme können interessierte Hacker die Konfigurationsdateien der Trojaner auslesen, auf denen die Analyse der beiden CCC-Experten beruht. Und siehe da: Plötzlich treten Münchner Festnetznummern und URLs zutage, die offensichtlich zur Gamma-Gruppe gehören.

40 Gigabyte Vergleichswerte

Ermöglicht wurde die Analyse der CCC-Experten vor allem durch einen Hack der FinFisher-Systeme im Jahr 2014. Dabei stellte ein Unbekannter interne Werbematerialien, Rechnungen und Trojaner-Code der Firma ins Netz. Seitdem ist bekannt, an wen die Gamma Group und die Münchner Entwickler bei FinFisher ihre Software verkauften. Auch der Trojaner-Code, der mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit von FinFisher stammt, ist seitdem öffentlich.

Schröder und Neumann sehen es als erwiesen an, dass die Ähnlichkeiten der aus dem FinFisher-Leak stammenden Trojaner-Beispielen und der von der türkischen Website stammenden adalet-APK nicht zufällig sind und dass adalet eine Weiterentwicklung des FinSpy-Android-Trojaners ist. Insgesamt untersuchten sie 28 Schadcode-Beispiele, die alle von der Münchner Firma stammen und nach Ansicht der CCC-Experten die Entwicklung der Spionage-Software des Herstellers von 2012 bis 2019 aufzeigen.

In ihrer Analyse stellen Schröder und Neumann für den Zeitraum nach 2014 Bemühungen der Münchner Firma fest, ihren Quellcode zu refaktorisieren und unkenntlich zu machen. Diese Verschleierung hat wohl stattgefunden, da Anti-Viren-Hersteller nach dem Datenleck bei FinFisher ihre Erkennungsroutinen an den Schadcode anpassen und ihn und ähnlichen Code entdecken konnten. Die Münchner Entwickler änderten daraufhin offenbar ihre Software so weit wie möglich, um der Entdeckung ihres Trojaners durch AV-Programme wieder zu entgehen.

Allerdings konnten sie ihren Quellcode in funktionaler Hinsicht naturgemäß nicht allzu sehr ändern. Zum Beispiel enthalten alle untersuchten Trojaner einen seit 2012 funktionell weitgehend unverändert gebliebenen Mechanismus, um den Schadcode für den Einsatz zu provisionieren, das heißt mit einer auf den jeweiligen Kunden angepassten Konfiguration zu versehen.

Quellcode lügt nicht

Die umfassende Analyse von Schröder und Neumann belegt nicht nur, dass der aus der Türkei stammende adalet-Trojaner von denselben Entwicklern stammt wie bekannte FinSpy-Versionen. Weil die von adalet verwendete SQLite-Bibliothek die Versionsnummer 3.13.0 trägt, sehen die beiden Sicherheitsexperten es weiter als erwiesen an, dass der Schadcode nach dem 18. Juli 2015 erstellt wurde – dem Tag, seit dem für die Ausfuhr einer derartigen Software eine Genehmigung zwingend erforderlich ist.

Das erscheint schlüssig, denn die SQLite-Version 3.13.0 wurde erst am 18. Mai 2016 veröffentlicht. Ein weiteres Indiz für die Ausfuhr nach dem Stichtag: Die adalet-APK wurde mit einem Zertifikat signiert, das erst ab dem 10. Oktober 2016 gültig ist. Insgesamt spricht also vieles dafür, dass Gamma/FinFisher die Software zu einem Zeitpunkt exportiert hat, zu dem dies genehmigungspflichtig war und ohne eine Erlaubnis gegen geltendes deutsches und europäisches Recht verstieß. *(dwi@ct.de)* c't

CCC-Studie, Schadcode-Samples, Werkzeuge: ct.de/yr4e

USB via Netzwerk

W&T verbindet alles

In den letzten Jahren hat W&T mit den USB-Servern tausende USB-Geräte am Netzwerk erfolgreich zum Laufen gebracht.
Egal ob isochrone Audio-/Videotechnik oder Dongles, Scanner, Card-/Barcodeleser, Interfacetechnik, Funkgeräte, Medizin-/Messtechnik u.v.m.

- alles heißt eben alles und auf komplexe Kompatibilitätslisten verzichten wir.

überall

Mit Windows XP, 7 oder 10, selbst mit virtuellen Maschinen: Der USB-Server läuft stabil und das auch im industriellen 24/7-Dauerbetrieb.

Wiesemann & Theis Interoperabilität W&T garantiert

Preise, Varianten und Ideen für den Einsatz unter: wut.de/usb

W&T www.WuT.de

Wiesemann & Theis GmbH
0202 / 2680-110

In Bedrängnis

36C3: Protest gegen Julian Assanges Haftbedingungen und Anklage

Menschenrechtler und Journalisten bezweifeln, dass der Wikileaks-Gründer menschenrechtskonform behandelt wird und faire Prozesse erwarten darf. Auf dem 36C3 gab es außerdem Details darüber, wie Assange und seine Besucher überwacht wurden.

Von Detlef Borchers

Britische Polizeibeamte verhafteten den Wikileaks-Gründer Julian Assange im April 2019 in der Londoner Botschaft von Ecuador. Seither ist er im medizinischen Trakt des Hochsicherheitsgefängnisses Belmarsh untergebracht. Mehrere Journalistenverbände und humanitäre Organisation haben mittlerweile gegen die Haftbedingungen protestiert und eine Freilassung des Australiers gefordert.

Der Europarat hat sich ebenfalls mit dem Fall beschäftigt und auf seiner Plattform zum Schutz von Journalisten einen sogenannten „Level 1 Alert“ veröffentlicht (die höhere von zwei Stufen). Das Gremium rügte die britische Regierung dafür, bisher nicht auf einen offiziellen Brief des UN-Sonderberichterstatters über Folter geantwortet zu haben. Amtsinhaber Nils Melzer hatte diesen Brief am 29. Oktober an die britische Regierung und den für die Gefängnisse zuständigen Crown Prosecution Service geschickt. In dem Schreiben hatte der Schweizer erklärt, dass Assange allen Anzeichen nach einer psychologischen Folter ausgesetzt gewesen sei. Melzer kritisierte die Unterbringung von Assange in einem Hochsicherheitsgefängnis zudem als unverhältnismäßig.

Assange selbst äußerte sich zu seiner Situation in einem weihnachtlichen Telefonat mit dem Journalisten Vaughan Smith. Auf Twitter schrieb Smith, Assange habe beklagt, dass er 23 Stunden am Tag in Einzelhaft verbringen müsse und häufig mit Medikamenten ruhiggestellt werde. Gegen die Haftbedingungen hatte zu Weihnachten auch die Organisation „Reporter ohne Grenzen“ protestiert. ROG-Generalsekretär Christophe Deloire forderte Assanges sofortige Freilassung aus humanitären Gründen.

Deloire kritisierte zudem den Antrag auf Auslieferung an die USA, den die US-Justiz unter der Regierung Trump in die Wege geleitet hat: „Wir gehen davon aus, dass er von den USA wegen seiner Journalismus-ähnlichen Aktivitäten ins Visier genommen wurde. Dies könnte zu einem gefährlichen Präzedenzfall für die Pressefreiheit werden. Die USA sollten ihre Verfolgung von Assange einstellen und die Anklage nach dem Spionagegesetz unverzüglich fallen lassen.“

Überwachung und Winkelzüge

Auch auf dem 36C3, dem Kongress des Chaos Computer Club Ende Dezember 2019, war der Fall Assange ein Thema. So referierte Andy Müller-Maguhn, ehemaliger Sprecher des CCC und ein häufiger Besucher Assanges in der Botschaft von Ecuador, über dessen Überwachung durch die spanische Sicherheitsfirma „Undercover Global“ bis April 2018. An sich für die Sicherheit der Botschaft zuständig, hatte die Firma Videoaufnahmen von Assange und seinen Besuchern gemacht, habe dabei aber auch komplette Pässe abgeglichtet und die IMEI-Nummern von Smartphones registriert. Diese Informationen soll sie zusätzlich an die CIA verkauft haben. Im späteren Verlauf der Operation seien Gespräche abgehört und sogar ein Videostreaming-Dienst eingerichtet worden. Der habe die Bilder direkt „zu den amerikanischen Freunden“ weitergeleitet.

Derzeit wird in Spanien gegen „Undercover Global“ ermittelt. Zuvor hatte die Zeitung „El País“ Material zugespielt bekommen. Die Firma streitet die Vorwürfe ab, ebenso tat dies auf Nachfrage der Zeitung die ecuadorianische Regierung.

In einem weiteren Vortrag befassten sich die Menschenrechtsaktivistinnen Renata Avila, Naomi Calvin und Angela Richter mit dem „Fall Wikileaks“. Die guatemaltekische Juristin Avila erläuterte dabei die Besonderheiten der Anklage in den USA. Während unter der Regierung Obama keine Klage gegen Wikileaks erfolgt sei, behandle die Regierung Trump den Fall mit besonderer Härte.

Juristisch brisant seien die Punkte in der Anklage, die selbst das Schwärzen von Passagen in geleakten Dokumenten durch Wikileaks mit der Veröffentlichung dieser Passagen gleichsetzen und daraus dann den Verrat von Staatsgeheimnissen konstruierten, so Avila. „Versteht, dass da keine juristische Auseinandersetzung abläuft. Dies ist eine politische Verfolgung“, lautete ihr Appell. Sollten alle Anklagepunkte durchgesetzt werden, drohen Assange in den USA bis zu 175 Jahre Haft.

Die Verhandlung über die Auslieferung beginnt am 25. Februar. Das gesamte Verfahren kann bis zu zwei Monate dauern. *(mon@ct.de)* c't

Die Vorträge auf dem 36C3: ct.de/yyh5

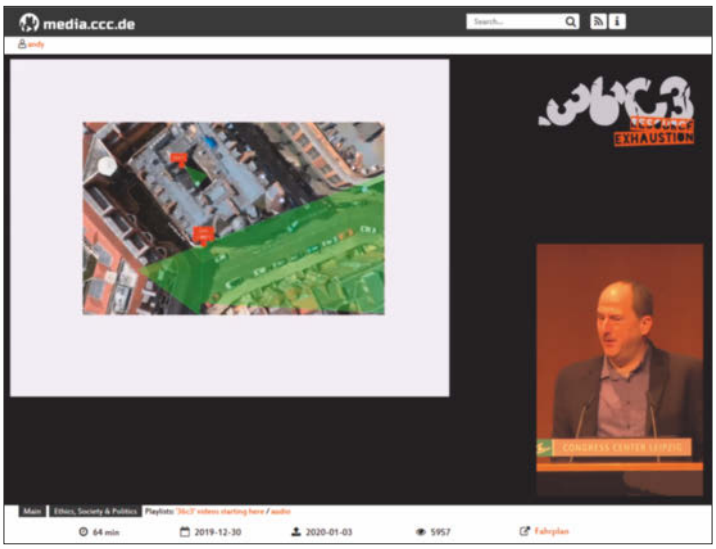


Bild: Chaos Computer Club, CC-BY 4.0, media.ccc.de (Videolink über ct.de/yyh5)

Der frühere CCC-Sprecher Andy Müller-Maguhn zeigte auf dem 36C3, wie Wikileaks-Gründer Julian Assange und seine Besucher in der ecuadorianischen Botschaft ausgespäht wurden.

Neue Dokumente im Cambridge-Analytica-Skandal

Ein neuer Leak interner Dokumente der SCL Group gibt detaillierten Einblick in die weltweite Arbeit der Mutterfirma von Cambridge Analytica.

In Folge des Skandals um Datenschutz und Wählermanipulation wurden die Analysefirma Cambridge Analytica und ihr Mutterkonzern SCL Group abgewickelt. Verwandte Firmen mit personellen Überschneidungen bestehen aber weiterhin, was die Frage aufwirft, inwieweit die umstrittenen Methoden zur Wählerbeeinflussung noch zum Einsatz kommen. Wie verbreitet diese Beeinflussung zumindest in der Vergangenheit war, wird jetzt etwas klarer: Seit Jahresanfang veröffentlicht der Twitter-Account @HindsightFiles interne Dokumente der SCL Group.

Dem Account zufolge stammen die Dokumente von Brittany Kaiser, was diese der britischen Zeitung The Guardian bestätigt hat. Kaiser, ehemals Direktorin für Business Development bei SCL, hatte schon nach Bekanntwerden des ursprünglichen Skandals begonnen, sich als Whistleblowerin zu betätigen. @HindsightFiles veröffentlicht die neuen Dateien päckchenweise und sortiert nach geografischen Regionen und betroffenen Persönlichkeiten. Insgesamt soll das „riesige Archiv" mindestens 65 Länder betreffen. Zu Redaktionsschluss (13. Januar) waren knapp 200 Dateien in fünf Dossiers verfügbar, mit den Themen Brasilien, Ghana, Iran, Kenia, Malaysia, und John Bolton, dem ehemaligen nationalen Sicherheitsberater Trumps.

In den enthaltenen E-Mails und internen Dokumentationen finden sich auch jetzt schon Bezüge zu Europa: Zum Beispiel wurde Philipp Maderthaner, der Kampagnenmanager des österreichischen Kanzlers Sebastian Kurz, von Cambridge Analytica als potenzieller Partner gelistet, samt seiner Interessensbekundung an den Diensten der Firma. Gegenüber Netzpolitik.org erklärte er zwar, letztlich nie mit dem Unternehmen zusammengearbeitet zu haben, bestätigte aber die Echtheit seiner Anfrage an die Firma.

Auch Verweise nach Deutschland finden sich in den Dossiers: Die Firmen Ubermetrics und AnalyticaA wurden ebenfalls von Cambridge Analytica als potenzielle Partner gelistet; sie hatten ähnliche Anfragen wie Maderthaner gestellt. Ubermetrics warb darin damit „viele Politiker und auch Parteien wie CDU, SPD, ... sogar Angela Merkel" als Kunden zu haben. Möglicherweise hatte die SCL Group diese Kontakte aber gar nicht nötig: In einer internen E-Mail vom Oktober 2015 heißt es, in Bezug auf die Bundestagswahl 2017 habe man bereits Kontakte. Ein Diskussionsprotokoll vom Juni 2016 hält fest, dass hochrangige Manager von SCL sich mit dem Kampagnenteam der CDU treffen werden. Insgesamt hat sich die SCL Group mindestens für Wahlen in 55 Ländern weltweit interessiert, im Zeitraum 2016 bis 2019.

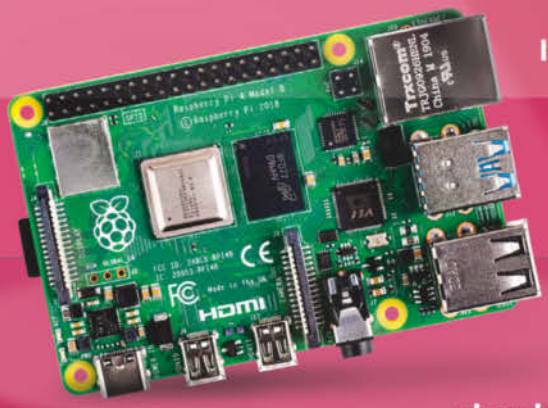
Die Dokumente bestätigen Kaisers Aussagen: Gegenüber dem Guardian erkärte sie, dass die in den Leaks dokumentierte Arbeit weit über das hinausgehen würde, was die Leute über den Cambridge-Analytica-Skandal zu wissen glaubten. Die Affäre um die Daten von Facebook sei Teil einer weit größeren, globalen Operation zur Manipulation und Beeinflussung der Bevölkerung. Der Zeitung zufolge habe sie sich im Nachgang der britischen Parlamentswahl im Dezember 2019 zur Veröffentlichung entschlossen: „Es ist derartig offensichtlich, dass unsere Wahlsysteme sehr leicht missbraucht werden können. Ich habe große Befürchtungen davor, was bei der US-Wahl später in diesem Jahr passieren wird, und ich glaube, einer der wenigen Wege, uns zu schützen, ist, so viele Informationen wie möglich verfügbar zu machen." *(syt@ct.de)*

Europe		Americas		Asia	
Slovakia	Mar-2016	Peru	Apr-2016	Iran	Mar-2016
Ireland	Apr-2016	Dominican Republic	May-2016	South Korea	Apr-2016
Lithuania	Oct-2016	Nicaragua	Nov-2016	Philippines	May-2016
Montenegro	Oct-2016	Puerto Rico	Nov-2016	Hong Kong	Sep-2016
Romania	Dec-2016	United States	Nov-2016	Mongolia	Jun-2017
Netherlands	Mar-2017	Ecuador	Feb-2017	Pakistan	May-2018
France	Apr-2017	Chile	Nov-2017	Malaysia	Aug-2018
Iceland	Apr-2017	Falkland Islands	Nov-2017	Israel	Feb-2019
Serbia	May-2017	Mexico	Jul-2018	India	May-2019
Germany	Sep-2017	Brazil	Oct-2018	North Korea	2018
Norway	Sep-2017	Venezuela	Dec-2018	Sri Lanka	Jan-2020
Czech Republic	Oct-2017	El Salvador	Feb-2019	Singapore	2020
Luxembourg	Oct-2017	Bolivia	Oct-2019		
Azerbaijan	2018	Trinidad and Tobago	Sep-2020		
Armenia	Feb-2018				
Cyprus	Feb-2018	Africa		Oceania	
Italy	Feb-2018	Uganda	Feb-2016	Nauru	2016
Russia	Mar-2018	Lesotho	May-2016	Samoa	2016
Hungary	Apr-2018	Zambia	Sep-2016	Vanuatu	2016
Malta	Jun-2018	Ghana	Dec-2016	Papua New Guinea	Jul-2016
Sweden	Sep-2018	Rwanda	Aug-2017	New Zealand	2017
Bosnia and Herzegovina	Oct-2018	Algeria	Nov-2017	Niue	2017
Andorra	2019	Sierra Leone	Nov-2017	Australia	Jan-2017
European Union	2019	Zimbabwe	Jul-2018	Cook Islands	2018
Ukraine	Feb-2019	Kenya	Aug-2018	Fiji	2018
Estonia	Mar-2019	Swaziland	2018		
Finland	Apr-2019	Nigeria	2019		
Belgium	May-2019				
Croatia	2020				
United Kingdom	May-2020				

Quelle: @HindsightFiles

Beeindruckende Liste: Bei dutzenden Wahlen weltweit wollte SCL aktiv werden. In einer späteren E-Mail heißt es, für Deutschland habe man bereits Kontakte.

NEU + portofrei



Im heise shop: Der neue Raspberry Pi 4 B

Der kraftvollste Raspberry aller Zeiten!

- 64-Bit Quad-Core
- 1, 2 oder 4 GByte RAM
- USB 3.0 und 2.0
- 4k Dual-Display Support
- WLAN: 2.4 oder 5 GHz
- PoE-fähig

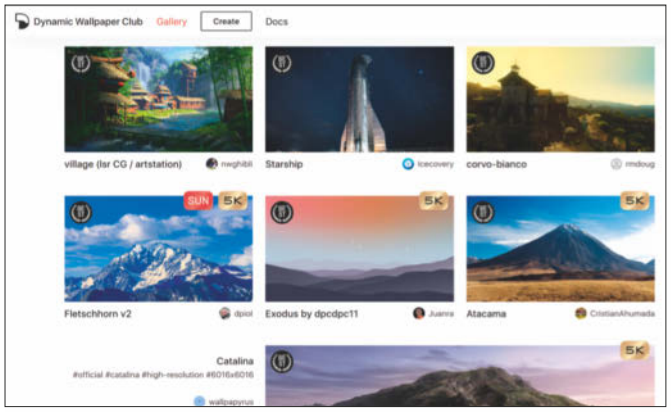
Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen! shop.heise.de/raspi4

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop
shop.heise.de/raspi4

Die Sonne aufgehen lassen

dynamicwallpaper.club



Beim **Dynamic Wallpaper Club** finden macOS-Nutzer dynamische Desktop-Hintergründe, die sich den ganzen Tag über gemäß der lokalen Tageszeit verändern, also den Sonnenaufgang und -untergang berücksichtigen. Sie bestehen aus HEIF-Containern mit mehreren Bildern samt Orts- und Zeitangaben, die von macOS (ab Mojave) passend zum Sonnenstand überblendet werden.

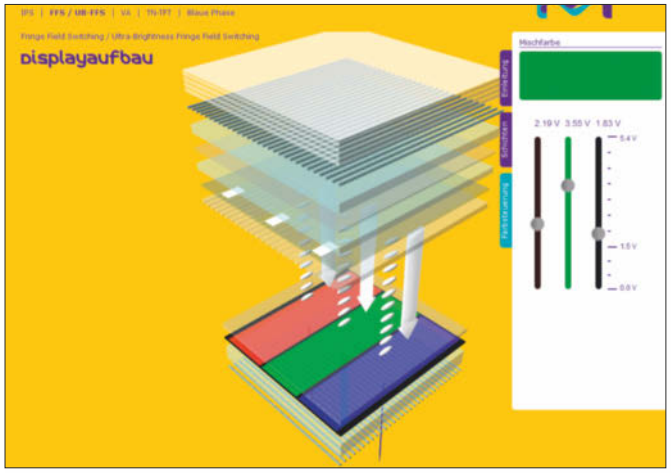
Eine kurze Anleitung erklärt, wie man selbst solch einen dynamischen Hintergrund gestalten kann. Fertige Hintergründe lassen sich hier für andere Besucher zum Tausch anbieten. Die Betreiber der Seite, Grischa Erbe, Valentin Pfister und Felix Plachtzik, betonen, dass ihr Projekt noch im Beta-Stadium steckt. *(dwi@ct.de)*

Flüssigkristalle drehen

merckgroup.com/de/expertise/displays/solutions/liquid-crystals/lcd-technologies.html

cc-special.merck.de/lcd_explorer_DE

Merck, größter Hersteller von Flüssigkristall-Materialien für LC-Displays, erläutert auf seiner Website unter der Überschrift **Flüssigkristalldisplay-Technologien**, wie diese Art von Displays

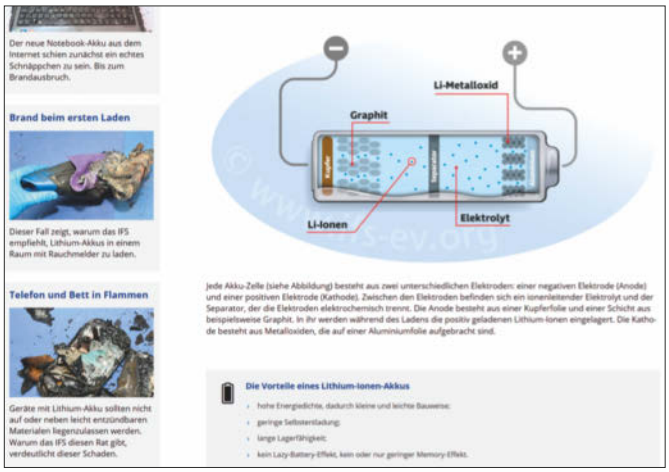


funktioniert. Im **LCD-Explorer** kann der Besucher selbst Hand anlegen. Hier lassen sich die Flüssigkristalle für Rot, Grün und Blau einzeln herumdrehen und man kann dabei beobachten, wie sich das Licht durchs Display verändert.

Wer die einzelnen Layer im Panel anklickt, erfährt ihre jeweilige Funktion innerhalb eines LC-Displays. Außerdem werden die Eigenarten der aktuellen Paneltechniken TN, IPS, FFS, VA und Blue Phase gut verständlich erklärt. Richten Sie doch einfach mal selbst Flüssigkristalle im elektrischen Feld aus und schauen, was währenddessen passiert. *(uk@ct.de)*

Nichts anbrennen lassen

ifs-ev.org/schadenverhuetung/feuerschaeden/lithium-akkus



Sie stecken in Smartphones und Notebooks, in E-Bikes und E-Zigaretten: Lithium-Ionen-Akkus glänzen mit hoher Energiedichte und einer geringen Neigung zu Selbstentladung oder Memory-Effekt. Grundsätzlich sei die Technik alltagstauglich, schreibt das Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer (IFS) auf seiner Webseite. „Bei sachgerechter Handhabung geht von Li-Ionen-Akkus kein außergewöhnliches Brandrisiko aus“, heißt es dort. Dass man dennoch immer häufiger von Bränden hört, die durch das sogenannte „thermische Durchgehen“ (thermal runaway) ausgelöst wurden, liegt laut dem IFS schlicht an der sehr weiten Verbreitung von Akkus diesen Typs.

Auf der ausführlichen Themenseite **Lithium-Ionen-Akkus** erklären die Experten des IFS, was man beachten sollte, um die schlagartige, unkontrollierte Entladung von Li-Ionen-Akkus zu vermeiden. Außer Sicherheitshinweisen für die Lagerung, Verwendung und Entsorgung finden sich hier auch gut verständliche Erläuterungen zum Aufbau eines Akkus mit dieser Technik sowie Erklärungen dazu, wie das Laden und Entladen in der Zelle abläuft.

Der Besucher erfährt aber auch, was passiert, wenn doch einmal ein Akku brennt. Dazu findet man auf der Webseite unter anderem Videos von Brandversuchen mit Li-Ionen-Akkus in unterschiedlichen Ladezuständen. *(dwi@ct.de)*

c't-Link: Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yf5a

Das Krea-Tief überwinden!

NEU

Mac & i EXTRA - Workshops

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

shop.heise.de/mac-workshops

10,90 € ›

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

shop.heise.de/mac-workshops ›

Abgezogen

Saturn stellt sich bei Rückgabe einer Apple-Watch quer

Wer etwas online bestellt, kann es in der Regel innerhalb von 14 Tagen zurückgeben und erhält den vollen Kaufpreis zurück. So steht es im Gesetz – bei Saturn klappt das aber nicht immer.

Von Tim Gerber

Am 25. Oktober bestellte Marko B. im Webshop von Saturn eine Apple Watch für 480 Euro. Kurz darauf erhielt er eine Bestätigung des Kaufs per E-Mail nebst den AGB der Saturn online GmbH. Dazu gehörte auch eine Belehrung über das im Online-Handel bestehende Widerrufsrecht.

Für die Lieferung der bestellten Apple-Watch hatte Marko B. den Saturn-Markt in Braunschweig gewählt und da man die Uhr dort vorrätig hatte, holte er sie noch am selben Tag dort ab und bezahlte den Kaufpreis vor Ort mit seiner Kreditkarte.

Zu Hause probierte er die Uhr sogleich aus und koppelte sie dazu auch mit seinem iPhone. So ganz überzeugt war er von dem Produkt jedoch nicht, deshalb widerrief er gleich am folgenden Tag per E-Mail seinen Kaufvertrag gegenüber Saturn online. Von dort erhielt er auch eine Bestätigung verbunden mit der Bitte, die Uhr innerhalb von 14 Tagen wieder in den Markt zurückzubringen.

Marko B. wurde noch am selben Tag in Braunschweig vorstellig. Doch der Mitarbeiter am Tresen mit der Aufschrift „Online-Service/Reparaturen“ weigerte sich, die Uhr zurückzunehmen. Den Kaufpreis wollte man schon gar nicht erstatten. Zur Begründung hieß es, die Verpackung sei ja ersichtlich geöffnet, die Versiegelung aufgebrochen. Bei Apple-Produkten gebe es dann kein Rückgaberecht mehr – auch nicht im Rahmen des Widerrufs im Online-Handel. Ein weiterer Mitarbeiter, der hinzugezogen wurde, bestätigte diese Auffassung. Da der Garantiezeitraum bei Apple zu laufen beginne, wenn die Uhr einmal aktiviert wurde, sei damit ein Widerrufsrecht verwirkt.

Unverrichteter Dinge fuhr Marko B. mitsamt der Uhr wieder zurück nach Hause. Die Sache wollte er aber keineswegs auf sich beruhen lassen. Deshalb forderte er am nächsten Tag den Saturn-Markt in Braunschweig per E-Mail auf, die Uhr zurückzunehmen und ihm den Kaufpreis zu erstatten.

Zwei Tage später antwortete ihm Saturn: „Nach Rücksprache können wir Ihnen eine Rücknahme anbieten, allerdingt mit 50 Euro Abschlag. Das Gerät ist nicht mehr Neuware und muss somit als B-Ware verkauft werden.“ Darauf fragte Marko B., auf welcher Rechtsgrundlage Saturn den Abzug von 50 Euro verlange, immerhin mehr als 10 Prozent des Kaufpreises. Er wies darauf hin, dass die Uhr absolut neuwertig und auch original verpackt sei und er sie nur zur „Prüfung der Beschaffenheit, Eigenschaften und Funktionsweise der Ware“ ausgepackt und in Betrieb genommen habe, wie es in den AGB des Händlers ausdrücklich heißt.

Retourkutsche

Da darauf seitens Saturn keinerlei Reaktion mehr erfolgte, schickte Marko B. die Uhr am 6. November an die Saturn online GmbH in Ingolstadt zurück. Dort kam sie laut Sendungsverfolgung am 8. November an. Doch anstatt seines Geldes erhielt er am 16. November eine E-Mail von Saturn Braunschweig. Man habe seinen Vorfall noch einmal geprüft. Der Wertverlust durch die Aktivierung mache es Saturn leider unmöglich, das Gerät zum Vollpreis zurück zu nehmen. Er solle nun binnen 14 Tagen mitteilen, ob er den bereits erwähnten Abschlag von 50 Euro akzeptiere. Andernfalls werde man ihm das Gerät einfach zurücksenden.

Inzwischen hatte sich Marko B. mit der Sache an c’t gewandt. Auch uns kam die angebliche Einschränkung des Widerrufsrechts aufgrund der Aktivierung seltsam vor. Einen Hinweis darauf, dass der Kunde die Uhr auf keinen Fall bei Apple registrieren dürfe, weil er dann sein Widerrufsrecht verlöre, hatte Saturn nicht gegeben. Und selbst wenn der Kunde tatsächlich eine online erworbene Ware beschädigt, darf der Händler deswegen nicht die Rücknahme verweigern. Und von einer Beschädigung der Apple-Watch konnte im Fall von Marko B. gar keine Rede sein.

Wir fragten deshalb zunächst beim Geschäftsführer von Saturn in Braunschweig, Mario Aquino, nach, warum seine Mitarbeiter die Rücknahme verweigern. Schließlich habe der Kunde das Rechtsgeschäft doch gar nicht mit Saturn Braunschweig geschlossen, sondern mit Saturn online in Ingolstadt. Der Markt am Wohnort des Kunden diente hier schließlich nur als eine Art Postfiliale. Erfüllungsgehilfen nennt der Jurist diese Funktion.

Am 20. November rief Geschäftsführer Aquino in der Redaktion an und versprach, dass der Kunde den vollen Kaufpreis von knapp 480 Euro, zurückerhalten solle. Saturn online bestätigte uns am 25. November per E-Mail auf unsere Nachfrage vom 20. November, dass eine geöffnete Verpackung bei der Rückgabe „selbstredend kein Grund für eine Minderung des Kaufpreises“ sei. Eine Minderung des Betrages bei der Rückzahlung werde nur vorgenommen, wenn eine eindeutige mechanische Beschädigung am Produkt vorliege. Dies komme aber nur in Ausnahmefällen vor und den Kunden werde dann auch eine entsprechende Erklärung geliefert, warum der Abzug erfolgte. In dem von uns geschilderten Fall könne es sich daher nur um ein Missverständnis handeln.

Doch auch am 4. Dezember hatte Marko B. sein Geld noch immer nicht zurück und schrieb deshalb eine weitere E-Mail an Saturn in Braunschweig. Am 5. Dezember hakten wir nochmal bei Saturn online nach und fragten, warum man den Kunden nicht längst kontaktiert habe, um ihm wie versprochen sein Geld zurückzuzahlen. Erst am 6. Dezember meldete sich der Braunschweiger Geschäftsführer Mario Aquino per E-Mail bei Marko B. und teilte diesem in dürren Worten mit, er könne sich das Geld für seine Apple Watch vor Ort auszahlen lassen.

Dazu hätte der Kunde also ein weiteres Mal in den Saturn-Markt fahren müssen. Das hätte für ihn eine nochmalige Anreise von etwa 15 Kilometern bedeutet. Außerdem war da neben dem Kaufpreis auch noch das Porto für die Rücksendung, die er aufgrund der Weigerung des Saturn-Verkäufers, die Uhr zurückzunehmen, zusätzlich aufgewandt hatte.

Wir fragten deshalb am selben Tag sowohl bei Saturn online als auch bei Saturn Braunschweig nach, warum man den Kunden ein weiteres Mal in den Markt zitieren wollte. Und wir wollten wissen, ob das seitens Saturn bereits eingeräumte „Missverständnis“ bei der Rückgabe der Uhr zu Lasten des Kunden gehen sollte. Sprich: Ob man ihm auch die Versandkosten erstatten werde.

Noch am selben Tag antwortete uns eine Pressesprecherin der MediaMarktSaturn Retail Group per E-Mail und schrieb nun gleich von „mehreren Missverständnissen“, die es im Fall von Marko B. gegeben hätte und die man sehr bedauere. Tatsächlich habe der Kunde im Markt mit Kreditkarte bezahlt. Selbstverständlich erfolge auch in den Häusern der Konzerngruppe eine Rückerstattung des Kaufpreises immer über dasselbe Zahlungsmittel, das zur Bezahlung verwendet wurde. Damit Marko B. nicht noch einmal in den Markt müsse, werde man ihm das Geld wie gewünscht auf sein Konto überweisen. Neben dem gezahlten Kaufpreis werde man ihm für die entstandenen Rücksendekosten eine pauschale Aufwandsentschädigung in Höhe von 10 Euro zukommen lassen.

Eindeutige Rechtslage

Die Rückabwicklung eines Kaufs im Onlinehandel ist im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) klar und einfach geregelt: „Die empfangenen Leistungen sind spätestens nach 14 Tagen zurückzugewähren“ (§ 357 Abs. 1 BGB). Diese Frist war bereits am 9. November abgelaufen. Eine Zusage, den Kaufpreis in voller Höhe zu erstatten, erhielt Marko B. trotzdem erst einen Monat später und nachdem die c’t in seinem Fall nachrecherchiert hatte. Dabei sollte es angesichts der klaren Rechtsverhältnisse bei einem großen Einzelhandelskonzern wie Saturn eigentlich keine Missverständnisse zu Lasten der Kunden geben. *(tig@ct.de)* c't

Zukunft zum Anfassen

IT- und Technik-Trends im Jahr 2020

Einleitung ..... Seite 62
Die wichtigsten 5G-Trends ..... Seite 64
Goldrausch im Videostreaming ..... Seite 66
Cloud-Gaming vs. Konsolen ..... Seite 68
DSGVO wird scharfgestellt ..... Seite 70
Chip statt Passwort ..... Seite 71
Online-Zensur ..... Seite 72

5G kommt in der Praxis an, der Wettbewerb der Streamingdienste eskaliert, Sicherheitschips machen Passwörter überflüssig und die DSGVO beißt erst jetzt richtig zu: Was 2020 auf Sie zukommt.

Von Christian Wölbert

Zum Jahreswechsel laufen Technikerklärer traditionell zur Hochform auf. Vor allem Unternehmensberatungen nutzen den Winter, um ihren potenziellen Kunden klarzumachen, dass sie bestens über die Zukunft Bescheid wissen. Zur Not werden dafür altbackene Trends einfach unter neuem Namen aufgewärmt. So erklärte Gartner neulich „Hyperautomatisierung“ zum „Strategischen Trend Nummer 1“. Automatisierung reicht wohl nicht mehr.

Oder es werden diverse Hypes miteinander multipliziert. „Zum Beispiel kann Künstliche Intelligenz in Form von Machine Learning mit Hyperautomatisierung und Edge Computing kombiniert werden, um hoch integrierte smarte Gebäude und Stadträume zu schaffen“, schreibt Gartner. Durch diese Kombination werde die „Technologie noch demokratischer“. Ist doch logisch, oder?

Unser Ausblick auf das neue Jahr folgt einem alltagsrelevanteren Ansatz. Wir erklären, was 2020 passiert – und nicht erst irgendwann vielleicht. Außerdem beschränken wir uns auf Trends, die in der Praxis eine Rolle spielen, nicht nur in Forschungsprojekten oder wilden Prognosen.

So wird zum Beispiel 5G in diesem Jahr erfahrbar. Die Provider rüsten ihre Funkmasten in großen Städten mit der Technik aus, die Zahl der Android-Smartphones mit passendem Chip steigt stetig. Apple dürfte in diesem Jahr zudem sein erstes 5G-iPhone vorstellen. Doch sein volles Potenzial entfaltet der Mobilfunkturbo noch nicht – warum, erklären wir im folgenden Artikel.

Zu Hause auf dem Sofa macht sich ein anderer Trend bemerkbar, und zwar der eskalierende Wettbewerb der Video-Streaming-Dienste. Allein Netflix produziert mittlerweile mehr Material als die gesamte US-Fernsehindustrie vor 15 Jahren. Und nun kommen auch noch neue Player wie Disney und Apple mit teuren Eigenproduktionen um die Ecke. Den Zuschauern beschert der scharfe Wettbewerb trotzdem nicht nur Vorteile (S. 66).

Um Streaming geht es mittlerweile auch in der Spielebranche, denn mit Diensten wie Google Stadia zockt man in der Cloud und kann zu Hause auf klobige Hardware verzichten. Trotzdem bringen Microsoft und Sony in diesem Jahr neue Konsolen auf den Markt – nach sieben Jahren Wartezeit (S. 62).

Außerdem erklären wir, warum die DSGVO erst 2020 so richtig scharfgestellt wird (S. 70), wie Security-Chips das leidige Passwort-Problem entschärfen (S. 71) und warum Online-Inhalte von Regierungen immer stärker zensiert werden (S. 72).

Algorithmen aus den Achtzigern

Doch was ist mit dem Megatrend KI? Auch der wird 2020 in den Schlagzeilen bleiben. Voraussichtlich mit ähnlichen Nachrichten wie in den Vorjahren: Dass lernende Algorithmen in bestimmten Disziplinen wie Textgenerierung oder Bild- und Spracherkennung immer besser werden.

Solche Fortschritte werden allerdings vor allem dadurch getrieben, dass Forscher neues Trainingsmaterial für ihre künstlichen neuronalen Netze sammeln, was sehr aufwendig sein kann. Die Prinzipien der Algorithmen stammen hingegen aus den Achtziger und Neunziger Jahren – es sind technisch gesehen alte Hüte.

Ein Beispiel ist die Meldung, die Google und beteiligte Forscher gleich am 1. Januar diesen Jahres veröffentlichten: Ein von ihnen trainierter Algorithmus habe im Rahmen einer Studie Brustkrebs auf Röntgenbildern zuverlässiger erkannt als ausgebildete Radiologen.

Das Fachmagazin Nature betonte allerdings, es sei „ernüchternd, welche schiere Masse an Daten nötig ist, um KI-Algorithmen für klinische Aufgaben zu entwickeln und zu testen“. Brustkrebs gehöre zu den wenigen Krankheiten, für die es solche KI-geeigneten Daten gebe. Und selbst hier sei unklar, ob KI wirklich in der Praxis weiterhilft. Zum Beispiel, weil die meisten Bilder in der Studie von einem Mammografiesystem eines bestimmten Herstellers stammten. Die echte Welt sei nun mal komplizierter als kontrollierte Forschung.

Auch ein Google-Forscher blickte neulich kritisch auf den KI-Hype. „Wir können zwar Systeme entwickeln, die extrem gute Leistungen bei bestimmten Aufgaben zeigen, aber sie haben immer noch massive Einschränkungen“, fasste Francois Chollet im Herbst zusammen. Die aktuellen Systeme seien, „instabil, datenhungrig, nicht in der Lage, Situationen zu verstehen, die leicht von ihren Trainingsdaten oder den Annahmen ihrer Entwickler abweichen, und nicht in der Lage, sich auf die Handhabung von neuartigen Aufgaben umzustellen“.

In der Fachwelt hofft man schon seit Langem auf einen echten Durchbruch. Zum Beispiel auf Algorithmen, die nur wenige Beispiele sehen müssen, um daraus etwas Brauchbares zu lernen. Wie das funktionieren könnte, ist aber völlig unklar. Der nächste echte Fortschritt kann 2020 kommen, vielleicht aber auch erst in 20 Jahren – wann genau, wissen nicht einmal Unternehmensberater. *(cwo@ct.de)* c't

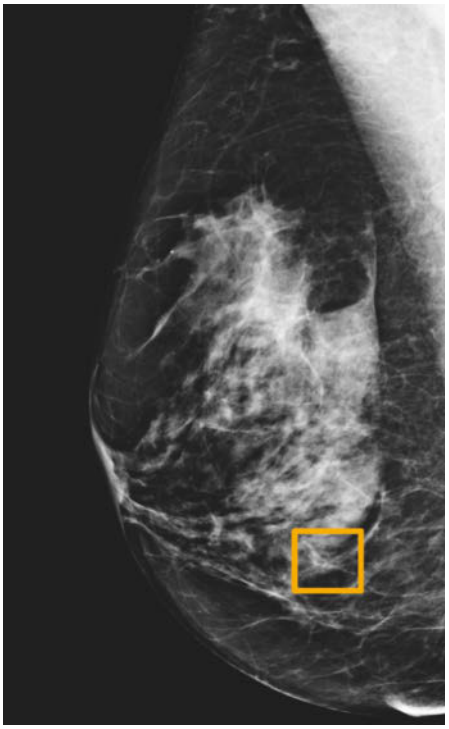
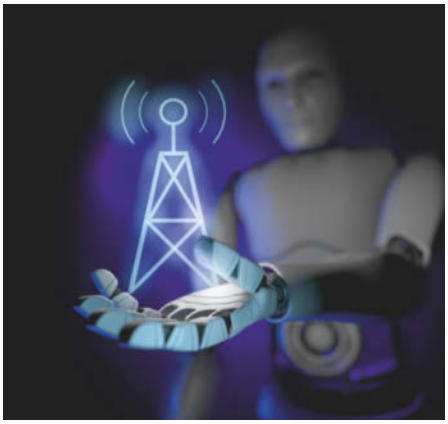


Bild: Northwestern University

Ein Google-Algorithmus hat in dieser Aufnahme korrekt einen Tumor erkannt, nachdem Radiologen nichts bösartiges erkennen konnten. Ob das in der Praxis weiterhilft, ist aus Sicht von Experten aber unklar.

Kleine und große Meilensteine



Die wichtigsten 5G-Trends: Smartphones, Frequenzen, Campus-Netze

Der Mobilfunk der fünften Generation nimmt 2020 Fahrt auf, allerdings zweigleisig: Die Mehrheit der Mobilfunknutzer kann von den kommenden Geräten gleitende Verbesserungen erwarten, während sich die Industrie auf einen weltweit beneideten Entwicklungssprung freut.

Von Dušan Živadinović

Für Otto-Normal-User wird die 5G-Technik hauptsächlich zwei Dinge verbessern: Wie bei den Vorgängern UMTS und LTE erhöht die neue Mobilfunkgeneration die Kapazität der Mobilfunkzellen und verkürzt die Signallaufzeiten (Latenz). Man kann in der ersten Ausbaustufe Datenraten auf Gigabit-Niveau und netzinterne Latenzen unter 10 Millisekunden erwarten (gängige LTE-Netze liefern netzintern etwa doppelt so lange Latenzen).

Weltweit haben bis Anfang 2020 61 kommerzielle 5G-Netze den Betrieb aufgenommen. Das entspricht rund 10 Prozent aller LTE-Netzbetreiber, meldet die Branchenvertretung GSA. Damit gehört Deutschland zu den Vorreitern bei der 5G-Aufrüstung, denn auch Vodafone und die Deutsche Telekom haben bereits mit dem 5G-Ausbau begonnen. O2 will im Laufe des Jahres starten und der Newcomer, 1&1-Drillisch, immerhin noch 2021. Alle vier werden zunächst vor allem in dicht besiedelten Gebieten aufrüsten, was auf allmählichen punktuellen Ausbau hinausläuft.

Dafür allein ein 5G-Smartphone anzuschaffen, lohnt kaum. Aber wer einen Neukauf erwägt, und sich oft in Hotspots wie Einkaufsmeilen aufhält, sollte ein 5G-Modell in die engere Auswahl nehmen, denn damit surft man vor allem zu Beginn des Ausbaus auf 5G-Frequenzen ungebremst, während sich die Masse der Smartphone-User die LTE-Gießkännchen teilen muss.

Für den 5G-Dienst bietet die Telekom neue Magenta-Mobil-Tarife, Bestandskunden müssen für 5G den Tarif wechseln. Bei Vodafone ist 5G bereits in den Tarifen Red 2019, Red XL unlimited, Young 2017, Young XXL unlimited, Black sowie in den Gigacube-Tarifen enthalten. Kunden mit RED-2016-, Red-2017- und Young-2016-Tarifen können 5G gegen einen Aufpreis von 5 Euro im Monat buchen. Wer einen älteren Vodafone-Tarif hat, muss wechseln, um 5G nutzen zu können. Für Kunden anderer Provider oder mit Prepaid-Vertrag ist das 5G-Netz bis auf Weiteres nicht zugänglich.

Weltweit 200 5G-Geräte

5G-Smartphones sind in Deutschland zurzeit nur als aufpreispflichtige Varianten von 4G-Smartphones zu haben, darunter das Samsung Galaxy A90 5G, Galaxy 10/10+ 5G, Huawei Mate 20 X 5G und Xiaomi Mi Mix 3 5G. Selbst vom Galaxy Fold gibt es eine 5G-Variante. Der Aufpreis beträgt bei den meisten Modellen rund 100 Euro, außer bei einzelnen High-Endern. Einige chinesische Hersteller bieten erste Geräte um 500 Euro an. Bis 5G unter 400 Euro überhaupt zu finden ist, vergeht noch einige Zeit. Der Trend weist aber klar in diese Richtung, denn weltweit sind rund 200 verschiedene 5G-Geräte entwickelt worden, davon laut der GSA bereits 60 Smartphones.

iPhone-Interessenten müssen auf das erste 5G-Modell vermutlich bis zum Herbst warten, bis es Apple schafft, eines der Qualcomm-Modems in seine iOS-Plattform zu integrieren.

Chips gibts

Aktuell ist das Angebot an 5G-Modems, -Chipsätzen und -Modulen überschaubar. In Massen gefertigt werden bisher: die Qualcomm-Plattformen Snapdragon 855 und 855+, die Modems X50 und X55, Samsungs Exynos 5100, Balong 5G01 und 5000 von Hi-Sillicon sowie Kirin 990 von Huawei. MediaTek folgt mit dem Modem Helio M70, das darauf aufsetzende System-on-Chip will MediaTek im Laufe des ersten Quartals 2020 an Interessenten ausliefern.

Über die Leistung der 5G-Chipsätze dringt bisher wenig nach außen, aber die Spitzendatenraten für die Downlink-Richtung starten bei 5 GBit/s (Qualcomm X50) und gehen über 6 GBit/s (Samsung Exynos 5100) bis hinauf zu 6,5 GBit/s (Hi-Silicon Balong 5000). Für sein noch taufrisches X55-Modem verspricht Qualcomm bis zu 7 GBit/s. Samsung dürfte sich mit dem Exynos 5123 und dessen Maximalrate von 7,35 GBit/s zumindest vorübergehend an die Spitze setzen. Der Mediatek Helio M70 soll bis zu 4,7 GBit/s bieten.

Zur Uplink-Richtung äußern sich die Chip-Hersteller nur diffus. Von der ersten Chip-Generation kann man Spitzenraten ab 1,5 GBit/s bis 3,5 GBit/s erwarten. Rund die Hälfte der kommerziell erhältlichen 5G-Chipsätze eignet sich auch für LTE.

Schneller als das Netz

Das klingt zwar alles fabelhaft schnell, aber klar ist auch: Damit man die Datenraten

der neuen 5G-Geräte ausschöpfen kann, braucht es viel breitere Funkbänder, als die Netzbetreiber zur Verfügung haben. Aktuell haben Telefónica, Telekom und Vodafone summa summarum je etwa 200 MHz zur Verfügung, wovon Teile für GSM und UMTS in Gebrauch sind. Aber selbst wenn sie alle Bänder für 5G zusammenschalten könnten, kämen sie allenfalls auf 2 bis 3 GBit/s. Damit kann man in Deutschland keines der 5G-Modems ausreizen.

Wie das gehen könnte, führt die US-amerikanische Regulierungsbehörde FCC vor: Unter der griffigen Bezeichnung „Facilitate Americas Superiority in 5G Technology“ (FAST) will sie zusätzliche Frequenzen im hohen Giga-Hertz-Bereich locker machen (24, 28, 37, 39 und 47 GHz, sog. mmWave-Bereich). Außerdem prüft sie weitere Kandidaten im mittleren Frequenzereich (2,5, 3,5 und 3,7 bis 4,2 GHz) sowie im unteren Bereich (600, 800 und 900 MHz). US-Netzbetreiber könnten ihre Netze in wenigen Jahren prinzipiell mit Systembandbreiten um 1 GHz herum betreiben. Damit kommen die von der 5G-Spezifikation zugesicherten Spitzenraten von 10 GBit/s in Reichweite.

mmWave für Deutschland

In Deutschland könnte die nächste Frequenzauktion für den 5G-Mobilfunk mit etwas Glück noch in diesem Jahr laufen. Dann kann jeder der vier deutschen Netzbetreiber vielleicht auf zusätzliche 100 bis 200 MHz aus dem 26-GHz-Band hoffen, mehr aber vorerst nicht.

Die mmWave-Frequenzen sind nicht für den flächendeckenden Einsatz gedacht, sondern für kleine Hotspots mit sehr hohen Geschwindigkeiten, extra-kurzen Latenzen oder besonders zuverlässigen Übertragungen.

Dabei fällt auf, dass die jüngste WLAN-Generation Wi-Fi 6 (IEEE-Norm 802.11ax) in puncto Geschwindigkeit durchaus mit 5G mithalten kann (siehe S. 112). Daraus folgt: Wenn Netzbetreiber Hotspots aufsetzen wollen, die lediglich hohe Internet-Surf-Geschwindigkeit liefern sollen, dann müssen sie nicht auf mmWave warten, sondern können gleich zum preisgünstigeren Wi-Fi-6-Access-Point greifen.

Zusätzlich lässt sich 5G mit mmWave-Frequenzen ähnlich wie die gescheiterte WiMax-Funktechnik für Breitband-Internet-Zugänge nutzen. Wie das geht, lässt sich an diversen Standorten in den USA beobachten. Dort bauen 5G-Router den Internet-Zugang über das mmWave-Band für deutlich unter 100 US-Dollar monatlich auf (Fixed Wireless Access, FWA). Weltweit haben bereits 34 Netzbetreiber 5G-Netze mit FWA-Angeboten in Betrieb genommen.

5G-FWA könnte vor allem der Telekom helfen, den Kabelmodem-Angeboten von Vodafone die Stirn zu bieten. Technisch ist die Glasfaser zwar überlegen, aber das Verlegen ist teuer. 5G-FWA könnte Gigabit-Geschwindigkeiten kostengünstiger liefern (Fiber-Like Wireless). Die Telekom und O2 wollen noch 2020 entsprechende Tarife zunächst für bisher vom schnellen Internet abgehängte Interessenten konzipieren. Die monatlichen Kosten orientieren sich mit um die 100 Euro an hochpreisigen Glasfaserangeboten.

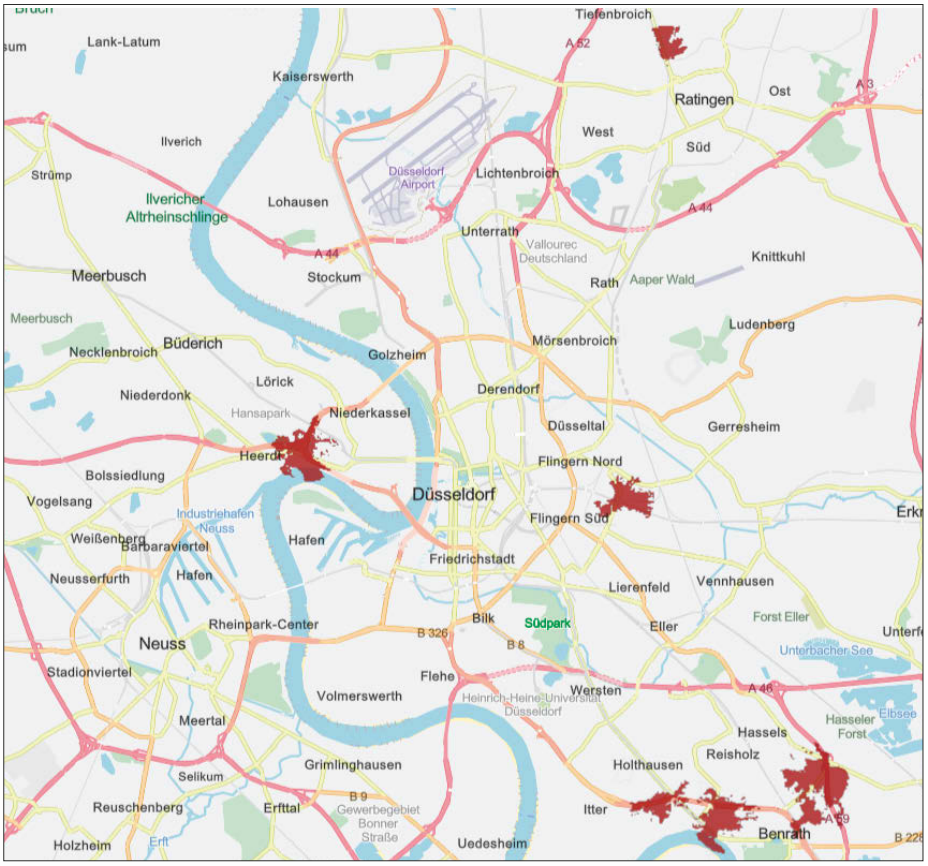
Für Firmen und Spiele

Unklar ist derzeit, wann und für wen das zweite große 5G-Versprechen spürbar wird: die sehr kurze Latenz. Setzt man einen Server direkt neben die Basisstation, schrumpfen die Signallaufzeiten auf 1 Millisekunde und weniger (Edge-Architektur).

Das ist in der Industrie besonders für zeitkritische Anwendungen wie die Robotersteuerung oder Wartungseinsätze mit Augmented-Reality-Unterstützung nützlich. Die Bundesnetzagentur hat im Oktober 2019 100 MHz im 3,7-GHz-Band freigegeben, das Firmen oder auch Landwirte für wenige hundert Euro jährlich auf dem Werksgelände oder dem Feld nutzen können (Campus-Netze). Mit dieser Regulierung könnte sich Deutschland weltweit an die Spitze der Campus-Netzentwicklung setzen.

Konzerne wie BASF, Bosch, Siemens, Daimler oder VW wollen diese Technik zur Optimierung ihrer speziellen Fertigungsprozesse einsetzen. Noch sind Geräte für den 3,7-GHz-Bereich rar und neu. 2020 gilt daher auch als Bewährungsjahr für 5G-Campusnetze.

Außerdem wollen manche Netzbetreiber die Edge-Architektur für Spiele mit sehr kurzen Latenzanforderungen nutzen. Wann und wo erste 5G-Basisstationen mit solchen Diensten aufgesetzt werden und für welche Spiele überhaupt, das wird im Laufe des Jahres klar werden. *(dz@ct.de)* ct



Mühsam ernährt sich das Eichhörnchen: Der 5G-Netzausbau ist angelaufen. Wie üblich kommen in den Genuss der neuen Technik anfangs nur wenige Nutzer.

Goldrausch

Der Wettbewerb der Flatrate-Videostreamingdienste verschärft sich

Immer mehr Videostreamingdienste rangeln um Zuschauer, immer mehr Geld fließt in exklusive Serien und Filme. Für das Publikum hat dieser Trend allerdings auch Nachteile.

Von Nico Jurran

Für den Oldie Netflix wird es ungemütlich: Mittlerweile machen ihm hierzulande Amazon Prime Video, Apple TV+ und Joyn Plus+ Konkurrenz. Bald startet in Deutschland noch Disney+ und vielleicht kommt in diesem Jahr ein weiterer Dienst von Warner hinzu.

Mehr Konkurrenz führt theoretisch zu steigender Qualität und sinkenden Preisen. Doch die Flut der Streamingdienste bringt in der Praxis für Verbraucher erst einmal einen Nachteil: das Angebot zersplittert immer mehr. Wer alle gerade angesagten Serien und Filme schauen will, müsste zig Abos abschließen – und damit erheblich mehr zahlen als heute.

Bislang umgab Netflix die Aura, zum Flatrate-Tarif alle wichtigen Filme und Serien zu liefern. Doch nun zieht Disney seine Inhalte dort ab und steckt sie in seinen eigenen Dienst.

Generalist oder Spezialist?

Netflix will dennoch weiter seinem Anspruch als echter „Vollsortimenter“ gerecht werden und unterschiedlichste Vorlieben bei Film- und Seriengenres, Dokumentationen und Shows bedienen.

Disney setzt hingegen vorrangig auf Serien und Shows rund um seine großen Marken: Bekanntestes Beispiel ist die exklusiv für Disney+ produzierte Star-Wars-Serie „The Mandalorian“, daneben gibt es Inhalte zur „High School Musical“-Filmreihe, den Marvel-Verfilmungen und „Toy Story“.

Apple TV bedient zwar verschiedene Genres, versucht aber, die Masse anzusprechen, indem es Hochglanz-Produktionen mit bekannten Schauspielern und Regisseuren in Auftrag gibt. Im Ergebnis soll laut US-Medienberichten jede Folge von „The Morning Show“ und von „See – Reich der Blinden“ satte 15 Millionen Dollar in der Produktion kosten.

Joyn Plus+ wirft zusätzlich gestreamtes Live-TV in die Waagschale. In den USA will Disney Sportfans mit einem Bundle aus Disney+ und seinem Sportsender ESPN abholen, was hierzulande nicht klappen dürfte. In Deutschland wird spannender, was Amazon aus den Champions-League-Rechten macht. Endgültig vorbei sind jedenfalls die Zeiten, in denen man bei Sportveranstaltungen die Streamingrechte als Abfallprodukt der TV-Rechte sah.

Ausweichstrategien

Die Entwicklung könnte für die Dienste jedoch nach hinten losgehen. Denn ob die Kunden Lust haben, bei den (Macht-)Spielchen mitzumachen, bleibt abzuwarten. Von Studioseite hörte c’t jedenfalls bereits Befürchtungen, Hollywood könnte sich mit seiner Abkehr von Netflix selbst in den Fuß geschossen haben, weil man den „Zauber“ der Flatrate-Videodienste als All-you-can-watch-Angebote zerstört habe.

Mancher Zuschauer plant jedenfalls bereits, bei der Nutzung von Streamingdiensten künftig nach einer einfachen Strategie vorzugehen: Abo abschließen, gewünschte Inhalte schauen, Abo kündigen. Dank der monatlichen Kündigungsfristen ist das kein Problem.

Und es gibt noch einen anderen Trend, der das Geschäftsmodell der Dienste gefährdet: Das Teilen von Familienaccounts mit Personen, die gar nicht im Haushalt leben. Ein Kölner Unternehmen hat mit „DigiShare“ daraus sogar ein Geschäftsmodell gemacht. Vermutlich werden die Dienste dies nicht hinnehmen und technisch sowie rechtlich Maßnahmen ergreifen, um diesem Treiben ein Ende zu setzen.

Wahrscheinlich ist auch, dass als Folge der Zersplitterung des Angebots wieder vermehrt illegale Kopien im Netz gehandelt und getauscht werden. Dieses Problem der Inhalteanbieter schien sich zuletzt zu verkleinern durch Netflix und sein „Mehr als man gucken kann“-Sortiment.

Wer lässt sich wie locken?

Die Taktik der Dienste ist an sich ganz einfach: Sie wollen, dass der Kunde ein Abo abschließt und nicht wieder kündigt. Dazu müssen sie ihn mit immer neuen, für ihn passenden Inhalten bei der Stange halten – und ihm diese auch so präsentieren, dass er sie nicht übersieht. Künftig spielen Empfehlungsalgorithmen daher eine noch größere Rolle.

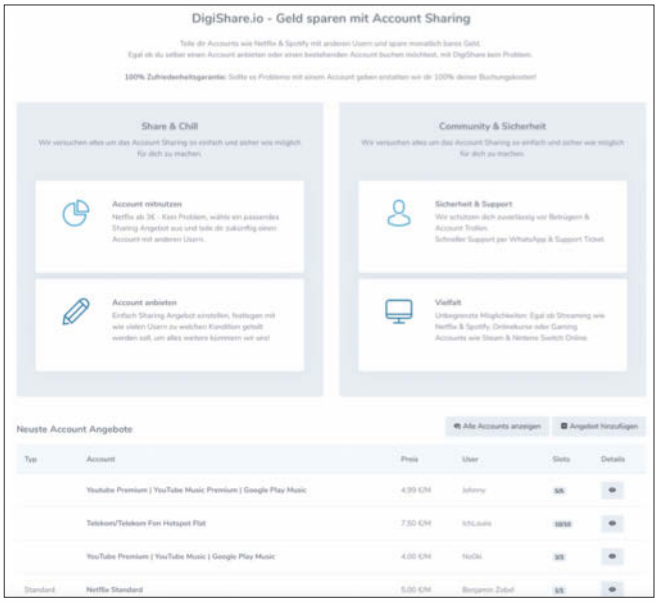
Außerdem ist Exklusivität das Zauberwort. Netflix lebt dies vor – mit „Originals“, die auch Jahre nach der Premiere nirgendwo anders zu sehen sind. 2019 veröffentlichte der Gigant 371 Eigenproduktionen, eine Steigerung von fast 55 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Netflix’ Ausstoß übertrifft heute den der gesamten US-Fernsehindustrie vor 2006. Die Zahl dürfte weiter steigen – und damit Netflix’ Kosten.

Wenn Disneys Konkurrenten versuchen, gegen Star Wars und Marvel mit anderen bekannten Reihen mitzuhalten, spielt das den Rechteinhabern in die Hände: CBS verkaufte jüngst die internationalen Streamingrechte am Star-Trek-Spin-Off „Picard“ an Amazon, nachdem es mit „Star Trek: Discovery“ einen entsprechenden Deal mit Netflix gemacht hatte. Auch, dass im TV abgesetzte Serien bei Streamingdiensten fortgesetzt werden (zuletzt geschehen bei „The Expanse“),

darf man künftig wohl häufiger erleben. Schließlich kauft ein Dienst mit der Lizenz im Prinzip die Fanbasis mit ein, bringt oder hält also Abonnenten.

Apropos Serien: Sie stehen neben Show- und Dokureihen bei allen Diensten im Fokus, weil sich mit ihnen Strecke machen lässt – und ist der Zuschauer erst einmal am Haken, verzeiht er auch mal schwächere Episoden. Apple TV+ und Disney+ spinnen diesen Ansatz noch weiter, indem sie Staffeln wie üblich Episode für Episode veröffentlichen und so das schnelle Durchgucken von Serien („Binge Watching“), mit dem Netflix so berühmt wurde, verhindern. Kombiniert mit zeitlich versetzten Starts neuer Serien hofft Apple, Kunden so trotz überschaubarem Angebot halten zu können.

Die Exklusivität beim Streaming beeinflusst auch schon den Offline-Markt: Disney sparte sich bei seinen Filmen die dynamischen HDR-Fassungen in Dolby Vision für seinen Dienst auf, auf den UHD-Blu-rays gibt es stattdessen nur ein statisches HDR-Bild.



Die Website DigiShare stellt den Kontakt zwischen Nutzern her, die sich Medienangebote teilen wollen. Bei der Frage der Legalität bleiben die Betreiber vage: Interessenten mögen doch bitte beim Anbieter nachfragen, ob Sharing gestattet ist.

Auf vielen Wegen

Die Ansprüche der Zuschauer sind auch bezüglich der Aufbereitung der Inhalte hoch. Viele Fans amerikanischer Filme und Serien wollen diese heute mit Originalton schauen. Andere Nutzer verlangen wiederum deutschen Ton – in gleich guter Qualität. Apple TV+ bot als erster Dienst Inhalte generell mit deutschem und englischem 3D-Sound im Dolby-Atmos-Format an. Ende Dezember 2019 zog Netflix bei „The Witcher“ nach.

Notebooks, Smartphone und Mobilfunk-Flatrates haben wiederum dafür gesorgt, dass Videos heute unterschiedlich konsumiert werden: Während ein Teil der Zuschauer sie in gemütlicher Atmosphäre am Fernseher oder Beamer genießt, wollen andere mit Serien und Filmen am Mobilgerät Leerläufe, etwa bei Bahnfahrten, überbrücken.

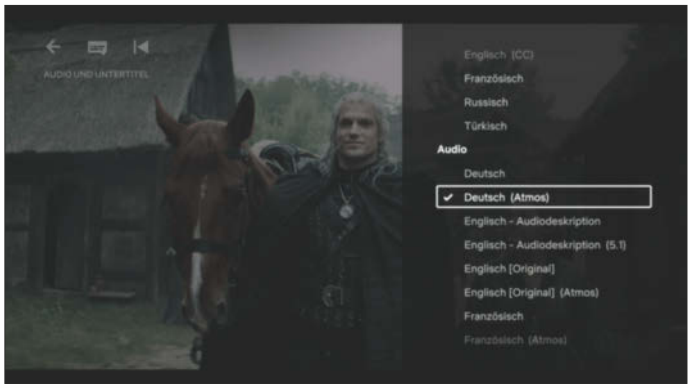
Die verschiedenen Ansätze sorgen auch für unterschiedliche technische Ansprüche der Kunden: So möchten die Unterwegs-Gucker möglichst frei entscheiden können, auf welchem Gerät sie mit welchem Betriebssystem und welchem Browser die Inhalte anschauen. Auch Downloads für Zeiten ohne schnelles Internet sind für sie zwingendes Feature.

Bei den Wohnzimmer-Guckern reicht die Spannweite wiederum von denjenigen, denen es nur um eine störungsfreie Wiedergabe geht, bis hin zu denen, die als echte „Heimcineasten“ Bild und Ton in bestmöglicher Qualität haben wollen. Und letztere Gruppe dürfte mit der Durchschnittsgröße der TVs in deutschen Wohnzimmern weiter wachsen.

Kein Dienst kann sich mehr leisten, nur auf vereinzelten Geräten vertreten zu sein – weshalb sich selbst Apple bei Apple TV+ öffnen musste. Umgekehrt betrachten es Kunden bei TVs heute als Mangel, wenn TV-Apps für verbreitete Dienste wie Netflix und Amazon Video fehlen. Und mit jedem neuen Dienst erhöht sich der Druck auf beiden Seiten.

Aktuell kann niemand sagen, welcher Dienst mit welcher Strategie letztlich erfolgreich sein wird. Denkbar ist, dass sich dies am Ende alleine dadurch entscheidet, dass einigen Diensten die Puste – sprich das Geld – ausgeht. *(nij@ct.de)* c't

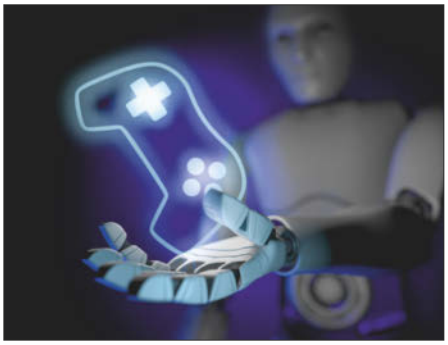
Disney produzierte exklusiv für seinen Streamingdienst die Star-Wars-Realserie „The Mandalorian“ und lieferte damit Fanservice auf hohem Niveau. Eine Serie rund um Obi-Wan Kenobi soll folgen.



Netflix lieferte „The Witcher“ als erste Serie ohne deutsche Produktionsbeteiligung mit deutschem Ton im 3D-Format Dolby Atmos aus. Ob dies die Ausnahme bleibt, ist aktuell noch unklar.

Spiele in Wolke und Wohnzimmer

Cloud-Gaming-Dienste konkurrieren mit Spielkonsolen



2020 haben Zocker mehr Auswahl als sonst: Soll es eine brandneue Konsole sein, ein Abo für Cloud-Gaming – oder beides?

Von Daniel Herbig

Zocken wir in Zukunft weiterhin lokal auf Konsole und PC – oder dank Cloud Gaming immer und überall da, wo es WLAN gibt? Das Jahr 2020 wird erste Antworten auf diese Frage liefern. Denn Sony und Microsoft bringen nach sieben Jahren Wartezeit neue Spielkonsolen auf den Markt. Gleichzeitig reifen Cloud-Gaming-Dienste wie Google Stadia zu ernstzunehmenden Alternativen.

Cloud Gaming ist ein Paradigmenwechsel: Nutzer brauchen keine potente Grafikkarte mehr, keinen Gaming-Rechner, keine Spielkonsole. Die Spiele laufen stattdessen auf den Servern der Anbieter. Das Eingabesignal, das der Nutzer an seinem Endgerät eingibt, wird an die Server übermittelt und dort umgesetzt. Das Ergebnis schickt der Server als Videostream zurück. Das funktioniert auch auf dem Handy, dem schwachbrüstigen Laptop oder direkt auf dem Smart TV.

Doch Cloud Gaming hat auch Schwächen. Um flüssig zu spielen, ist eine schnelle und vor allem stabile Internetverbindung notwendig. Selbst mit einer High-Speed-Leitung kann es zu Verzögerungen zwischen Eingabe und Reaktion kommen. Und der durchwachsene Start von Google Stadia Ende des vergangenen Jahres zeigt, dass noch mehr schieflaufen kann: Fehlende Features und eine magere Auswahl an Spielen enttäuschten die frühen Abonnenten.

Im Lauf des Jahres 2020 wird Google den Dienst ausbauen, um den schlechten Ersteindruck vergessen zu machen: Unter anderem sollen zusätzliche Spiele und die versprochene YouTube-Integration kommen. Auch eine Basis-Variante ohne regelmäßige Abo-Zahlungen ist angekündigt. Bei Microsoft steht außerdem der Konkurrenz-Dienst xCloud in den Startlöchern, der Stadia mit einem von Anfang an großen Spieleangebot richtig Dampf machen könnte.

Die Entscheidung zwischen klassischem Gaming auf Konsolen oder PCs und dem Cloud Gaming ist nicht unbedingt binär. Cloud Gaming muss das traditionelle Zocken nicht ersetzen, sondern kann es ergänzen. Schnelle Ego-Shooter zockt man dann vielleicht weiterhin mit niedriger Latenz auf dem PC oder der Konsole, langsame Rundentaktikspiele aber mit Stadia auf dem Tablet.

Konsolenkrieg

Auch Sony und Microsoft scheinen es so zu sehen: Beide arbeiten an Cloud-Gaming-Angeboten, wollen aber vor Weihnachten trotzdem noch eine neue Generation waschechter Gaming-Konsolen auf den Markt bringen. Die offiziell angekündigten technischen Daten von Xbox Series X und Playstation 5 lesen sich verblüffend ähnlich: Beide bekommen eine GPU mit Navi-Architektur von AMD, während die CPU auf AMDs Zen 2 basiert. Schnelle SSDs sollen außerdem größere und offenere Spielwelten ohne Ladezeiten ermöglichen.

Weil sich die Technik so sehr ähnelt, wird der Konsolenkrieg mit anderen Mitteln ausgetragen werden. Ausschlaggebend für Erfolg oder Misserfolg werden Apps, Services und vor allem die Spiele. Bei der aktuellen Konsolengeneration hatte Sony klar die Nase vorn. Blockbuster wie God of War, Horizon Zero Dawn und Uncharted 4 laufen ausschließlich auf der Playstation 4. 2018 hat Microsoft damit begonnen, aggressiv Studios einzukaufen, um zusätzliche Exklusivspiele zu entwickeln. Seitdem gehören unter anderem Hellblade-Entwickler Ninja Theory und die bekannten RPG-Macher von Obsidian Entertainment zu Microsoft. Die Früchte dieser Bemühungen werden beim Verkaufsstart der neuen Xbox sichtbar werden. Bis jetzt hält Microsoft viele der in Arbeit befindlichen Top-Titel unter Verschluss, bekannt sind lediglich Halo Infinite und Hellblade 2.

Auch Sony verrät noch nicht, welche Spiele zum Start der Playstation 5 in den Handel kommen. Da die Launch-Titel aber so immens wichtig sind, kann man von hochwertigen Spielen ausgehen. Auch unabhängige Entwicklerstudios wollen zum Start der neuen Konsolen mit einem starken Portfolio vertreten sein, dürfen ihre Spiele für Xbox Scarlett und PS5 aber noch nicht der Öffentlichkeit vorstellen. Das führt zu einer merkwürdigen Situation: Wir erwarten für 2020 eine Menge interessanter Spiele für Konsolen und PCs, wissen aber noch nicht, welche genau.

Zu den spannendsten bereits angekündigten Spielen gehören Doom, Teil 2 von The Last of Us und Cyberpunk 2077. Sie alle erscheinen aber vorerst noch für die aktuellen Konsolen. *(dahe@ct.de)* c't

Gaming mit und ohne Kiste: Die kommende Xbox sieht aus wie ein Mini-PC. Für Google Stadia braucht man hingegen nur einen Controller und einen Chromecast-Stöpsel.

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.

3 × als Heft

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

MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

Das Jahr der Horror-Bußgelder?

Die DSGVO wird erst 2020 richtig scharfgestellt

Deutsche Datenschutzbehörden deuteten bereits Ende 2019 an, dass sie den Strafrahmen der DSGVO nun auszuschöpfen gedenken. Für schlampige Unternehmen könnte 2020 ein teures Jahr werden.

Von Joerg Heidrich

Gerade schien sich die Lage beruhigt und ein wenig eingependelt zu haben: Nach dem Start der europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) im Mai 2018 herrschte zunächst Hysterie, dann Erleichterung vor. Verantwortliche in den Unternehmen und Behörden hatten sich mühsam durch Verarbeitungsverzeichnisse gekämpft, mit Datenschutzerklärungen gerungen und schließlich sogar teilweise das Cookie-Problem gebändigt.

Zudem mussten und müssen viele der Betroffenen den Umgang mit einer ganzen Reihe neuer Methoden lernen, mit denen sie sich bislang eher am Rand beschäftigt hatten – etwa die Folgenabschätzung, die Einschätzung des Stands der Technik oder Löschkonzepte. Gerade dieser sehr technische Bereich des Datenschutzes wurde bis dato gerne ignoriert. Aber das Nachsitzen war scheinbar von Erfolg gekrönt, hohe Strafen blieben zunächst aus.

Während die Kollegen in den umliegenden europäischen Staaten bereits sechsstellige Bußgelder verhängten, hielten sich die Aufseher in den deutschen Bundesländern zunächst an ihre Ansage, erst einmal zu beobachten und zu beraten. Dass sie diese Zurückhaltung 2020 ablegen werden, deuteten sie in der zweiten Jahreshälfte 2019 bereits an. Nach den jüngsten Entscheidungen der Aufsichtsbehörden ist es um die trügerische Ruhe geschehen.

Wie teuer es sein kann, wenn man unberechtigt Kundendaten sammelt, musste beispielsweise im November die Deutsche Wohnen SE erleben. Dem Immobilienunternehmen wird von der Berliner Datenschutzbeauftragten vorgeworfen, ein Archivsystem zu verwenden, das keine Möglichkeit vorsieht, nicht mehr erforderliche Daten zu entfernen. In einer Datenbank seien „teilweise Jahre alte private Angaben betroffener Mieter“ gespeichert gewesen. Dabei handelte es sich etwa um Gehaltsbescheinigungen oder Kontoauszüge. Das Unternehmen sei zudem bereits 2017 auf diesen Missstand aufmerksam gemacht worden, habe darauf aber keine substanziellen Verbesserungen vorgenommen.

Abschreckende Summen

Bei der Berechnung des Bußgelds hat die Berliner Datenschutzaufsicht erstmals ein neues Berechnungssystem angewandt, auf das sich zuvor die deutschen Datenschutzbehörden geeinigt hatten. Es geht vom Jahresumsatz des Verantwortlichen aus und berücksichtigt weitere Faktoren wie den Schweregrad des Verstoßes, das Verschulden und mögliche Wiederholungen. Das Ergebnis soll ein Bußgeld sein, das „in jedem Einzelfall nicht nur wirksam und verhältnismäßig, sondern auch abschreckend“ ist. Im Fall der Deutschen Wohnen SE mit einem Jahresumsatz von einer Milliarde Euro errechnete die Datenschutzbeauftragte auf dieser Basis eine saftige und sicher auch abschreckende Geldbuße von 14,5 Millionen Euro.

Dass Bußgelder in vergleichbarer Höhe schon für weitaus weniger gravierende Verstöße anstehen könnten, zeigte dann zum Jahresende der Fall von 1&1. Die Mobilfunksparte des Konzerns soll nach Ansicht des für den Bereich der Kommunikation zuständigen Bundesdatenschutzbeauftragten eine Strafe in Höhe von 9,5 Millionen Euro zahlen. Laut 1&1 geht es in dem nicht veröffentlichen Bußgeldbescheid um eine mangelhafte Authentifizierung zur telefonischen Abfrage der Handynummer eines ehemaligen Lebenspartners in einem einzigen Fall.

Nach Ansicht des Bundesdatenschutzbeauftragten Ulrich Kelber habe das Auskunftsverfahren in der bisherigen Form ein „Risiko für den gesamten Kundenbestand“ dargestellt. Und obwohl 1&1 sich „einsichtig und kooperativ“ gezeigt habe und ein neues, deutlich verbessertes Authentifizierungsverfahren einführen wolle, sei das Bußgeld auch in dieser Höhe geboten. 1&1 hat bereits angekündigt, sich gegen den erteilten Bescheid zu wehren.

Konfliktlinien

Beide Verfahren zeigen exemplarisch, in welchem Bereich der DSGVO 2020 massive Streitigkeiten – und hohe Bußgelder – zu erwarten sind. Das gilt unter anderem für den Betrieb von CRM-Systemen und die dort gesammelten Kundendaten. Es stellt sich insbesondere die Frage, welche Daten dort vorgehalten werden dürfen, wer darauf zugreifen darf, wie sie ergänzt (Fachsprache: „angereichert“) werden dürfen und was wann gelöscht werden muss.

Eine weitere Konfliktlinie wird sich entlang der technischen Anforderungen auftun, welche die DSGVO für die Speicherung personenbezogener Daten stellt. Maßgeblich bestimmend für diese Strukturen sind die zentralen Vorgaben zur IT-Sicherheit in Art. 32 DSGVO. Gerade bei hochsensiblen Daten wie solchen aus dem Bereich der Gesundheit ergeben sich daraus enorm hohe Vorgaben, was insbesondere den „Stand der Technik“ angeht. Hinzu kommen zu dokumentierende Risikoanalysen im Rahmen von Datenschutzfolgenabschätzungen. Nicht nur für Datenschutzbeauftragte und Anwälte, sondern gerade auch für IT-Spezialisten wird daher 2020 ein spannendes Jahr werden. *(hob@ct.de)* c't

Chip statt Passwort

Sicherheitschips stärken oder ersetzen Passwörter

SmartCards sind zwar ein alter Hut, doch nun kommt ihre Technik in abgewandelter Form immer häufiger zum Einsatz: FIDO2-Sticks ersetzen Passwörter und man zahlt per Smartphone.

Von Christof Windeck

Ältere c't-Leserinnen und c't-Leser erinnern sich noch an Telefonkarten für öffentliche Telefonzellen: Das war einer der ersten weit verbreiteten Anwendungsfälle für Sicherheitschips, die geheime Daten wie Passwörter oder kryptografische Schlüssel schützen. Nun sind sie allgegenwärtig, etwa in Kreditkarten, Mobilfunk-SIMs, Funk-Autoschlüsseln, Pay-TV-Karten – und in Smartphones.

IT-Riesen wie Google und Microsoft ermöglichen es nun immer häufiger, statt eines Passworts einen Sicherheitschip zur Anmeldung an Online-Accounts zu verwenden oder auch als zweiten Faktor, um Konto-Diebstahl zu verhindern. Auf Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) vor allem per Smartphone-App setzen auch Banken, um Online-Zahlvorgänge nach der EU-Vorgabe PSD2 abzusichern.

2FA auf Basis eines Hardware-Vertrauensankers (Root of Trust, RoT) boomt auch deshalb, weil nicht mehr jede Anwendung eine spezielle SmartCard braucht: Eine App für iOS und Android genügt, um den im Smartphone eingebauten Sicherheitschip für weitere Dienste zu nutzen. Apple Pay und Google Pay kopieren letztlich die Funktionen einer Kreditkarte aufs Smartphone.

Ein weiterer gängiger Sicherheitschip ist das Trusted Platform Module (TPM) in PCs und vor allem in Notebooks. Das TPM attestiert unabhängig vom Hauptprozessor die Integrität des BIOS. Auch Microsofts Festplatten- und SSD-Verschlüsselung BitLocker bindet den Schlüssel ans TPM. Ein Hardware-RoT ist zudem für die automatisierte Kommunikation zwischen Maschinen wichtig, weil hier Passwörter nicht helfen. Der „Thuya-Hack" auf Millionen von WLAN-Schaltsteckdosen belegt die Verwundbarkeit des Internet of Things (IoT) durch manipulierte Firmware. Deshalb hat das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) lange an Vorschriften für vernetzte Stromzähler (Smart Meter) gefeilt, die ebenfalls einen Sicherheitschip brauchen.

Um das auf Milliarden von Geräten wachsende IoT und dessen Cloud-Infrastruktur abzusichern, entwickeln Amazon, Google und Microsoft jeweils eigene Chips, deren kryptografische Schlüssel sie selbst in den Händen haben. Damit wollen sie sich unabhängig machen von Zulieferern, aber auch von Regierungen. Um das Vertrauen in die RoT-Infrastruktur zu stärken, legt Google die Hardware seines OpenTitan mit RISC-V-Mikrocontroller offen. Er kommt zunächst in Cloud-Servern zum Einsatz, später wohl auch in Pixel-Smartphones und Chromebooks.

Kleine FIDO2-„Sicherheitsschlüssel" verbinden sich per USB, Bluetooth oder NFC mit PC und Smartphone, um Online-Konten zu schützen.

FIDO2-Schlüssel

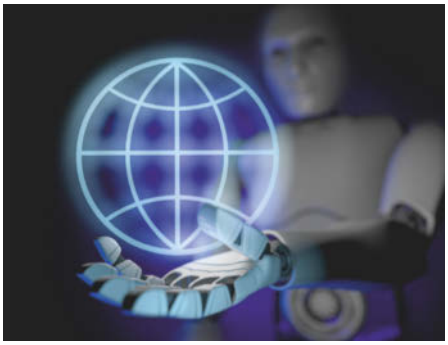
FIDO2-Schlüssel sind Sicherheitschips mit festgelegtem Funktionsumfang und einem gängigen Interface wie USB-A, USB-C, Apple Lightning oder mit Nahfunktechniken wie Bluetooth und NFC. Letzteres kennt man von kontaktlosen „Giropay"-Bezahlkarten und RFID-Chips. Wichtig ist bei FIDO2 auch ein Taster, den man bei der Anmeldung betätigen muss: als Bestätigung, dass man den Vorgang persönlich ausgelöst hat – und nicht etwa eine Malware. Manche FIDO2-Sticks haben auch Fingerabdrucksensoren.

In den einfachsten Sicherheitschips steckt kaum mehr als geschützter, nichtflüchtiger (Flash-)Speicher, der sich nur durch ein kryptografisch gesichertes Verfahren überschreiben lässt. Das genügt beispielsweise bei den eingangs erwähnten Telefonkarten, um Unbefugte daran zu hindern, den Stand des Guthabens zu manipulieren. In heutigen SmartCard-ICs stecken außerdem Mikrocontroller mit Hardware-Einheiten für Zufallszahlen und Kryptoalgorithmen. Sie erzeugen Hashes (Beispiel: SHA256) und digitale Signaturen (RSA, ECDSA), können letztere auch verifizieren und PIN-Eingaben autonom prüfen. Die wiederum schützt ein viel komplexeres Geheimnis als eigentlichen Schlüssel. Letzteren löscht der Chip nach mehreren falschen PIN-Eingaben oder er verlangt eine PUK, um ihn weiterzuverwenden.

Smartphone-Prozessoren setzen auf ARM-Rechenwerke. ARM liefert dazu die TrustZone-Erweiterung, die Sicherheitsfunktionen in der Handy-CPU verankert. Diesen geschützten Bereich nutzen auch biometrische Authentifizierungsmethoden wie Face ID und Fingerabdrucksensoren. Zertifizierte TrustZone-Anwendungen gelten als dermaßen sicher, dass Banken ihnen vertrauen. *(ciw@ct.de)* c't

Geknebelt

Immer mehr Länder zensieren das Internet systematisch



Eine steigende Zahl von Zensurgesetzen lässt das Internet in nationale Teilnetze zerfallen. Eine unrühmliche Rolle spielt dabei das deutsche Netzwerkdurchsetzungsgesetz.

Von Monika Ermert und Christian Wölbert

Am 30. November veröffentlichte Facebook in Singapur einen Satz, der weltweit Beachtung fand: „Facebook ist rechtlich verpflichtet, Ihnen mitzuteilen, dass dieser Beitrag laut der Regierung von Singapur falsche Informationen enthält“, stand unter einem Post eines regierungskritischen Bloggers.

Es war das erste Mal, dass Facebook ein neues und umstrittenes Gesetz des Stadtstaates anwendete. Der im Oktober in Kraft getretene „Protection from Online Falsehoods and Manipulation Act“ zwingt Online-Firmen dazu, Beiträge zu sperren oder zu korrigieren, die aus Sicht eines beliebigen Kabinettsmitglieds falsche Tatsachen enthalten. Wer einer entsprechenden Order nicht Folge leistet, muss mit einer Gefängnisstrafe von bis zu 10 Jahren rechnen.

Das singapurische Gesetz mag besonders drakonisch ausfallen, doch es ist kein Einzelfall: Zahlreiche Staaten haben in jüngster Zeit spezielle Gesetze für Internetzensur erlassen, darunter Russland, Weißrussland, Malaysia, Vietnam, Venezuela und Honduras. In Nigeria und auf den Philippinen werden Entwürfe diskutiert, die den Regeln in Singapur ähneln.

Fake News als Vorwand

Allie Funk, Expertin für Internetfreiheit beim amerikanischen Think Tank Freedom House, sieht mehrere Gründe für diese Entwicklung. Ein wichtiger Punkt sei das Aufkommen von Fake News und Volksverhetzung in sozialen Netzwerken, sagt sie im Gespräch mit c’t. „Viele demokratische Regierungen wollen sich mit guten Absichten dagegen wehren.“ Die ergriffenen Gegenmaßnahmen seien aber oft weniger gut. So kritisiert Funk das deutsche Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG), weil es die Zensuraufgaben an private Firmen wie Facebook und Google auslagert.

Der Kampf gegen Fake News und Hetze werde aber auch von weniger demokratischen Ländern sowie von autoritären Regimen als Vorwand genutzt, sagt Funk. Staaten wie Vietnam gehe es in erster Linie um „neue Werkzeuge, mit denen sie Aktivisten hinter Gitter bringen“. Solche Länder eifern also China nach – dem berüchtigten Vorreiter beim Thema Online-Zensur. Auch der Internet-Vordenker und Google-Angestellte Vint Cerf unterscheidet zwischen demokratischen und autoritären Staaten. Erstere wollten verstärkt gegen Desinformationskampagnen vorgehen, letztere eher verhindern, dass über Korruption berichtet wird. „Das Resultat sind zunehmende Zensuranstrengungen.“

Die Internet-Expertin Allie Funk sieht im deutschen NetzDG eine „bequeme Ausrede“ für autoritäre Länder.

Der dänische Menschenrechtsexperte Jacob Mchangama veröffentlichte im November eine Analyse der in den beiden vergangenen Jahren erlassenen oder vorgeschlagenen Internet-Zensur-Gesetze. Die Mehrheit stammt demnach aus Staaten, die Meinungsäußerung und Berichterstattung ohnehin schon stark einschränken. Verbotene Inhalte werden dort häufig nur schwammig definiert – zum Beispiel untersagt Russland das wissentliche Verbreiten „unzuverlässiger, sozial bedeutsamer Informationen“ und „klarer Verachtung“ von Gesellschaft oder Staat.

Feigenblatt NetzDG

Mehrere undemokratische Regierungen, darunter Russland und Venezuela, führten das deutsche NetzDG explizit als Rechtfertigung oder Inspiration für ihre Maßnahmen an, wie Mchangama betont. Deutschland habe, ohne dies zu beabsichtigen, einen „Prototyp für globale Online-Zensur“ geschaffen. Funk sieht das ähnlich: Das deutsche NetzDG habe autoritären Ländern als „bequeme Ausrede“ gedient, auch wenn die Regeln und Rechtssysteme sich tatsächlich stark unterscheiden.

Die Zensurschere ist nur eines von mehreren Werkzeugen zur Unterdrückung von freier Rede und Berichterstattung. Immer mehr Regierungen blocken bestimmte Webseiten in ihrem Hoheitsgebiet – oder verhindern zeitweise sogar den Zugriff auf das komplette Internet, wie jüngst während Protesten im Iran. 2019 erreichte die Zahl der Blockaden einen neuen Höchststand (siehe c’t 2/20, S. 14). Russland arbeitet mittlerweile ganz offiziell an der Infrastruktur für ein autonomes „RuNet“.

Eine weitere Methode sind Lobbymaßnahmen bei der Organisation ICANN, die vor allem für die Zulassung neuer Top Level Domains (TLD) im Internet zuständig ist. Sie musste sich zum Beispiel staatliche Einwände gegen die Einführung neuer TLD wie .gay und .islam anhören. Im Fall von .gay entschieden einige Länder am Ende schlicht, dass in „ihrem“ Internet die Adresszone .gay erst gar nicht zugelassen wird. Statt einzelner Domains wird also etwa in manchen arabischen Ländern gleich eine ganze TLD geblockt.

Im kommenden Jahr wird bei der ICANN intensiv über die nächste Erweiterungsrunde diskutiert. Der Regierungsbeirat arbeitet bereits jetzt auf Hochtouren, um neben staatlichen Einspruchsrechten gegen bestimmte Namen auch Auflagen für Besitzer von TLD zu formulieren, wie sie mit „schädlichen“ Inhalten in „sensiblen“ TLDs umzugehen haben.

Aus Sicht der Expertin Allie Funk führt die zunehmende staatliche Kontrolle über das Netz dazu, dass die Meinungsfreiheit immer stärker eingeschränkt wird. Für zivilgesellschaftliche Organisationen werde es schwieriger, Proteste zu organisieren – und auch Journalisten würden immer stärker behindert.

Laut der Freedom-House-Studie „Freedom on the Net“ wurden im vergangenen Jahr in 47 von 65 untersuchten Ländern Internet-Nutzer aufgrund von Äußerungen im Netz inhaftiert, ein neuer Höchststand. Insgesamt geht der Grad der „Internetfreiheit“ laut der Studie seit Jahren zurück.

Splinternet statt Internet

Global gesehen zersplittert das World Wide Web durch Zensur und Blockaden in nationale Teilnetze. Manche Experten sprechen deshalb bereits vom „Splinternet“. Die Vorstellung des Internets als einheitliches Netzwerk wirke „zunehmend veraltet“, formuliert die Zeitschrift Economist.

Aufhalten lässt sich der Zensurtrend wohl kaum. Selbst in Großbritannien, wo freie Rede traditionell einen hohen Stellenwert genießt, plant die Regierung ein Online-Zensurgesetz. Laut einem Whitepaper aus dem vergangenen Frühjahr soll es dabei nicht nur um Terrorpropaganda und Kinderpornografie gehen, sondern auch um schwer zu definierende Inhalte wie Hetze und Mobbing. Auch Frankreich arbeitet zurzeit an einem Gesetz, das Plattformbetreiber zum Löschen verpflichten soll. Die deutsche Bundesregierung plant mittlerweile bereits die Verschärfung ihres NetzDG: Die Betreiber sozialer Netzwerke sollen illegale Inhalte künftig nicht nur sperren, sondern auch dem Bundeskriminalamt melden, samt IP-Adresse des Urhebers.

Jacob Mchangama ruft in seiner Analyse Länder wie Deutschland auf, ihren Ansatz zu überdenken. Angesichts der „systematischen weltweiten Angriffe auf die Meinungsfreiheit“ hätten demokratische Länder eine besondere Pflicht. Sie müssten im Zweifel „zu Gunsten der Meinungsfreiheit irren“ anstatt der Versuchung zu erliegen, illiberale Inhalte mit illiberalen Gesetzen zu bekämpfen.

Was ist Lüge, was wahr?

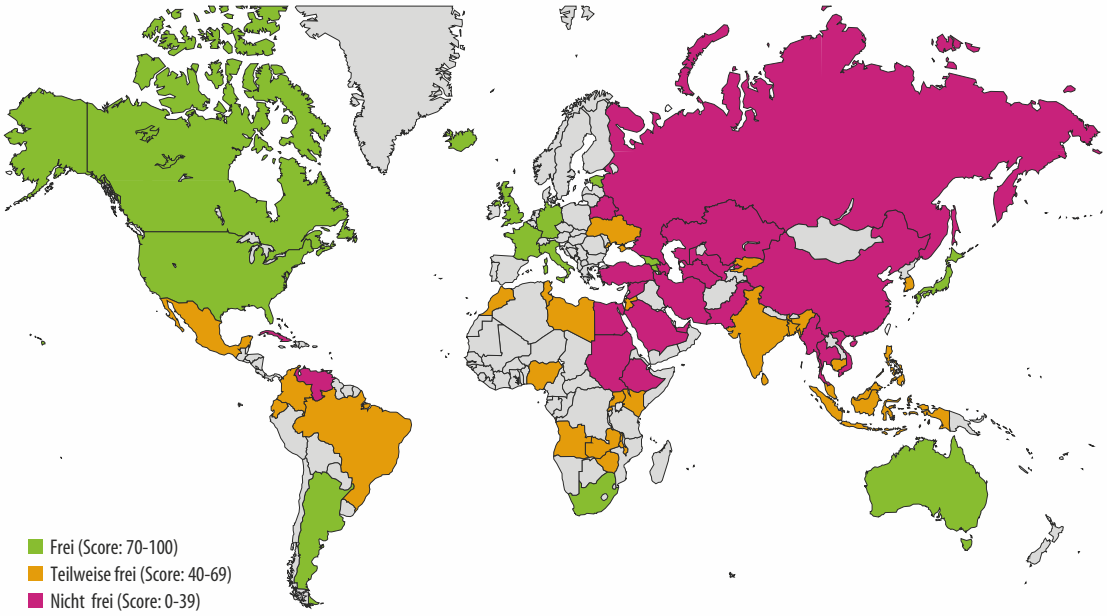
Zwischen den Fronten stehen Facebook, Twitter und Google. Die Konzerne sperren nach ihren eigenen, weltweit einheitlichen Regeln bislang vor allem Terrorpropaganda, Gewaltvideos, Mobbing, Volksverhetzung und sexuelle Inhalte. Entscheiden, was Lüge und was Wahrheit ist, wollen sie nicht. „In einer Demokratie sollten Politiker oder die Nachrichten nicht von Privatfirmen zensiert werden“, sagte Mark Zuckerberg im Herbst vor Investoren. Kritiker glauben, dass es dem Facebook-Chef auch zu teuer wäre, Faktenchecker-Teams in aller Welt zu bezahlen und er nicht auf die Werbeeinnahmen durch bezahlte Fake News verzichten will.

Ein Konkurrent versucht, sich anders aus der Affäre zu ziehen: Twitter nimmt seit Kurzem gar keine „politischen“ Werbeanzeigen mehr an. Und im Dezember kündigte Chef Jack Dorsey an, langfristig einen Standard für dezentrale soziale Medien zu entwickeln. Twitter wäre dann keine zentrale Zensurinstanz mehr, sondern nur noch ein Client unter vielen.

(cwo@ct.de) c't

Internet-Freiheit weltweit

Die US-Organisation Freedom House ermittelt seit zehn Jahren den Grad der „Internet-Freiheit“ in rund 60 Staaten. Berücksichtigt werden dabei Netzblockaden, Zensur und Filter von Inhalten sowie Überwachung und Repressionen gegen Nutzer. Im Jahr 2019 nahm der Grad der Freiheit nur in 16 Ländern zu – 33 entwickelten sich negativ.



Taschenwächter

Prothelis meintal im Langzeittest

Ausgefuchste Stromsparfunktionen sowie GLONASS zusätzlich zu GPS sollen Prothelis' neuen „meintal" zum idealen Live-Tracker machen. Wir haben ihn zwei Monate unter Alltagsbedingungen getestet und sind positiv überrascht.

Von Andrijan Möcker

Seit 2015 entwickelt das deutsche Start-up Prothelis nicht nur Tracker-Hardware, sondern auch deren Firmware und das dazugehörige App- und Web-Portal komplett in Eigenregie. Knapp zwei Jahre nach dem Marktstart des Mini-Trackers Greta [1] verkauft der Hersteller nun den meintal, kurz für „mein Tracker and Locator". Das Gerät ist so groß wie ein Stück Seife und hat 5 Amperestunden Akkukapazität, die für bis zu 500 Tage Stand-by reichen sollen. Um eine Mobilfunk-SIM und einen Tarif muss man sich nicht sorgen – Prothelis liefert beides für nahezu weltweite Nutzung mit.

Einrichtung & Bedienung

Die Anleitung bittet zur Aktivierung des Trackers in die App oder auf die Website. Hier muss man sich zunächst registrieren und für eines von vier unterschiedlich lang laufenden Servicepaketen entscheiden, die sowohl Portal- als auch Mobilfunkkosten einschließen: Los geht es bei einem Monat für 4,99 Euro, zwei Jahre gibt es für einmalig 90,96 Euro. Mit PayPal, Kreditkarten, Lastschrift und Klarna bietet Prothelis ausreichend viele Bezahlmethoden.

Meintals Steuerung läuft per Web-, Android- oder iOS-App. Die Straßen- beziehungsweise Hybrid-Satellitenkarte kauft Prothelis von Google ein. 19 Icons erleichtern es, mehrere Tracker innerhalb eines Profils auf der Karte zu unterscheiden.

Geofences erstellt man als Radius oder frei definierbare Fläche mit wenigen Klicks. Das Eintreten oder Verlassen eines Areals erzeugt dann mindestens einen Eintrag im Ereignislog, optional gibt es einen Anruf oder eine Push-Benachrichtigung durch die App. Ein Zeitplan definiert, ob der Geofence dauerhaft oder nur zu bestimmten Zeiten eine Meldung verursacht.

Doppeltes Drücken auf den Knopf des Trackers löst die SOS-Funktion aus: Dann vibrieren alle mit dem Account verknüpften Smartphones. Eine Anruffunktion gibt es leider nicht. Laut Prothelis befindet sich diese aktuell in der Testphase und soll bald nachgerüstet werden.

Standortverläufe zeigt die (Web-)App tageweise an. Längere Zeiträume kann man als CSV- oder KML-Datei exportieren. Die Funktion hat Prothelis jedoch in der Account-Verwaltung versteckt – ohne einen Hinweis im Trackingbereich.

Laufzeittest

Der meintal verblieb über zwei Monate in einer Tasche des testenden Redakteurs und gab bei Redaktionsschluss noch 39 Prozent Akkukapazität an. Der Tracker wurde im Schnitt eine Stunde pro Tag bewegt und funkte dann alle 10 Minuten eine Position nach Hause. Die guten Laufzeiten verdankt der Tracker einem sehr sparsamen Ruhezustand, der GSM-Modem und GNSS-Empfänger abschaltet. Beide werden erst wieder eingeschaltet, wenn der Tracker über seinen Sensor tatsächlich eine Bewegung feststellt.

Die Geofencing-Funktion arbeitete im Test zuverlässig und Push-Mitteilungen landeten mit wenigen Sekunden Verzögerung auf dem Test-Smartphone. Liegen oft Gebäude in den Geofences, sollte man ein kürzeres Trackingintervall von 10, 60 oder 180 Sekunden wählen. Betritt man Gebäude und Geofence bevor das Intervall abgelaufen ist, gibt es sonst mangels GNSS-Empfang keine Meldung.

Fazit

Prothelis liefert ein solides Gesamtpaket aus Tracker, Apps, Portal und Mobilfunkdienst, das wenige Wünsche offen lässt. Die gute Akkulaufzeit des neuen Trackers zeigt, dass der Hersteller bei der Entwicklung der Vorgängerin Greta viel gelernt hat: Der meintal ist zuverlässig und taugt als Wächter für Hab und Gut – ohne lästiges Aufladen alle paar Wochen.

(amo@ct.de) c't

Literatur

[1] Michael Link, Findet Dorie!, GPS-Tracker für Tiere und Menschenkinder, c't 7/2018, S. 86

GNSS-Live-Tracker

Prothelis meintal	
Hersteller	Prothelis, www.prothelis.de
Akkukapazität	5000 mAh
GNS-Systeme	GLONASS, GPS
Mobilfunkanbindung	GSM
Maße, Gewicht	120 × 57 × 21 mm, 160 g
Gehäuseschutz	IP 67
Ladeanschluss	Micro-USB
Lfd. Kosten	4,99 bis 3,79 €/Monat (tarifabhängig)
Preis	139 €

Sonos mobil

Netzwerkspieler mit Batterie & Bluetooth

Der Smartspeaker Sonos Move läuft erstmals mit Akku-Power und lässt sich per Bluetooth anspielen. Seinen „ersten Sonos" in Betrieb zu nehmen, ist damit allerdings kaum einfacher geworden.

Von Sven Hansen

Bluetooth-Fähigkeiten und eine Akku-Version stehen seit Jahren hoch oben auf der Wunschliste eingefleischter Sonos-Fans. Denn bisher brauchte es eine Verlängerungsschnur, um das „kabellose" Musiksystem ab und zu auch im Garten nutzen zu können, und Bekannte mussten die Sonos-App installieren oder Spotify/AirPlay nutzen, um Musik abzuspielen.

Der kompakte Netzwerklautsprecher Sonos Move ist mit einem Lithium-Ionen-Akku ausgestattet, der eine Spielzeit von 10 Stunden verspricht. Der Akku ist nicht vom Nutzer wechselbar, Sonos bietet aber immerhin einen Austauschservice an, der in den USA mit 90 US-Dollar zu Buche schlägt. Im Test lief unser Move 14 Stunden bei mittlerer Lautstärke.

Schnell vermisst man eine Ladeanzeige am Gerät. Die entsprechende LED hinter dem metallenen Lautsprechergitter leuchtet lediglich für 10 Sekunden auf, sobald der Move an einer Stromquelle hängt. Wenn man wissen will, wie es um den Akku wirklich steht, muss man die Sonos-App bemühen.

Das Design des nur in Dunkelgrau erhältlichen Move ist bis aufs prominente Sonos-Logo recht schmucklos und wirkt ein wenig altbacken. Die Verarbeitung ist solide. Mit fast drei Kilo Lebendgewicht ist der Speaker sicherlich nicht der passende Begleiter für die Fahrradtour, lässt sich dank der hinteren Tragemulde aber zumindest locker zwischen Wohnzimmer und Terrasse hin- und hertragen. Die ausgewiesene Schutzklasse IP65 reicht, um den Move auch mal im Regen stehen zu lassen, den Tauchgang im Pool würde er allerdings nicht überleben. Laden kann man ihn wahlweise über den praktischen Ladering (im Lieferumfang) oder per USB-C. Um ihn über letzteren Weg so schnell wie möglich zu laden, benötigt man ein schnellladefähiges USB-C-Netzteil (45 Watt), wie es einigen Smartphones und Notebooks beiliegt. Sonos verkauft den Ladering samt Steckernetzteil auch einzeln zum stolzen Preis von 80 Euro.

Zum Connect-Button (unten) kommt beim Sonos Move noch ein Power-Taster (oben) und eine kleine Taste, um den Lautsprecher in den Bluetooth-Modus zu versetzen.

Der Move ist als Zwei-Wege-Monosystem ausgelegt. Im Chassis stecken ein kombinierter Tief-Mitten-Töner und ein nach unten gerichteter Tweeter, der in eine wellenförmig gestaltete Kammer strahlt, die zu den Seiten hin geöffnet ist. Er ist wie der Sonos One mit sechs Richtmikrofonen ausgestattet und lässt sich wahlweise als Smartspeaker für Alexa oder Google Assistant einrichten. Die Mikrofone nutzt der Move für eine weitere Funktion: Eine automatische Einmessvorrichtung soll für eine optimale Abstimmung unabhängig vom Aufstellort sorgen. Sie wird immer dann ausgelöst, wenn der eingebaute Bewegungssensor eine Positionsänderung signalisiert. Stellt man den Move etwa in ein bassverstärkendes Wandregal, passt er nach etwa 15 Sekunden die Klangcharakteristik hörbar an.

Klanglich überzeugt der Move voll. Für einen Akku-Lautsprecher liefert er satten Sound und kommt dabei etwas voluminöser rüber als der verkabelte Sonos One. Wie beim One lassen sich die Klangeigenschaften auch per App verändern. Das Zusammenspiel mit anderen Sonos-Speakern funktioniert nahtlos. Nicht ganz so überzeugend war die Bluetooth-Performance. Erste Hürde: Bluetooth lässt sich nur nach der Ersteinrichtung des Move nutzen, die per WLAN erfolgen muss. Das dürfte Sonos-Neueinsteiger maximal verwirren. Hat man ihn dann einmal per Knopfdruck in den Bluetooth-Modus versetzt, kann man ihn sich über die Sonos-App nicht mehr greifen. Ein weiterer Dämpfer ist die maue Codec-Unterstützung: Neben SBC steht nur das ebenfalls verlustbehaftete AAC auf der Liste. Um in verlustfreier Qualität zu streamen, braucht es dann doch wieder WLAN; iPhone-Besitzer können Musik dann per Airplay 2 zuführen, Spotify-Kunden per Spotify Connect.

Zwei Move kann man zu einem Stereosystem gruppieren. Geht einem die Puste aus, spielt der zweite im Monobetrieb weiter. Eigentlich wären zwei Moves die perfekten Kandidaten für den Einsatz als Effektlautsprecher in einem 5.1-Setup ohne Kabelgedöns – schließlich sitzt man meist entweder im Heimkino oder auf der Terrasse. Beim derzeitigen Stand der Firmware lassen sich die Akku-Lautsprecher allerdings nicht als Effektboxen einbinden.

Der Move bringt eine frische Brise ins altehrwürdige Musiksystem. So richtig zum Fliegen bringt er es indes nicht. Dafür kommt er zu wuchtig rüber, ist in Sachen Bluetooth zu unflexibel und belastet das Konto mit einem überzogenen Kaufpreis von 400 Euro. *(sha@ct.de)* c't

Sonos Move

Kabelloser Netzwerkspieler	
Hersteller	Sonos, www.sonos.com
Lieferumfang	Sonos Move, Ladestation mit Netzteil
Abmessungen	24 cm × 26 cm × 12,6 cm
Standby	0,2 Watt
Funkstandard	Wi-Fi 5
Preis	400 €

Weils geht

Geschwindigkeitssteigerung durch PCIe-SSDs im RAID

Eine PCIe-4.0-SSD ist schon schnell, aber was ist noch schneller? Zwei PCIe-4.0-SSDs! Mit Zusatzkarten passen noch viel mehr PCIe-SSDs in einen PC – wir haben ausprobiert, was am Ende dabei herauskommt.

Von Lutz Labs

Gelegentlich liegt auch einmal exotische Hardware in der c't-Redaktion herum: Anstoß zu diesem Artikel waren Adapterkarten, die den gut ausgestatteten Threadripper-3000-Mainboards beilagen, die wir in Ausgabe 2/2020 getestet haben. MSI lieferte mit dem Creator TRX40 die M.2 Xpander Aero, eine PCIe-Karte für bis zu vier M.2-SSDs. Im Karton des Asus ROG Zenith II Extreme fand sich eine Steckkarte in Form eines DIMM-Riegels für eine spezielle Fassung auf dem Board, die sich von beiden Seiten mit je einer M.2-SSD bestücken lässt. Für den Test haben wir dann ebenfalls das Asus-Mainboard genutzt; mit den drei darauf vorhandenen M.2-Steckplätzen – einer davon auf der Unterseite! – hätten wir also neun M.2-SSDs gleichzeitig auf dem Mainboard unterbringen können, und zwar alle neun mit dem neuen schnelleren PCIe 4.0. Doch was bringt das in der Praxis?

Seagate stellte uns für diesen Test vier Exemplare seiner Firecuda 520 (siehe c't 1/2020, S. 78) zur Verfügung, sodass wir zumindest ein RAID aus vier PCIe-4.0-SSDs aufbauen konnten. Sie nutzen den Phison-Controller PS5016-E16, je 1 TByte 3D-TLC-Flash von Toshiba und 1 GByte DRAM als Cache. Eine einzelne Firecuda 520 liefert bei sequenziellen Transfers etwas mehr als 5 GByte/s beim Lesen, dem stehen knapp 4,3 GByte/s beim Schreiben gegenüber. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen konnten wir beim Lesen maximal fast 800.000 IOPS messen und beim Schreiben rund 730.000.

Chipsatz oder CPU?

Für den Test haben wir den AMD Ryzen Threadripper 3970X benutzt. Dieser führt insgesamt 64 PCIe-4.0-Lanes nach draußen, die meisten aber sind für die PCIe-Steckplätze vorgesehen. Die vier SSD-Steckplätze auf der PCIe-Adapterkarte sind damit direkt angebunden und auch zwei weitere auf dem Board. Der Rest hängt am Chipsatz; dort angeschlossene SSDs sind unter Umständen etwas langsamer. Das betrifft in diesem Fall den M.2-Slot auf der Unterseite des Boards sowie die beiden auf dem DIMM-ähnlichen Riegel.

Erste Tests mit jeweils einer SSD ergaben keine Unterschiede zwischen den einzelnen Slots, egal, ob sie direkt oder über den Chipsatz angeschlossen waren – die SSDs schöpfen das Potenzial der Schnittstelle bei Weitem nicht aus.

RAID-Level

Zur Erinnerung noch einmal kurz eine Erklärung der verschiedenen RAID-Level. Bei RAID 0 bilden zwei SSDs einen gemeinsamen Datenträger mit der doppelten Kapazität der kleinsten SSD, die Daten werden beim Schreiben gleichmäßig auf die SSDs verteilt. Das verdoppelt im Idealfall die Geschwindigkeit beim Lesen und Schreiben, aber auch das Risiko eines Datenverlusts: Fällt nur eine der SSDs aus, sind alle Daten futsch.

Der Anschluss ähnelt einem Speicherriegel, der Asus-Adapter nimmt jedoch zwei PCIe-4.0-SSDs auf.

Bei RAID 1 hingegen ist die Kapazität auf die der kleinsten SSD beschränkt, alle Daten sind auf beiden SSDs vorhanden. Damit steigt die Datensicherheit. RAID 5 benötigt mindestens drei Laufwerke. Dabei werden die Daten zwar über die Laufwerke verteilt, über zusätzliche Paritätsinformationen sind sie aber nach dem Ausfall eines Laufwerks rekonstruierbar. RAID 6 arbeitet ähnlich, verkraftet aber den Ausfall von zwei Laufwerken; mindestens vier Laufwerke sind dafür nötig. Gegenüber einem Einzellaufwerk steigt die Geschwindigkeit bei diesen beiden RAID-Leveln nur, wenn der Controller die Daten auch schnell genug verarbeiten kann.

Das BIOS-Setup des Asus-Mainboards erlaubt die Einrichtung von RAID 0, 1 und 10, einer Kombination aus RAID 0 und RAID 1 mit mindestens vier Laufwerken. AMDs Software RAIDexpert2 bietet die gleichen Funktionen, ist aber etwas anschaulicher. Wir haben uns jedoch entschieden, die Laufwerksverbünde über die Datenträgerverwaltung von Windows anzulegen, da dies besser nachvollziehbar ist. Diese werden zwar von Microsoft nicht mehr weiterentwickelt, sind aber flotter als die moderneren Storage Spaces [1].

Windows 10 erlaubt auch in der Pro-Version nur die Einrichtung von RAID 0 und 1, RAID 5 ist den Server-Versionen vorbehalten, RAID 6 gar nicht vorgesehen. JBOD-Verbünde (Just a Bunch Of Disks), im Windows-Jargon „Übergreifendes Volume", sind jedoch ebenfalls möglich. Die Datenträger müssen initialisiert sein, dürfen aber nicht zugeordnet sein.

Für ein RAID 0 wählt man „neues Stripesetvolume", RAID 1 nennt sich unter Windows „gespiegeltes Volume". Bei unseren Tests war das Häkchen für Schnellformatierung anfangs nicht gesetzt; die Formatierung dauert dann bei größeren Kapazitäten recht lange. Sie lässt sich jedoch ohne Schaden abbrechen und mit gesetztem Schnellstart-Häkchen neustarten.

Es ist nicht notwendig, den gesamten Speicherplatz eines Laufwerks für einen RAID-Verbund zu nutzen. Teilt man den Speicherplatz auf und erstellt jeweils einen RAID-0- und einen RAID-1-Verbund, lassen sich die Vorteile beider gleichzeitig nutzen. Auch beliebige Kom-

Die MSI-Karte M.2 Xpander Aero nimmt vier schnelle PCIe-SSDs auf – gut gekühlt und dazu noch aktiv belüftet.

binationen aus einfachen Laufwerken, RAID 0, RAID 1 und JBOD sind möglich.

JBOD und RAID 0 lassen sich ohne Datenverlust nicht wieder auflösen. Anders ist es bei RAID-1-Verbünden: Windows bietet an, die Spiegelung zu entfernen. Nach einer Nachfrage, auf welchem Laufwerk die Daten gelöscht werden sollen, steht der freie Speicherplatz auf diesem Laufwerk wieder zur Verfügung. Der Vorgang lässt sich nicht rückgängig machen.

Unklar bleibt, ob SSDs in einem RAID-Verbund mitbekommen, dass Dateien gelöscht wurden. Dafür ist der Trim-Befehl zuständig, den das Betriebssystem an die SSD sendet. Das Utility TrimCheck (ct.de/yv57) meldete bei den mit der Datenträgerverwaltung erstellten Verbünden keinen Erfolg. Das mag mit anderer Hardware-Konfiguration anders sein.

SSDs auf Speed

Für ein RAID aus zwei SSDs braucht man bei vielen Mainboards keine Zusatzkarte. Wir haben bei unseren Messungen mit RAID 0 und RAID 1 keine Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Slots auf dem Mainboard und denen auf der Erweiterungskarte feststellen können. Im RAID 0 erreichten wir beim Schreiben und Lesen jeweils rund 8,4 GByte/s – die Schreibleistung hat sich demnach verdoppelt, die Leseleistung nicht ganz. Beim Zugriff auf zufällige Adressen sank die Geschwindigkeit im Vergleich zu einer einzelnen SSD sogar: Beim Schreiben erreichten wir maximal 620.000 IOPS, beim Lesen gar nicht einmal 400.000.

Eigentlich geht man bei einem RAID 0 davon aus, dass die Latenzen gleich bleiben, die IOPS-Leistung demnach auch. Wir können uns den Abfall nur damit erklären, dass der Windows-Treiber mit der schieren Anzahl der Anforderungen überfordert war – immerhin schafft eine einzige PCIe-4.0-SSD bei einer Anfragetiefe von 256 fast 800.000 IOPS, womit mit Ausnahme der Threadripper- und Ryzen-CPUs fast alle aktuellen Prozessoren überfordert sind.

Mit einem RAID 0 aus vier SSDs erreichten wir beim sequenziellen Lesen 15,7 GByte/s, beim Schreiben rund 14, die IOPS-Zahlen aber lagen kaum höher: 430.000 IOPS beim Lesen stehen 640.000 IOPS beim Schreiben gegenüber.

Mit einem RAID 1 aus zwei SSDs erreichten wir beim sequenziellen Schreiben wie erwartet 4,2 GByte/s, beim Lesen genau 10 GByte/s – der Treiber kann beim Lesen auf beide Laufwerke gleichzeitig zugreifen. Zufälliges Lesen und Schreiben ergab erneut ein Ergebnis unter dem eines Einzellaufwerks: 390.000 IOPS beim Lesen, 460.000 IOPS beim Schreiben. Höhere Werte konnten wir auch mit AMDs RAID-Konfigurationen nicht erreichen.

Zum Abschluss der Tests haben wir die RAID-Verbünde aufgelöst und einzelne Laufwerke erstellt, denn das Benchmark-Programm IOmeter kann diese gleichzeitig messen und die Ergebnisse aufsummieren. Waren die SSDs bei diesem Test direkt mit der CPU verbunden, erreichten sie ihre volle Leistung: 20 GByte/s beim Lesen von sequenziellen Daten von vier SSDs.

Waren die SSDs hingegen über den Chipsatz angebunden, erreichten sie ihre volle Leistung nicht mehr: Bei zwei SSDs lag die Maximalgeschwindigkeit bei 8, bei dreien bei etwa 11 GByte/s.

Wozu das Ganze?

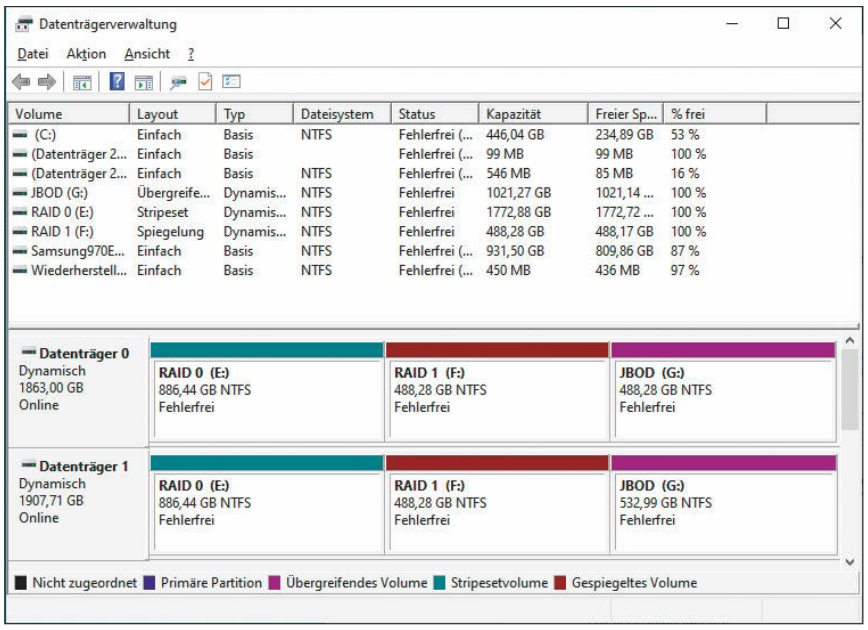
Den Umstieg von einer Festplatte auf eine SSD merkt man in der Praxis sehr deutlich – Festplatten sind vor allem beim Zugriff auf kleine Dateien so lahm, dass sie System- und Programmstarts in die Länge ziehen. Doch eine schnellere SSD merkt man kaum noch, selbst der Umstieg von SATA auf PCIe bringt keinen Aha-Effekt mehr.

Die Beschleunigung sequenzieller Zugriffe durch ein RAID 0 aus zwei, vier oder gar noch mehr schnellen PCIe-SSDs kann in Einzelfällen Sinn ergeben, die geringere IOPS-Zahl ist in einer Desktop-Umgebung nicht von Belang. Für viele Anwendungsfälle sinnvoller erscheint uns ein RAID-1-Verbund, da sich damit die Datensicherheit erhöhen lässt – wenn auch zu doppelten Kosten. *(ll@ct.de)* ct

Literatur

[1] Christof Windeck, Datengreifer, Windows Storage Spaces im Vergleich zu RAID-Hostadaptern, c't 4/2015, S. 134

Download TrimCheck: ct.de/yv57



Auf zwei oder mehr Laufwerken lassen sich verschiedene RAID-Verbünde gleichzeitig anlegen.

secIT by Heise

HANNOVER **2020**

© AdobeStock-kras99

Ausstellungsfläche auf rund
3.400 m²

bereits am Vortag
Schulungsseminare

Fachvorträge auf
2 Bühnen

kostenfrei und fachbezogen
Partner-Workshops

HIGHLIGHT:
Krypto-Experte
aus den USA

Bruce Schneier

kostenfrei und informativ
Partner-Expert-Talks

unabhängige
redaktionelle Workshops

Die Partner der secIT Hannover

A1 Digital · Aagon · Accellion · AirIT · AKARION · ALLGEIER CORE · COMPASS SECURITY · CONET · ConSecur · CONSIST · CONTECHNET · CORDAWARE · CRASHTEST SECURITY · G DATA ADVANCED ANALYTICS · G DATA TRUST IN GERMAN SICHERHEIT · HORNETSECURITY · IT-SEAL · itWatch GmbH · kaspersky · keeper · protea networks · PSW GROUP · radware · securosys · SEPPMAIL · SONICWALL

Weitere Informationen und Anmeldung unter

sec-it.heise.de

Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!

25. – 26. März 2020
Hannover

#heiseshow live: Mythos Computerforensik

Constantin Gillies, Autor
Martin Wundram, IT-Forensiker

"Ich glaub es hackt" – Was bei stern TV nicht gezeigt werden durfte

Tobias Schrödel, IT-Sicherheitsexperte,
Computerexperte im TV und erster Comedyhacker®

Keynote: Cyber Risk Perception & Resilience – Wie wir Risiken wahrnehmen und welche Risiken tatsächlich bestehen

Volker Kozok, Referent BMVg – Bundeswehr

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

Sascha Herzog, Technischer Geschäftsführer CEO & CTO Nside
Mirko Ross, Gründungsgesellschafter und CEO digital worx GmbH

baramundi · Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik · CERTIX · Check Point Software Technologies Ltd · Cisco Umbrella · codecentric

DATARECOVERY · DEKRA · DocSetMinder Ready for Audit · SECTOOLS · eset Enjoy Safer Technology · essendit IT-Beratung und -Entwicklung · exabeam

LOGICALIS Business and technology working as one · magellan · ManageEngine · netwrix · OPTIMAbit Pentest Professionals · PASSWORD SAFE by MATESO

SOPHOS Cybersecurity evolved. · SPECTRAMI · SoSafe Cyber Security Awareness · sure[secure] · SVA · TAROX · tripwire · WINGS-FERNSTUDIUM AN DER HOCHSCHULE WISMAR

Veranstalter Heise Medien · organisiert von heise Events Conferences, Seminars, Workshops · Eventpartner itsa 2020 Die IT-Security Messe und Kongress The IT Security Expo and Congress

NAS-Beschleuniger

Festplatten sind langsam, auch im NAS. Die Western Digital NAS-SSD Red SA500 soll als Cache den Netzwerkspeicher in Schwung bringen.

Die Red SA500 gibt es im 2,5-Zoll-Gehäuse mit bis zu 4 TByte Speicherkapazität und als M.2-2280-Streifen mit maximal 2 TByte, beide mit SATA-Interface. WD positioniert die SA500 vor allem als SSD-Cache für die Daten auf den NAS-Festplatten, weniger als Datenlaufwerk – durch die Dauerlauffähigkeiten der SA500 ist dies jedoch ebenfalls möglich.

Unser Testmuster der Red SA500 mit 500 GByte erreichte beim Lesen maximal 560 MByte/s, beim für das Caching wichtigeren Schreiben aber brach die Maximalgeschwindigkeit von etwa 540 MByte/s bereits nach wenigen Sekunden auf rund 300 MByte/s ein. Sofern das NAS das Stromsparen per Link Power Management unterstützt, braucht die SA500 im Leerlauf nur rund 0,1 Watt, sonst sind es etwa 0,4. Auch im Betrieb ist die SSD mit knapp 2 Watt recht sparsam. 5 Jahre Garantie gibt WD auf das Laufwerk, sofern in dieser Zeit nicht mehr als 350 TByte geschrieben wurden (rund 500 GByte pro Tag).

Nutzer eines üblichen Gigabit-Netzes werden durch die SSD im NAS meist keine Beschleunigung erfahren. In schnelleren Netzen aber kann sich der Einsatz der SA500 lohnen. *(ll@ct.de)*

Western Digital Red SA500

Cache-SSD für NAS	
Hersteller	WD, www.wdc.com
Modellbezeichnung	WDS500G1R0A
Straßenpreis	78 €

Solides Headset

Unter dem Namen Custom Game hat Beyerdynamic ein robustes Headset im Programm, das auch jenseits von Spielen eine gute Figur macht.

Grundlage des Headsets ist eine leicht abgewandelte Version des Kopfhörers Custom Studio. Neben einigen Änderungen am Schallwandler setzt Beyerdynamic ohrumschließende Polster aus Kunstleder statt aus Velours ein.

Der Kopfhörer sitzt fest und trägt sich über längere Zeit angenehm. Die geschlossenen Hörmuscheln reduzieren Außengeräusche mit ihrer passiven Dämmung. Der Clou sind zwei Schiebeschalter an der Rückseite der Muscheln, mit denen man den Bassanteil mechanisch regulieren kann. Bei unseren Frequenzmessungen haben wir alle vier Stufen abgebildet und zum Vergleich den neutralen Sennheiser HD600 herangezogen. Die kleinste Stufe dämpft Bassfrequenzen unterhalb von 200 Hz und ist allenfalls für Sprachanwendungen zu empfehlen. Stufe 2 betont den Bereich um 200 bis 300 Hz und eignet sich für Musik ohne große Bassanteile. Stufe 3 kommt einer „neutralen" Bassbetonung noch am nächsten, wobei im Vergleich zum HD600 der Bereich unterhalb von 150 Hz deutlich angehoben wird. Stufe 4 betont den Bass über Gebühr, wodurch viele Details verloren gehen.

Insgesamt klingt der Custom Game dumpfer und weniger luftig als der neutrale HD600. Das liegt insbesondere auch an der Absenkung im Präsenzbereich zwischen 3 und 7 kHz. Selbige tritt etwa bei dem Custom Studio nicht auf und ist auf die Anpassungen des Schallwandlers und der Ohrpolster zurückzuführen.

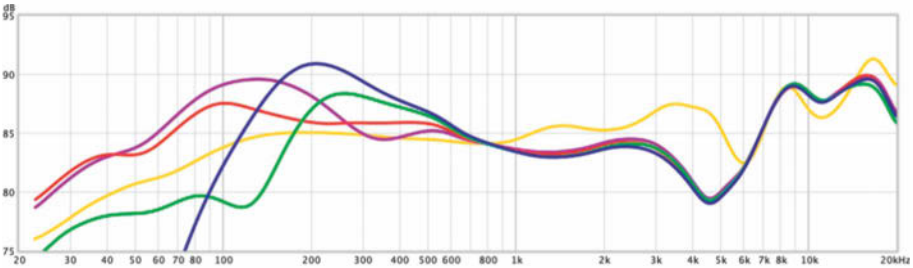
Das Mikrofon ist an einem biegsamen Schwanenhals angebracht und lässt sich zusammen mit dem Kabel austauschen. An einem Steuerkästchen am Kabel senkt man die Kopfhörerlautstärke ab und schaltet das Mikrofon scharf. Zusätzlich zum Anschluss per vierpoliger Mini-Klinke liegt auch ein Adapter mit getrennten Klinken für Kopfhörer und Mikrofon bei.

Die Sprachqualität ist deutlich besser als bei vielen anderen Headsets, die wir in den vergangenen Jahren getestet haben. Das Mikrofon lässt sich sehr gut am Mundwinkel positionieren. Dank der Übertragung des vollen Frequenzspektrums von 20 Hz bis 20 kHz und der hohen Detailauflösung genügt die Sprachqualität selbst Ansprüchen ambitionierter Podcaster. Hörbücher und Gesang würde man allerdings eher mit einem separaten Mikrofon aufnehmen.

Dank der robusten Verarbeitung, dem guten Tragekomfort und der Sprachqualität taugt das Custom-Game-Headset auch zur Abschottung in lauten Büroumgebungen und für Podcaster. Das Preis/Leistungsverhältnis ist gut. Im Vergleich klingt er jedoch etwas dumpfer als der Custom-Studio-Kopfhörer, der sich mit Beyerdynamics Custom Headset Gear für 55 Euro nachrüsten lässt. *(hag@ct.de)*

Beyerdynamic Custom Game

Ohrumschließendes Headset	
Hersteller	Beyerdynamic, www.beyerdynamic.de
Anschluss	3,5-mm-Klinke (4-polig), Adapter auf 2 Stereoklinken (3,5/6,3 mm)
Preis	139 €



Im Vergleich zum neutralen HD600 (gelb) klingt der Custom Game mit seinen vier Bass-Stufen (blau, grün, rot, violett) dumpfer.

Catwalk-Klänge

Bowers & Wilkins verknüpft beim Musiksystem Formation guten Klang mit extravagantem Design.

Das vernetzte Musiksystem Formation besteht derzeit aus sechs Komponenten. Neben dem passiven Streaming-Client (Streaming Hub), aktiven Regallautsprechern (Duo) und dem optional zuschaltbaren Subwoofer (Bass Wireless) sind Aktivlautsprecher in drei unterschiedlichen Bauformen erhältlich. Alle drei schickte B&W zum Test: die „Bar Streaming Soundbar“ fürs TV, den Streaming-Lautsprecher „Wedge“ und das Einstiegsmodell „Flex“.

Alle drei Speaker tragen dasselbe Outfit: Sie sind in ein seidig synthetisches Stoffkleidchen gepresst, unter dem sich die darunterliegende Wabenstruktur aus Hartplastik mit geometrischen Formen abzeichnet. In Schwarz schaut das Ganze recht schick aus, unsere silberne „Wedge“ im Kartoffelspaltenformat erinnerte eher an eine Schlafzimmerlampe aus den 60ern. Da die Bespannung nicht vollflächig verklebt ist, verschiebt sich die Haute Couture beim Hochheben eines Lautsprechers merklich und vermittelt kein wertiges Gefühl.

Die Ersteinrichtung erledigt man über die kostenlos für iOS und Android erhältliche Bowers-Home-App. Die Komponenten werden per Bluetooth LE angesprochen und erhalten über die App die Zugangsdaten zum WLAN. Zwei Flex-Lautsprecher lassen sich zu einem Stereosystem bündeln, als Effektlautsprecher an der Soundbar lassen sie sich nicht nutzen.

Über die Bowers-App kann man die Klangeigenschaften der einzelnen Lautsprecher grob anpassen (Bässe/Höhen) und Firmware-Updates einspielen. Ansonsten bietet die App kaum Funktionen und schnell kommt die Frage auf: Woher soll nun die Musik kommen?

Unter iOS hat man es recht leicht, denn alle Systemkomponenten verstehen sich auf Airplay 2, sodass man über die meisten Sound- oder Video-Apps auf das System zugreifen kann. Unter Android steht einem zumindest der Weg über Spotify Connect offen. Alle Formation-Speaker lassen sich darüber hinaus auch per Bluetooth anspielen, allerdings ist die Kopplung nur über den Umweg der Bowers-App anzustoßen. Immerhin unterstützen die Komponenten dabei den Codec aptX HD, der bei der Übertragung via Bluetooth A2DP für eine nahezu verlustfreie Komprimierung des Audiosignals sorgt. Musik aus dem lokalen Netz lässt sich nur abspielen, wenn man den kostenpflichtigen Roon-Service nutzt und einen entsprechenden Server aufsetzt.

Die Möglichkeiten, Musik ins System zu bekommen, sind recht übersichtlich – die Mehrraumfähigkeiten des Systems waren zum Testzeitpunkt kaum vorhanden. Schon bei zwei parallel via Airplay angespielten Formation-Speakern kam es zu sporadischen Klangaussetzern ähnlich dem Knacken einer Vinylplatte. Bei drei parallel betriebenen Lautsprechern nahmen wir Schwebungen bei der Wiedergabe wahr. Über ein Android-Gerät konnte man die parallele Musikwiedergabe zum Testzeitpunkt überhaupt nicht anstoßen.

Klanglich sticht die Wedge mit vollem Bass und knackigen Höhen unter den Formations deutlich hervor. Die Soundbar liefert zumindest eine ansprechende räumliche Darstellung und eine gute Sprachverständlichkeit. Einen HDMI-Anschluss sucht man vergebens und muss sich stattdessen mit dem optischen SPDIF-Eingang begnügen. Bei einem UVP von 1250 Euro erwartet man zu Recht mehr. Auch der Einstiegslautsprecher Flex leistet sich klanglich zwar keine Schwächen, aber bei der Konkurrenz bekommt man fürs gleiche Geld deutlich mehr geboten.

Bleibt zu hoffen, dass B&W die hübsch verpackte Technik mit entsprechenden Firmware-Updates zügig auf Trab bringt. *(sha@ct.de)*

Bowers & Wilkins Formation

Musikverteilsystem	
Hersteller	B&W, www.bowerswilkins.com
Typ	Flex, Wedge, Bar Wifi Soundbar
Standby	4,6 Watt, 3,6 Watt, 4 Watt
Funkstandard	Wi-Fi 4
Preis	450 € / 1000 € / 1250 €

More4Hue

Philips Hue mit neuem Zubehör

Das vernetzte Lichtsystem Hue hat Standards gesetzt, doch inzwischen gibt es mit Ikeas Trådfri oder dem Innr-Sortiment günstige Alternativen. Mit frischem Hue-Zubehör versucht Philips, die Kunden bei der Stange zu halten.

Von Sven Hansen und Berti Kolbow-Lehradt

Philips Hue, eine Kombination aus Ethernet-ZigBee-Gateway und ZigBee-Leuchtmitteln oder -Komplettleuchten, versucht sich durch frische Hardware von der inzwischen reichhaltig verfügbaren Konkurrenz abzugrenzen. Eine wichtige Neuerung: Alle neuen Hue-Leuchtmittel kann man nun auch zusätzlich bequem per Bluetooth ansteuern.

Kontrolle

Hue bediente man bisher meist per Sprache oder App. Nun liefert Philips den kleinen **Smart Button**, einen batteriebetriebenen Steuerknopf als Fernbedienung, der mit 20 Euro nicht einmal besonders teuer ist. Er wird als Zubehör über die Hue-App eingebunden und lässt sich zur Lichtsteuerung einzelner Räume oder Lampen nutzen. Der Smart Button unterscheidet zwischen kurzem oder langem Drücken. Beiden Eingaben lassen sich unterschiedlichen Aktionen zuordnen. Mit einem kurzen Druck wählt man zwischen „zeitbasiertem Licht“ oder dem „Szenen-Zyklus“. Bei letzterem löst der Button vom ersten bis zum fünften Klick hinterlegbare Lichtstimmungen aus, bei ersterem startet je nach Uhrzeit eine andere Lichtszene: Beispielsweise geht am Abend das Licht mit 100 Prozent Helligkeit an, in der Nacht nur als Schummerlicht zur Orientierung, und am Morgen mit einer anregenden Farbstimmung.

Mit dem **Smart Plug** (40 Euro) liefert Philips ein lang erwartetes Zubehör: Über den Zwischenstecker lassen sich beliebige Verbraucher bis 2300 Watt ins Hue-System einbinden. Auch der Zwischenstecker lässt sich zur Not ohne Bridge direkt per Bluetooth ansteuern. Angeschlossene Geräte kann man zwar ein- und ausschalten, aber nicht dimmen. Insofern bleibt der Smart Plug 2019 hinter dem Hue-kompatiblen LivingWhites-Plug zurück, der nur noch auf eBay zu haben ist.

Das spannendste Zubehör für Hue dürfte die **HDMI-Sync-Box** sein (250 Euro). Der HDMI-Switch nimmt das Videosignal von je einer von maximal vier Quellen auf, analysiert die Bildinhalte und reicht es an ein TV durch. Passend zum Bildsignal werden nach dem Vorbild von Ambilight Farbinformationen zu jedem Frame gesammelt, mit denen sich bis zu zehn Leuchten eines Hue-Systems farblich korrespondierend zu den Bildinhalten ansteuern lassen. Technisch betrachtet ist die Aufgabe nicht trivial, denn das HDMI-Signal ist geschützt und muss in der Box zunächst entschlüsselt, analysiert und wieder neu als Stream verpackt werden. Im Test funktionierte dies auch mit 4K-Material, allerdings konnte die Box zwar mit HDR-, nicht aber mit Dolby-Vision-Material umgehen. Sie stellt dann die Analyse ein, reicht das Bild-/Ton-Signal unverändert durch und lässt die Leuchten aus – immerhin bleibt einem so das Herumstöpseln an der HDMI-Verkabelung erspart.

Die Einrichtung über die zusätzlich zur Hue nötigen Hue-Sync-App ist ein wenig umständlich. Die HDMI-Sync-Box hängt sich ins WLAN und wird an der Bridge angemeldet. Statt die Birnen direkt per ZigBee anzufunken, schickt sie ihre Befehle an die Bridge, die dann mit den Leuchten kommuniziert. Notgedrungen ist man mit zwei Apps unterwegs: In der Hue-App muss man einen Bereich „Entertainment“ anlegen – bis zu 10 Leuchten lassen sich rund um TV oder Projektionsfläche in drei Höhenebenen positionieren. Über Hue Sync wiederum justiert man die Intensität und allgemeine Helligkeit des Effektes oder schaltet zwischen den vier HDMI-Quellen der Box hin und her. Von den vier Intensitätsstufen sind eigentlich nur die zwei mittleren zu gebrauchen. Die unterste Stufe „Subtil“ ist etwas zu subtil geraten, während die Stufe „Extrem“ die Lichtinstallation in einen zappeligen Flackermodus stürzt.

Die Lichteffekte im Video-Modus sind durchaus beeindruckend, für eingefleischte Ambilight-Fans aber eher enttäuschend. Bei einem Ambilight-TV folgen die Lichteffekte präzise den äußeren Bildbereichen. Mit der HDMI-Sync-Box leuchtet zwar alles hübsch bunt, für ein immersives Erlebnis fehlt es allerdings an der Präzision der Lichteffekte. Schnell ver-

misst man die Kontrolle darüber, welche Bildbereiche genau welche Lichter steuern. Auch die Effekte im Musikmodus können nicht begeistern – jede App von Drittanbietern wie Hue Disco, iConnect Hue oder der Discomodus von Hue Essentials erledigt den Job besser.

Das Feld der Leuchtmittel komplettiert Hue mit der einfachen GU10-White-Lampe. Für die Fassungstypen E14, E27 und GU10 stehen nun jeweils Modelle mit festem Weißton, Warmweiß/Kaltweiß und RGB-Farbraum bereit. Dem Trend zu Retroleuchtmitteln folgend gibt es nun auch dekorative Lampen mit gewendeltem LED-Filament. Sie sind mit 550 Lumen nicht besonders hell, da sie meist unbeschirmt und direkt sichtbar in der Fassung stecken. Die stark ins gelbliche verschobene Lichtfarbe von 2100 Kelvin sorgt für Kerzenlichtstimmung. Philips bietet die Filament-Lampen mit drei verschiedenen Glaskolben an: als „Classic"-Birne, historisch anmutende „Edison" oder voluminöse Kugelform namens „Globe".

Leuchten aus dem 3D-Drucker

Wer nicht gerade den Retro-Schick eines Filament-Leuchtmittels zur Schau stellen möchte, kleidet seine Hue-Birnen in der Regel in ein Lampengehäuse. Ein solches können Wohnästheten nun unter mycreation.lighting.philips.com/de/ passend zum eigenen Einrichtungsstil selbst gestalten.

Den als 3D-Druck aus Polycarbonat im Extrusionsverfahren individuell hergestellten Lampenschirm liefert Philips dann samt Kabel und Fassung innerhalb von zwei Wochen aus den Niederlanden. Wer will, bestellt gleich eine Hue-Birne mit. Alternativ funktioniert aber auch jedes andere smarte oder unvernetzte E27-Leuchtmittel. Weitere Sockel sind vorerst nicht verfügbar, und Fertiglampen mit fest eingebauten Leuchtdioden erhalten nur Geschäftskunden auf Anfrage. Komplett ausgestattete LED-Spots maßschneidert Philips derzeit für die Einzelhandelskette Marks & Spencer und andere Großabnehmer. Sie dürfen sich auch nach Gusto besonders extravagant strukturierte und gefärbte Leuchtenmodelle wünschen. Privatkunden müssen mit einer begrenzten Auswahl Vorlieb nehmen.

Im „MyCreation"-Shop stehen als Basismodelle die zwei Pendelleuchten „Original" (ab 100 Euro) und „Double" (ab 140 Euro) sowie die Tischleuchte „Quartz" (ab 100 Euro) zur Auswahl. Die Grundtypen lassen sich individualisieren. Man wählt zum Beispiel bei den Pendelleuchten aus sechs Formen, elf Schirmtexturen und -farben, neun Farbtönen für den Baldachin und zwei für die Stromkabel aus. Die Pendelleuchte „Double" ist zweischichtig ausgeführt, hier lässt sich zusätzlich auch die Innenverkleidung mit Textur oder Farbe individualisieren.

Die „Quartz"-Leuchte kommt mit einer von fünf Formen, sechs Texturen und zwei Gehäusefarben auf den Tisch. Als bisher einzige Serie entsteht sie aus dem eingeschmolzenen Polycarbonat 24 recycelter Compact Discs. Weitere Modelle sollen folgen, weil ausgemusterte CDs als Rohmaterial billig zu haben sind und gut für die Herstellung hitzebeständiger Lampenschirme taugen. Bedenkt man, dass allein in Deutschland seit der Einführung der Audio-CD in den 80ern über 2 Milliarden Exemplare über den Ladentisch gegangen sind, dürfte der Sekundärrohstoff kaum ausgehen.

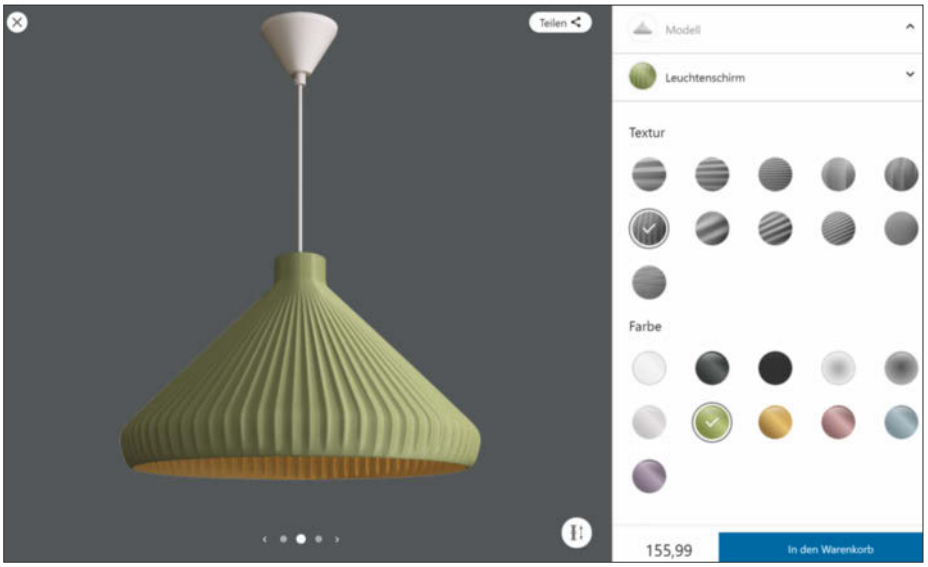
Bei einer Präsentation des Herstellers ließen sich einige Leuchtenmuster in Augenschein nehmen. Optisch können sie selbst aus nächster Nähe mit viel teureren Designer-Lampen mithalten. Das Material macht einen stabilen Eindruck, dürfte mit seiner etwas rauen und unveredelten Oberfläche allerdings ein Staubfänger sein. Eine lackierte Oberfläche wäre praktischer, aber im Sinne der angestrebten Recyclingfähigkeit nicht zielführend.

Die Gehäuse sollen möglichst puristisch konstruiert sein, damit sie sich einfach schreddern, einschmelzen und zu einem neuen Modell verarbeiten lassen. Im Vergleich zu einem konventionell gefertigten Gehäuse aus Metall sei der CO_2-Fußabdruck einer MyCreation-Leuchte 47 Prozent kleiner, behauptet Philips.

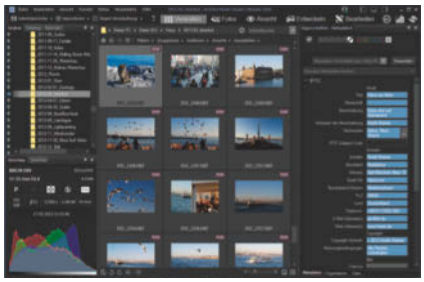
Fazit

Es ist anscheinend nicht einfach, spannendes Zubehör für das Hue-System zu entwickeln. Ausgerechnet die teure HDMI-Sync-Box hat trotz performanter Hardware erschütternd wenig zu bieten und schafft es beim jetzigen Stand der Firmware nicht, bei der visuellen Begleitung von Videos, Musik oder Spielen das Optimum aus dem heimischen Lichtsystem herauszukitzeln. Auch der Schalter „Smart Button" und die Steckdose „Smart Plug" bieten bei höherem Preis oft weniger Funktionen als die Konkurrenzprodukte von Innr, Ikea & Co. – oder selbst ältere Philips-Produkte.

Die „MyCreation"-Leuchten können gefallen, denn individualisierte Produkte liegen voll im Trend. Da die Unikate mit Standard-Fassung kommen, lassen sie sich zur Freude des Kunden problemlos mit Lampen anderer Hersteller bestücken. Auch hier lohnt sich also ein Blick hinüber zu den Leuchtmitteln der Konkurrenz. *(sha@ct.de)* c't



Wie wäre es mit einer Leuchte, die niemand anderes hat? Über das Portal MyCreation lassen sich eigene Kreationen im Baukastensystem konfigurieren. Alle Modelle der MyCreation-Serie fertigt Philips im 3D-Druck aus Polycarbonat. Für die Lampenserie „Quartz" recycelt der CD-Pionier zu diesem Zweck alte Compact Discs.



Komplettpaket

ACDSee wurde vom Bildbetrachter zur Bildverwaltung zum Raw-Entwickler. Daher passt nicht immer alles zusammen.

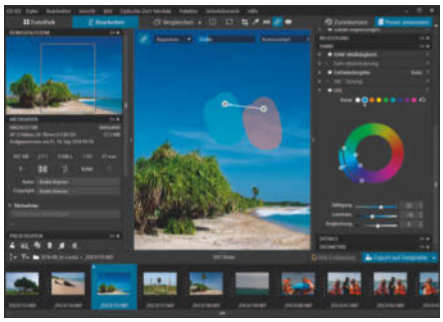
ACDSee kümmert sich um den vollständigen Raw-Workflow, ist im Kern aber immer noch eine Bildverwaltung. Die Gesichtserkennung macht jetzt sinnvolle Namensvorschläge. ACDSee bietet außerdem Geotagging, ein Kategoriensystem und einen IPTC-Editor. Die Bildverwaltung exportiert unaufgefordert XMP-Begleitdateien mit IPTC-Daten, Namen, Bewertungen und Farbetiketten.

Der integrierte Raw-Entwickler bearbeitet Belichtung, Kontrast, Farbton, Weißabgleich und Sättigung nichtdestruktiv sowie über ein Pinselwerkzeug auch selektiv. Bei starken Eingriffen am Licht geraten die Farben leider oft zu bunt. Die Helligkeit einzelner Farbbereiche bei der Schwarz-Weiß-Umsetzung kann man im HSL-Dialog präzise steuern. Aufnahmereihen lassen sich nun kombinieren, zum einen als HDR-Bilder und zum anderen als Fokus-Stacks. Mit Ebenen, Überblendmodi und Masken kann man Fotos detailliert selektiv bearbeiten. Der Bearbeitenmodus versammelt destruktiv arbeitende Werkzeuge der Ära, als Rote-Augen-Korrektur und Rahmen noch wichtig waren.

ACDSee spielt seine Stärken bei der gut ausgestatteten Bildverwaltung aus. Bei der Entwicklung liegen Capture One und Lightroom vorn. *(akr@ct.de)*

ACDSee Photo Studio 2020 Ultimate

Foto-Workflowprogramm	
Hersteller	ACD Systems, www.acdsee.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 7
Preis	171,99 € (Upgrade 69,99 €)



Automatisch gute Fotos

Der französische Softwarehersteller DxO misst Kameras samt Objektiven aus und erstellt daraus Korrekturprofile für PhotoLab 3. Das Programm kombiniert sie mit intelligenter Bildverarbeitung.

DxO PhotoLab 3 folgt der Tradition von DxO Optics Pro 11. Das Resultat ist ein mächtiger Raw-Entwickler ohne den Ballast einer historisch gewachsenen Bedienoberfläche. Er startet mit der „Fotothek“, einem einfachen Bildbrowser, der Fotos zügig anzeigt und Vorschaubilder sowie Korrekturprofile für Kamera-Objektiv-Kombinationen diskret im Hintergrund lädt. Man kann Fotos vergleichen, Bewertungen vergeben, Voreinstellungen anwenden und Raw-Fotos als JPEG, TIFF oder DNG exportieren. Erweiterte Bildverwaltung wie einen IPTC-Editor, Gesichtserkennung oder Geotagging hat die Fotothek nicht zu bieten.

Im „Bearbeiten“-Modus offenbart sich das Know-how aus dem DxO-Labor. Links zeigt er die wichtigsten Metadaten in einer Ansicht, die der Kameraanzeige nachempfunden ist. Darunter kann man Copyrightinformationen und Stichwörter hinzufügen. Unten finden sich die Fotos des gewählten Ordners in einer Filmstreifenansicht, oben Werkzeuge zum Geraderichten, Beschneiden, für den Weißabgleich und zur lokalen Anpassung.

Der eigentliche Raw-Entwickler besteht aus einem Reglerset am rechten Rand. Es zerfasert in viele kleine Paletten, deren Wirkung man einzeln aktivieren und deaktivieren kann. Hier finden sich alle erdenklichen Einstellungen für Belichtung, Weißabgleich, Farbe, Sättigung, Kontrast, Bildrauschen und Zuschnitt.

PhotoLab-Nutzer profitieren im Vergleich mit anderen Programmen vor allem von den automatischen Korrekturalgorithmen. Zunächst bearbeitet das Programm Objektivverzerrung, Farbsäume und andere Fehler auf Grund der im Labor ausgemessenen Kamera-Objektiv-Profile. Drei weitere Automatikprogramme unterstützen die Fotoentwicklung: die Belichtungskorrektur Smart Lighting, die Rauschminderung Prime und die Bildoptimierung ClearView Plus. Die beiden letzteren sind nur in der Elite Edition enthalten, nicht in der günstigeren Essentials Edition. Der Prime-Algorithmus analysiert das Foto und wendet Einstellungen zur Rauschminderung an. ClearView optimiert mit einem Klick Kontrast, Sättigung und Klarheit. Beide Optionen verbessern den Bildeindruck spürbar.

Sehr innovativ, aber nicht unbedingt intuitiv hat DxO den HSL-Dialog gestaltet. Über ein Farbrad wählt man den zu bearbeitenden Farbbereich aus. Hat man das System einmal begriffen, kann man auf ebenso einfache wie flexible Weise das Farbspektrum und dessen Übergänge auswählen und über die darunter liegenden Regler Farbton, Sättigung sowie Luminanz verändern.

Zur selektiven Korrektur dient außerdem die Schaltfläche „Lokale Anpassungen“. Sie ruft ein Rad auf, über das man Verlaufsfilter, Maskenpinsel oder Kontrollpunkte wählen kann. Diese Nik-patentierten Werkzeuge kombinieren Verlauf und Kantenerkennung zur schnellen Auswahl eines Bildbereichs. Nach Auswahl kann man für den Bereich Belichtung, Kontrast, ClearView Plus und andere Einstellungen selektiv bearbeiten. Das Reparieren-Werkzeug stempelt per Pinsel markierte Bildbereiche über zu korrigierende Regionen.

Das DxO PhotoLab geht weit über eine bloße Lightroomkopie hinaus. Das Programm lässt noch viel zu wünschen übrig wie eine effiziente Medienverwaltung, steckt aber voller innovativer Ideen zur automatischen Fotoentwicklung, die es zu einer echten Alternative machen. *(akr@ct.de)*

DxO PhotoLab 3.1 Elite Edition

Fotobearbeitung	
Hersteller	DxO, dxo.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 8.1, macOS ab 10.13
Preis	149,99 € (Upgrade 69,99 €)

Workshops 2020

Container-Orchestrierung mit Kubernetes

04. – 07. Februar 2020
in Hannover

© Fotolia: shoot4u

DNSSEC in der Praxis: Transportverschlüsselung absichern

20. Februar 2020
in Hannover

Cloud Plattform: AWS, Azure, Google & Alibaba

17. – 19. Februar 2020
in Nürnberg

Serverless Anwendungen entwickeln: von der Konzeption bis zum Betrieb

24. – 27. Februar 2020
in Hannover

Systemdeployment & -management mit Ansible

25. – 28. Februar 2020
in Frankfurt am Main

Weitere Infos unter:
http://www.heise-events.de/workshops

Zeichenmeister

Schriftenverwaltung für Windows-Systeme

Den Überblick über ein großes Font-Repertoire zu behalten ist ebenso schwierig, wie für einen konkreten Anlass schnell die passende Schrift zu finden und zu installieren. Bei beidem hilft der Schriftenmanager MainType.

Von Ulrich Hilgefort

Der inzwischen in Version 9 erschienene Fontmanager MainType soll für Ordnung und Überblick im Schriftenvorrat sorgen. Die Programmoberfläche zeigt in verschiedenen Fenstern alle Informationen zum vorhandenen Schriftenvorrat an, auch ohne dass sie installiert sind. Durch simplen Mausklick aktiviert man eine oder mehrere Schriften oder entfernt sie aus dem Windows-Fontkatalog.

Im Zentrum steht die Tabelle; sie präsentiert eine Auswahl der Fonts, beispielsweise ob aktuell installiert oder kürzlich hinzugekommen, bewertet oder ungruppiert. Eigene Vorgaben definiert man unter „Views“, um etwa nicht proportionale („Monospaced“) oder Symbolschriften zu finden. Auch eine Eingrenzung nach Strichstärke („Weight“) oder Laufweite („Width“) ist möglich – oder ob sich die Schriften in ein PDF einbetten oder bearbeiten lassen.

Zur aktuellen Auswahl gibt MainType daneben die Zeichenbelegung aus, obendrein die allgemeinen Informationen zum Font, einschließlich vollständigen Namen, Copyright und metrischen Daten, Familiennamen, Herstellerangaben, Schriftschnitt oder Zahl der Kerning-Paare. Die Parameter von bis zu fünf Schriften lassen sich im Font-Information-Fenster vergleichen.

Lorem ohne ipsum

Weitere Fenster zeigen das Aussehen einzelner Zeichen oder eines wählbaren („The quick brown fox …“ oder „Lorem ipsum …“) beziehungsweise selbst definierbaren Mustertextes. Die Parameter der Anzeigebereiche lassen sich ändern, etwa die Größe, in welcher die Zeichen erscheinen. Die Anordnung der abkoppelbaren Fenster speichert man als eigenes Layout.

Im Unterschied zu früheren Versionen nutzt MainType eine Datenbank, die im Hintergrund befüllt und aktualisiert wird. Dieser Font-Katalog berücksichtigt auch Dateien im Netzwerk und Font-Ordner auf anderen Rechnern. Selbst große Schriftensammlungen – wie die im Test verwendete mit über 65.000 Fonts – sind damit bequem zu handhaben.

Um die eigene Sammlung leichter zu verwalten, erlaubt MainType, jede Schrift mit eigenen Tags zu belegen, sie zu bewerten und entsprechend zu sortieren. Auf Wunsch erstellt das Programm aus markierten Fonts steckbriefartige Übersichtsseiten zum Ausdrucken, die – entweder knapp oder ausführlich – Schriftbild, Namen und lizenzrechtliche Details beinhalten. Frei definierbare Gruppen, etwa nach Anlass, Aussehen oder für ein Projekt, erleichtern Suche und Sicherungskopie der Fontdateien.

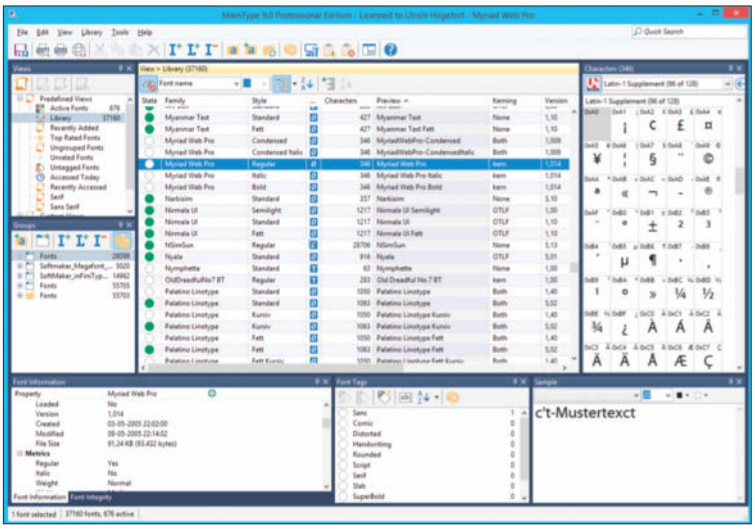
Ein oft auftretendes Problem in größeren Beständen ist die Dopplung von Schriften, die in verschiedenen Paketen, aber in identischer Ausgestaltung vorhanden sind. Solche Doubletten spürt MainType auch in verschiedenen Ordnern auf und zeigt sie an. Eine Analyse auf nahezu identisches Erscheinungsbild, aber unterschiedliche Namen, wie dies häufig der Fall ist, leistet das Programm aber nicht. In der Professional-Version steht ein Werkzeug bereit, das defekte Schriften aufspürt und löscht.

MainType ist in drei Ausbaustufen erhältlich, von der kostenlosen Version, die maximal 2500 Fonts verwaltet, über die Standard-Ausgabe, die auf 10.000 Fonts in der Datenbank begenzt ist, bis zur Profi-Variante, die einen unbegrenzten Schriftenvorrat verwaltet.

Fazit

MainType eignet sich für alle anspruchsvolleren Typografen, egal ob Profi oder Amateur. Es erleichtert den Umgang mit Fonts erheblich und ermöglicht eine zielführende Suche nach der zu einem Anlass passenden Schrift. Im Test ließ sich das Programm auch durch sehr große Dateibestände nicht in Verlegenheit bringen. Die Handhabung verdient gute Noten – schon aufgrund der weitgehenden Möglichkeiten, die Oberfläche bequem den eigenen Erwartungen anzupassen.

(uh@ct.de) c't



Viele Fenster erleichtern in MainType den Überblick über die vorhandenen Schriften, ob installiert oder nicht.

MainType 9.0

Schriftenverwaltungsprogramm	
Anbieter	High-Logic B.V. (high-logic.com)
Schriftenformate	TrueType, OpenType, Type 1
Systemvorauss.	Windows 10, 8, 7 und Vista
Funktionen	Katalogisieren, sortieren, bewerten, installieren und deinstallieren von Fonts, Import und Export beliebiger Gruppierungen
Preis	kostenlos für max. 2500 Fonts, Standard (49 US-Dollar) für bis zu 10.000 Fonts Professional (99 US-Dollar) unbegrenzt

Schneller Raw-Künstler

Capture One Pro 20 entwickelt Fotos zügig und sauber

Kameras lösen immer höher auf. Schnelle Verarbeitung und hohe Bildqualität sollten also Kernkompetenz eines Raw-Entwicklers sein. Capture One kann sich in beiden Disziplinen sehen lassen.

Von André Kramer

Capture One wirkt eher wie eine Lösung zum detaillierten Entwickeln eines einzelnen Fotos als zur Verarbeitung Hunderter Bilder. Anders als Lightroom bringt das Programm keine umfangreiche Bildverwaltung mit. Das ändert sich Stück für Stück. Die aktuelle Version wechselt auf Wunsch zum nächsten Bild, wenn man eine Bewertung vergibt. So lässt sich der Arbeitsfluss etwas beschleunigen.

Ein Pluspunkt gegenüber Adobe ist der Import im Hintergrund. Es dauerte im Test eine halbe Stunde, etwa 800 40-Megapixel-Fotos zu importieren. Macht gar nichts: Währenddessen kann man ungestört drauflosarbeiten und Capture One alle übrigen Bilder nebenbei verarbeiten lassen.

Die getestete Vollversion unterstützt Kameras aller gängigen Hersteller und wird laufend aktualisiert. Günstigere Ausgaben für Sony beziehungsweise Fujifilm kosten jeweils 149 Euro.

Die kleinteilige Bedienoberfläche war immer ein Argument gegen Capture One. Phase One arbeitet aber daran: Die Symbole der Titelzeile sind in der aktuellen Version mit Text unterlegt. Die zehn Karteireiter und die Mauszeigerwerkzeuge zeigen weiterhin nur Symbole und eine flüchtige Mouse-over-Beschriftung.

Das Zuschneiden-Werkzeug hat deutlich sichtbare Griffpunkte bekommen. Bei gedrückter Alt-Taste zieht man den Rahmen aus der Mitte auf. Die Umschalt-Taste fixiert das Seitenverhältnis; Cmd beziehungsweise Strg ermöglichen Rotation. Das beschleunigt Geraderichten und Zuschnitt. Capture One beschneidet nichtdestruktiv und bettet den Rahmen beim PSD-Export als Pfad ein.

Licht und Farbe

Farben mit Capture One zu bearbeiten erfordert Hirnschmalz, denn die Räder des Werkzeugs „Farbbalance“ zu bedienen ist alles andere als intuitiv. Besser geht das mit dem „Farbeditor“. Die Registerkarte „Basic“ bearbeitet über Schieberegler Farbton, Sättigung und Helligkeit von acht Farbbereichen. Die Regler zeigen Farbverläufe und offenbaren damit, wohin bei der Bearbeitung die Reise geht. Mit dem direkten Farbeditor klickt man auf eine Stelle im Foto und bewegt den Cursor horizontal, vertikal oder bei gedrückter Alt-Taste, um die genannten Werte anzupassen. In den Modi „Erweitert“ und „Hautton“ kann man Farbpartien zusätzlich glätten.

Das HDR-Tool diente bisher vor allem zur Wiederherstellung ausgefressener Lichter. Neue Schieberegler für Weiß- und Schwarzpunkt können je nach Bewegungsrichtung Schatten aufhellen und Details in Lichtern hervorholen oder Schatten weiter schwärzen und Lichter akzentuieren, um den Kontrast zu erhöhen. Damit lässt es sich sowohl korrigierend als auch kreativ einsetzen.

Selektiv und im Stapel

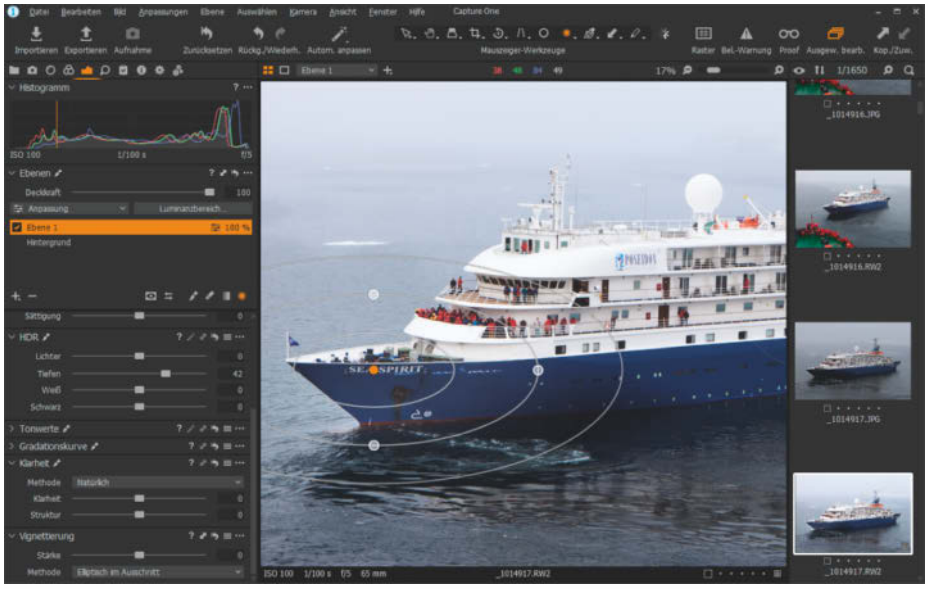
Zur selektiven Korrektur arbeitet Capture One mit Einstellungsebenen. Sie sind im Umgang etwas komplizierter als die Entwicklungspaletten in Lightroom. Praktisch ist, dass sie sich maskieren lassen. Ebenen und Masken kann man in der aktuellen Version selektiv auf andere Fotos übertragen; zuvor ging nur alles oder nichts.

Anhand von Objektivprofilen korrigiert Capture One optische Fehler wie Vignettierung und chromatische Aberration. Außerdem bietet das Programm eine verbesserte Rauschminderung. Sie soll Muster und Kanten erkennen und damit schützen können. Luminanz- und Farbrauschen bearbeitet sie selektiv. Standardmäßig wählt sie passende Parameter anhand des ISO-Werts aus, den sie aus den EXIF-Daten des Fotos entnimmt. Über einen Stärkeregler lässt sich die Rauschminderung individuell einstellen.

Fazit

Die Bedienoberfläche von Capture One ist kleinteilig und bildet einen Workflow ab, der sich nicht von selbst erschließt. Das Programm entwickelt aber in hervorragender Bildqualität und bearbeitet auch hochauflösende Raw-Fotos blitzschnell.

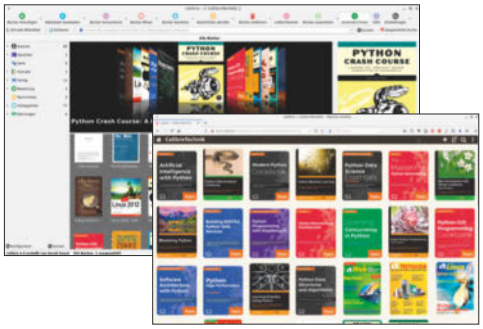
(akr@ct.de) c't



Capture One Pro arbeitet mit Einstellungsebenen, die man beispielsweise über radiale Verläufe maskieren kann. Die Ebenen lassen sich auf andere Fotos übertragen.

Capture One Pro 20

Raw-Entwickler	
Hersteller	Phase One, www.phaseone.com
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.12.6
Preis	349 € (3 Aktivierungen) oder 18 € monatlich (2 Aktivierungen)



Digitale Bibliothek

Die E-Book-Verwaltung Calibre stellt über ihren Content-Server digitale Bücher bequem übers Netz zum Lesen, Herunterladen und Bearbeiten bereit.

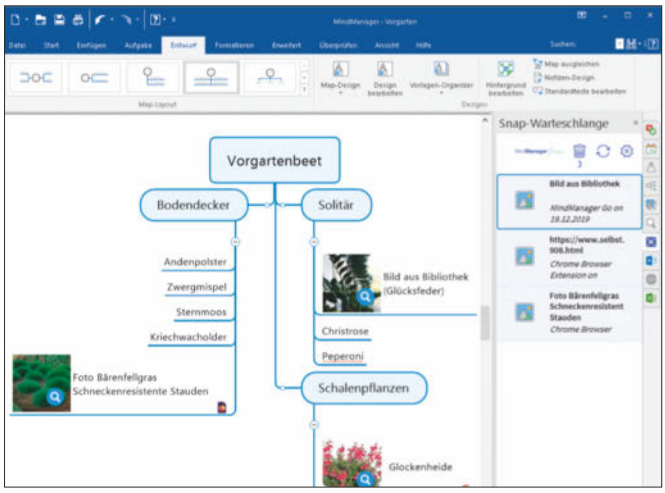
Um E-Books wie in einem digitalen Bücherregal zu präsentieren und zu verwalten, ist die plattformübergreifend verfügbare E-Book-Software Calibre angetreten. Der Funktionsumfang ist enorm, E-Books lassen sich damit lesen, verwalten, mit Beschreibung, Cover und anderen Metadaten versehen und in verschiedene Formate konvertieren.

Inzwischen wurde der integrierte Content-Server ausgebaut. Dieser kann eine oder mehrere Calibre-Bibliotheken über das lokale Netzwerk oder im Internet auf einer Website zum Download oder Lesen anbieten. So lassen sich E-Books schnell auf Smartphone, Tablet oder E-Reader herunterladen oder dort direkt im Browser durchblättern.

Vorhandene E-Books kann man über die Website des Content-Servers einsehen, lesen oder in einem gewählten Format herunterladen. Wer ein Benutzerkonto hat, kann auch E-Books hochladen, diese von einer Bibliothek in eine andere verschieben und Metadaten bearbeiten. Metadaten aus Online-Diensten kann der Calibre-Server nicht direkt übernehmen; er bietet jedoch an, Goodreads, Amazon, Google Books und Wikipedia nach einem Buch oder einem Autorennamen zu durchforsten. Metadaten lassen sich dann per Copy & Paste übernehmen. *(lmd@ct.de)*

Calibre 4.8

E-Book-Verwaltung	
Hersteller	Kovid Goyal, calibre-ebook.com
Systemvoraussetzungen	Linux, macOS, Windows
Preis	kostenlos



Mindmapper für Teamplayer

MindManager ist ein mächtiges Werkzeug, um Ideen und digitale Inhalte im Kontext zu visualisieren. Neu in der Version 2020 sind Funktionen fürs Teamwork und den Import von Links und Bildern.

Wie bisher eignet sich Mindmanager für Windows zum Erstellen von Mindmaps, Flussdiagrammen, Gantt-Charts und weiteren Schema-Grafiken. Solche Grafiken lassen sich mit anderen Dokumenten abgleichen, etwa indem man eine hierarchisch gegliederte Excel-Tabelle als Baum anzeigt oder eine im Brainstorm erarbeitete Mindmap als Gliederung eines Word-Dokuments exportiert.

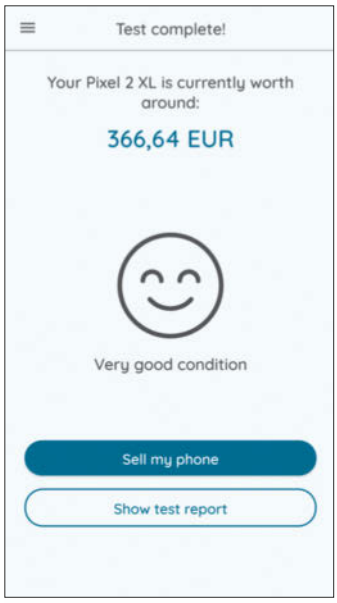
Seit der Übernahme des Herstellers Mindjet im Jahr 2016 durch Corel legt das Programm kontinuierlich nach bei der Integration von Bildelementen, aktuell durch Mindmanager Snap. Dafür lädt man Bilder mit der gleichnamigen Chrome-Browser-Erweiterung oder der ebenfalls neuen App Mindmanager Go für Android und iOS auf den Mindjet-Server hoch. Dasselbe gelingt in der Browsererweiterung auch mit Weblinks. Meldet man sich am PC an sein Mindjet-Konto an, synchronisiert MindManager diese Inhalte mit der sogenannten Snap-Warteschlange. Von diesem Bereich des Programmfensters aus kann man sie komfortabel per Drag & Drop ins aktuell bearbeitete Diagramm einbinden.

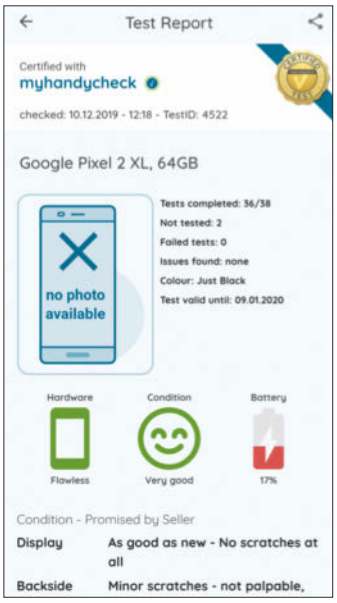
Die Entwickler haben außerdem das MindManager Co-Editing noch einmal erfunden: Grafiken, die man auf einen Mindjet-Server gespeichert hat, kann man zur gleichzeitigen Bearbeitung durch Kollegen im Internet freigeben. Das ging schon 2012, als die Software vorübergehend Mindjet hieß. Damals mussten aber alle Mitstreiter eigene Mindjet-Instanzen bei sich installiert haben und die Kommunikation erfolgte über ein proprietäres Protokoll. Bei MindManager 2020 gelingt das Co-Editing auch mit anderswo im Web gespeicherten Grafiken, etwa von Google Drive oder Dropbox. Diese werden vorübergehend auf den Mindjet-Server übertragen. Dort läuft eine Serveranwendung, die alle Nutzer per HTML5 bedient und bei diesen nur einen Webbrowser voraussetzt. Der darüber zugängliche Funktionsumfang ist vergleichbar mit dem von 2012, umfasst aber in der Enterprise-Edition detailliertere Möglichkeiten zur Rechtevergabe. Im Test scheiterte die Software beim Versuch, eine Co-Editing-Session über Microsoft OneDrive aufzubauen; über Google Drive gab es keine Schwierigkeiten.

Wie schon in früheren Versionen ist MindManager ein handliches und äußerst vielseitiges Visualisierungswerkzeug. Der aktuell erweiterte Bildimport bringt zusätzlichen Nutzen und die Teamwork-Funktionen sind jetzt breiter einsetzbar als früher. Stabilere Webspeicher-Anbindung und weitere Funktionen sind in Gestalt eines Service Packs fürs Frühjahr avisiert. *(hps@ct.de)*

Mindmanager 2020

Mindmapping-Werkzeug	
Hersteller	Corel, www.mindjet.com/de
Systemvoraussetzungen	PC mit 2 GB RAM, 830 MB Festplattenspeicher, Windows 7 SP1 oder neuer, Chrome (für Snap)
Preis	415,31 € / auf Anfrage (Standard / Enterprise-Edition)





Handy-Zertifizierung

Viele Menschen trauen gebrauchten Handys nicht über den Weg. Die App myhandycheck will hier Vertrauen schaffen und kauft das Handy eventuell auch gleich selbst, damit es nicht in der Schublade versauern muss.

Myhandycheck prüft die verschiedenen Komponenten moderner Smartphones auf Funktionstüchtigkeit. Dafür verlangt die App allerhand Rechte, erklärt aber plausibel wofür: Wer sämtliche Sensoren checken will, muss eben auf sie zugreifen dürfen. In einem circa 10-minütigen Test werden Mikrofon, Lautsprecher, Lagesensor, Vibrationsalarm und so weiter geprüft. Die Sensoren ergänzen sich dabei gegenseitig, zum Beispiel prüfen Lautsprecher und Mikrofon einander. Wo das nicht geht, etwa beim Touchscreen, wird der Nutzer eingespannt, der einmal über den ganzen Schirm wischen muss.

Die Kameratests erfordern einen Spiegel. So wird über die Kamerabilder auch die Funktionstüchtigkeit des Displays und des Blitzes geprüft. Außerdem können die Spiegel-Bilder des Smartphones von potenziellen Käufern eingesehen werden. Anschließend belastet und vermisst die App CPU und Batterie, was eine Weile dauern kann. Zum Schluss muss man ein paar Fragen zur Vergangenheit des Telefons beantworten.

Aus den gesammelten Daten wird ein online einsehbares Zertifikat erstellt, auf das man potenzielle Käufer verweisen kann, um den Zustand des Handys zu belegen. Außerdem gibt die App eine Preisempfehlung ab. Die WebToGo GmbH, das Unternehmen hinter myhandycheck, bietet unter Umständen auch an, das Telefon selbst zu kaufen. Langfristig will man sich allerdings als Marktplatz etablieren, sodass Käufer und Verkäufer einander bei myhandycheck finden können.

Die App hilft auf Wunsch auch beim Backup der eigenen Daten oder der Übertragung vom alten aufs neue Telefon – sofern man schon ein neues hat. Getestet haben wir das nicht. Spätestens wenn man den eigenen Testbericht abrufen will, muss man eine Handynummer angeben. Über diese Identifikation soll sichergestellt werden, dass man – zum Beispiel nach erfolgtem Handyverkauf – die eigenen Testreports wieder löschen kann.

Myhandycheck ist erst vor Kurzem der Betaphase entwachsen, mitunter hakelt es noch etwas: Mit einem Google Pixel 2 lief der Test problemlos, bei einem Samsung Galaxy Note 4 brauchten wir mehrere Anläufe bis zum Zertifikat. Zur getesteten Android-App soll sich bald eine iOS-Variante gesellen. *(syt@ct.de)*

***Beschreibung:* ct.de/ym65**

myhandycheck

Handy-Zertifizierung	
Entwickler	WebToGo GmbH
Systemvoraussetzungen	Android / iOS (noch nicht verfügbar)
Lizenz	proprietär
Preis	kostenlos

Neugierig geworden?

Testen Sie jetzt 3 Ausgaben Technology Review und sparen Sie über 9 Euro.

Lesen, was wirklich zählt in Digitalisierung, Energie, Mobilität, Biotech.

Bestellen Sie jetzt unter
trvorteil.de/3xtesten

trvorteil.de/3xtesten
+49 541/80 009 120
leserservice@heise.de

Technology Review
Das Magazin für Innovation

Im Mittel: Klasse statt Masse

Sechs Mittelklasse-Grafikkarten für Spieler

Ab 170 Euro buhlen Radeon RX 5500 XT und GeForce GTX 1650 Super mit aktueller Technik um die Gunst von Full-HD-Gamern. Drei Grafikkarten jeder Reihe mussten im Test beweisen, was sie können.

Von Carsten Spille

In der Klasse um 200 Euro gibt es nun auch von AMD aktuelle, auf Spiele optimierte Navi-Technik in Form der Radeon RX 5500 XT. Von Gigabyte, MSI und Sapphire treten die Radeon-Interpretationen gegen Nvidias kürzlich erschienene GeForce GTX 1650 Super von Asus, Gigabyte und MSI an. Die sechs Grafikkarten decken eine Preisspanne von 170 bis 250 Euro ab.

Aktuelle Grafikkarten mit Chips aus Nvidias Turing- und AMDs Navi-Generation bieten nicht nur ausreichend Leistung für das Zocken in Full-HD-Auflösung mit hoher Detailstufe. Sie schlucken im Leerlauf weniger als 10 Watt, mit drei angeschlossenen Bildschirmen steigt dieser Wert auf knapp über 20 Watt. Für volle 3D-Last benötigt die GeForce GTX 1650 Super einen sechspoligen Anschluss vom Netzteil, die Radeon RX 5500 XT ist etwas stromdurstiger und will über acht Leitungen versorgt werden. In beiden Modellreihen gibt es dank leistungsfähiger Kühllösungen flüsterleise Modelle, die selbst unter Volldampf aus dem geschlossenen Gehäuse nicht herauszuhören sind.

Je nach Anschlussleiste binden Radeon RX 5500XT und GeForce GTX 1650 Super zwei bis vier hochauflösende Bildschirme über HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4 an. Letzterer unterstützt dabei dank Dynamic Stream Compression 1.2 (DSC) sogar die kommenden 8K-Displays mit 60 Hertz und alternativ auch UHD-Monitore mit 120 oder 144 Hertz. Der bei manchen Karten vorhandene DVI-Ausgang arbeitet rein digital und schafft maximal 2560 × 1600 Pixel mit 60 Hertz.

Modern und sparsam

Turing- und Navi-Grafikchips können den Prozessor entlasten, wenn der Rechner Videos in modernen, platzsparenden, aber auch rechenaufwendigen Formaten abspielt oder aufnimmt. Darunter sind H.264, H.265/HEVC und VP9 bis zur 8K-Auflösung. Beim Encoding setzen GeForce wie Radeon dagegen nur auf die Codecs H.264 und H.265. Die sind speziell für Streamer, aber auch für Nutzer von Videokonferenzen und Ähnlichem interessant. Denn auch für das rechenintensive Encoding tragen die Grafikchips se-

parate Schaltkreise, sodass die Videofunktionen die Leistung der 3D-Grafik und des Prozessors kaum beeinträchtigen.

Manche Streaming-Dienste wie etwa Netflix setzen zudem auch die in den Grafikchips integrierten Schaltkreise für das Digital Rights Management voraus, um ihre Inhalte in hoher Auflösung oder Hochkontrastdarstellung auszuliefern.

Navi und Turing

Bei den GeForce-Karten im Test kommt ein Grafikchip aus Nvidias aktueller Turing-Reihe zum Einsatz. Der TU116 wird in bewährter 12-Nanometer-Technik hergestellt und enthält bis auf die Raytracing-Unterstützung dieselben Verbesserungen wie die Chips der teureren RTX-Grafikkarten. Darunter sind auch Effizienz-Features wie Variable Rate Shading (VRS). Programme, die VRS nutzen, können für gleichfarbige oder weniger auffällige Bildbereiche eine lokal niedrigere Auflösung anfordern, sodass die Grafikkarte weniger Pixel berechnen muss. Dadurch kann die Bildrate deutlich steigen. Neben Nvidias Turing-Architektur kommt dieses Feature auch in der aktuellen Intel-Grafikarchitektur Gen11 zum Einsatz und soll auch bei der kommenden Playstation 5 und der XBox Series X mit AMD-Grafikchip verwendet werden. Derzeit ist die Liste der unterstützten Spiele mit Wolfenstein: Youngblood und Call of Duty: Modern Warfare (2019) allerdings noch sehr kurz. Anders als die GPUs in PS5 und XBox Series X unterstützen AMDs aktuelle Radeon-Karten VRS nicht in Hardware.

Bei der Spieleleistung in Full-HD-Auflösung von 1920 × 1080 Pixeln hat AMDs Radeon RX 5500 XT mit 8 GByte etwas mehr (Speicher-)Reserven als Nvidias GeForce GTX 1650 Super, ist aber auch deutlich teurer.

Die Radeon RX 5500 XT nutzt AMDs aktuelle RDNA-Architektur, die auch schon bei der RX-5700-Reihe zum Einsatz kommt. Der Navi-14-Grafikchip wird in moderner 7-Nanometer-Technik hergestellt, sodass AMD mehr Transistoren pro Quadratmillimeter unterbringen kann. Dadurch können die Shadereinheiten komplexer gestaltet werden und erhalten mehr schnellen Zwischenspeicher. So extrahiert AMDs Navi mehr Spieleleistung aus jeder Shader-Einheit als ältere Vega- und Polaris-Grafikchips auf den Radeon-RX-Vega- und -RX-590-Grafikkarten. Daher kommt die RX 5500 XT mit ihren 1408 Shader-Rechenkernen und aktuellen Treibern auf beinahe dieselbe Spieleleistung wie die ältere Radeon RX 590 – die braucht dafür allerdings noch 2304 Shader.

Einsortiert

Im Preisbereich der neuen Grafikkarten tummeln sich zwangsläufig auch ältere

Performance-Messungen

Grafikkarte	3DMark Time Spy / Firestrike Extreme [Punkte]	Far Cry 5 (DX 11) Preset „Ultra“, SMAA, HD Textures (WQHD / Full HD) [fps]	Metro Exodus (DX 12) Preset „Ultra“, 16 × AF (WQHD / Full HD) [fps]	Shadow o. t. Tomb Raider (DX 12) Preset „Maximum“, SMAA, 16 × AF, (WQHD / Full HD) [fps]	Luxmark 3.1 Luxball HDR [Punkte]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
AMD Radeon RX 5700 8 GB	8093/10598	91/111	49/61	70/101	27493
AMD Radeon RX Vega 56 8 GB	6366/8619	74/102	40/50	58/85	28077
Nvidia GeForce GTX 1660 Super	6337/7071	61/95	34/43	53/80	17052
Sapphire Nitro+ Radeon RX 590 8GD5[1]	5146/6668	55/77	30/38	44/65	12645
MSI Radeon RX 5500 XT Gaming X 8G	5117/6449	58/85	29/37	44/66	14196
Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT 8G[1]	5108/6433	59/85	30/37	44/65	14261
Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT 4G[1]	5088/6425	48/77	30/37	37/59	13976
Gigabyte Radeon RX 5500 XT Gaming OC 8G	5088/6407	58/85	30/37	43/65	14296
Nvidia GeForce GTX 1660	5832/6190	58/85	30/39	45/69	15229
MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G	4610/6116	49/74	27/35	36/56	12648
MSI GamingX Radeon RX570 4GB	4178/5684	45/65	25/31	36/53	11963
Sapphire Pulse Radeon RX 570 8GD5[1]	4080/5471	46/65	25/31	38/58	12734
MSI GeForce GTX 1650 Super Gaming X 4G	5097/5347	50/81	27/36	41/64	9702
Gigabyte GeForce GTX 1650 Super Windforce OC 4G	5008/5329	50/79	27/35	39/63	9816
Asus Phoenix GeForce GTX 1650 Super OC	4975/5181	47/78	26/34	39/62	9607
Nvidia GeForce GTX 1050 Ti 4 GB	2606/3505	29/43	15/19	21/33	7717

Testsystem: Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte DDR4-RAM, Windows 10 (1809) 64 Bit, V-Sync aus; Grafiktreiber: AMD Adrenalin 2020 Edition 19.12.2; Nvidia GeForce 441.66
SMAA Kantenglättungsverfahren [1] mit Standard-BIOS gemessen

Asus Phoenix GeForce GTX 1650 Super OC

Trotz leichten Overclockings gehört die Asus Phoenix mit 170 Euro zu den günstigsten Karten mit dem GeForce 1650 Super. Obwohl sie nur 100 Watt schluckt, taktet sie in Metro Exodus mit 1770 MHz. Bei der Leistung muss man also keine Abstriche machen, allerdings bleibt der Kühler mit seinem einzelnen 95-Millimeter-Lüfter als einziger im Testfeld im Leerlauf nicht stehen. Er dreht dann allerdings so langsam, dass man ihn nicht hört. Unter Last ist der Lüfter mit maximal 1,3 Sone noch erträglich. Er kann durch die leicht raue, etwas heulende Charakteristik in sehr ruhiger Umgebung etwas nerven.

Dafür ist die Karte mit gerade einmal 17,5 Zentimetern Länge sehr kompakt und passt problemlos in die meisten Gehäuse, bindet allerdings nur jeweils ein DP-, HDMI- und DVI-Display an.

- ⬆ günstiger Preis
- ⬇ Lüfter dreht immer
- ⬇ nur 4 GByte

Gigabyte GeForce GTX 1650 Super Windforce OC 4G

Die GeForce GTX 1650 von Gigabyte ist mit 22,7 Zentimetern deutlich länger als das Asus-Modell und bringt zwei 85-Millimeter-Lüfter unter, die im Leerlauf bis zu einer GPU-Temperatur von 52 °C stillstehen (Zero-Fan-Modus) und damit lautlos sind. Beim Anlaufen drehen sie einmal kurz und heulend hoch, um dann auf ihre normalen U/min herunterzufahren. Dabei erzeugen sie unter Last 0,9 Sone, was für eine gute Bewertung reicht. Unter 40 °C GPU-Temperatur schalten sie wieder ab. Die Gigabyte-Karte erreicht in Metro Exodus 1785 MHz und bleibt dank ihres guten Kühlers auch unter Volllast im Furmark-Stresstest mit 60 °C sehr kühl.

Mehr der Optik als der Funktion dient die Rückplatte aus Kunststoff. Wegen des flachen Kühlers kommt die GTX 1650 Super Windforce mit zwei Steckplätzen Breite aus. Auf der Slotblende findet sich je ein DisplayPort-, ein HDMI- und ein DVI-Ausgang.

- ⬆ effektive Kühlung
- ⬆ Zero-Fan-Modus
- ⬇ nur 4 GByte

Gigabyte Radeon RX 5500 XT Gaming OC 8G

Mit über 28 Zentimetern ist Gigabytes Radeon die längste Karte im Testfeld und die einzige, die ganze drei Lüfter mit je 75 Millimetern Durchmesser unterbringt. Die Lüfter halten im Leerlauf an. Obwohl die Gaming OC die sparsamste der drei Radeons im Test ist, gelang es Gigabyte nicht, die Kühlung sinnvoll abzustimmen. Die Lüfter laufen im Durchschnitt recht leise, wenn auch minimal rau, und halten die GPU-Temperatur unter 70 °C. Aber die Lüftersteuerung gibt ihnen in unregelmäßigen und nicht offensichtlich lastinduzierten Abständen mal einen Schub auf die volle Drehzahl von 1950 U/min. Die wird allerdings schnell abgesenkt und es kehrt wieder Ruhe ein. Das resultierende An- und Abschwellen der Lautheit nervt.

Die Kühlkonstruktion der Gigabyte-Karte ist flach und baut nicht höher als die zwei Steckplätze breite Slotblende. An ihr befinden sich drei DisplayPorts und ein HDMI-Anschluss.

- ⬆ sparsamste Radeon im Test
- ⬆ Zero-Fan-Modus
- ⬇ Lüftersteuerung verkorkst

Modelle, zwischen denen die Neuerscheinungen ihren Platz finden müssen – und die teils noch gute Alternativen sind. Im Falle der GeForce GTX 1650 Super ist der Sprung von der GTX 1650 ohne „Super"-Suffix besonders ausgeprägt. Der auf der neuen Karte eingesetzte Grafikchip Turing TU116 ist mit 1280 Shader-Rechenkernen deutlich rechenstärker als die GTX 1650, deren TU117-GPU nur 896 Shader hat. In schierer Rechenleistung ausgedrückt sind das bei gut 1,7 GHz Boost-Takt knapp 3,1 Billionen Rechenschritte pro Sekunde (TFLOPS) für die GTX 1650 und rund 4,5 TFLOPS für die 1650 Super – ein Plus von knapp 47 Prozent.

Beim Speicher gibt es Licht und Schatten. Die Super-Variante bekommt den schnelleren GDDR6-RAM, sodass die Transferrate gegenüber der mit dem Vorgänger GDDR5 ausgestatteten GTX 1650 non-Super insgesamt um 50 Prozent steigt. Da jedoch die Schnittstelle nach wie vor nur 128 parallele Datenleitungen hat, bleibt die Speichergröße bei mittlerweile knapp anmutenden 4 GByte. Schneller und mit 2 GByte mehr Grafikspeicher ausgestattet sind erst GeForce-1660-Karten aus der aktuellen Generation, die allerdings auch rund 200 Euro kosten.

Die Radeon RX 5500 XT hat eine zur GTX 1660 vergleichbare Rechenleistung. Sie hat ein paar mehr Shader-Kerne (1408) als die 1650 Super und einen etwas höheren Maximaltakt. Mit 5,1 TFLOPS liegt ihre Rechenleistung auf dem Niveau der GeForce GTX 1660 – allerdings kostet die RX 5500 XT mit empfehlenswerteren 8 GByte Grafikspeicher auch 220 Euro aufwärts. Im Vergleich zur Radeon RX 590 für unter 200 Euro kann sie durch ihre modernere Architektur in Spielen oft mit dieser gleichziehen. Obwohl die Rechenleistung der RX 5500 XT deutlich unter der einer RX 590 liegt, ist sie in reinen Compute-Anwendungen wie dem Raytracer Luxmark oft schneller, weil sie ihre Ressourcen effizienter nutzt. Apro-

Anzeige

WIR TRAUERN 2019 UM

AFGHANISTAN: 5. Januar **Nuri Dschawid**, Radiojournalist/Blogger | 5. Februar **Rahmani Rahimullah**, Fernsehjournalist | 5. Februar **Aria Schafik**, Radiojournalist | 15. März **Chairchah Sultan Mahmud**, Radiojournalist | 1. Juli **Imeailsi Abdulrauf**, Medienmitarbeiter | GHANA: 16. Januar **Ahmed Hussein-Suale**, Fernsehjournalist | HAITI: 10. Oktober **Néhémie Joseph**, Radiojournalist | HONDURAS: 17. März **Leonardo Gabriel Hernández**, Fernsehjournalist | 31. August **Edgar Joel Aguilar**, Fernsehjournalist | IRAK: 4. Oktober **Hischam Fares Al-Adhami**, freier Journalist | 6. November **Amdsched al-Dahamat**, Autor/Bürgerjournalist | JEMEN: 28. Januar **Siad al-Schaarabi**, Medienmitarbeiter/Producer | 5. Mai **Ghaleb Labhasch**, Bürgerjournalist | KOLUMBIEN: 9. Mai **Mauricio Lezama**, Dokumentarfilmer | LIBYEN: 19. Januar **Mohammed bin Chalifa**, Journalist | MEXIKO: 20. Januar **Rafael Murúa Manríquez**, Radiojournalist | 19. Februar **Jesús Eugenio Ramos Rodríguez**, Radiojournalist | 15. März **Santiago Barroso**, Radiojournalist | 25. März **Omar Iván Camacho Mascareño**, Sportreporter | 2. Mai **Telésforo Santiago Enríquez**, Radiojournalist | 16. Mai **Francisco Romero Díaz**, Printjournalist | 11. Juni **Norma Sarabia Garduza**, Printjournalistin | 30. Juli **Rogelio Barragán Pérez**, Onlinejournalist | 3. August **Jorge Ruiz Vázquez**, Printjournalist | 24. August **Nevith Condés Jaramillo**, Onlinejournalist | NIGERIA: 22. Juli **Precious Owolabi**, Fernsehjournalist | PAKISTAN: 4. Mai **Ali Sher Rajpar**, Printjournalist | 16. Juni **Muhammad Bilal Khan**, Bürgerjournalist | 30. April **Malik Amanullah Khan**, Printjournalist | 30. August **Mirza Waseem Baig**, Fernsehjournalist | 24. November **Urooj Iqbal**, Printjournalistin | PHILIPPINEN: 10. Juli **Eduardo Dizon**, Radiojournalist | 7. November **Dindo Generoso**, Radiojournalist | 1. Dezember **Benjie Caballero**, Radiojournalist | DEMOKRATISCHE REPUBLIK KONGO: 2. November **Papy Mahamba Mumbere**, Radiojournalist | SOMALIA: 12. Juli **Hodan Nalayeh**, Fernsehjournalistin | 12. Juli **Mohamed Sahal Omar**, Fernsehjournalist | 14. August **Abdinasir Abdulle Ga'Al**, Radiojournalist | SYRIEN: 23. März **Mohammad Dschumaa**, Medienmitarbeiter | 18. Juni **Amdschad Bakir**, Fotojournalist | 23. Juni **Omar al-Dimaschki**, Bürgerjournalist | 17. Juli **Alaa Najef al-Chader al-Chalidi**, Fotojournalist | 21. Juli **Anas al-Diab**, Bürgerjournalist | 15. August **Samer al-Sallum**, Bürgerjournalist | 10. Oktober **Welat Erdemci**, freier Journalist/Fotograf | 13. Oktober **Saad Ahmad**, Agenturjournalist | 13. Oktober **Mohammed Rascho**, Fernsehjournalist | 10. November **Abdel Hamid al-Jussef**, Fotojournalist | TSCHAD: 25. Mai **Obed Nangbatna**, Fernsehjournalist | UKRAINE: 20. Juni **Wadim Komarow**, Printjournalist | VEREINIGTES KÖNIGREICH: 19. April **Lyra McKee**, freie Journalistin/Autorin

Ihre Spende für die Pressefreiheit: www.reporter-ohne-grenzen.de/spenden

REPORTER OHNE GRENZEN
FÜR INFORMATIONSFREIHEIT

MSI GeForce GTX 1650 Super Gaming X 4G

Die Gaming X von MSI ist die einzige GeForce im Test, die über die volle Phalanx von drei DisplayPorts und einen HDMI-Anschluss verfügt.

Obwohl sie unter Last knapp die stromdurstigste Vertreterin der drei GeForces ist, gelingt MSI die Kühlung auch unter Last vorbildlich leise. Die Lüfter beginnen erst ab 62 °C GPU-Temperatur zu drehen und tun dies zunächst mit gemächlichen 710 U/min. Auch unter Last drehen sie nicht höher als 1040 U/min und bleiben mit 0,1 Sone unhörbar. Mit 1890 MHz hält sie in Metro Exodus dennoch den höchsten Takt unter den GeForce-Karten.

Die Kühleraufbauten aus Kunststoff ragen etwas über die Maße der Slotblende, sodass die Karte minimal über die nominelle Dual-Slot-Breite hinausgeht.

- ⬆ schnellste 1650S
- ⬆ leiser, wuchtiger Kühler
- ⬆ nur 4 GByte

MSI Radeon RX 5500 XT Gaming X 8G

Die Gaming X mit Radeon-GPU ist deutlich massiger als ihre GeForce-Schwester aus gleichem Hause, übertrifft sie in den Abmessungen aber nur minimal. Damit passt auch sie knapp nicht mehr ins Dual-Slot-Format. Ihre Kühlung hat MSI insgesamt allerdings nur befriedigend gelöst. Im Leerlauf stehen die Lüfter still, erzeugen unter Last aber 1,1 Sone.

Dabei laufen sie sehr glatt und ohne nervige Nebengeräusche. In Metro Exodus protokollierten wir Taktraten von 1840 MHz, der Lüfter drehte mit 1200 U/min – bei höheren Drehzahlen hört man ein leichtes Heulen.

Wie an den anderen Radeon-Karten finden an MSIs Gaming X vier Monitore Anschluss, drei mit DP und einer mit HDMI.

- ⬆ mächtiger Kühler
- ⬆ sparsam im Leerlauf
- ⬇ teuer

Sapphire Pulse Radeon RX 5500 XT 8G

Mit der Pulse RX 5500 XT macht Sapphire wieder vieles richtig. Ein wesentlicher Punkt dabei ist das Dual-BIOS. Ab Werk auf „Performance" (Schalterstellung Richtung PCIe-Stromstecker) gestellt, ist der optionale Silent-Modus die bessere Wahl. Er kostet kaum messbar Performance, stellt den Kühler der Karte aber effektiv ruhig, sodass die beiden 95-Millimeter-Lüfter im Test mit nur noch 750 U/min und 0,2 Sone kaum noch wahrnehmbar agierten. Mit Performance-BIOS waren es im Stresstest Furmark immerhin 1220 U/min (0,6 Sone). Mit dem Silent-BIOS begrenzt der Hersteller zugleich auch die Leistungsaufnahme, die von 158 auf 144 Watt unter Last zurückgeht. Die parallel getestete Version mit 4 GByte Grafikspeicher litt auffallend unter der halbierten Speichermenge.

Auch Sapphire bestückt seine Pulse mit drei DisplayPorts und einem HDMI-Anschluss, der Kühler kommt mit zwei Slots aus.

- ⬆ leise mit Silent-BIOS
- ⬇ stromdurstig mit Standard-BIOS
- ⬇ teuer

pos: Dank Unterstützung von PCI Express 4.0 ist sie pro Lane doppelt so schnell ans System angebunden wie etwa die GeForce GTX 1650 Super. Allerdings kappt AMD zugleich auch die Anzahl der Lanes von 16 auf 8. Was für PCI-Express-4.0-Systeme am Ende aufs Gleiche hinausläuft, resultiert in den ungleich verbreiteteren PCIe-3.0-PCs in halbiertem Datentransfer vom Haupt- in den Grafikspeicher.

Preisfrage: 4 oder 8?

Wer eine neue Grafikkarte kauft, möchte mit dieser üblicherweise auch flüssig zocken. Sind nur 4 oder noch weniger GByte Grafikspeicher aufgelötet, wird das in Full-HD-Auflösung schon heute manchmal zum Problem. Wer kein Problem damit hat, die Texturdetails eine oder zwei Stufen herunterzuregeln, kommt derzeit mit 4 GByte aber noch gut aus. Allerdings schiebt man das Speicherproblem damit nur in die Zukunft, denn dass Spiele mit der Zeit immer mehr Grafikspeicher belegen, gilt als ungeschriebenes Gesetz.

Das ist umso ärgerlicher, als hübsche Texturen nicht nur maßgeblich zu realistisch anmutenden 3D-Welten beitragen, sondern nicht einmal sonderlich viel Performance kosten, solange sie in den Grafikspeicher passen. Insofern gilt: Falls möglich, greifen Sie lieber zu einer Variante mit mehr Grafikspeicher. 4 GByte stellen heute auch für Einsteiger das untere Limit dar.

Die GeForce GTX 1650 Super ist durch die Bank mit 4 GByte Arbeitsspeicher ausgestattet und die Radeon RX 5500 XT ist mit dieser Speichermenge 40 Euro günstiger als mit 8 GByte. Damit steht es 170 zu 180 Euro für die 4-GByte-GeForce gegenüber der Radeon. Die Krux: Diese Speichermenge ist bei modernen Spielen in höchster Detailstufe schon in Full HD knapp, in höheren Auflösungen sinkt die Leistung noch stärker.

Das zeigen auch die Benchmarks, die wir mit der 4-GByte-Version der Sapphire

Pulse RX 5500 XT angefertigt haben. In Shadow of the Tomb Raider oder Far Cry 5 liegt sie in Full HD 9 Prozent hinter der 8-GByte-Version. In WQHD-Auflösung mit 2560 × 1440 Pixeln steigt der Abstand bereits auf knapp 14 (Tomb Raider) respektive 19 Prozent (Far Cry 5) an. Mit den verbleibenden 48 Bildern pro Sekunde (fps) entfernt sich die 4-GByte-Version aber schon deutlich von der erstrebenswerten 60-fps-Marke.

In Metro Exodus fiel im Preset „Extrem" die Bildrate sporadisch unter 20 fps. Das war mit der 8-GByte-Version nicht der Fall. Ebenso wenig trat das Problem auf einem alternativ herangezogenen Ryzen-5-3600X-System mit X570-Board auf. Dort konnte die Karte im PCIe-4.0-Modus auf die doppelte Transferrate zum Hauptspeicher zurückgreifen – angesichts einer nur acht anstelle der üblichen 16 Lanes breiten Anbindung ans System ein interessantes Detail. Wer jedoch bei der Grafikkarte an 4 GByte zusätzlichem Grafikspeicher spart, muss quasi zum Ausgleich zu einem teuren X570-Board greifen – da beißt sich die Spar-Katze in den Schwanz.

Mit den ebenfalls mit nur 4 GByte ausgestatteten GTX-1650-Super-Karten trat zumindest das Metro-Exodus-Problem nicht auf. Bisherige Navi-Grafikkarten verfügten ausschließlich über 8 GByte Grafikspeicher – womöglich ist ein Teil des Problems bei AMD hausgemacht und fehlenden Optimierungen im Speichermanagement für die neue Architektur geschuldet.

Fazit

Die gute Nachricht zuerst: Mit keiner der getesteten Karten macht man etwas grob falsch. Einzig die Entscheidung für oder wider 4 GByte Grafikspeicher will vorab genau bedacht sein. Entsprechend fällt entweder der Preisrahmen unter 200 Euro weg oder man muss bereit sein, bei der Grafikqualität in Spielen Kompromisse einzugehen.

Davon abgesehen ist man mit den drei Radeons RX 5500 XT durch die Bank etwa 12 bis 18 Prozent flotter unterwegs und kommt leichter auf flüssige Bildraten. Dafür brauchen die Radeon-Karten mit 146 bis 158 Watt auch ungefähr 50 Prozent mehr Leistung als die GTX 1650 Super mit 100 Watt, wenn sie unter Last 3D-Welten berechnen. Im Leerlauf liegen alle Karten unter 10 Watt und sind flüsterleise.

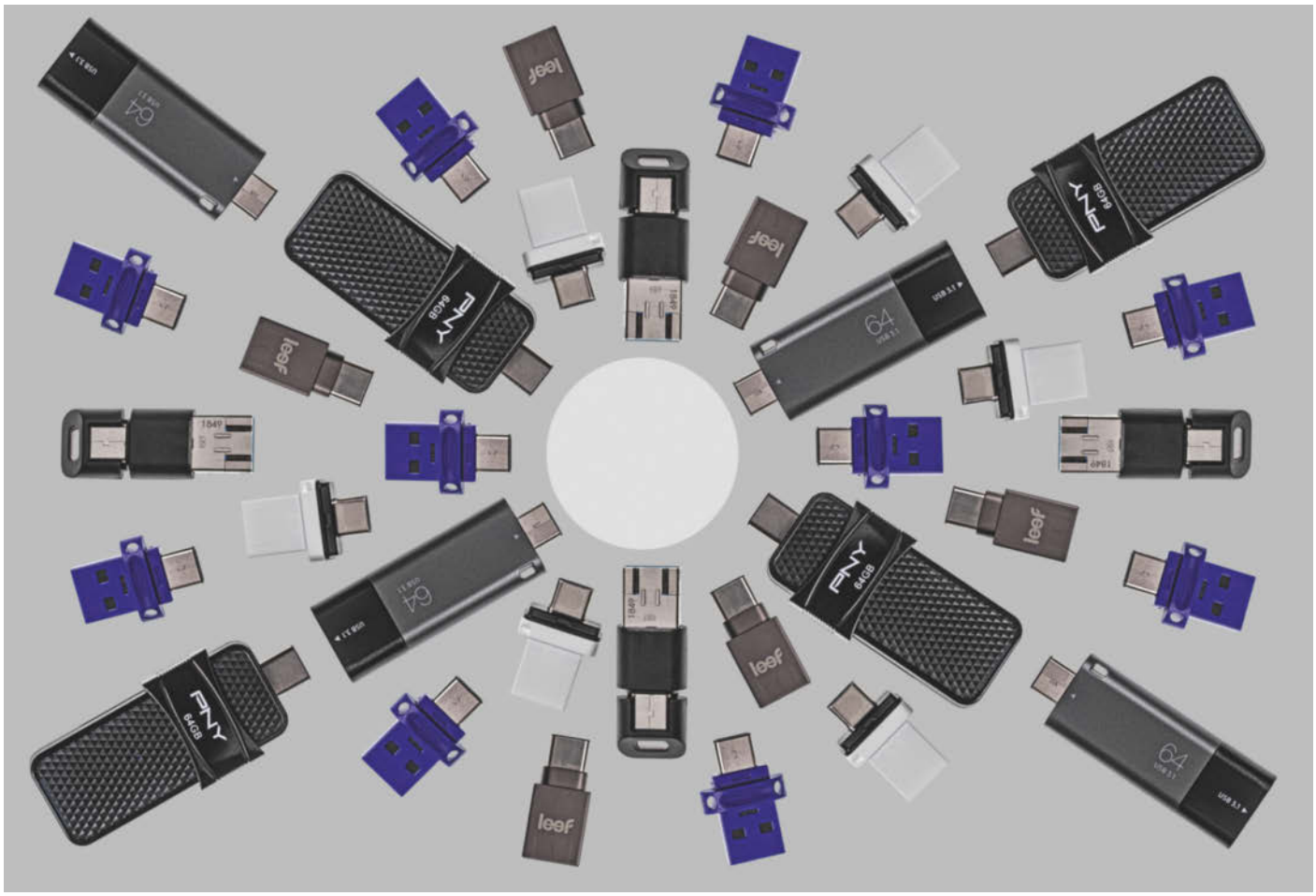
In Sachen Leistung unterscheiden sich die schnelleren Radeons und der langsameren GeForces in ihren jeweiligen Gruppen zwar nicht, aber bei der Lautheit. Hier liegt bei den Radeons die Sapphire dank des BIOS-Umschalters und dem optionalen, keine Leistung kostenden Silent-Modus vorn, während MSI bei den GeForce 1650 Super die leiseste Kühlung hinbekommt. *(csp@ct.de)* c't

Mittelklasse-Grafikkarten AMD und Nvidia

Hersteller	Asus	Gigabyte	Gigabyte	MSI	MSI	Sapphire
Modell	Phoenix GeForce GTX 1650 Super OC	GeForce GTX 1650 Super Windforce OC 4G	Radeon RX 5500 XT Gaming OC 8G	GeForce GTX 1650 Super Gaming X 4G	Radeon RX 5500 XT Gaming X 8G	Pulse Radeon RX 5500 XT 8G
GPU	TU116-250-KA-A1	TU116-250-KA-A1	Navi 14	TU116-250-KA-A1	Navi 14	Navi 14
Shader / TMU / ROP	1280 / 80 / 32	1280 / 80 / 32	1408 / 88 / 32	1280 / 80 / 32	1408 / 88 / 32	1408 / 88 / 32
Chip- / Boost- /Spieletakt[1]	1530 MHz / 1740 MHz / 1770 MHz	1530 MHz / 1755 MHz / 1785 MHz	1685 MHz / 1845 MHz / 1830 MHz	1530 MHz / 1755 MHz / 1890 MHz	1685 MHz / 1845 MHz / 1840 MHz	1718 MHz / 1845 MHz / 1820 MHz
Speichermenge / -typ / -takt / -transferrate	4 GByte / GDDR6 / 1500 MHz / 192 GByte/s	4 GByte / GDDR6 / 1500 MHz / 192 GByte/s	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 224 GByte/s	4 GByte / GDDR6 / 1500 MHz / 192 GByte/s	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 224 GByte/s	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 224 GByte/s
Stromversorgung	1 × 6-Pin PCIe	1 × 6-Pin PCIe	1 × 8-Pin PCIe	1 × 6-Pin PCIe	1 × 8-Pin PCIe	1 × 8-Pin PCIe
Abmessungen (T × B × H) / Gewicht	175 mm × 121 mm × 32 mm / 444 g	225 mm × 117 mm × 40 mm / 554 g	281 mm × 112 mm × 40 mm / 694 g	242 mm × 126 mm × 41 mm / 749 g	246 mm × 128 mm × 45 mm / 862 g	232 mm × 121 mm × 41 mm / 653 g
Bauhöhe	Dual-Slot	Dual-Slot	Dual-Slot	etwas mehr als Dual-Slot	etwas mehr als Dual-Slot	Dual-Slot
Lüfter / Zero-Fan-Modus[2]	1 × 95 mm (axial) / –	2 × 85 mm (axial) / ✓	3 × 75 mm (axial) / ✓	2 × 85 mm (axial) / ✓	2 × 85 mm (axial) / ✓	2 × 95 mm (axial) / ✓
Ausstattung						
Anschlüsse	1 × HDMI 2.0b, 1 × DP 1.4a, 1 × DVI-D	1 × HDMI 2.0b, 1 × DP 1.4a, 1 × DVI-D	1 × HDMI 2.0b, 3 × DP 1.4a	1 × HDMI 2.0b, 3 × DP 1.4a	1 × HDMI 2.0b, 3 × DP 1.4a	1 × HDMI 2.0b, 3 × DP 1.4a
Sonstiges / Hardware-Beigaben	– / –	Backplate aus Kunststoff / –	Backplate aus Kunststoff / –	– / –	Backplate aus Metal / –	Backplate aus Metall / –
Technische Prüfungen						
3DMark Time Spy / Firestrike Extreme [Punkte]	4975 / 5181	5008 / 5329	5088 / 6407	5097 / 5347	5117 / 6449	5108 / 6433
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	9607	9816	14296	9702	14196	14261
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Peak[3]	8 (23) / 99 / 136 Watt	9 (25) / 100 / 163 Watt	8 (24) / 146 / 191 Watt	8 (25) / 106 / 164 Watt	7 (23) / 151 / 187 Watt	9 (24) / 158 / 185 Watt (8 (24) / 144 / 184 Watt[4])
Lautheit 2D / 3D / Maximum	<0,1 / 1,2 / 1,3 Sone	<0,1 / 0,9 / 0,9 Sone	<0,1 / 0,9 / 0,9 Sone	<0,1 / 0,1 / 0,1 Sone	<0,1 / 1,1 / 1,1 Sone	<0,1 / 0,3 / 0,6 Sone (<0,1 / 0,2 / 0,2 Sone[4])
Bewertung						
Spieleleistung Full HD / WQHD[5]	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○
Geräuschentwicklung Leerlauf / Last	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ (⊕⊕ / ⊕⊕[4])
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre (nur über Händler)
Preis (zirka)	170 €	180 €	240 €	200 €	250 €	225 €

[1] Chip-/Boosttakt Herstellerangabe, Spitzentakt in Metro Exodus im 3DMark 11 GT1 / kurzzeitig auftretende Spitzenwerte
[2] Lüfter stehen im Leerlauf still
[3] ruhender Windows-Desktop mit einem (bzw. drei) angeschlossenen Monitoren / Mittelwert
[4] im Quiet-Modus
[5] bezogen auf die gewählten Einstellungen

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



Praktische Doppelender

USB-Sticks mit A- und C-Steckern

Der verdrehsichere USB-Anschluss Typ-C hat sich in Smartphones so langsam durchgesetzt. Für viele Drucker und Desktop-PCs braucht man hingegen nach wie vor Sticks mit den alten Typ-A-Steckern. USB-Sticks mit beiden Anschlüssen passen an alle Geräte.

Von Marcel Jossifov und Lutz Labs

Für den Datenaustausch zwischen Smartphone und PC nutzt man heute meistens die Cloud – drahtlos, praktisch und halbwegs flott. Wenn aber die Daten nicht bei Google & Co. lagern sollen oder die Datenmengen die Kapazität der eigenen Cloudspeicher übertreffen, braucht es einen anderen Ansatz. Eine mögliche Lösung sind USB-Sticks mit zwei Anschlüssen: Die passen nicht nur an PCs und die meisten Smartphones, sondern auch an alle USB-Buchsen der Rechner im Freundeskreis und sind damit der perfekte mobile Speicher für den Datenaustausch. Wir haben sechs aktuelle Modelle getestet: Integral Fusion Dual, Leef Bridge-C, PNY Duo Link OTG, Samsung Duo Plus, Silicon Power Mobile C50 und Verbatim Dual Typ-C, alle mit 64 GByte Speicherplatz.

Zu unseren Auswahlkriterien gehörte eine maximale Dicke von acht Millimetern. Das mag auf den ersten Blick komisch erscheinen, hat aber seinen Grund: Kaum ein aktuelles Smartphone ist dicker als acht Millimeter. Steckt man einen dickeren Stick daran und legt es auf den Tisch, so hebt der Stick das Smartphone an und belastet die Buchse mechanisch unnötig.

Der Stecker allein sagt über die mögliche Geschwindigkeit der Sticks nichts aus. Ob aber auf der Packung nun USB 3.2 Gen 1, USB 3.1 Gen 1 oder USB 3.0 steht, ist egal, alle versprechen das Gleiche: eine Übertragung mit 5 GBit/s. Durch Kodierung und Protokoll-Overhead erreicht man in der Praxis maximal 460 MByte/s. Laut ihren Herstellern sind alle getesteten Sticks außerdem zu Android-Smartphones mit USB On The Go (OTG) kompatibel – das ist jedoch eine Eigenschaft der Smartphones und nicht der USB-Sticks. Jeder USB-Stick sollte an einem Smartphone mit OTG-Fähigkeiten funktionieren, notfalls mit einem einfachen Adapter.

Bei den Sticks von Integral, Leef, Silicon Power und Verbatim liegen beide Anschlüsse offen. Beim PNY hingegen sind

beide versenkt, den benötigten Stecker fährt man über einen Schieber am Gehäuse heraus. Der Samsung Duo Plus ist eigentlich nur ein USB-C-Stick. Da ein A-Adapter fest im hinteren Ende des USB-Sticks verstaut ist, haben wir uns entschlossen, ihn dennoch mit ins Testfeld aufzunehmen. Der Stick von Silicon Power ist ein kleines mechanisches Wunderwerk: Der Hersteller hat im Typ-A-Anschluss einen Micro-USB-B-Anschluss für ältere Smartphones integriert. Klappt man den A-Anschluss auf, kommt der B-Anschluss zum Vorschein.

Der Silicon Power Mobile C50 hat einen zusätzlichen Micro-USB-Anschluss, für den man den Typ-A-Anschluss aufklappt. Der Typ-C-Anschluss am anderen Ende des Sticks wird von einer Silikonkappe geschützt.

Leistungen am PC ...

In den ersten Tests am PC mussten die Sticks beweisen, dass sie am A- und C-Anschluss auf die gleichen Geschwindigkeiten kommen – hier gab es keine Unterschiede. Bei der sequenziellen Lesegeschwindigkeit mit dem Benchmark IOmeter teilen sie sich in zwei Gruppen auf: Duo Plus, Fusion Dual, Bridge-C und Mobile C50 erfreuten mit Leseraten über 200 MByte/s, während Duo Link OTG und Dual Typ-C nur rund 130 MByte/s erreichten. Bei den Tests mit dem Windows-Utility WinSat fiel auf, dass einige Sticks nicht mit allen Blockgrößen gleich gut klarkommen; dies gilt vor allem beim sequenziellen Schreiben. Während etwa der Duo Plus seine maximale Schreibgeschwindigkeit von 43 MByte/s nur mit der Blockgröße von 64 KByte erreichte und bei größeren fast auf die Hälfte abfiel, kam der Mobile C50 nur mit einer Blockgröße von 256 oder 512 KByte richtig auf Touren – darunter und darüber fiel die Geschwindigkeit ab. Beim Kopieren eines großen Videos lag der Durchsatz der getesteten Sticks zwischen 18 und 40 MByte/s.

Auch bei den Messungen von Zugriffen auf zufällige Adressen hatten wir Probleme: Sowohl unser Standard-Testprogramm IOmeter als auch CrystalDiskMark gaben beim Schreiben Werte von 1 IOPS oder noch weniger aus – nicht bei allen Sticks, aber bei den meisten. Lediglich der Duo Plus erreichte mit 1800 IOPS in etwa das erwartete Ergebnis, der Dual Typ-C kam immerhin noch auf knapp 400 IOPS. Das Scheitern der anderen Sticks führen wir auf Probleme mit dem Zugriffsmuster bei diesem Test zurück, mit dem die Controller nicht zurechtkommen. Hohe IOPS-Werte – IOPS steht für Input/Output Operations Per Second – sind vor allem für den schnellen Start von Programmen wichtig, wobei viele kleine Dateien von den Datenträgern gelesen werden, oder für das flotte Speichern vieler kleiner Dateien, etwa das Backup eigener Programm-Quelltexte.

Für diesen Praxistest kopierten wir einen Teil des Linux-Quellcodes auf die Sticks. Damit erreichte der Duo Plus passend zu den IOPS-Messungen mit 2,8 MByte/s noch das beste Ergebnis, die anderen Sticks lagen zwischen 300 und 400 KByte/s – für die Sicherung kleiner Dateien nimmt man also besser andere Medien.

... und am Smartphone

Auch während unseres Tests am Smartphone mit dem Benchmark-Programm Androbench kam es zu Problemen. Wieder war es das Schreiben auf zufällige Adressen, das die Sticks besonders plagte. Der Bridge-C und der Duo Link OTG konnten den Benchmark selbst nach mehreren Stunden nicht erfolgreich abschließen – normalerweise läuft er nur wenige Minuten. Der Hitzkopf des Tests schnitt besser ab: Der Fusion Dual wurde mit rund 60 °C Gehäusetemperatur im Androbench auffallend warm, durchlief den Benchmark aber immerhin. Auch der Mobile C50 und der Dual Typ-C waren beim Schreiben auf zufällige Adressen langsam. Einzig der Duo Plus hatte keine Probleme.

Die Gegenprobe mit anderen Smartphones und unserem hauseigenen Speicherbenchmark H2bencha scheiterte ebenfalls. Das deutet abermals darauf hin, dass die Controller dieser USB-Sticks mit bestimmten Zugriffsmustern nicht zurechtkommen. Im Praxistest jedoch arbeiteten die Sticks auch am Smartphone ordentlich: 100 Textdateien zwischen 1 und 80 KByte Größe (ebenfalls aus den Linux-Quelltexten) schrieben sie alle binnen Sekunden. Beim Schreiben von 100 MP3-Dateien und 200 JPG-Fotos konnten wir außer gelegentlichen Gedenksekunden keine Auffälligkeiten feststellen.

Haltbarkeit und Garantie

USB-Sticks sind prima geeignet als Transport-Medium, wir würden jedoch niemals darauf vertrauen, dass die Daten am

Bitte nicht nachmachen!

Ein USB-Stick mit zwei Anschlüssen verleitet dazu, ihn gleichzeitig mit zwei PCs zu verbinden – vielleicht kann man ja mit beiden gleichzeitig darauf zugreifen. Vielleicht aber kommen sich dabei die Versorgungsspannungen der PCs ins Gehege und brezeln den Stick oder den USB-Port eines PC. Im Test haben wir die Sticks daher zur Sicherheit über USB-Hubs angeschlossen; für die C-Seite kam zusätzlich ein A-C-Adapter zum Einsatz – einen USB-Hub mit C-Ports hatten wir nicht zur Hand. Damit sollten sich eventuelle Schäden in Grenzen halten.

Beim Stick von PNY verhindert der Schieber die Verbindung beider Anschlüsse gleichzeitig und beim Samsung machte uns dessen Adapter-Lösung einen Strich durch die Rechnung. Den B-Anschluss des Mobile C50 haben wir außenvor gelassen, weil er nur bei aufgeklapptem Typ-A-Anschluss zum Vorschein kommt und das Ergebnis das gleiche sein dürfte wie mit dem A-Anschluss.

Bridge-C, Mobile C50 und Dual Typ-C verhielten sich wie erwartet und auch erwünscht: Der zuerst eingesteckte Stecker blieb verbunden, egal ob Typ A oder C. Anders war es beim Fusion Dual: Bei diesem gewann immer der C-Port, auch wenn er als zweiter eingesteckt wurde. Ein gleichzeitiger Zugriff von zwei PCs funktioniert also nicht, aber immerhin haben alle Beteiligten den Versuch überlebt.

Integral Fusion Dual

Der Integral Fusion Dual gehört zu den besonders kompakten Sticks im Testfeld. Während des Benchmarks am Smartphone maßen wir am Stick rund 60 °C – die höchste Temperatur im Test.
Beim sequenziellen Lesen erreicht der Fusion Dual recht hohe Werte, beim Schreiben aber nicht: Gerade einmal 35 MByte/s reichen nur für einen Platz im Mittelfeld. Beim Schreiben auf zufällige Adressen hatte der Fusion Dual sowohl am Smartphone als auch am PC mit einigen Testprogrammen Schwierigkeiten; beim Schreiben kleiner Textdateien aber erreichte er immerhin noch rund 300 KByte/s.

- ⬆ schnell beim Lesen
- ⬇ teils unstimmige Messwerte
- ⬇ langsam beim Schreiben

Leef Bridge-C

Der kleinste USB-Sticks dieses Tests ist der Bridge-C von Leef. Der Hersteller legt eine Silikonhülle bei, die beide Anschlüsse des Sticks schützt und an einem Schlüsselbund befestigt werden kann. Positiv für den Betrieb an Smartphone oder Notebook ist die geringe Leistungsaufnahme von weniger als 0,1 Watt im Ruhezustand.
Beim sequenziellen Lesen erreicht der Bridge-C mit knapp 270 MByte/s die höchste Geschwindigkeit in diesem Test, auch das Lesen von zufälligen Adressen klappte recht schnell. Beim zufälligen Schreiben jedoch stießen wir auf die gleichen Probleme wie mit dem Fusion Dual; einige Tests scheiterten.

- ⬆ schnell beim Lesen
- ⬇ teils unstimmige Messwerte
- ⬇ sehr teuer

PNY Duo Link OTG

Der Duo Link OTG ist größer als die anderen Sticks des Testfelds und sieht mit seiner fein strukturierten Riffelung schick aus. Zum Ausfahren eines Anschlusses muss man den Schieber durch leichten Druck entriegeln.
Beim Schreiben am PC erreicht der Duo Link OTG nicht einmal 30 MByte/s, auch beim Lesen ist er langsam. Das Schreiben auf zufällige Adressen am PC scheitert ebenso wie der Androbench unter Android. Trotz seiner eher gemächlichen Gangart gehört er zu den größten Stromfressern im Test: 0,4 Watt im Ruhezustand sind schon viel, beim Schreiben nimmt er doppelt so viel Leistung auf.

- ⬇ langsam beim Lesen u. Schreiben
- ⬇ teils unstimmige Messwerte
- ⬇ hohe Leistungsaufnahme

nächsten Tag noch lesbar sind. Der Grund dafür: Die besten Flash-Chips gehen in SSDs, die guten in SD-Karten, der Rest auf den freien Markt – und daraus bauen viele Hersteller dann USB-Sticks. Das ist nicht einmal verwerflich, denn dank optimierter Fehlerkorrekturmechanismen ist auch zu Teilen fehlerhafter Flash-Speicher durchaus noch dafür geeignet.

Wo der in unseren Test-USB-Sticks steckende Flash-Speicher herkommt und aus welcher Stufe des Auswahlprozesses, verraten die Hersteller nicht. Beim Samsung-Stick darf man annehmen, dass darin auch Samsung-Flash steckt. Angaben dazu oder zum verwendeten Controller geben die Hersteller jedoch nicht heraus und kein bekanntes Testprogramm kann sie ermitteln.

Daher sollte man sich bei der Auswahl eines USB-Sticks nicht nur auf die von uns ermittelten Schreib- und Lesegeschwindigkeiten verlassen, sondern auch einen Blick auf die Garantiefristen werfen: Vertraut der Hersteller seinen Sticks soweit, dass er mehr als zwei Jahre Garantie gibt? Drei Jahre Garantie geben Leef und Silicon Power auf ihre Sticks, Samsung sogar fünf.

USB-Sticks mit A- und C-Anschlüssen

	seq. Transferraten schreiben/lesen[1] [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen[2]	Schreiben Text / MP3 / Video[3]	Leistungsaufnahme[4] [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Integral Fusion Dual	35/229	264/2194	0,3/10/23	0,2/0,5/0,6
Leef Bridge-C	36/269	596/2644	0,3/5/18	<0,1/0,6/0,7
PNY Duo Link OTG	21/133	264/1096	0,3/5/19	0,4/0,6/0,8
Samsung Duo Plus	27/226	1769/5652	2,8/24/25	0,4/0,7/0,8
Silicon Power Mobile C50	55/199	276/1567	0,3/12/40	0,2/0,4/0,5
Verbatim Dual Typ-C	79/107	379/1085	0,4/19/32	0,4/0,7/0,7

[1] gemessen mit IOmeter, Blockgröße 128 KByte, Testdauer 60 Sekunden [2] gemessen mit WinSat [3] Kopie von einer schnellen PCIe-SSD [4] idle/lesen/schreiben

Samsung Duo Plus

Eigentlich ist der Samsung Duo Plus gar kein USB-Stick mit zwei Anschlüssen sondern ein reiner USB-C-Stick. Er geht für uns trotzdem als Kombi-Stick durch, weil Samsung einen USB-A-Adapter fest integriert hat.
Der Duo Plus verhielt sich im Test am PC und am Smartphone gleich. Er erzielte hohe Geschwindigkeiten, sowohl beim sequenziellen Lesen und Schreiben als auch bei Zugriffen auf zufällige Adressen. Mit WinSat erreichte der Stick über 5600 IOPS – das passt zu den Praxismessungen, bei denen der Duo Plus kleine Textdokumente am schnellsten schrieb. Da ist es auch zu verschmerzen, dass er mit bis zu 0,8 Watt den höchsten Leistungsbedarf im Test hat.

- ⬆ schnell beim Lesen u. Schreiben
- ⬆ hohe IOPS-Leistung
- ⬇ hohe Leistungsaufnahme

Silicon Power Mobile C50

Der Silicon Power Mobile C50 hat als einziger USB-Stick des Testfelds einen Micro-USB-Anschluss vom Typ B an Bord. Das macht ihn zu älteren Smartphones kompatibel. Der Typ-C-Anschluss wird von einer abklappbaren Silikonkappe geschützt, die anderen beiden Anschlüsse liegen offen. Die Leistungsaufnahme im Betrieb gehört zu den niedrigsten im Test.
Beim Schreiben am PC hängt der Mobile C50 mit rund 55 MByte/s die meisten anderen getesteten Sticks ab – am Smartphone erreichte er sogar 85 MByte/s. Aber beim Schreiben auf zufällige Adressen traten auch hier die schon bei vielen Sticks festgestellten Probleme auf.

- ⬆ inklusive Micro-USB
- ⬆ sehr schnell
- ⬇ teils unstimmige Messwerte

Verbatim Dual Typ-C

Auch der Verbatim Dual Typ-C gehört zur Riege der auffallend kleinen USB-Sticks. Er bringt die übliche Ausstattung aus Schutzkappe und Öse zur Befestigung am Schlüsselbund mit; sogar ein Befestigungsbändchen liegt bei.
Am PC erreicht der Stick beim sequenziellen Schreiben gute 79 MByte/s, beim Schreiben auf zufällige Adressen nur mäßige 379 IOPS. Beim Lesen trägt er die rote Laterne, sowohl mit 107 MByte/s als auch mit 1085 IOPS. Ähnliche Werte konnten wir auch am Smartphone messen. Die Leistungsaufnahme ist sowohl im Ruhezustand als auch im Betrieb recht hoch.

- ⬆ sehr günstig
- ⬆ schnell beim Schreiben
- ⬇ langsam beim Lesen

Fazit

Alle hier getesteten Sticks funktionieren – aber nicht gleich gut. Das Lesen geht vor allem bei Fusion Dual, Bridge-C und Mobile C50 recht flott, beim Schreiben erreichen lediglich Mobile C50 und Dual Typ-C erträgliche Datenraten. Die anderen Sticks sind für heute übliche Datenmengen zu langsam. Der Mobile C50 ist allerdings der einzige Stick, der an ältere Smartphones passt.

Worauf die Probleme von Fusion Dual, Bridge-C, Duo Link OTG und Mobile C50 bei den Benchmarks zurückzuführen sind und ob dies in der Praxis doch irgendwelche Auswirkungen hat, können wir im Rahmen dieses Tests nicht klären.

Schaut man auf die Preise der USB-Sticks, kommt durchaus Freude auf: Der günstigste Stick im Test, der Dual Typ-C, kostet gerade einmal 11 Euro und ist bei einigen Disziplinen vorn dabei. Der Duo Plus kostet zwar 22 Euro, hatte aber mit keinem unserer Benchmarks Probleme und legte bei den meisten Messungen noch eine Schippe drauf. *(mjo@ct.de)* c't

USB-Sticks mit A- und C-Anschlüssen

Modell	Fusion Dual	Bridge-C	Duo Link OTG	Duo Plus	Mobile C50	Dual Typ-C
Hersteller	Integral, www.integralmemory.com	Leef, www.leefco.com	PNY, www.pny.com	Samsung, www.samsung.de	Silicon Power, www.silicon-power.com	Verbatim, www.verbatim.de
Bezeichnung	INFD64GBFUSDUAL3.0-C	LBC000KK064A1	P-FD64G0TGSLTC-GE	MUF-64DB/EU	SP064GBUC3C50V1K	49967
Kapazität laut Hersteller[1]	64 GByte	64 GByte	64 GByte	64 GByte	64 GByte	64 GByte
Von Windows erkannte Kapazität[1]	57,73 GByte	57,69 GByte	57,68 GByte	59,75 GByte	57,7 GByte	58,24 GByte
Dateisystem im Auslieferungszustand	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32
Maße, Gewicht (mit Kappe, Slider eingefahren)	28 mm × 22 mm × 7 mm, 7 g	26 mm × 12 mm × 5 mm, 3 g	52 mm × 25 mm × 7 mm, 14 g	58 mm × 18 mm × 7 mm, 8 g	42 mm × 15 mm × 7 mm, 5 g	34 mm × 19 mm × 7 mm, 4 g
Straßenpreis	23 €	43 €	17 €	22 €	29 €	11 €

[1] Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.

Trackerschwemme

Sieben Aktivitätstracker für schmales Geld

Wem Fitbit und Konsorten zu teuer sind, findet im Netz Dutzende Aktivitätstracker zwischen 20 und 40 Euro. Hinter unterschiedlichen Markennamen verbergen sich oft identische Geräte.

Von Jan-Keno Janssen

Sucht man auf Amazon nach den Suchbegriffen „Aktivitätstracker“ oder „Fitnesstracker“, ploppen als erste Treffer Produkte von Herstellern auf, von denen wahrscheinlich die wenigsten jemals gehört haben: Yamay, Inskondon, Letsfit und Lintelek zum Beispiel. Gemeinsam haben sie nicht nur Preise zwischen 20 und 40 Euro, sondern auch das Aussehen. Wir haben sieben solcher Geräte besorgt und getestet: vier Tracker mit Farbdisplay von Chereeki, EFO, Winisok und Yamay und drei Tracker mit Monochrom-Bildschirm von Antimi, Willful und Yamay.

Schon das Verpackungsdesign bestätigt unsere Vermutung: Einige der Boxen sehen komplett gleich aus, es ist lediglich ein anderer Markenname aufgedruckt. Und auch die Gehäuse der sieben Tracker ähneln sich frappierend. Vor allem: Jedes der Geräte sammelt die Messergebnisse mithilfe derselben App: VeryFitPro.

Die App zeigt auch die echte Bezeichnung der Tracker an. Bei den drei Monochrom-Trackern handelt es sich um den „ID115Plus HR“, die Geräte mit Farbdisplay heißen „ID115Pro“, „ID115Plus Color HR“ und „ID130Plus Color HR“, wobei wir bei den letzten beiden keinerlei Unterschiede feststellen konnten. Der ID115Pro hat lediglich ein leicht anderes Zifferblattdesign, ist aber ansonsten identisch zu den anderen Geräten mit Farbdisplay.

Die Geräte sind im Netz allgegenwärtig – sucht man auf der chinesischen Handelsplattform Alibaba nach „ID115“, findet man über 3000 Einträge unterschiedlicher Unternehmen. Entwickelt wurden die Geräte offenbar von der Firma Shenzhen DO Intelligent Technology Co., die auch für die VeryFitPro-App verantwortlich zeigt.

Alle gleich

Trotz unterschiedlicher Typbezeichnungen bieten die Tracker alle die gleichen Funktionen: Sie zählen Schritte, messen den Puls, überwachen den Schlaf und loggen Trainingseinheiten. Direkt am Tracker lassen sich Uhrzeit und Datum sowie die Schrittzahl anzeigen, außerdem auf Wunsch die Benachrichtigungen unterstützter Apps (unter anderem WhatsApp, Facebook Messenger, SMS und Mail). Auch Anrufe werden auf Wunsch mit Vibration gemeldet. Interagieren – also zum Beispiel antworten – kann man mit den Benachrichtigungen nicht. Der Schrittzähl-Algorithmus arbeitete in unseren Tests etwas zu konservativ und zeigte stets etwas weniger Schritte an als die im Kopf mitgezählten.

Für die Anzeige der Schlafdaten benötigt man die App, hier kann man sich neben der ermittelten Gesamtschlafzeit auch die Zeiten für Leichtschlaf, Tiefschlaf und Wachphasen anschauen. Außerdem weckt das Armband auf Wunsch per Vibration.

Den Herzfrequenzverlauf zeigt die App nur bei manuell getrackten Trainings an, ohne geloggte Trainingseinheiten gibt es pro Tag nur jeweils einen Wert für Ru-

Praktisch: Zum Aufladen steckt man die Tracker einfach in eine USB-Buchse.

Der Unterschied zwischen Monochrom- und Farbdisplay ist nicht sonderlich groß.

Schon die Verpackungen deuten darauf hin, dass viele Tracker aus der gleichen Fabrik stammen.

hepuls, Durchschnittspuls und Maximalpuls. Direkt am Gerät kann man sich nur den aktuellen Puls-Messwert anzeigen lassen. Die Messgenauigkeit der Herzfrequenz ist nicht sonderlich gut, zudem zeigen die Geräte manchmal auch bei abgelegtem Band Fantasie-Pulswerte an.

Schade: Medienplayer-Apps kann man mit den Trackern nicht steuern. Dafür gibt es eine mäßig sinnvolle Kamerafernauslöser-Funktion: Mit der Option „Kameraaufnahme“ in der VeryFitPro-App lassen sich per Tipp aufs Armband Fotos schießen. Allerdings klappt das nur mit der in VeryFitPro eingebauten Kamera-App – die Standard-Kamera-Apps der verwendeten Mobilgeräte werden nicht unterstützt.

Gut gefallen hat uns die lange Akkulaufzeit: Sogar mit aktivierter Herzfrequenzmessung hielten die Tracker mindestens fünf Tage lang durch, ohne sogar über eine Woche. Sehr praktisch ist auch, dass man kein proprietäres Ladekabel benötigt, sondern einfach eine Seite des Armbands abzieht und den Tracker dann direkt in eine USB-Buchse steckt.

Die Software ist für Android und iOS erhältlich, beide Software-Varianten fallen durch eine dubiose deutsche Übersetzung auf – so ist der Dialog mit den Datenschutzhinweisen mit „Heiße Spitzen“ überschrieben. Ansonsten versteht man aber stets, was die App mitteilen will. Gut gefallen hat uns, dass das Programm keinerlei Anmeldung erfordert, sie läuft ohne vorherige Account-Erstellung – allerdings sind die gespeicherten Fitnessdaten beim Handywechsel futsch. Wer einen Account erstellt, kann die Messdaten auf dem Herstellerserver speichern, außerdem erlaubt die App nach der Anmeldung das Vergleichen mit Bekannten.

Die VeryFitPro-App benötigt viele Berechtigungen, unter anderem kann sie SMS und Anrufnummern auslesen. Das ist notwendig für die Benachrichtigungsfunktionen, es ist aber nicht sauber nachvollziehbar, welche Daten wohin übertragen und wie gespeichert werden. Der Tracker ist zwar auch komplett ohne Smartphone-Kopplung nutzbar, zeigt dann aber ein falsches Datum und vor allem eine falsche Uhrzeit an. Wer auf Nummer sicher gehen will, installiert VeryFitPro, deaktiviert auf dem Mobilgerät WLAN und mobiles Internet, koppelt das Band einmal und löscht die App dann wieder.

Fazit

Wer lediglich einen Schrittzähler mit Uhrzeit- und Benachrichtigungsanzeige benötigt, ist mit den günstigen Trackern gut bedient. Für rund 30 Euro bekommt man allerdings auch ein Mi Band 4 von Xiaomi, das mehr Funktionen wie Medienplayer-Steuerung und einen besseren Pulssensor bietet. Allerdings muss man für die Nutzung des Mi Band einen Account erstellen – die getesteten Tracker dagegen laufen auch prima ohne Account und gekoppeltem Smartphone. *(jkj@ct.de)* c't

Billig-Aktivitätstracker

Name auf Packung	Antimi Fitness Tracker	Chereeki Fitness Tracker	EFO SHM c-series Fitnesstracker	Willful Fitness Tracker	Winisok Fitness Tracker	Yamay Fitness Tracker	Yamay Fitness Tracker
Geräte-ID laut VeryFitPro	ID115Plus HR	ID130Plus Color HR	ID130Plus Color HR	ID115Plus HR	ID115Pro	ID115Plus Color HR	ID115Plus HR
Display	Monochrom, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Farbig, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Farbig, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Monochrom, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Farbig, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Farbig, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)	Monochrom, OLED mit 0,96 Zoll (2,4 cm)
Sensoren für	Schritte, Herzfrequenz						
Funktionen	Schlaftracking, Trainingslog, Inaktivitäts-Alarm, Benachrichtungen, Vibrationsalarm, Kamera-Fernauslöser						
Material Armband	TPU						
Akku-Laufzeit	8 Tage (nur Schritte), 5 Tage (Schritte und Herzfrequenz)						
Aufladung über	integrierten USB-Stecker						
Gewicht	24 g						
Funk-Schnittstelle	Bluetooth 4.0						
App	VeryFitPro für Android ab 4.4 und iOS ab iOS 8.0						
Preis	32 €	24 €	29 €	24 €	27 €	37 €	30 €

Das 108-Megapixel-Handy

Xiaomi Mi Note 10 mit fünf Kameras und Riesenakku

Ex-Billigheimer Xiaomi wagt den Angriff auf die Smartphone-Elite: So hoch aufgelöste Fotos wie das Mi Note 10 mit 108-Megapixel-Sensor schießt kein anderes Handy. Für den Smartphone-Thron reicht es dennoch nicht.

Von Jan-Keno Janssen

Früher war Xiaomi im Billigsegment zu Hause, doch das ist spätestens mit dem Mi Note 10 vorbei: Das Smartphone kostet vergleichsweise steile 500 Euro und bietet dafür eine Kameraauflösung wie zurzeit kein anderer Hersteller: Sage und schreibe 108 Megapixel schafft der Sensor der Hauptkamera, obendrein ist er mit 1/1,33 Zoll vergleichsweise groß und damit potenziell lichtempfindlicher als die Konkurrenz. Entwickelt hat Xiaomi den Sensor vom Typ Isocell Bright HMX zusammen mit Samsung. Zum Vergleich: Der von vielen Smartphones – zum Beispiel vom Pixel 4 – verwendete Sony IMX363 ist mit 1/2,55 Zoll rund dreimal kleiner.

Aber produziert das Mi Note 10 mit dem Sensor auch gute Fotos? Oft ja, aber manchmal leider nicht: In der Praxis kam es immer wieder zu Autofokus-Aussetzern und zu Fehlbelichtungen – offenbar hat Xiaomi die Software noch nicht hundertprozentig im Griff. Ein weiteres Ärgernis ist der heftige Aquarell-Effekt, der vor allem bei 100%-Vergrößerung sichtbar wird. Der Schärfungs-Algorithmus verschluckt dabei sogar manchmal wichtige Bilddetails – auf dem Foto auf Seite 103 macht er zum Beispiel aus einem „B“ ein „P“.

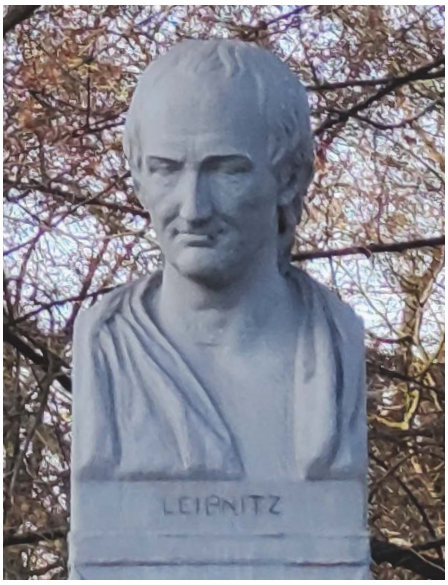
In der normalen „Pixel-Binning“-Betriebsart sehen die Fotos deutlich besser aus, hier fasst das Smartphone die Informationen von vier Pixeln zusammen, was immer noch stattliche 27 Megapixel ergibt. Die Fotos sind nicht nur besser belichtet als in der 108-Megapixel-Betriebsart, sondern sehen auch weniger nachgeschärft aus. Will man statt JPEGs unkomprimierte Raw-Fotos erzeugen, muss man ohnehin den 27-Megapixel-Modus verwenden – mit 106 Megapixeln gibt es nur JPEGs, die zwischen 12 und 26 MByte groß sind. Im Videomodus produziert der Sensor sehr gute Aufnahmen mit bis zu 4K und 30fps, die optische Bildstabilisierung funktioniert ordentlich.

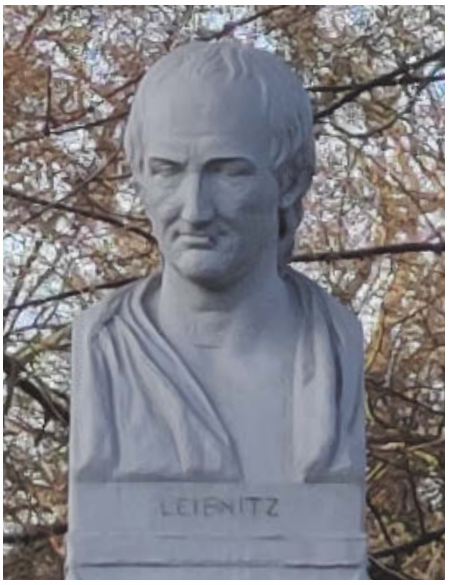
Warten auf Fotos

Ein Wermutstropfen ist die lange Verarbeitungszeit: Nutzt man die volle Sensorauflösung, dauert es bis zu fünf Sekunden lang, bis man weiterknipsen kann. Auch im 27-Megapixel-Modus lässt sich das Mi Note 10 zwei bis drei Sekunden Zeit.

Aber es gibt ja auch noch vier weitere Kameras, deren Fotos schneller verarbeitet werden: eine Makrokamera mit 2 Megapixeln, ein Zweifach-Tele mit 12 Megapixeln, ein Fünffach-Tele mit 5 Megapixeln und ein Ultraweitwinkel mit 20 Megapixeln. Wir befürchten, dass die Marketingabteilung unbedingt mit fünf Kameras werben wollte („Penta-Kamera“), denn die Makrolinse hätte es nicht gebraucht: Sie liefert häufig weniger Details als ein hereingezoomtes 106-Megapixel-Foto. Ebenfalls eher unnütz ist das Fünffach-Tele, das oft vermatschte Details produziert. Zweifach-Tele und Ultraweitwinkel sind dagegen durchaus praktisch – vor allem bei Porträts glänzt die kleinere der beiden Tele-Kameras.

Ein bisschen Handy gibt es neben den ganzen Kameras auch noch: Das Gerät rechnet mit einem Snapdragon-730G-SoC, der rund 30 Prozent langsamer ist als der in vielen Topmodellen verwendete Snapdragon 855. Im Alltag sind uns aber nie Ruckler oder Verzögerungen aufgefallen – von der langsamen Foto-Verarbeitung abgesehen. Dem SoC stehen 6 GByte RAM zur Verfügung, außerdem gibt es 128 GByte Flash-Speicher – und (inzwischen ungewöhnlich) eine Klinkenbuchse. Der Fingerabdrucksen-





Die Kamera des Mi Note 10 neigt in der 108-Megapixel-Betriebsart zu Aquarell-Effekten, wodurch manchmal Details verloren gehen: Da wird schon mal aus einem „B“ ein „P“. Zum Vergleich: Das rechte Bild entstand in der 27-Megapixel-Betriebsart.

sor verbirgt sich hinter dem Display und funktioniert in den meisten Fällen schnell und zuverlässig.

Noch läuft das Gerät mit Android 9, ein 10er-Update ist angekündigt. Die angeflanschte MIUI-Oberfläche sieht angenehm unaufgeregt aus, das Gerät will einem auch nicht alle paar Sekunden einen Mi-Account aufdrängen; das ist bei anderen Herstellern deutlich nerviger.

Das 6,47 Zoll (16,4 cm) große OLED-Display vom Hersteller Visionox zeigt 2340 × 1080 Pixel und sieht ordentlich aus, ganz so hübsch wie das von aktuellen Flaggschiffen ist es aber nicht. Das Gehäuse besteht wie das Samsung Galaxy S10 aus Glas (Gorilla Glass 5) und ist vorne und hinten leicht gewölbt. Der riesige 5260-mAh-Akku hält nicht ganz so lange durch, wie man das eigentlich annehmen würde, ermöglicht aber dennoch problemlos zwei Tage moderate Nutzung ohne Ladestopp. Mit dem mitgelieferten 30-Watt-Netzteil ist das Mi Note 10 in gut anderthalb Stunden vollgeladen, induktives Laden wird nicht unterstützt.

Fazit

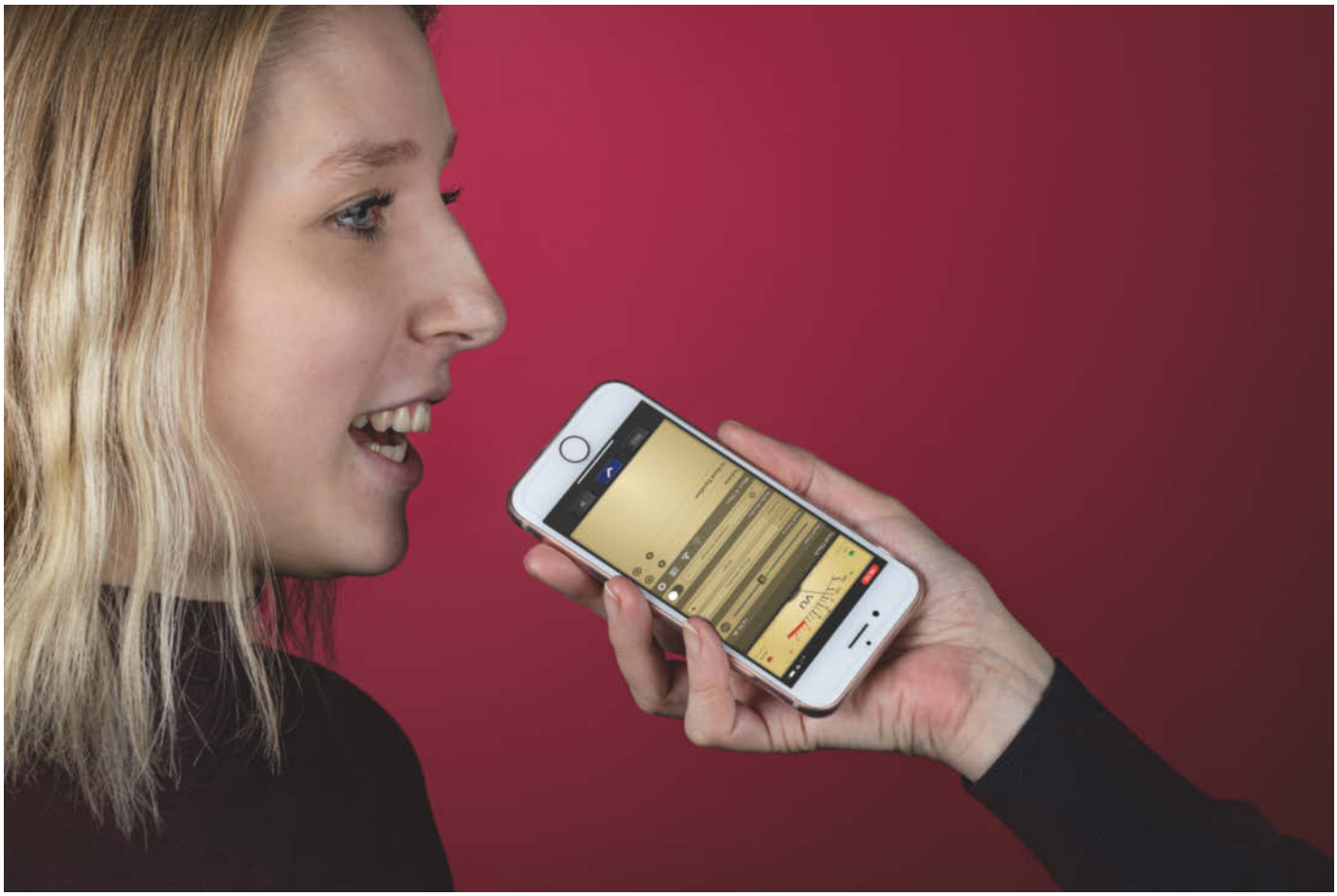
Das Xiaomi Mi Note 10 ist ein tolles Spielzeug für experimentierfreudige Smartphone-Fotografen, mehr Auflösung schafft zurzeit kein Gerät. Wer aber stets zuverlässig gute Fotos will, wird bei der Konkurrenz glücklicher – es sei denn, Xiaomi bekommt die Probleme mit Software-Updates in den Griff. *(jkj@ct.de)* c't

Xiaomi Mi Note 10

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Sicherheitspatch	Android 9 (MIUI 11.0.11) / November 2019
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 730G / 8 × 2,2 GHz, Kryo 470 Silver 6 × 1,8 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 618
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	6 GByte / 128 GByte (103,8 GByte) / –
Dual-Sim / Typ	✓ / NanoSIM
WLAN	Wi-Fi 5 (802.11ac) ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
Fingerabdrucksensor	✓ (im Display)
USB- / Kopfhörer-Buchse	USB (Typ-C 2.0) / ✓
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	5260 mAh / – / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	15,8 cm × 7,4 cm × 1 cm / 209 g
Kameras (Auflösung / Blende / Opt. Bildstabilisierung)	
Hauptkamera	108 MP / f/1.69 / ✓
Ultraweitwinkel	20 MP / f/2.2 / –
2x-Tele	12 MP / f/2.0 / –
5x-Tele	5 MP / f/2.0 / ✓
Makro	2 MP / k. A. / –
Frontkamera	32 MP / f/2.0 / –
Display	
Diagonale / Pixeldichte	6,47" AMOLED (16,4 cm) / 398 dpi
Auflösung / Seitenverhältnis	2340 × 1080 Pixel / 19.5:9
Helligkeit / Ausleuchtung	2,9...447 cd/m² / 96,5 %
Lauf- und Ladezeiten	
Video lokal / Streaming /3D-Spiel / WLAN[1]	17,0 h / 20,4 h / 15,6 h / 14,8 h
Ladezeit 50 % / 100 %	32 min / 98 min
Bewertungen	
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕
Display / Laufzeit	⊕ / ⊕⊕
Kamera	⊕
Preis	500 € (Pro-Variante mit 256 GByte Flash, 8 GByte RAM und besserem Hauptkamera-Objektiv 600 €)

[1] gemessen bei 200 cd/m²

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



Aufnahme läuft

Sechs mobile Apps für Audio-Aufnahmen per Smartphone

Egal ob Live-Konzert, Gesprächsnotiz oder Vogelgezwitscher: Rekorder-Apps zeichnen Musik, Geräusche und Sprache unkompliziert auf. Wir vergleichen sechs Spezialisten untereinander und prüfen, ob sie es mit mobilen Hardware-Rekordern aufnehmen können.

Von Hartmut Gieselmann und Kim Sartorius

Wer in den App-Stores von Apple und Google nach einer Software für Audio-Aufnahmen sucht, wird mit Tausenden von Apps zugeschmissen. Doch die wenigsten von ihnen taugen etwas. Für diesen Test sahen wir uns zunächst Dutzende Programme an, um schließlich bei einer kleinen, aber feinen Auswahl zu landen, die viele Spezialfälle abdeckt: Das reicht von schnellen Sprachaufnahmen, die automatisch transkribiert werden (Just Press Record) über einfache Rekorder für Musiker (Voice Record Pro, iRig Recorder) und aufwendigere Audio-Editoren (WavePad) bis hin zu Mehrspurrekordern (Four Track) und kompletten Audio-Workstations zur Musikproduktion (Cubasis 3). Letztere können wir hier aus Platzgründen nicht in allen Details besprechen, sondern konzentrieren uns auf die Aufnahmefunktionen.

Zum Test setzten wir unter iOS 13 ein iPhone XR sowie ein iPad Pro der zweiten Generation ein. Drei der sechs Apps werden auch in Googles Play Store angeboten – mit zum Teil erheblich eingeschränkten Funktionen. Die drei testeten wir zusätzlich unter Android 10 mit einem Samsung Galaxy S10e.

Mikrofonauswahl

Bevor man eine Aufnahme startet, sollte man sich vergewissern, mit welchem Mikrofon die App eigentlich aufzeichnet, wo es im Smartphone sitzt und welche Richtcharakteristik es hat. Die meisten Smartphones und Tablets haben nämlich mehrere Mikrofone: Eins an der Front neben der Selfie-Kamera, eins an der Rückseite neben der hinteren Kamera und eins (oder mehrere) and der Unterseite zum Telefonieren.

Diese Mikrofone bestehen jeweils aus kleinen Kapseln mit (Halb-) Kugel-Cha-

rakteristik. Das bedeutet, dass sie alle Geräuschquellen ungefähr gleich laut aufzeichnen, egal ob der Schall von vorn oder weiter seitlich auftrifft. So landet neben dem Direktschall auch viel von der Raumakustik mit auf der Aufnahme.

Standardmäßig nehmen alle Apps vom unteren, zum Telefonieren eingebauten Mikrofon in Mono auf. Will man eines der Mikrofone der Vorder- oder Hinterkamera nutzen, muss die App zu diesen umschalten. Von den sechs Testkandidaten beherrscht das einzig Voice Record Pro unter iOS.

Wer eine Stimme oder ein Instrument möglichst „trocken" – also ohne von Wänden reflektierten Echos und Hallfahnen – aufzeichnen will, muss ein externes Mikrofon mit einer Nieren-Charakteristik anschließen, das seitlich einfallenden Schall dämpft. Das geht entweder direkt per USB-C oder Lightning oder über ein USB-Audio-Interface mit Mikrofon-Verstärker, das „Class Compliant" ist und keine speziellen Treiber benötigt.

Beim Anschluss solcher externen Mikrofone schaltet das Betriebssystem die Aufnahmequelle automatisch um. Problematisch wird es, wenn man etwa ein Headset anschließt, aber trotzdem mit dem internen Mikrofon des Handys aufnehmen will. Denn von den sechs getesteten Apps lässt sich die Aufnahmequelle nur mit Voice Record Pro und Just Press Record wechseln.

Aussteuerung

Von Haus aus nehmen Smartphones und Tablets mit einer Aufnahmeautomatik auf. Die regelt etwa die Lautstärke und nutzt mitunter beim Telefonieren das Signal des rückseitigen Mikrofons, um Störungen und Echos aus der Umgebung zu unterdrücken.

Für wenig anspruchsvolle Sprachaufnahmen ist das eine einfache Lösung. Für Musik ist die Automatik jedoch ungeeignet, weil sie an leisen Stellen automatisch aufdreht und bei lauten Attacken runter regelt, was die Dynamik verhunzt. Für Instrumental- und Gesangsaufnahmen sollte man die Aussteuerungsautomatik deshalb ausschalten. Das erlauben aber nur Voice Record Pro und iRig Recorder. Bei Cubasis 3 ließ sich der Gain nur am iPad regulieren, am iPhone war er stets auf Maximum.

Um festzustellen, dass die Aufnahme richtig ausgesteuert ist, braucht man einen Pegelmesser, der am besten schon vor der Aufnahme aktiv ist. Idealerweise hört man das Signal bereits während der Aufnahme über Kopfhörer ab. Eine solche „Hinterbandkontrolle" war lediglich bei Voice Record Pro, Four Track und Cubasis möglich – sogar per Bluetooth, wenn auch dort mit spürbarer Verzögerung. Der iRig Recorder gab das Aufnahmesignal nur an Kopfhörer per Kabel aus, Bluetooth-Kopfhörer erkannte die App nicht.

Sowohl Just Press Record als auch Voice Record Pro bieten unter iOS eine automatische Transkription von Sprachaufnahmen an. Dazu nutzen sie die Spracherkennung von Siri und übertragen die Aufnahmen an Apples Server in der Cloud.

Die Erkennungsquote von deutscher Sprache war im Test gut. Nur wenn man zwischendurch in andere Sprachen wechselte, kam Siri ins Schleudern. Im Unterschied zum iOS-Keyboard, das lediglich Aufnahmen bis zu einer Minute transkribiert, gab es bei den beiden Apps keine Zeitbeschränkung.

Vor einer Aufnahme sollte man am Smartphone in jedem Fall den Flugmodus einschalten. Denn iOS-Geräte unterbrechen die Aufzeichnung, sobald ein Anruf eingeht – selbst wenn man diesen ablehnt. Auf dem Samsung S10e liefen die Aufnahmen mit Just Press Record und WavePad weiter, wenn man eingehende Anrufe ablehnte. Unter Android brach lediglich iRig Recorder die Aufnahme ab.

Nachbearbeitung

Bis auf Four Track erlauben alle Apps, die Aufnahme nachträglich zu schneiden. Bei Wavepad und Cubasis klappt das mit der zoombaren Wellenanzeige sogar sampleгenau. Die Lautstärke der Aufnahme lässt sich bei allen bis auf Just Press Record nachträglich anpassen. Darüber hinaus bieten Voice Record Pro und iRig Recorder noch einfache Möglichkeiten, die Tonhöhe und das Tempo anzupassen. Professionelle Ergebnisse erzielt hier jedoch einzig Cubasis, das zudem als einziges Programm externe Plug-ins und Effekte einbinden kann.

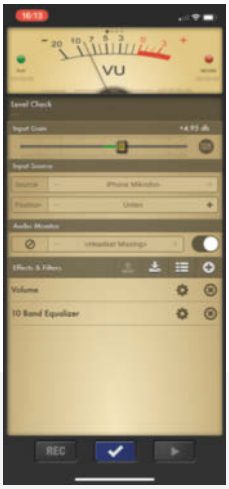
Schließlich lassen sich die Aufnahmen aus den Apps an verschiedene Cloud- oder Übertragungsdienste verschicken (siehe Tabelle auf S. 108). Besonders komfortabel sind dabei Cubasis und Just Press Record, die sämtliche Share-Funktionen von iOS unterstützen.

Mithilfe der iOS-App Charles Proxy prüften wir zu guter Letzt, zu welchen Online-Servern die Apps Verbindungen aufbauen. WavePad und Cubasis waren dabei am sparsamsten und kontaktierten lediglich Apples Server. Die übrigen meldeten sich bei ihrer Mutterfirma, Google sowie verschiedenen Analysedienstleistern. Der iRig Rekorder fragt unter anderem Standortdaten ab, der Zugriff kann in den Systemeinstellungen verweigert werden. Eine Online-Registrierung ist beim iRig-Rekorder selbst zur Nutzung von Grundfunktionen nötig. Bei Steinbergs Cubasis 3 ist sie optional – der Hersteller belohnt sie mit einem zusätzlichen Plug-in-Effekt.

Fazit

Keine der Aufnahme-Apps reicht an die Zuverlässigkeit und Bedienbarkeit eines mobilen Hardware-Rekorders heran. Im professionellen Umfeld sind sie deshalb keine günstige Alternative zu Modellen von Tascam, Zoom und anderen.

An iOS-Geräte lassen sich auch Mikrofone mit Lightning-Anschluss (hier ein iRig Mic HD 2 von iK Multimedia) sowie USB-Audio-Interfaces (hier ein Tascam iXR) anschließen.



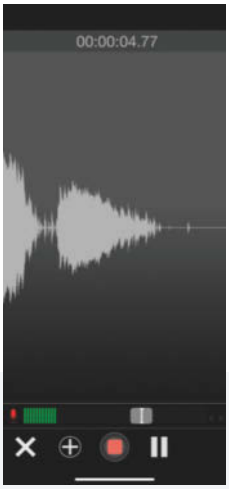
Voice Record Pro (Android, iOS)

Die kostenlose App finanziert sich durch Werbeeinblendungen, die sich per In-App-Kauf für acht Euro abschalten lassen. Die App kommuniziert dann trotzdem weiter mit Google und Facebook und stellt lediglich den Kontakt zu Amazon ein. Unter Android steht bislang nur eine deutlich eingeschränkte kostenlose Variante bereit, die im Test ein paar Mal abstürzte.

Voice Record Pro erlaubt unter iOS diverse manuelle Einstellungen der Aufnahme. So lassen sich die drei internen Mikrofone einzeln auswählen oder aber externe Mikrofone. Den Aufnahmepegel kann man mit vier verschiedenen Anzeigen (darunter ein VU-Meter) messen und manuell anpassen. Fertige Aufnahmen lassen sich schneiden und schneller oder langsamer abspielen, ohne dass sich die Tonhöhe ändert.

Hinter der übersichtlichen Bedienoberfläche verbergen sich praktische Werkzeuge. Unter iOS transkribiert die App Sprachaufnahmen mithilfe von Siri in Deutsch, Englisch und viele andere Sprachen. Neben praktischen Sortierfunktionen mit Unterordnern bietet Voice Record Pro umfangreiche Exportfunktionen für diverse Cloud-Dienste an. Mithilfe einfacher Grafik-Templates oder eigenen Bildern lassen sich aus den Aufnahmen auch Videos kodieren und auf YouTube hochladen. Eine Aufnahme-App für die Apple Watch ist ebenfalls mit dabei.

- ⬆ tolle Aufnahme-Funktionen
- ⬆ transkribiert Sprache
- ⬇ eingeschränkte Android-Version



iRig Recorder (Android, iOS)

Neben einer kostenlosen LE-Version bietet iK Multimedia die App auch als kostenpflichtige Varianten an. Unter iOS sind beim Preis von 5,49 Euro unter anderen Lautstärke-Anpassungen und Pitch-Änderungen möglich, für einen Kompressor oder eine Normalisierungs-Funktion muss man extra zahlen (5,49 Euro). Trotz Kauf blendet der Hersteller ab und zu Eigenwerbung ein und verlangt nach einer Standort-Freigabe, die man in den iOS-Einstellungen blockieren kann.

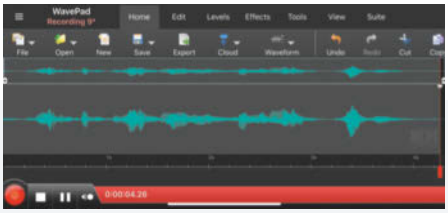
Unter Android bietet iK Multimedia einen veralteten iRig Recorder für 7,99 Euro (nicht zu empfehlen) sowie die neuere kostenlose 3er-Version mit In-App-Käufen an. Diese stürzte im Test auf einem Samsung S10e öfters ab.

Um die Zusatzfunktionen zu nutzen oder ins Online-Handbuch zu schauen, muss man sich beim Hersteller registrieren. Unter iOS klappte dies, die Android-App versagte jedoch die Anmeldung.

Unter iOS erlaubt die App eine manuelle Anpassung des Aufnahmepegels und eine „Hinterbandkontrolle" per Kopfhörer – solange diese nicht per Bluetooth angeschlossen sind. Ein Wechsel der Aufnahmequelle oder Einstellungen des Dateiformats ist nicht möglich. Die Schnitt-Funktionen ermöglichen einfache Kürzungen.

Nur allzu leicht verliert man den Überblick, da die Aufnahmen automatisch in Ordner mit Datumsnamen gespeichert werden und sich diese nicht umbenennen lassen.

- ⬆ manuelle Pegelkontrolle
- ⬇ nervige Online-Registrierung
- ⬇ instabile Android-Version



WavePad Master's Edition (Android, iOS)

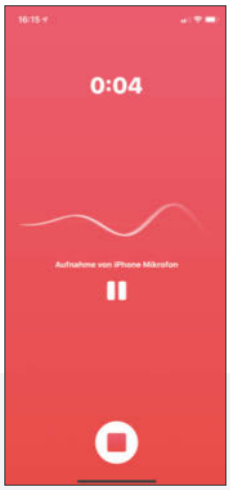
WavePad ist ein waschechter Audio-Editor im Stil von Audacity. Die Bedienoberfläche erinnert mit ihren Dropdown-Menüs an eine Windows-Software. Sie unterstützt zwar neben dem Portrait- auch einen Landscape-Modus, allerdings verdeckt bei diesem die Notch-Einbuchtung neuerer iPhones Bedienelemente.

Die Aufnahmefunktion ist rudimentär. Weder lässt sich die Quelle wählen noch das Signal zur Kontrolle abhören oder der Pegel justieren. Übersteuerungen merkt man erst an der Wave-Anzeige, wenn es bereits zu spät ist. Zu leise Aufnahmen lassen sich nachträglich anheben.

Dank frei zoom- und verschiebbarer Wellenformen kann man Audio-Dateien samplegenau schneiden, Stille einfügen oder die Aufnahme per Reverse-Knopf umdrehen. Ein einfacher Rausch-Entferner nimmt zunächst eine rauschende Stelle und substrahiert deren Muster anschließend von der Aufnahme. Das genügt einfachen Ansprüchen, erzeugt aber deutliche Artefakte in den hohen Frequenzen. Gut gelungen ist der parametrische Equalizer sowie die grafische Fade-Funktion, die sanfte Ein- und Ausblendungen erlaubt.

Die Export- und Speicherfunktionen sind zwar nicht so umfangreich wie bei Voice Record Pro, decken jedoch das Wichtigste ab. Ärgerlich ist, dass der eingebaute MP3-Encoder lediglich Bitraten bis 128 kBit/s unterstützt.

- ⬆ samplegenaues Editieren
- ⬇ keine Hinterbandkontrolle
- ⬇ keine manuelle Aussteuerung



Just Press Record (iOS)

Die App wird ihrem Namen gerecht: Auf Knopfdruck nimmt sie über das geräteeigene oder ein externes Mikrofon auf. Bei angeschlossenem (Bluetooth-) Headset lässt sich die Aufnahmequelle in der App wählen.

Ebenso wie Voice Record Pro erlaubt Just Press Record auch Aufnahmen mit der Apple Watch sowie eine Online-Transkribierung mittels Siri in der Cloud. Bei aktiver Internetverbindung synchronisiert die App ihre Inhalte automatisch mit der iCloud. Im Offline-Modus sind ebenfalls Aufnahmen möglich. Sobald man wieder online ist, werden die Aufnahmedaten synchronisiert. Fertige Aufnahmen lassen sich auf dem iPhone oder iPad kürzen, zerteilen und umbenennen.

Die Bedienung ist simpel. Die App legt automatisch nach Datum sortierte Ordner an. Manuell wählen lassen sich Dateityp, Sample-Rate und Bittiefe. Das automatische Voice-Processing von iOS schaltet Just Press Record jedoch nicht aus, Pegel lassen sich weder überprüfen noch justieren. Deshalb eignet sie sich gut für Sprach-, jedoch kaum für Musikaufnahmen.

- ⬆ einfache Sprachaufnahmen
- ⬆ transkribiert Sprache
- ⬇ für Musik kaum geeignet

Four Track (iOS)

Die schön gestaltete App von Sonoma Wire Works zeichnet bis zu vier Spuren auf – allerdings nicht gleichzeitig, sondern nacheinander. Konzipiert wurde sie für Solokünstler, die mit sich selbst jammen oder eine Song-Idee festhalten wollen.

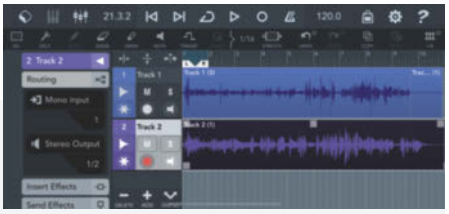
Zur Aufnahme schaltet man die entsprechende Spur scharf und schiebt dann den Aufnahmeschalter zur Seite. Ein komfortables Metronom gibt verschiedene Drum-Beats und Zählzeiten aus. Das Tempo legt man per BPM-Eingabe oder rhythmisches Tippen fest – eine MIDI-Synchronisierung ist nicht möglich.

Für Gitarristen stehen drei virtuelle Bodentreter (Phaser, Drive, Reverb), eine einfache Amp-Simulation sowie ein EQ parat, die für Songskizzen genügen. Die Lautstärke der Aufnahmen lässt sich nicht manuell justieren. Wenn die Pegelanzeige wegen Übersteuerungen rot aufleuchtet, muss man entweder leiser Spielen oder das Mikrofon weiter weg halten.

In der Mixer-Ansicht lässt sich der Ausgabepegel und das Panning der vier Spuren einstellen. Den Mixdown als WAV-Datei findet man unter „More“ bei den Song-Tools. Four Track nimmt mit 44,1 kHz und 16 Bit auf – 24 Bit werden nicht unterstützt.

Four Track fehlen jedwede Editierfunktionen. Es gibt keinerlei Möglichkeit, eine Aufnahme nachträglich zu kürzen oder zurechtzuschneiden. Zudem verliert man schnell den Überblick, was auf welcher Spur aufgezeichnet wurde.

- ⬆ zeichnet vier Spuren seriell auf
- ⬆ komfortables Metronom
- ⬇ keine Editiermöglichkeiten



Cubasis 3 (iOS)

In der dritten Auflage hat Steinberg seine Musiksoftware erstmals fürs iPhone angepasst. Im Unterschied zu den anderen Apps ist Cubasis eine komplette DAW, die nicht nur Mehrspuraufnahmen beherrscht, sondern auch MIDI-Instrumente sequenzieren kann. Auf einem iPad lassen sich damit komplette Songs produzieren. Theoretisch klappt das sogar auf einem iPhone, aufgrund des kleinen Bildschirms ist dies in der Praxis aber mühsam.

Trotz der komplexen Bedienoberfläche lassen sich Aufnahmen leicht starten. Einfach mit „Add“ eine neue Audio-Spur erzeugen und auf Record drücken. Das Lautsprechersymbol erlaubt eine Hinterbandkontrolle per Kopfhörer. Der Clou ist die Overdub-Funktion: Nimmt man eine Phrase in einer Schleife wiederholt auf, speichert Cubasis jeden Durchgang in einem separaten Audio-Clip.

Im Edit-Fenster lassen sich Clips schneiden oder auf ein neues Tempo ohne Tonhöhenänderung anpassen. Die umfangreichen internen Effekte lassen sich durch externe Plug-ins in den gängigen Formaten AUv3, IAA und Audiobus ergänzen.

Damit Cubasis ein externes Mikrofon oder Audio-Interface erkennt, muss es vor dem Start der App angeschlossen sein. Mehrere Eingänge lassen sich dann verschiedenen Spuren parallel zuweisen.

Fertige Mixe lassen sich per E-Mail versenden oder über die iOS-Funktionen mit Dropbox, der iCloud oder anderen Apps teilen.

- ⬆ gut bedienbare DAW
- ⬆ durch Plug-ins erweiterbar
- ⬇ kein Wechsel der Aufnahmequelle

Selbst bei der komplett ausgestatteten DAW Cubasis 3 mit seiner tollen Overdub-Möglichkeit vermissten wir einige Aufnahme-Funktionen: So ließ sich der Pegel nur am iPad justieren und ein Wechsel zwischen internen Mikrofonen und externen Audio-Interfaces war innerhalb der App nicht möglich.

Im Vergleich sind iPhone-Besitzer besser dran als Android-Nutzer – nicht nur bei der Auswahl von Audio-Apps, sondern auch bei deren Funktionsumfang. So kommt die iOS-Version von Voice Record Pro einem Hardware-Rekorder noch am nächsten, erlaubt sie doch ein manuelles Einpegeln der Aufnahme sowie einen Wechsel der internen Mikrofone.

iRig Recorder bietet unter iOS zwar eine Pegelkontrolle samt Monitoring, ist aber undurchsichtig zu bedienen und nervt mit der Online-Registrierung. Unter Android funktionierte die App nicht zuverlässig.

Das mittlerweile drei Jahre alte Four Track bringt ein komfortables Metronom mit, mangels grafischer Kontrolle verliert man hier jedoch allzu rasch den Überblick über die Aufnahmen. WavePad hat zwar gute Editierfunktionen, Aufnahmen werden aber zur Glücksache, weil selbst grundlegende Kontrollfunktionen fehlen. Just Press Record taugt mit seiner Automatik schließlich nur für schnelle Sprachaufnahmen, bei denen die Aufnahmequalität egal ist. *(hag@ct.de)* c't

Audio-Recorder für Android und iOS

Name	Voice Record Pro	iRig Recorder	WavePad Master's Edition	Just Press Record	Four Track	Cubasis 3
Hersteller	Dayana Networks, www.bejbej.ca	iK Multimedia, www.ikmultimedia.com	NCH Software, www.nch.com.au	Open Planet Software, www.Openplanetsoftware.com	Sonoma Wire Works, www.sonomawireworks.com	Steinberg, www.steinberg.net
Betriebssysteme	Android ab 5, iOS ab 10.3 (iPhone, iPad), WatchOS ab 4	Android ab 4.2, iOS ab 9, (iPhone, iPad)	Android ab 4, iOS ab 9 (iPhone, iPad)	iOS ab 13 (iPhone, iPad) WatchOS ab 5	iOS ab 10 (iPhone)	iOS ab 13 (iPhone, iPad)
Versionen	iOS: 3.5.7 / Android: 1.0.3 (von 2018)	iOS: 3.0.2 (von 2018) / Android: 3.0.2	iOS: 9.65 / Android: 9.76	iOS: 35.1	iOS: 7.3.1 (von 2017)	iOS: 3.0.0.42
Aufnahme						
Audioformate	bis 32 Bit / 96 kHz	bis 24 Bit / 48 kHz	bis 32 Bit / 96 kHz	bis 32 Bit / 48 kHz	16 Bit / 44,1 kHz	bis 24 Bit / 96 kHz
Dateiformate	Wav, AAC, MP3	iOS: Wav, AAC, Android: Wav, OGG Vorbis	Wav, AIFF, MP3 (bis 128 kBit)	Wav, AIFF, AAC	Wav, MP3, AIFF	Wav, FLAC, M4A
Mikrofone	intern / extern	intern / extern / Bluetooth	intern / extern	Intern / extern / Bluetooth	intern / extern / Bluetooth	intern / extern / Bluetooth
Mikrofon-Umschaltung	✓ (nur iOS)	–	–	✓	–	–
Automatik / manuelle Aussteuerung	✓ / ✓	✓ / ✓ (nur iOS)	✓ / –	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓ (nur iPad)
Pegelkontrolle (vor/während)	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Hinterbandkontrolle	✓	✓ (nicht per Bluetooth)	–	–	✓	✓
Mehrspuraufnahmen	–	–	–	–	4 Spuren (seriell)	✓ (keine Begrenzung)
Overdubbing	–	–	–	–	–	✓
Anruf-Unterbrechung	nur iOS	✓	nur iOS	✓	✓	✓
Bearbeitung						
Editierung / Effekte	Schnitt, Gain, Tempo, Pitch, Bookmarks, Hall, Echo, Distortion, EQ (bis 10-Band)	Schnitt, Gain, Pitch, Tempo, Tonoptimierung,	Schnitt, Gain, Loop, Fade, Pan, HP/TP-Filter, EQ, einfacher Rausch-Entferner, Reverse, Compressor/Limiter	Schnitt	EQ, Kompressor/Limiter, Drive, Phaser, Reverb, Amp, Mix-Down,	Schnitt, Gain, Fade In/Out, Reverse, Tempo-Anpassung per zPlane, umfangreiche Effekte, erweiterbar
Undo	✓	–	✓	–	–	✓
Sample-genaues Schneiden	–	–	✓	–	–	✓
Tempo-Änderung	✓	✓	–	–	–	✓
Transkription	✓ (nur iOS)	–	–	✓	–	–
iOS-Schnittstellen	–	IAA, Audiobus	–	–	AudioCopy 3	AUv3, IAA, Audiobus
Zusätze	Aufnahmen mit Apple Watch, Video-Export, ID3-Tags, Bildzuordnung	Video-Aufnahme	Click-Removal, Denoiser	Aufnahmen mit Apple Watch, Video-Export	Gitarren-Effekte	komplette DAW für Musik-Produktionen
Export	iCloud, Mail, Google Drive, Dropbox, One Drive, Boxcloud, Soundcloud, ftp, YouTube	iTunes, DropBox, One Drive, Google Drive, ftp	iCloud, Dropbox, Google Drive, EMail, ftp	iCloud, iOS-Share-Funktionen	Dropbox	E-Mail, Audio-Share, iOS-Share-Funktionen
Online-Tracker (iOS)	Amazon, Apple, Facebook, Google, Dayana Networks	Apple, Google, iK Multimedia, Standortabfrage	Apple	Apple, Google, Open Planet Software, Zendesk	Apple, Flurry, Google	Apple
Online-Registrierung	–	nötig für Grundfunktionen	–	–	–	optional für Reverb-Effekt
Bewertung der iOS-Version						
Bedienung	⊕	⊖	○	⊕⊕	⊖	⊕
Aufnahme	⊕⊕	⊕	⊖	○	○	⊕
Bearbeitung	⊕	⊖	⊕	⊖	⊖⊖	⊕⊕
Share-Funktionen	⊕⊕	○	⊕	⊕⊕	⊖	⊕⊕
Preis	7,99 €, (In-App-Kauf)	Android: kostenlos, iOS: 5,49 €	16,99 €	5,49 €	5,49 €	54,99 €

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

Für einen erweiterten Horizont:

NEU

c't PC-Selbstbau

Die Hardware-Profis von c't stellen Ihnen fünf Bauvorschläge für den eigenen Rechner vor: Mini-PC, Office-Maschine oder Gaming-Rechner bis zum kleinsten Bauteil. Zudem: Ihr Rechner perfekt aufgerüstet, übertaktet und konfiguriert dank umfangreicher Hardware-Tests, Praxis-Tipps und Hintergrundartikel.

Auch komplett digital verfügbar.

shop.heise.de/pc-selbstbau-20

12,90 € ›

c't Windows Problemlöser

Mit Fokus auf Windows 10 beantwortet dieses Special vor allem Umsteigern brennende Fragen und steht mit Rat und Tat zur Seite: System-Umzug, komfortablere Bedienung, Universalwerkzeuge für den Notfall, Bremsen lösen und Tricks für den Alltag.

Auch komplett digital verfügbar.

shop.heise.de/ct-windows20

12,90 € ›

c't Admin

IT-Praxis für Heim- und Büronetzwerke
Das Sonderheft unterstützt bei Themen wie Windows-Einrichtung und -Vernetzung, Server-Administration und Server-Wahl, LAN-Aufrüstungen ohne neue Kabel oder auch Router-Optimierungen.

Auch komplett digital verfügbar.

shop.heise.de/ct-admin19

12,90 € ›

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: shop.heise.de/specials-aktuell

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

shop.heise.de/specials-aktuell ›

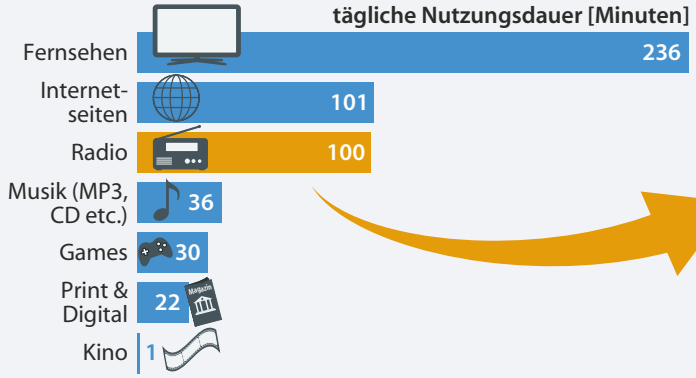
Zahlen, Daten, Fakten

Rundfunk, Fernsehen und wie wir uns noch berieseln lassen

Radio und Fernsehen sind nicht totzukriegen – allerdings bevorzugen Jüngere eher Streaming-Angebote. Im Schnitt verbringen Menschen täglich knapp vier Stunden mit dem Fernsehen und sie hören etwas mehr als anderthalb Stunden Radio, meist analog über UKW, langsam zunehmend auch übers Digitalradio DAB+ sowie übers Internet. Viele Hörer erwarten Information eher von den Öffentlich-Rechtlichen und verbinden Privatsender mit Musik und viel Werbung. Podcasts trenden zwar, sind aber nur rund 21 Prozent der befragten Menschen in Deutschland bekannt. *(mil@ct.de)* c't

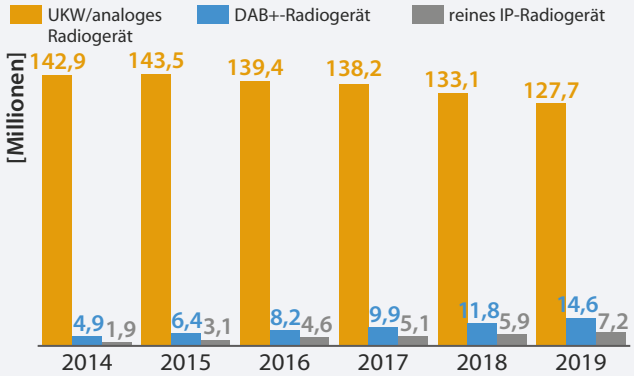
▶ Welche Medien werden wie lang genutzt?

… im Schnitt lässt man sich mehr als drei Stunden durchs TV bespielen, dem Internet und Radiohören widmeten wir 2019 weniger Zeit.[1]



▶ Mit welchen Geräten hört man Radio?

… das klassische analoge Radio geht zurück, dominiert aber noch. DAB+ und Internetradios wachsen nur langsam.[2]



▶ Wie beliebt sind Podcasts?

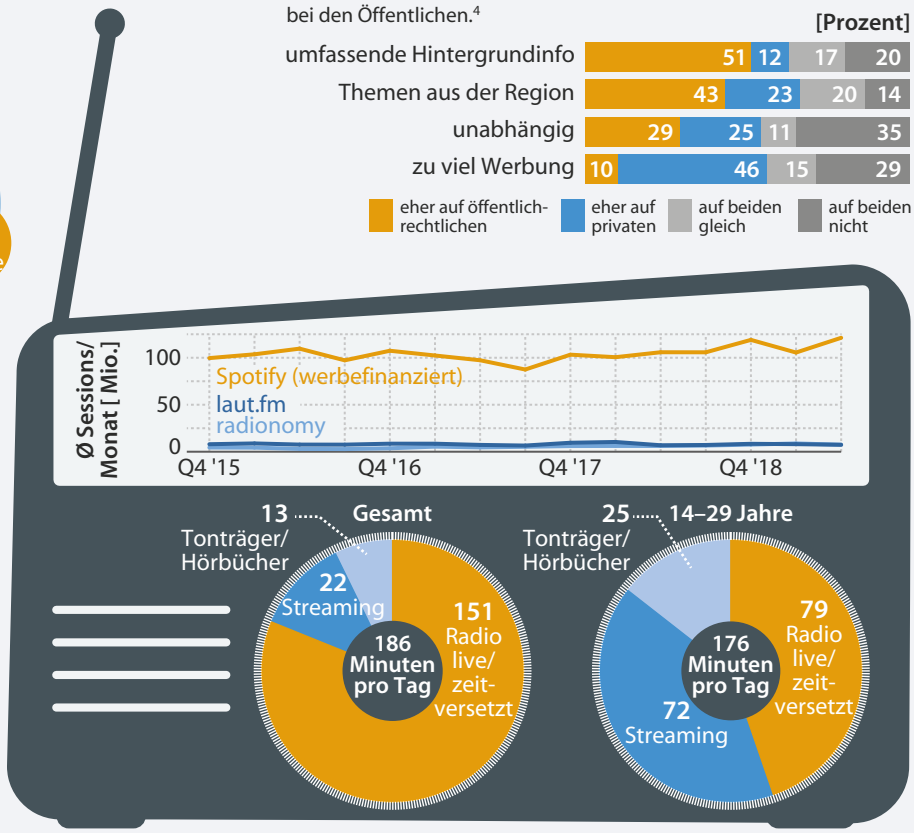
… in Deutschland hört nur jeder fünfte Podcasts – in Südkorea übrigens jeder zweite. Viele wissen nicht, was ein Podcast ist.[3]

▶ Rundfunk: Lieber öffentlich-rechtlich oder privat?

… Unterhaltung sucht man eher bei Privatsendern, Information bei den Öffentlichen.[4]

▶ Wie hören die meisten Musik?

… Jüngere streamen eher, Ältere hören Radio, durchaus auch zeitversetzt und übers Internet. Wer sein Wunsch-Musikprogramm komplett selbst gestalten will, greift eher zu reinrassigen Streaming-Anbietern. Unter den durch Werbung finanzierten Angeboten sticht besonders Spotify hervor – die Abrufe über Bezahlabos sind in den hier dargestellten Zahlen nicht enthalten.[4, 5]



Quellen: [1] Forsa (2019, 3468 Befragte), [2] ALM, TNS Infratest (2019), 7554 Befragte, [3] YouGov (2019, 1356 Befragte (online, ab 18 Jahre)), [4] ARD/ZDF-Massenkommunikation Trends 2018 und 2019, [5] ag.ma (ma 2016 IP Audio I bis ma 2019 IP Audio II)

Stromspender

Mit Power-over-Ethernet-Wandlern allerhand Geräte mit Strom versorgen

Power-over-Ethernet (PoE), also Strom über die Netzwerkleitung, kann mit passenden externen Wandlern auch Geräte ohne integrierte PoE-Technik mit Spannung versorgen – so lassen sich teure Elektroinstallationen oder halbgare Basteleien vermeiden.

Von Andrijan Möcker

Das Netzteilkabel der Supermarkt-IP-Kamera oder des LED-Streifens ist mit 1,80 Meter viel zu kurz für eine Deckenmontage, in der Nähe der Telefonbuchse fehlt eine Steckdose für den Router und das alte Tablet kann nicht als Smart-Home-Display dienen, weil das verlängerte Micro-USB-Kabel nicht genug Strom liefert. Ärgerlich, doch eine 230-Volt-Verlängerung mit Netzteil möchte man auch nicht irgendwo herabhängen haben.

Power-over-Ethernet (PoE, IEEE 802.3at/af) kann mithilfe von externen Wandlern, genannt Splitter, als Retter in der Not einspringen: Es arbeitet mit einer Spannung von 48 Volt, die ein Injektor auf das Netzwerkkabel bringt. So entsteht weniger Verlust über größere Kabellängen beziehungsweise kleinere Leiterquerschnitte als mit bei Kleingeräten üblichen 5 oder 12 Volt. Erst der Splitter am Ende des Kabels wandelt die PoE-Spannung wieder auf die Gerätespannung herunter und stellt den passenden Stecker sowie das Netzwerksignal bereit. Wobei letzteres nicht Pflicht ist, um sich PoE zunutze zu machen.

IP-Kameras, Router & Beleuchtung

IP-Kameras und Router benötigen meist 12 Volt und 5 bis 20 Watt Leistung, die in der Regel ein Steckernetzteil mit Hohlstecker liefert. Auch bei LED-Streifen sind 12 Volt und Hohlstecker etabliert; die benötigte Leistung hängt von der Länge ab und wird von den Herstellern meist in Watt pro Meter angegeben. 12-V-20-W-PoE-Wandler mit entsprechendem Stecker gibt es beispielsweise von Digitus oder als markenlose Variante aus Fernost (ct.de/ytnf).

Doch Vorsicht: Zwar sind Stecker mit 5,5 Millimeter Außendurchmesser und 2,5 beziehungsweise 2,1 Millimeter Innendurchmesser üblich, eine entsprechende Spezifikation existiert jedoch nicht. So kommt es vor, dass trotz stimmender Maße Stecker, Buchsen oder Stifte unterschiedliche Längen haben und nicht hundertprozentig passen, wodurch Übergangswiderstände und dementsprechend Verluste entstehen. Ist die Buchse nicht klar zu identifizieren und löten keine Option, kann man direkt zu einem Splitter mit Steckersortiment greifen (ct.de/ytnf).

Wer jedoch einen Lötkolben zur Verfügung hat, kann beispielsweise das mitgelieferte Kabel durchtrennen und mit einem passenden Stecker versehen. Beim bereits mit einem Stecker bestückten markenlosen Wandler ist das auch nicht schwieriger: Kräftiger Druck auf die Seiten löst die Ultraschallverschweißung , sodass man ein kurzes Kabelstück mit Stecker direkt anlöten und den gegebenenfalls unnötigen Netzwerkstecker entfernen kann.

Passive Splitter – meist nur bestehend aus einer gummiummantelten RJ45-Buchse mit zwei abgehenden Kabeln – sollte man meiden. Sie verlegen das Problem des Abfalls kleinerer Spannungen mangels Wandlertechnik nur auf die Netzwerkleitung.

USB-Geräte

Aufgrund standardisierter Anschlüsse hat man es bei USB deutlich leichter: Solange das eingesetzte Gerät nicht mehr als 10 Watt Leistung bei 5 Volt einfordert, können günstige Wandler mit USB-Ausgang (ct.de/ytnf) die Versorgung übernehmen. Sie kosten typischerweise 5 bis 20 Euro.

Wenn nötig, gibt es für stolze 68 Euro mehr Leistung per USB-C: GAT-USB bietet einen 802.3at-Wandler, der USB-C mit Power Delivery unterstützt und somit 5, 9, 12, 15 oder 20 Volt mit bis zu 20 Watt Leistung liefert. So versorgt man auch größere Tablets oder kleine Laptops.

Für Anwendungen wie den Raspi-Fernempfänger [1], das Tablet-Smart-Home-Display [2] oder die Smartphone-Überwachungskamera [3] reichen jedoch die kleinen Adapter, da insbesondere ältere Geräte selten mehr als 10 Watt einfordern. *(amo@ct.de)* c't

Literatur

[1] Andrijan Möcker, Lauschposten, Raspi als Funkempfänger-Server, c't 23/2019, S.30
[2] Merlin Schumacher, Rotfront!, Grafische Oberflächen für Node-Red entwickeln, c't 2/2019, S. 160
[3] Dr. Oliver Diedrich, Schatzkisten, Alte Smartphones sinnvoll nutzen, c't 18/2013, S. 128

***PoE-Wandler:* ct.de/ytnf**

Bild: Andreas Martini

Volle Packung

Wie die Verbesserungen von Wi-Fi 6 wirken

Bei der jetzt aktuellen sechsten WLAN-Generation steht die Effizienz im Vordergrund: Wi-Fi 6 alias IEEE 802.11ax soll unter anderem mit schlauerem parallelen Bedienen der Clients den Summendurchsatz in Funkzellen hochtreiben. Ein kleiner Datenraten-Nachschlag ist da nur das Sahnehäubchen.

Von Dr. Guido R. Hiertz und Dr. Sebastian Max

Bei Wi-Fi 6 steht zum ersten Mal nicht die Geschwindigkeit des einzelnen Clients im Fokus der Entwicklung. Stattdessen bringt IEEE 802.11ax unter anderem zentrale Koordination der Funkzelle, OFDMA und Coloring, die die Geschwindigkeit beim gleichzeitigen Betrieb vieler Geräte steigern sollen. Ein kurzer Rückblick hilft beim Verständnis.

Wie die Ur-Norm IEEE 802.11 von 1997 (max. 2 MBit/s brutto) behandelten auch der erste, weit verbreitete Standard 802.11b (max. 11 MBit/s) sowie die auf 54 MBit/s beschleunigten Fassungen 802.11g (im 2,4-GHz-Band) und 802.11a (5 GHz) alle Datenpakete mit gleicher Wichtigkeit. Jede Station (STA) – Access-Point (AP) alias Basis versus mobile Clients – durfte pro Sendegelegenheit (TX Opportunity, TXOP) auch immer nur ein Paket abschicken.

Die zweite Epoche brachte einen schlauen Durchsatzturbo: 802.11n (max. 600 MBit/s) führte die Mehrantennentechnik MIMO ein (Multiple Input Multiple Output). Durch Kombinieren der Signale mehrerer Antennen kann ein Gerät mehrere Datenströme gleichzeitig senden. Das vervielfacht die Kanalkapazität, wobei die Seite mit weniger Antennen das Limit vorgibt: Ein 2-Stream-11n-Client kann höchstens mit 300 MBit/s empfangen, auch wenn ein 4-Stream-11n-AP mit 600 MBit/s senden könnte.

Dort setzt 802.11ac (max. 6900 MBit/s bei 8 Streams) an: Eine Basis mit vielen Antennen kann mehrere Empfänger mit wenigen Antennen gleichzeitig bedienen (Downlink Multi-User MIMO, DL MU-MIMO). Im obigen Beispiel könnte der AP zwei Clients idealerweise parallel

mit 300 MBit/s versorgen, in der Summe also 600 MBit/s absetzen.

Brutto-Aufschlag

802.11ax folgt dem Vorbild seiner Vorgänger und steigert die maximale Brutto-Datenrate nochmals, aber nur um knapp 40 Prozent auf 9600 MBit/s. Dabei setzt 802.11ax weiterhin auf die mit 802.11a/g eingeführte Datenübertragungstechnik OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), in der der zur Verfügung stehende Frequenzblock in viele Unterträger eingeteilt wird. Jedem dieser Unterträger werden dann Daten als einzelne Symbole (zeitlich begrenzter Signalverlauf) aufmoduliert.

Bei 802.11ac dauert ein Symbol 3,6 µs und kann bis zu 8 Bit transportieren (256-QAM). Mit einem in 468 Unterträger eingeteilten 160-MHz-Block und einem fehlerkorrigierenden Code mit der Rate 5/6 ergibt dies einen Datenstrom von 468 × 8 Bit × 5/6 / 3,6 µs = 866 MBit/s pro Antenne.

802.11ax führt eine höherstufige Modulation mit 10 Bit pro Symbol ein (1024-QAM). Allein das steigert die Bruttodatenrate um 25 Prozent. Der restliche Gewinn gegenüber 11ac rührt hauptsächlich aus weniger Hilfsträgern, die keine Daten transportieren. Außerdem verlängert 11ax die Symboldauer auf 13,6 µs, was eine effizientere Einteilung in 1960 Unterträger erlaubt. Somit ergibt sich analog zu Wi-Fi 5 eine maximale Bruttodatenrate von 1201 MBit/s pro Antenne.

Damit die in einem Symbol gesendeten 10 Bit beim Empfänger fehlerfrei ankommen, muss das empfangene Signal allerdings um mindestens 60 dB (Leistungsfaktor eine Million) lauter als das Rauschen und die Nachbarsignale sein. Anders ausgedrückt: In der Realität muss man für solche Datenraten schon direkt neben der WLAN-Basis stehen. Erschwerend kommt hinzu, dass die begrenzte Sendeleistung in einem breiten 160-MHz-Kanal weiter verteilt wird und ein Empfänger auch mehr Rauschen aufnimmt. Beides verkleinert die mögliche Reichweite zusätzlich. Wichtig ist 1024-QAM deshalb hauptsächlich für die Werbung, weil man so auch bei Geräten mit nur einer Antenne mit mehr als 1 GBit/s auf dem Karton prahlen kann.

Effizienter Parallelfunk

Die mit 802.11ac eingeführten, optional 160 MHz breiten Funkkanäle erlauben zwar, sehr viele Daten in einem Rutsch zu senden. Sie erhöhen aber auch die Wahrscheinlichkeit für gegenseitige Störungen mit konkurrierenden Nachbarnetzen, sodass der WLAN-Datenstau wächst statt schrumpft.

So gab die High Efficiency WLAN Study Group (HEW SG) als Ziel vor, dass 11ax eine große Zahl von Geräten in verstopften Netzen viermal so schnell bedienen soll – was die Wi-Fi-6-Werber frech als generelle Regel verkaufen, die zu falschen Erwartungen führt: Viermal so schnell wie Wi-Fi 5 ist Wi-Fi 6 eben nicht immer, sondern nur in seltenen Situationen.

Für OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) als zentrale Innovation in 802.11ax dürfte entscheidend gewesen sein, dass es auch ohne MU-MIMO parallele Übertragungen ermöglicht und im Verein mit MU-MIMO dessen Effizienz steigern kann.

Bis hin zu 802.11ac belegt ein Datenpaket immer den gesamten Funkkanal. Weil aber jede Datenübertragung mit einer langsamen, also Sendezeit fressenden Startsequenz (Präambel) beginnt, wird das Verhältnis zwischen deren Dauer und der eigentlichen Datenübertragung mit steigender Sendegeschwindigkeit immer ungünstiger.

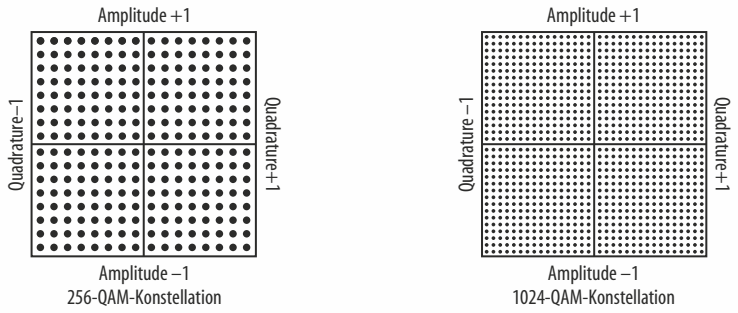
Weniger Vorspann

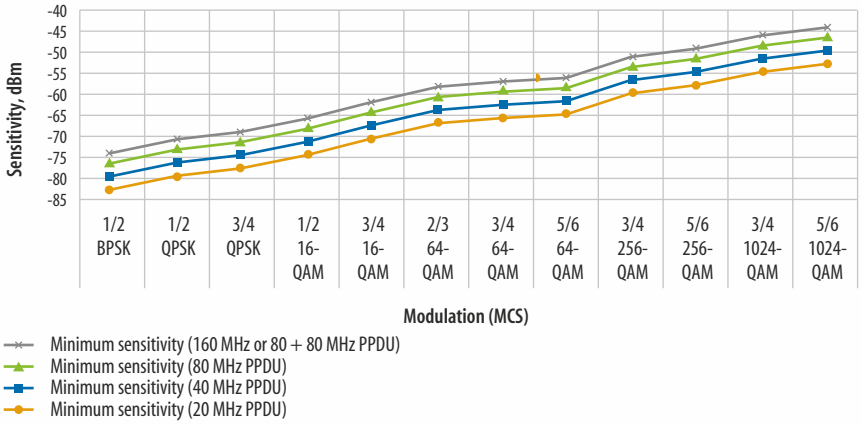
Da sich die Präambeln nicht beliebig verkürzen lassen, muss für mehr Effizienz ihre Häufigkeit sinken. Sendet man mehrere Datenpakete gleichzeitig in unterschiedlichen Bereichen des Funkkanals, genügt eine Präambel für alle, wodurch sich das Verhältnis von Nutzdaten zu Verwaltungsaufwand verbessert. Bei OFDMA unterteilt die Basis den Funkkanal dazu in Resource-Units (RU) von 2, 4, 8, 20, 40 und 80 MHz.

Ein 20-MHz-Kanal könnte so aufgeteilt werden, dass die Basis beispielsweise eine Millisekunde lang gleichzeitig an fünf Clients sendet. Eine Station, die gerade einen großen Download zieht, bekommt dann etwa eine RU mit 8 MHz zugewiesen, eine zweite für ihren Videostream eine RU mit 4 MHz und die übrigen jeweils eine 2-MHz-RU. Die restlichen 2 MHz gehen für Schutzabstände zwischen den RUs drauf.

Modulation

1024 mögliche Konstellationspunkte bei 1024-QAM in Wi-Fi 6 kodieren 10 statt 8 Bit (256-QAM) pro Symbol, erfordern aber auch ein deutlich stärkeres Signal. 25 Prozent mehr Durchsatz gibt es damit praktisch nur in unmittelbarer Nähe zur WLAN-Basis. Bei schlechter werdender Verbindung schaltet 11ax auf die robusteren Modulationen bis 16-QAM herunter.





Stationen, die per OFDMA parallel Daten empfangen, sollen diese bei 11ax auch gleichzeitig quittieren, statt wie früher nacheinander. Das steigert ebenfalls den Zellendurchsatz.

Zentralsteuerung

Eine Wi-Fi-6-Basis soll OFDMA nicht nur beim Senden, sondern auch für die Gegenrichtung nutzen. Dazu sammelt der AP zuerst Informationen zu der erwarteten Sendegeschwindigkeit der Clients und den in den Stationen wartenden Datenpaketen ein. Dann informiert er die Stationen mit Trigger-Frames darüber, wer in welcher RU senden darf.

So koordiniert die Basis den Zugriff auf den Funkkanal auch beim Empfangen. Alte WLAN-Hasen wird das an die im frühen IEEE-802.11-Standard definierte PCF erinnern (Point Coordination Function), die aber nie praktische Anwendung fand. So wie eine Ampel dafür sorgt, dass Kreuzungen nicht verstopfen, garantiert die zentrale Zuteilung bei vielen gleichzeitig aktiven WLAN-Teilnehmern einen reibungsärmeren Datenfluss, als wenn alle Stationen eigenständig um das Senderecht ringen müssen.

Die Basis kennzeichnet außerdem Resource-Units in Trigger-Frames für Zufallszugriffe, um die die Stationen wie früher konkurrieren: Sie warten eine zufällige Zahl dieser RUs ab und senden dann (Backoff). Damit sind Kollisionen zwar nicht sicher ausgeschlossen, aber der AP kann sie durch das Vorgeben eines Intervalls für die Zufallszahl verringern.

Dieser Zufallszugriff ist nicht nur wichtig, damit Stationen ihre Basis zwecks Planung der nächsten Trigger-Frames über die Menge der wartenden Daten informieren können: Neue Stationen brauchen ihn, um sich anzumelden.

Gewollte Lücken

OFDMA ermöglicht einer WLAN-Basis schließlich auch, Frequenzblöcke auszublenden und so um störende Nachbarnetze „herumzufunken“. Im WLAN belegt der kleinste Funkkanal üblicherweise 20 MHz. Größere Kanäle sind doppelt, viermal oder gar achtmal so groß und bieten damit eine entsprechend höhere Transportkapazität.

Bei dem bei Wi-Fi 5 üblichen 80-MHz-Kanal muss die Basis aber prüfen, ob die vier zusammengefassten 20-MHz-Blöcke alle frei sind. Ist nur einer gerade belegt, darf sie nicht senden, sondern muss warten. 11ax kann dann aber zumindest die drei freien 20-MHz-Blöcke bündeln.

Bei paralleler Uplink-Übertragung von mehreren Stationen kommt es potenziell zu einem großen Verschnitt: Will etwa ein Client nur ein paar TCP-ACKs schicken, während ein anderer gerade ein Backup hochlädt, braucht Ersterer nur sehr kurz zu senden. Er müsste selbst in der schmalsten RU von 2 MHz viel unnütze Fülldaten (Padding) einsetzen, um auf die gleiche Sendedauer zu kommen und dieselbe Uplink-TXOP nutzen zu können wie die Backup-Station. Diese Bandbreitenverschwendung lässt sich durch variable Fragmentierung vermeiden: Der zweite Client bricht seine Backup-Pakete vorübergehend in kleinere Häppchen herunter, die besser zu den kurzen TCP-ACKs des ersten passen.

Ignorante Nachbarn

Das umstrittenste Thema in 802.11ax ist der „Spatial Reuse“: WLAN-Stationen sollen Nachbarnetze im selben Frequenzblock bewusst ignorieren, wenn die Verbindung zu ihrer Gegenstelle hinreichend gut ist. Das kann man sich wie die Gesprächsgrüppchen auf einer Party vorstellen: Alle reden innerhalb ihrer Gruppe, obwohl sie die Gespräche der anderen als Hintergrundrauschen wahrnehmen.

Eine WLAN-Station würde analog also senden, obwohl sie nach dem herkömmlichen Zugriffsverfahren den Funkkanal als belegt ansehen und schweigen müsste (Listen before Talk). Dabei entscheidet die Station auch anhand des Signalpegels des fremden Netzes: Höhere Schwellen bedeuten kürzere Wiederverwendungsabstände.

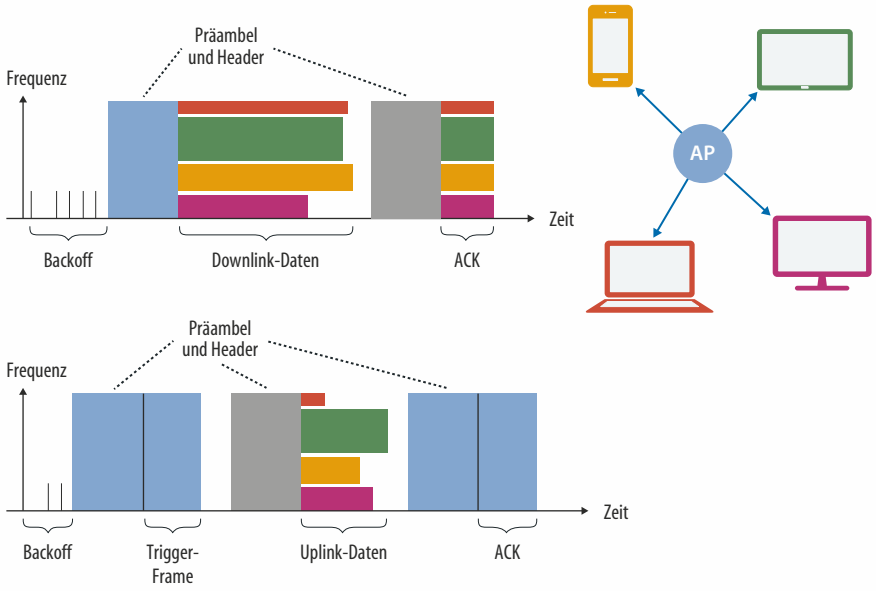
Spatial Reuse wäre im mit rund 80 MHz vergleichsweise schmalen 2,4-GHz-Band besonders hilfreich. Selbst eine mäßige Verringerung des Wiederverwendungsabstandes würde hier eine wesentlich effizientere Nutzung des Spektrums erlauben, auch weil sich in den Lücken zwischen den WLAN-Signalen Bluetooth und Zigbee tummeln.

In der Praxis orientiert sich eine Station an zwei Schwellen: Kann sie die Präambel einer fremden Übertragung erkennen, gilt eine sehr niedrige Grenze, andernfalls eine hundertmal so hohe. Da der Präambelschwellwert so viel niedriger ist, sehen Stationen einen Kanal selbst dann als belegt an, wenn die Kommunikation weit entfernt von ihnen stattfindet. Das resultiert in einem sehr konservativen, großen Wiederverwendungsabstand und sequenziellen Übertragungen, obwohl genauso gut paralleler Betrieb möglich wäre.

Viele WLAN-Hersteller – darunter Cisco, HPE-Aruba, Huawei, Ruckus und

OFDMA-Downlink

Unterschiedliche Modulationsstufen auf den OFDM-Trägern ermöglichen bei Multi-User-MIMO, gleichzeitig Clients mit Daten zu versorgen, die die Basis verschieden gut empfangen (Downlink). Das steigert die Funkzellen-effizienz und soll bei der nächsten Gerätewelle (Wi-Fi 6 Wave 2) auch in umgekehrter Richtung funktionieren (Uplink).



Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

TERMINE 1. HALBJAHR

HAMBURG
20.02.2020
Ehemaliges Hauptzollamt

HANNOVER
04.03.2020
Verlagsgebäude Heise Medien

DÜSSELDORF
19.03.2020
Rheinterrassen

LEIPZIG
02.04.2020
Mariott-Hotel

NÜRNBERG
23.04.2020
Meistersingerhalle Nürnberg

MÜNCHEN
27.05.2020
MOC München

FRANKFURT
16.06.2020
IHK Gebäude am Börsenplatz

powered by heise jobs Jobware Stellenmarkt seit 1996

Ubiquiti – haben schon länger proprietäre Funktionen in ihren APs untergebracht, um den Präambelschwellwert automatisch oder manuell auf beliebige, deutlich höhere Werte zu setzen. Der Preis für diese gleichzeitigen Übertragungen sind vermehrte Störungen zwischen den Nachbarn, die durch langsamere, robustere Modulation kompensiert werden. Weil die Funkzellen aber seltener aufeinander warten müssen, kann es sich dennoch lohnen.

Buntfunk

802.11ax definiert nun eine herstellerübergreifende Variante zum automatischen Setzen des Schwellwertes. Dazu bedient es sich beim Teilstandard 802.11ah (WLAN für IoT und Sensornetze unterhalb 1 GHz) und führt die „Färbung" von Funkzellen ein (Coloring). Die Farbe ist eine 6-Bit-Kennung in der Präambel, die die WLAN-Basis zufällig setzt.

Weil die Kennung sehr früh in der Präambel erscheint, können 802.11ax-Geräte schnell entscheiden, ob die Sendung aus ihrem eigenen Netz kommt. Wenn nicht, heben sie ihre Präambelschwelle für die Belegt-Erkennung an. Im Endeffekt finden benachbarte Wi-Fi-6-Netze also häufiger einen freien Kanal vor.

Gegenüber den proprietären Verfahren von Cisco & Co. hat Coloring den Vorteil, dass es auch für Clients funktioniert. Nachteilig ist hingegen, dass alte Geräte es nicht verstehen: Bei Sendungen an Wi-Fi-5- und frühere Stationen bleiben 802.11ax-Geräte aufgrund fehlender Farbe so konservativ wie eh und je. Außerdem passt sich der Mechanismus nicht den realen, sich ständig ändernden Funkbedingungen an. Bis auf den Coloring-Erfinder Broadcom sind die WLAN-Chip-Hersteller denn auch sehr vorsichtig bezüglich Aussagen zur Nützlichkeit des Verfahrens.

Eine andere Option für Spatial Reuse sieht vor, dass ein AP fremde Netze einladen kann, gleichzeitig zu senden. Dazu gibt der AP ein bestimmtes Maß an Störabstand vor, um dessen Einhaltung er bittet. Andere Netze können dann entscheiden, ob sie das Maß einhalten und gegebenenfalls parallel senden. Wenn sie ihre Sendeleistung verringern, dürfen sie im Gegenzug ihren Präambelschwellwert im gleichen Maß heraufsetzen: Wer leiser spricht, stört andere weniger und soll deshalb den Funkkanal leichter als frei detektieren dürfen.

Schlauer warten …

Ebenfalls aus 802.11ah hat Wi-Fi 6 ein Verfahren für verbessertes Energiesparen bei Clients übernommen: Target Wake Time (TWT). Ohne TWT müssen alle Stationen, die sich zum Energiesparen bei der WLAN-Basis als schlafend gemeldet haben, regelmäßig aufwachen und prüfen, ob Daten bereitliegen. Der AP speichert diese nämlich zwischen und tut das in seinen Beacon-Signalen kund, die er typischerweise rund zehnmal pro Sekunde sendet. In diesem festen Raster kann es passieren, dass viele Clients nach einem Beacon Daten bekommen. Bis die letzte Station versorgt wurde, muss sie aber unter Umständen akkuzehrend lange wach bleiben.

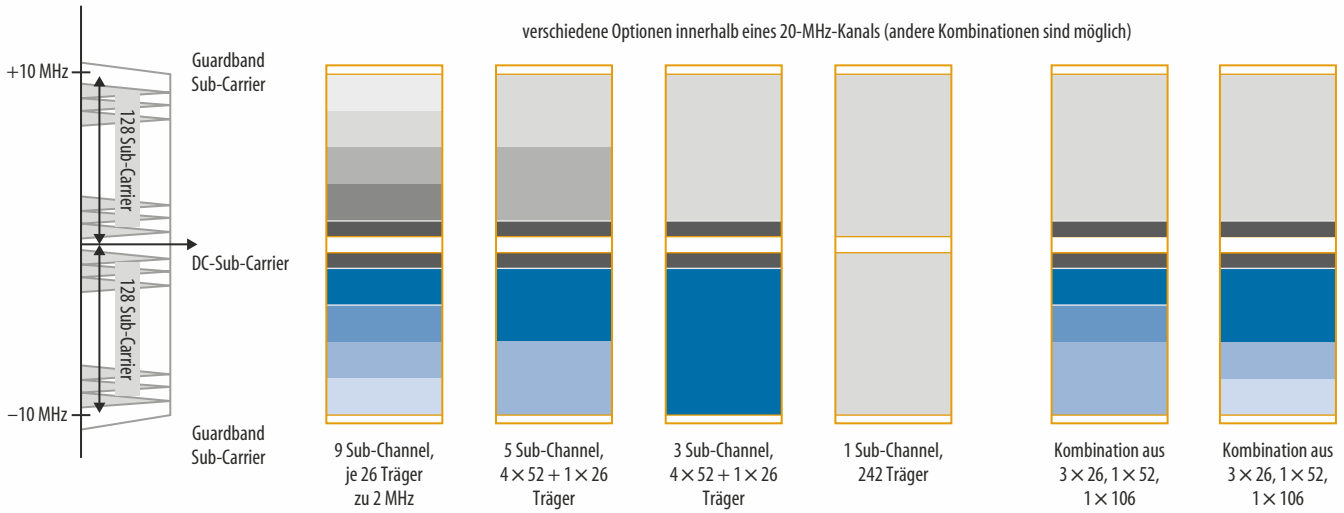
TWT führt Wachphasen für einen einzelnen Client oder eine Gruppe von Stationen unabhängig von den Beacons ein. Die Clients können so deutlich länger schlafen gehen. Ferner können Basis und Client die Wachphase individuell verhandeln, sodass ein akkubetriebenes Gerät viel seltener aufwachen muss als ein ans Stromnetz angeschlossenes. Außerdem begrenzt TWT die Anzahl der Stationen, die pro Durchgang Daten bekommen. Das verkürzt die Wachphase für den Listenletzten.

… mit Nickerchen

Schon bei Wi-Fi 5 enthält jeder WLAN-Frame neben den üblichen Adressinformationen einen Hinweis, welche Station angesprochen wird. Wi-Fi 6 verfeinert das so, dass Clients sehr kurz nach der Präambel erkennen, ob sie weiter zuhören müssen. Mit diesem Microsleep können Stationen schneller ins Stromsparen zurückfallen, wenn sie nichts zu erwarten haben.

Subträger-Verteilungen

256 Träger (Sub-Carrier) pro 20 MHz Kanalbreite erlauben bei OFDMA, die Datenraten pro Client feinstufig anzupassen. So kann Wi-Fi 6 etwa ein Smartphone genau zugeschnitten mit einem 10-MBit/s-Videostream bedienen und den Rest der Kanalkapazität einem Notebook zuschlagen, das ein großes VM-Image vom Server lädt. Die Aufteilung der Träger ändert sich von einer zur nächsten Sendegelegenheit abhängig davon, wie die jeweiligen MU-Clientgruppen zusammengesetzt sind.



Wi-Fi 6 bringt schließlich zwei Kniffe mit, die die Reichweite im Freien steigern sollen: 11ax-Geräte können größere Guard-Intervalle verwenden (Schutzabstand zwischen OFDM-Symbolen). Das senkt zwar den Bruttodurchsatz etwas, bewirkt aber auch, dass das System die im Freien typischerweise längeren Funkechos besser tolerieren kann, die sonst aufeinanderfolgende Symbole stören.

Außerdem führt 802.11ax die Dual Carrier Modulation (DCM) ein: Damit teilt eine Station den Funkkanal in zwei Hälften und sendet auf jeder das gleiche Datenpaket mit doppelter Geschwindigkeit. Das ergibt zwar netto keinen Geschwindigkeitsgewinn, aber eine zuverlässigere Übertragung, wenn es starke Interferenzen innerhalb des Funkkanals gibt.

Effizientere VLANs

Admins bringt 802.11ax ein Geschenk, das zwar schon lange in der WLAN-Norm definiert ist, bislang aber nicht verpflichtend war: Mit MultiBSSID kann ein Access-Point mehrere VLANs in einem Beacon ankündigen.

Wenn Firmen heute mehrere logisch getrennte Netze – intern, Gäste, IoT – per Multi-SSID auf einer Basis nutzen, muss der AP für jedes VLAN eigene Beacons senden. Das drückt den Funkzellendurchsatz enorm, denn die Beacons wurden im Laufe der Jahre durch neue WLAN-Features immer größer. Außerdem werden sie zeitfressend mit der langsamsten Funkdatenrate gesendet, damit alle Stationen sie sicher dekodieren können. Das Zusammenfassen per MultiBSSID bringt also in Firmen besseren Durchsatz – sobald genug 11ax-Clients verbreitet sind, die das verstehen.

Was bringts?

Dass 802.11ax alias Wi-Fi 6 auf dem Papier nun auch in einfachsten Geräten mit nur einer Antenne das Gigabitlimit knackt, ist der WLAN-Industrie ein willkommener Werbegag. Aber auch mit potenteren Clients wird man gegenüber Wi-Fi 5 im heimischen WLAN kaum Verbesserungen bemerken, denn zu gering ist dort typischerweise die Anzahl tatsächlich gleichzeitig aktiver Geräte. Mit sinkenden Preisen werden am ehesten noch billige IoT-Sensoren und Aktoren von 802.11ax profitieren, die dank 2 MHz Kanalbandbreite größere Reichweite schaffen.

Seine Vorteile wird Wi-Fi 6 überall dort nutzbringend ausspielen können, wo viele Clients auf engem Raum zusammenkommen, also in Stadien, Bahnhöfen, Konzertsälen, Schulen und Flughäfen – sobald genügend Geräte im Markt sind, die 802.11ax unterstützen.

Die Wi-Fi Alliance (WFA) zertifiziert 802.11ax schon seit 2019 als Wi-Fi 6, wobei die erste, Mitte 2019 erschienene Gerätegeneration die wichtigsten Funktionen von 802.11ax mitbringt und mit der verbesserten Verschlüsselung WPA3 bündelt.

Für 2021 darf man Wi-Fi-6-Geräte erwarten, die das geplante, unlizenzierte 6-GHz-Band nutzen können und so das zu erwartende Gedränge im 5-GHz-Band mildern.

Anno 2023 dürfte Wi-Fi 6 Wave 2 als zweite 11ax-Generation erscheinen, was heute noch optionale Features zur Pflicht macht, beispielsweise MU-MIMO im Uplink.

Ausblick

802.11ax kämpft noch mit Anlaufschwierigkeiten, obwohl die WFA-Zertifizierung „Wi-Fi 6“ eigentlich den Grundstein für herstellerübergreifende Kompatibilität legen sollte. So schaltet ein führender Chip-Produzent viele Wi-Fi-6-Funktionen nur dann frei, wenn auch in der Gegenstelle Bausteine von ihm zum Einsatz kommen.

Wi-Fi 6 ist mit seinen neuen Funktionen wie den Trigger-Frames und TWT deutlich komplexer als seine Vorgänger. Berichte über Sicherheitslücken in Firmware und Treibern von 11ax-Chips werden so sicher kommen wie das Amen in der Kirche.

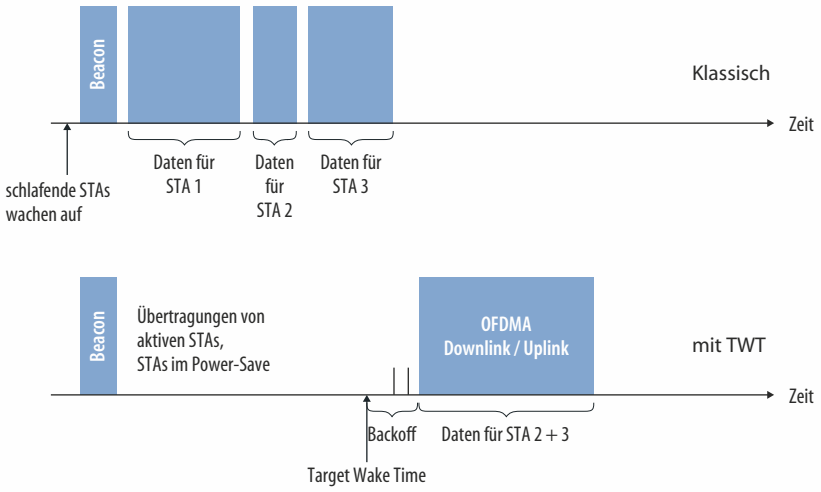
Dennoch arbeitet das IEEE bereits am Nachfolger: Neue Funktionen wie Distributed MIMO in 802.11be bauen auf der zentralen Koordination von 802.11ax auf. Damit sollen mehrere Access-Points gleichzeitig an mehrere Stationen senden, sodass quasi eine virtuelle, verteilte WLAN-Basis mit Antennen an unterschiedlichen Orten entsteht. Damit das funktioniert, müssen die Access-Points auf das OFDM-Symbolraster zeitlich koordiniert arbeiten, also auf weit unter eine Mikrosekunde Unterschied synchronisiert. Es wird spannend, ob der erzielbare Gewinn den Aufwand dafür rechtfertigt.

Auch wenn heute schon mit 160 MHz überbreite Funkkanäle in der Praxis selten nutzbar sind, wird 802.11be bis zu 320 MHz breite Kanäle definieren. Das schürt die Gier nach mehr Funkspektrum. Weil praktisch nur das 6-GHz-Band infrage kommt, wird die Industrie ihren Druck auf die Regulierungsbehörden intensivieren.

Dass Wi-Fi-7-APs eines Tages gar mit 16 Antennen (MIMO-Streams) erhältlich sein werden, ist hingegen unabhängig vom Frequenzspektrum nützlich. Weil Clients nimmer Platz für 16 Antennen haben werden, bringt das abermals hauptsächlich in dicht besetzten Szenarien spürbaren Nutzen. *(ea@ct.de)* c't

Target Wake Time

Bisher mussten Stationen (STAs) passend zu den Beacons der WLAN-Basis aufwachen, schlimmstenfalls rund zehnmal pro Sekunde, um zu erfahren, ob Daten für sie vorliegen. Wi-Fi 6 lässt sie mit der Target Wake Time länger akkuschonend schlafen, um dann mehrere Clients in einem Rutsch zu bedienen (Multi-User-MIMO und OFDMA).



WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.

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 Bluetooth Kopfhörer.

Jetzt gleich bestellen:

ct.de/angebot

+49 541/80 009 120

leserservice@heise.de

ct.de/angebot

Bild: Albert Hulm

Schablonen schneiden

Webkomponenten mit StencilJS entwickeln und veröffentlichen

Webstandards und schlanker Code statt enger Framework-Vorgaben: Mit diesen Ideen mausert sich StencilJS zum Herausforderer für Angular und React.

Von Herbert Braun

Angular, React und Vue.js dominieren derzeit das Gebiet der Frontend-Webentwicklung. Die damit betriebenen Websites schleppen aber oft Megabyte-schweren Skript-Code mit sich herum und neigen zu Over-Engineering.

Hier setzt eine neue Generation von Werkzeugen an. Das vielleicht vielversprechendste ist StencilJS: Statt auf Framework-Logik basiert es auf Webkomponenten, der ausgelieferte Code ist beeindruckend kompakt.

React- und Angular-Nutzer können Stencil-Webkomponenten in ihre bisherigen Projekte integrieren. Umsteiger haben es leicht, weil sich Stencil von den beiden Frameworks einiges abgeschaut hat. Auch kleinere Projekte profitieren von dem übersichtlichen und wiederverwendbaren Code, den Stencil ermöglicht.

Komponenten-Compiler

StencilJS ist ein Projekt von Ionic, einem bekannten Framework für JavaScript-Anwendungen außerhalb des Browsers. Ursprünglich war Stencil ein intern verwendeter Komponenten-Generator für Ionic (alle Links unter ct.de/yk16).

Die mit Stencil gebauten Komponenten müssen vor der Verwendung kompiliert werden, wobei nur der benötigte Code in die ausgelieferten Skripte übernommen wird. Sie laufen überall, wo aktuelle Webstandards funktionieren. Darum wehrt sich das Projekt gegen die Bezeichnung „Framework“; seine Macher sprechen von einem „Compiler“.

Web Components ist ein Webstandard, der es erlaubt, eigene HTML-Elemente zu entwickeln. Beispielsweise können Sie damit ein HTML-Element `<ct-artikel>` samt Stilen und Funktionen definieren. Ein Vorteil dieser Technik ist die klare Trennung zwischen Dokumentstruktur und technischer Umsetzung

sowie die Wiederverwendbarkeit dieser Komponenten. Alle modernen Browser unterstützen Web Components; für Internet Explorer gibt es Polyfills.

Stencil enthält ein Kommandozeilenwerkzeug und ein schlankes API. Technische Basis sind TypeScript, eine um Typisierung erweiterte JavaScript-Variante, und Reacts Template-Sprache JSX.

Die für große Webprojekte essenzielle Aufteilung in Komponenten steht im Vordergrund, aber nebenbei unterstützt Stencil auch viele weitere Funktionen, die man von modernen Web-Anwendungen erwartet. Dazu zählen Reaktivität – also die automatische Aktualisierung der Ansicht, wenn sich Variablen geändert haben –, Progressive Web Apps sowie Lazy Loading von Komponenten. Außerdem enthält Stencil eine Umgebung für automatisierte Tests.

Stencil-Start

Um mit StencilJS anzufangen, benötigen Sie eine Node.js-Umgebung. Neue Projekte legen Sie am einfachsten über das Kommandozeilen-Tool create-stencil an. Für Module, deren Name mit „create-“ beginnt, kennt npm eine Abkürzung, die diese in einem Rutsch herunterlädt, installiert und ausführt:

```
npm init stencil
```

create-stencil gibt Ihnen die Wahl zwischen drei Projekttypen: ein simples Webseitengerüst für Ionic-Komponenten (`app`), eine Variante davon mit vielen fertigen UI-Komponenten aus dem Framework (`ionic-pwa`) sowie `components`, wo es um Komponenten ohne Webseite geht. Für den Einstieg ist `app` eine gute Wahl. Während des Installationsprozesses müssen Sie Ihrem Projekt einen Namen geben. npm legt ein Verzeichnis mit dem Namen an.

Wechseln Sie in das Verzeichnis, installieren Sie mit `npm install` die Abhängigkeiten und bringen Sie Ihr Projekt mit `npm start` zum Leben. Stencil startet einen Entwicklungsserver auf Port 3333, öffnet eine Seite im Browser und hält diese bei Änderungen aktuell.

Die mitgelieferte Demo ist eine kleine Single-Page-App: Die Startseite enthält einen Button, mit dem der Nutzer in eine zweite Ansicht wechseln kann; dort liest Stencil den vom Button übergebenen Wert ein.

Wie das genau funktioniert, können Sie im Projektverzeichnis herausfinden. Dieses enthält einige Konfigurationsdateien für Git, npm, TypeScript, Stencil und den Editor sowie vier Verzeichnisse.

Das Verzeichnis „node_modules“ enthält lediglich zwei Module: Außer Stencil selbst hat npm nur TypeScript installiert, um TypeScript-Code in JavaScript und JSX-Templates in HTML zu übersetzen. Den Projekt-Quellcode finden Sie in „src“. Der Compiler liefert seine Resultate in „www“ ab und nutzt „.stencil“ fürs Caching.

Das Arbeitsverzeichnis src beherbergt die HTML-Grundlage index.html nebst Verzeichnissen für Bilder („assets“) und globale Stile und Skripte („global“). Ein kurzes Skript namens index.ts holt die Komponenten im „components“-Ordner ins Projekt – darunter auch das in index.html genutzte `<app-root>`-Element.

Im Verzeichnis `components/app-root` stoßen Sie auf vier Dateien: ein Stylesheet, zwei TypeScript-Dateien zum Testen (Unit- und End-to-End-Tests) und schließlich app-root.tsx. Die Endung steht für „TypeScript + JSX“ – app-root.tsx enthält also Anwendungslogik und Template zugleich:

```
import {Component, h}
  from '@stencil/core';
@Component({
  tag: 'app-root',
  styleUrl: 'app-root.css',
  shadow: true
})
export class AppRoot {
  render() {
    return (
      ...
      <main>
        <stencil-router>
          <stencil-route-switch
          scrollTopOffset={0}>
              <stencil-route url='/'
              component='app-home'
              exact={true} />
              <stencil-route
              url='/profile/:name'
              component=
              'app-profile' />
          </stencil-route-switch>
        </stencil-router>
      </main>
      ...
);
  }
}
```

Der Code importiert neben der Klasse `Component` die Funktion `h()` von Stencil. Diese Funktion erzeugt über einen Zwischenschritt (Hyperscript – deshalb der Name `h()`) aus der JSX-Beschreibung HTML; da dies automatisch passiert, brauchen Sie `h()` nach dem Import nicht mehr zu beachten.

```
Initializing First Build...

build, app, dev mode, started ...
transpile started ...
transpile finished in 8.87 s
type checking started ...
copy started ...
generate styles started ...
bundling components started ...
copy finished (704 files) in 7.15 s
```

Details zum Kompilierungsprozess zeigt Stencil direkt im Browser an.

Dekorativ

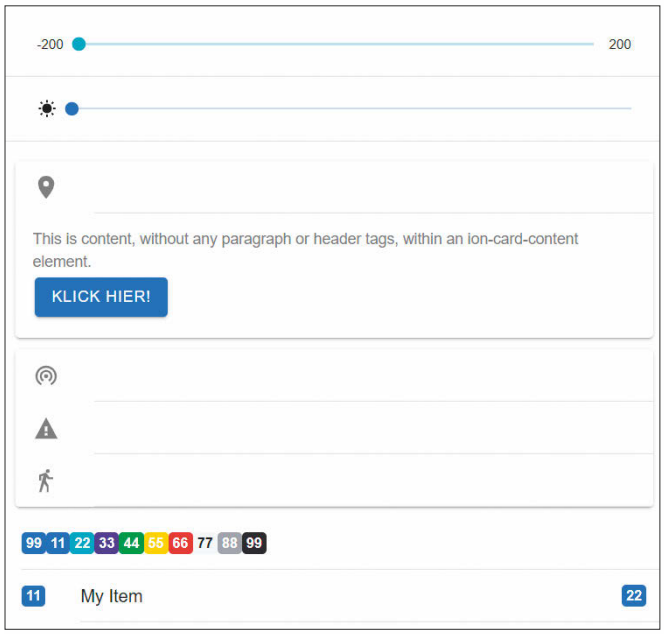
Das Gebilde mit dem `@`-Zeichen kennen Sie vielleicht von Java oder von Angular. Es handelt sich um einen Dekorator, ein in TypeScript enthaltenes Feature.

In seiner einfachsten Form hat ein Dekorator die Form `@Dekorator class Klasse {}`. Dabei ist `Dekorator` eine Funktion, die den Konstruktor einer Klasse manipulieren kann. In diesem Fall ist es etwas komplizierter, da `Component(…)` selbst ein Funktionsaufruf ist. So eine Dekorator-Factory ermöglicht es, die zu modifizierende Klasse je nach Bedarf mit maßgeschneiderten Erweiterungen zu versehen.

Die Klasse `AppRoot` etwa verleiht der Dekorator die Fähigkeit, eine Stencil-Komponente zu beschreiben. Das ginge auch durch klassische Vererbung – beim Stencil-Konkurrenten SkateJS etwa würden Sie `class AppRoot extends Element {}` schreiben. Dekoratoren reduzieren allerdings den Ballast, da der Compiler nur den jeweils benötigten Code statt der gesamten Vererbungshierarchie in den generierten JavaScript-Code übernehmen muss.

Die der Dekorator-Factory übergebenen Eigenschaften legen den Namen des Custom-Elements (`tag`) und den Pfad zum Stylesheet (`styleUrl`) fest. `shadow` gibt an, ob das Innere des Elements sichtbar und per CSS oder Skripten zugänglich ist, oder ob es sich – ähnlich wie bei Standard-HTML-Elementen – in einem Shadow-DOM verstecken soll.

Die Klasse selbst enthält nur eine `render()`-Methode. `render()`, die das in JSX-Syntax beschriebene Markup der Komponente ausgibt. Sie ist die zentrale Ausga-



Mit Stencil kann man eigene Komponenten entwickeln, muss es aber nicht: An die 100 fertige Bausteine des Ionic-Frameworks lassen sich ohne Umweg ins HTML einbauen.

befunktion von Stencil und wird immer aufgerufen, wenn eine Komponente geladen oder verändert wird. Die oben genannte Funktion `h()` wandelt den JSX-Code in HTML um. Das `<main>`-Element enthält den `<stencil-router>`, mit dem man Komponenten abhängig von der URL aufrufen kann, um Single-Page-Apps umzusetzen. Dieser delegiert an die Komponenten `<app-home>` und `<app-profile>`, die beiden Seiten der Single-Page-App, die ähnlich wie `<app-root>` aufgebaut sind.

Sie können mit diesen Komponenten nach Herzenslust herumspielen und Ihre Änderungen sofort im Browser ansehen, sollten dabei aber beachten: JSX unterliegt im Unterschied zu HTML den strengeren Regeln von XML, besteht also zum Beispiel auf geschlossene Elemente.

Slider-Komponente

Testweise setzen wir mit StencilJS eine Slider-Komponente namens `<simple-slider>` um, mit der der Benutzer eine Bildergalerie durchblättern kann. Legen Sie dazu eine neue „app“ mit `npm init stencil` an und starten Sie diese mit `npm install` und `npm run start`.

Im HTML-Body der Datei src/index.html findet sich die Zeile `<app-root></app-root>`, die die Beispielkomponente einbindet. Ersetzen Sie sie durch das HTML-Grundgerüst des Sliders:

```
<simple-slider show-status>
  <li>Slide 1</li>
  <li>Slide 2</li>
  <li>Slide 3</li>
</simple-slider>
```

Die Basis für die Komponente selber legen Sie mit `npm run generate` an. Über den Auswahldialog können Sie auch gleich automatisierte Tests und ein Stylesheet vorbereiten; zumindest Letzteres werden Sie brauchen. Als Grundgerüst für die Slider-Komponente erzeugt StencilJS den folgenden Code:

```
import {Component, Host, h}
from '@stencil/core';
@Component({
  tag: 'simple-slider',
  styleUrl: 'slider.css',
  shadow: true
})
export class Slider {
  render() {
    return (
      <Host>
        <slot></slot>
      </Host>
    );
  }
}
```

Der Webstandard sieht für die Benennung von Web Components einen Bindestrich zwingend vor, deshalb heißt der Slider `<simple-slider>`. Gemäß dem StencilJS-Style-Guide sollen Klassennamen aber kein Präfix haben und gemäß allgemeiner JavaScript-Konvention werden sie groß geschrieben (siehe ct.de/yk16). Daher generiert `npm run generate` die Klasse `Slider`. Das Verzeichnis der Komponente wiederum wird klein geschrieben: „slider“. Aus `<meine-sehr-kleine-komponente>` macht diese Logik `SehrKleineKomponente` und „sehrkleinekomponente“.

Obiger Code genügt bereits, damit Stencil das `<simple-slider>`-Element auf der Beispielseite transformiert – auch wenn sich der Unterschied bislang nur im DOM-Inspector des Browsers zeigt: Durch die `shadow`-Eigenschaft ist der Inhalt der Komponente in einem Shadow-DOM enthalten.

Ein großer Vorteil des Shadow-DOMs: Die Komponenten sind isoliert vom restlichen Dokument, was Ihnen viele CSS-Scherereien erspart. Zwar werden Stile vererbt, aber Selektoren erreichen von außen nicht das innere des Shadow-DOM – ähnlich wie bei komplexen nativen HTML-Elementen, zum Beispiel Buttons.

XML erfordert ein einzelnes XML-Wurzelelement. Zu diesem Zweck wurde das `Host`-Tag als Platzhalter generiert. Tatsächlich brauchen Sie das `<Host>`-Tag in unserem Beispiel gar nicht, weil wir es im Folgenden durch ein einzelnes Wurzelelement ersetzen:

```
<figure>
  <button type="button"
  class="btn_next" onClick={this.
  slide.bind(this, 1)}>&gt;</button>
  <button type="button"
  class="btn_prev" onClick={this.
  slide.bind(this, -1)}>&lt;</button>
  <ul>
    <slot/>
  </ul>
</figure>
```

Es bleibt das `<slot>`-Tag. Dieses Element sieht der HTML-Standard als Platzhalter für dynamische Elemente vor. In diesem Slot wird später der Slider gerendert.

Die zwei Buttons werden später den Slider nach links oder rechts bewegen. Für die damit verknüpfte `slide()`-Methode müssen Sie noch einen Dummy anlegen:

```
export class Slider {
  slide(amount: number = 1) {
    console.log(amount);
  }
  render() {...}
}
```

Nun erscheinen zwei klickbare Buttons im Browser. Nach einem Slider sieht hier allerdings nichts aus – um das zu ändern, brauchen Sie CSS …

Styling

… oder Sass: Stencil unterstützt das nicht von Haus aus, hat aber ein Modul dafür, das Sie mit `npm install @stencil/sass -P` installieren. Damit Sie dieses Modul auch

verwenden dürfen, brauchen Sie eine kleine Ergänzung in /stencil.config.ts:

```
...
import {sass} from '@stencil/sass';
export const config: Config = {
  ...,
  plugins: [sass()]
};
```

Nun können Sie die Stylesheet-Datei und den Verweis darauf im TypeScript in slider.scss umbenennen und mit der Sass-Syntax SCSS arbeiten; die ältere Sass-Syntax-Variante ohne Klammern und Strichpunkte funktionierte in unseren Versuchen nicht.

Das Grundgerüst für das Slider-Stylesheet sieht wie folgt aus:

```
$slide-width: 500px;
figure {
  position: relative;
  width: $slide-width;
  overflow: hidden;
}
ul {
  display: flex;
  list-style: none;
  transition: transform;
}
::slotted(li) {
  flex: 1 0 auto;
  width: $slide-width;
  height: 300px;
}
button {
  position: absolute;
  z-index: 1;
  &.btn_next {
    right: 0;
  }
}
```

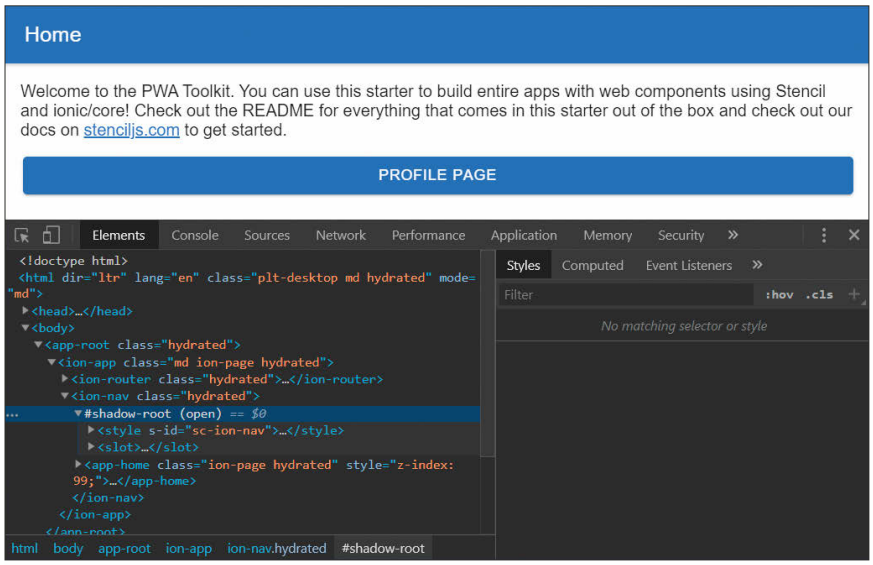
Die Selektoren sind wenig spezifisch, ihre Hierarchie ist flach. Möglich ist das, weil die hier angegebenen Stile nicht nach außen dringen. Auch umgekehrt ist es fast unmöglich, die Gestaltung im Shadow-DOM von außen zu verändern – abgesehen von vererbten Eigenschaften, per Default sind das etwa `background-color` oder `font-family`.

Das einzige Außergewöhnliche am obigen SCSS ist der Spezialselektor `::slotted(li)`. Damit lassen sich gezielt Elemente gestalten, die in einem `<slot>` enthalten sind.

Für die Galerie

Nachdem der Slider nun wie einer aussieht, gilt es, ihn zum Leben zu erwecken. Das macht im Wesentlichen folgender Code:

```
...
export class Slider {
  @Element() el: HTMLElement;
  @State() curSlide: number = 0;
  private sliderList: HTMLElement;
  private slidesCount: number = 0;
  private slideWidth: number = 0;
  componentDidLoad() {
    this.sliderList =
    this.el.shadowRoot.
      querySelector('ul');
    const slides = this.el.shadowRoot.
      querySelectorAll('li');
    this.slidesCount = slides.length;
```



Ob der Inhalt einer Webkomponenten ein eingekapseltes Shadow-DOM bekommen soll oder nicht, lässt sich in Stencil mit einem einzigen Attribut steuern.

```
    this.slideWidth = (slides[0]
      as HTMLElement).offsetWidth;
  }
  componentDidUpdate() {
    this.sliderList.style.transform =
      `translateX(${this.curSlide *
      this.slideWidth * -1}px)`;
  }
  ...
}
```

Stencil stellt eine Reihe sogenannter Lifecycle-Hooks bereit – Standardfunktionen, die zum Einsatz kommen können, wenn eine Komponente zum Beispiel geladen oder aktualisiert wurde. Der Code in `componentDidLoad()` etwa wird ausgeführt, sobald eine Komponente geladen ist.

Die Status-Variable (`this.curSlide`) speichert die Nummer des aktuell geöffneten Slides. Sie ist mit dem `@State()`-Dekorator deklariert. Dadurch aktualisiert jede Wertänderung die Komponente und löst den Hook `componentDidUpdate()` aus.

Sollten Sie `this.curSlide` jemals durch eine weitere Funktion verändern wollen – etwa `slideTo()`, um ein bestimmtes Element anzuspringen –, müssen Sie sich nicht um die grafische Umsetzung kümmern. Diese besteht darin, die Liste mit der CSS-Funktion `translateX()` um die mit der Slide-Nummer multiplizierte Slide-Breite nach links zu verschieben.

Um Elemente innerhalb der Komponente aufzuspüren, benutzt der Code den Dekorator `@Element()`. Sie können das Wurzelelement der Komponente über `this.el` ansprechen. Das `<ul>` sowie die dynamisch hinzugefügten Elemente erreichen Sie nicht direkt, sondern über `shadowRoot`, falls Sie im Klassen-Dekorator `shadow` auf `true` gesetzt haben. Dieser Slider funktioniert nur korrekt, wenn alle Slides die gleiche Breite haben; die `slideWidth` ist einfach durch die Breite des ersten Slides bestimmt.

Die Komponente lässt sich komplett durch HTML-Attribute steuern. Vorgesehen ist bereits das Attribut `show-status`, um einen Untertitel anzuzeigen. Auch diese Aufgabe lösen Sie mit einem Dekorator:

```
import {Component, Element, Prop,
  State, h} from '@stencil/core';
@Component(...)
export class Slider {
  @Prop() showStatus:
    boolean = false;
  ...
}
```

Durch den `@Prop()`-Dekorator wird `showStatus` auf `true` gesetzt, falls das HTML-Attribut `showStatus` vorhanden ist.

Für die Umsetzung genügt in diesem Fall eine kleine Ergänzung der `render()`-Methode:

```
render() {
  return (
    <figure>
      ...
      {this.showStatus &&
      <figcaption>Slide
      {this.currentSlideNumber +1}/
      {this.slidesCount}
      </figcaption>}
    </figure>
  );
}
```

JSX erlaubt nur Ausdrücke, kein `if`-Statement. Das logische (`&&`) bewirkt aber das Gleiche: Ist die erste Bedingung des Ausdrucks nicht erfüllt, bricht die Auswertung des Gesamtausdrucks ab.

Da `this.slidesCount` zum Zeitpunkt des erstmaligen Renderns noch nicht gesetzt wurde – `componentDidLoad()` läuft erst danach –, erscheint zunächst der Default-Wert `0`. Um das zu beheben, können Sie `this.slidesCount` zur State-Variablen umwidmen – oder Sie verlegen die Ermittlung dieses Werts nach `componentWillLoad()`, das vor dem Rendern abläuft. In jedem Fall sollte nun der Untertitel „Slide 1/3“ unter dem Slider erscheinen. Damit läuft der Slider. Der Projektcode steht unter ct.de/yk16 bereit.

Export

Mit StencilJS generierte Komponenten lassen sich in Frameworks einbinden. Für den Export teilen Sie dem System erst einmal in stencil.config.ts mit, dass Sie eine Distribution für Ihre Komponenten anlegen wollen, indem Sie ein `outputTarget` vom Typ `dist` und einen `namespace` ergänzen:

Werkzeuge für Web Components

Das bisher bekannteste Framework für Web Components ist Googles Polymer – oder „war“, denn das Tool wurde in seine Einzelteile zerschlagen. Abgespeckter Nachfolger ist LitElement (alle Links unter ct.de/yk16). Wer sich nicht mit Dekoratoren anfreunden kann, sollte sich das klassisch objektorientierte SkateJS oder Hybrids mit seinem funktionalen Ansatz anschauen; slim.js ist ein minimalistischer Helfer für Web Components.

Svelte gilt wie StencilJS als aufstrebendes Komponenten-Tool. Zwar arbeitet es nicht mit Web Components, aber es führte das Konzept des maßgeschneidert kompilierten Codes ein. Um Web-Komponenten einzusetzen, muss man sie nicht selbst bauen – etliche Sammlungen sind online und frei verfügbar.

```
export const config: Config = {
  namespace: 'my-components',
  outputTargets: [{
    type: 'dist'
    }, {
    type: 'www'
    ...
    }
}
```

Stencil kompiliert die Projektdaten nun per `npm run generate` ins Verzeichnis „dist“ – allerdings verlangt es zuvor ein paar Ergänzungen in package.json, etwa zum Skript-Einstiegspunkt (`main`) oder zu Informationen über TypeScript-Metadaten (`types`) – Sie können hier die Vorschläge von Stencil einfach übernehmen.

Wegen der Änderung des Namensraums auf `my-components` funktioniert die Einbindung der Komponente in der HTML-Seite nicht mehr – ändern Sie die Pfade von `app-root` auf `my-components` oder was auch immer Sie als Namensraum gewählt haben.

Um die Distribution zu optimieren, kompilieren Sie Ihr Päckchen mit `npm run build`. Der Compiler erzeugt einen Ordner „dist“ und darin einen Ordner „<namespace>“. Kopieren Sie letzteren dorthin, wo Sie die Komponente einbetten wollen.

Um die Komponente in einer HTML-Datei zu nutzen, genügt es, die Datei mit der Endung <namespace>.esm.js einzubetten. Für ältere Browser wie dem Internet Explorer hat Stencil ebenfalls eine Datei namens <namespace>.js erzeugt, die etwa das Zehnfache wiegt. Ansonsten läuft das Modul aber auch im IE problemlos – wovon Sie sich auch während des Entwickelns überzeugen können, wenn Sie `npm run start` mit der Option `--es5` aufrufen.

Schlank und flexibel

Nicht nur beim Einbau von Stencil-Komponenten in ein anderes Projekt erweist sich die Dokumentation stellenweise als etwas lieblos. Ein weiteres Problemchen beim Bau des Testprojekts: Ausgaben in der Browser-Konsole wiesen manchmal die falsche Zeilennummer auf.

Im Beispielprojekt entsteht ein simpler Slider auf Stencil-Grundlage.

Ansonsten lief die Arbeit mit dem Compiler reibungslos. StencilJS stellt ein schmales, aber flexibles Gerüst bereit, das auf den richtigen Konzepten und Werkzeugen fußt und die Arbeit mit Komponenten erheblich erleichtert. *(jo@ct.de)* c't

Beispiel und weiterführende Links: ct.de/yk16

Wer sich nach
ENTSPANNUNG sehnt kann
Steinchen stapeln
– oder einfach die CLOUD
nutzen

Ihre IT, das ständig „Hinterhersein-Müssen“ und die Frage: Wie kriegen wir es hin, kein wichtiges Backup, keine Neuerung zu verpassen und **immer up to date** zu bleiben? Die Cloud und wir lösen dieses Problem – viele andere gleich mit.

DISGO: Bringt Ihr Unternehmen weiter!
Vereinbaren Sie Ihr kostenfreies Beratungsgespräch:
www.disgo.net · 07903 93927-0

DISGO
Cloud powered by DIS Daten-IT-Service

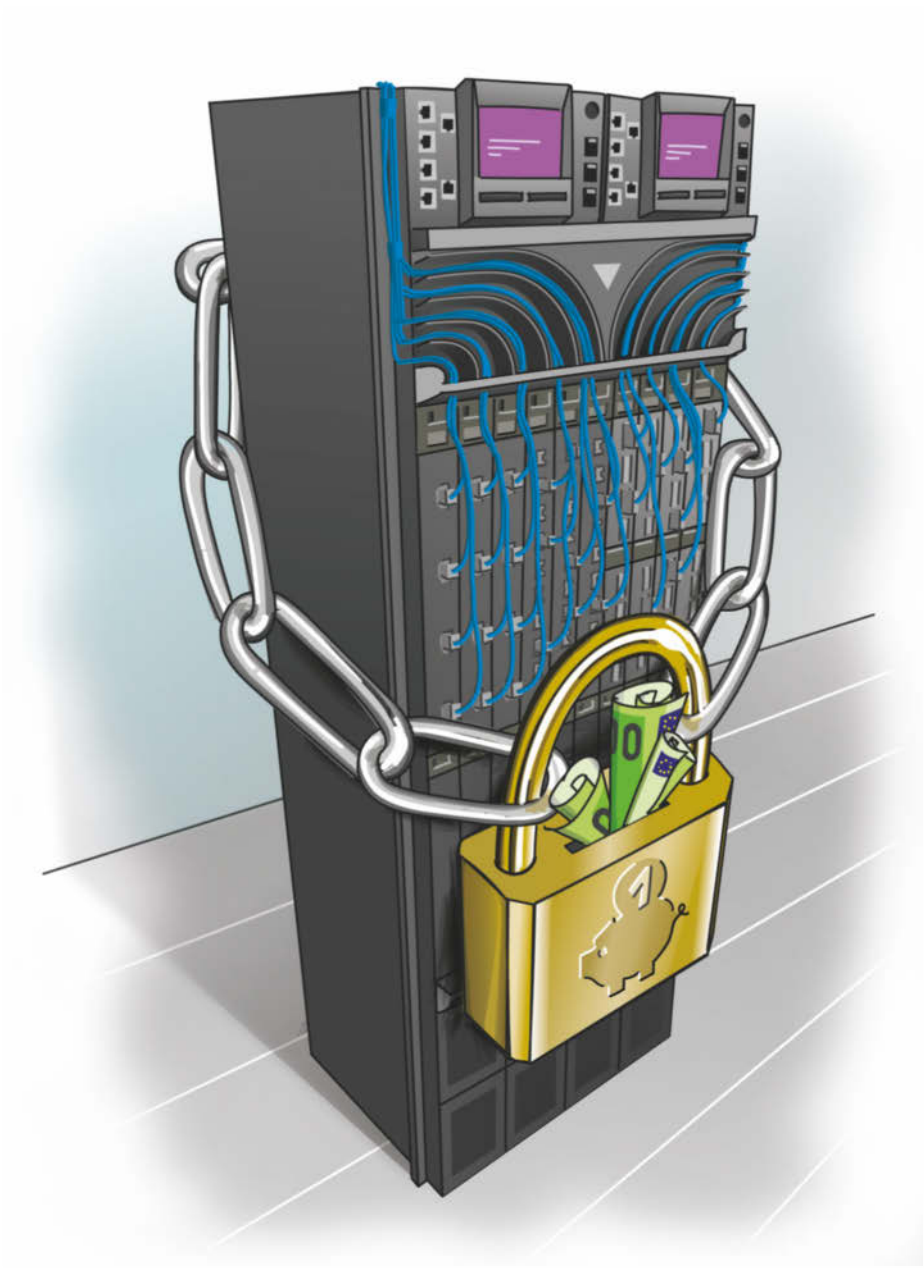


Bild: Michael Luther

Sauber macht glücklich

Internet-Missbrauch: Was geht und was dagegen hilft

Cybercrime, Malware- und Spam-Verbreitung, Vandalismus: Gegen missbräuchliche Internet-Nutzung sollten Provider eigentlich Anti-Abuse-Abteilungen unterhalten. Diese Investitionen meiden viele. Dabei könnten sie damit sogar Geld sparen.

Von Monika Ermert

Egal bei welcher Netzmanagement-Konferenz, das Thema „Internetmissbrauch“ und dessen Bekämpfung hat Hochkonjunktur und Teilnehmer diskutieren teils heftig – so auch bei einem Treffen der privaten Domain-Verwaltung ICANN Ende 2019. Im Einzelnen geht es der ICANN um erwiesene Domain-Registrierung für Phishing, Malware- und Spam-Verbreitung oder Botnet-Steuerung (Domain-Abuse).

Auf dem Treffen hat nun eine kleine Gruppe von Registrys und -Registraren eine Selbstverpflichtung vorgestellt, mit der sie gegen Missbrauch vorgehen will. Zum Maßnahmenkatalog gehört das Abschalten oder Entziehen fraglicher Domains. Die Gruppe sagt ferner zu, auch gegen kriminelle Inhalte wie Kinderpornografie oder Aufrufen zu Gewalt vorzugehen.

Mehr Müll als Messages

Am Anfang der Missbrauchsdebatte zielten Gegenmaßnahmen nur auf die Bekämpfung unerwünschter kommerzieller E-Mails (Spam). Große Konferenzen wurden dem Thema gewidmet, Gesetzgeber und Behörden engagierten sich. Die werbetreibende Industrie schrieb allerlei Selbstverpflichtungen auf.

Eigentlich wird herkömmlicher Spam heute recht gut ausgefiltert, urteilen Experten. Doch trotz gut trainierter und selbstlernender Algorithmen versiegt die Spam-Flut nicht. Tobias Herkula, Manager Detection Anti-Spam des Sicherheitsdienstleisters Cyren, bilanziert: „Nach wie vor erhalten Mailserver mehr Müll als Messages. Die Spam-Gesamtmasse nimmt weiter zu.“

Die beiden großen deutschen Mailprovider GMX und Web.de verzeichneten im Jahr 2018 allein gegenüber dem Vorjahr einen Anstieg von 34 Prozent (täglich 38 Millionen mehr). Insgesamt sortierten sie 2018 täglich 150 Millionen Spammails

aus. Für 2019 liegen noch keine konkreten Zahlen vor.

Spam und Phishing bleiben auch laut der ICANN ein vordringliches Problem. Seit zwei Jahren veröffentlicht die Selbstverwaltung für das Domain Name System jeden Monat eine Statistik zum Domain-Missbrauch. Dazu werden Zonendaten des gesamten DNS mit 20 Reputationslisten verglichen, die Hinweise auf Abuse-Tätigkeiten enthalten. Im September 2019 notierte das Domain Abuse Activity Reporting System (DAAR) „mindestens ein Sicherheitsproblem in 381 von 1193 Top-Level-Domains“. Dabei entfallen 455.156 diagnostizierte Missbrauchsfälle (59,67 Prozent) auf „alte Top-Level-Domains“, die vor 2010 eingerichtet worden sind. Der Rest entfällt auf Domains, die unter den jüngst eingeführten neuen TLDs laufen.

Von den klassifizierten Sicherheitsproblemen entfielen 79 Prozent auf Spam. Phishing rangiert mit 11 Prozent auf Rang zwei. Dabei stuft die ICANN Spam nicht grundsätzlich als missbräuchlich ein. Aber Spam sei oft die Basis für weitergehende Angriffe wie das Einschleusen von Malware oder Versuche, Opfer auf gefälschte Seiten zu locken.

Innovative Angreifer

Was Spam ins Haus schwemmt, verändert sich laufend: Link-Spam, Spamdexing, Tweet-Spam oder Messaging-Spam sind heute neben der klassischen Spam-Mail üblich. Spammer buchen sich gelegentlich Cloud-Dienste wie Avalanche. Cyren-Manager Herkula bestätigt: Klassischen Spam halten viele Provider selbst ganz gut in Schach. Sorgen machen hingegen bösartige Varianten der unerwünschten Post. Stark personalisierte Attacken etwa zielen auf Mitarbeiter mit Prokura, um ihnen Zahlungen zu entlocken (Spearphishing).

Von Whaling sprechen die Experten, wenn es um die dicken Fische geht. Immer mehr vergiftete Links oder mit Malware verseuchte Attachments sehen inzwischen so vertrauenswürdig aus, dass laut dem US-Provider Verizon inzwischen rund 30 Prozent der attackierten Personen darauf klicken.

Und die Phisher werden immer besser: Ein britisches Energieunternehmen verlor 200.000 britische Pfund, weil Angreifer die Stimme eines Managers per DeepFake imitierten. Diese Zahlen und die beträchtlichen finanziellen Verluste legen nahe, dass für Netzbetreiber Gegenmaßnahmen selbstverständlich sein sollten. Doch nicht einmal alle großen Netzbetreiber in Deutschland leisten sich solche Abteilungen. Das berichtet die Anti-Abuse-Arbeitsgruppe des eco-Verbands.

Wichtig wie geputzte Klos

„Rund 30 regelmäßige Teilnehmer hat diese Arbeitsgruppe, was gemessen am Problem eine überschaubare Zahl ist“, räumt Patrick Ben Koetter, Leiter der Gruppe ein. Koetter, zugleich Chef des Münchner Security-Dienstleisters und Mailexperten sys4, fordert: „Auf professionelle Abwehrmaßnahmen sollte heute kein Provider oder Netzbetreiber verzichten. Netzhygiene sollte ebenso Standard sein wie geputzte Klos.“

Wie Überzeugungsarbeit auf Managementebene geleistet werden kann, hat Mario Gumprich vom Abuse-Team des Kabel-Providers Unitymedia gezeigt. Zusammen mit einer Kollegin rechnete Gumprich aus, was es das Unternehmen kostet, wenn Kunden Opfer von Attacken werden.

Einer der Befunde war, dass fünf Prozent der Kunden, die Missbrauchs melden, die Hotline mehrfach anrufen. Oft klagen sie zunächst nur über Bandbreitenprobleme. Näher besehen ist das aber oft ein Anzeichen für Malware, die beim Kunden unerkannt läuft und den Internet-Zugang verstopft. Der Malware-Verkehr behindert aber nicht nur den Kunden, sondern schadet auch dem Netzbetreiber, indem er beispielsweise das Datenvolumen erhöht. Laut einer internen Studie von Unitymedia beläuft sich der Anteil auf bis zu 7 Prozent.

„Obwohl wir zurückhaltend kalkuliert haben, sind wir auf 250.000 Euro Mehrkosten allein für Bandbreiten-Upgrades im Backbone und Rechenzentrum gekommen“, so Gumprich. Denn der unerwünschte Verkehr muss ja auch bewältigt werden. Die Unternehmen sollten es nicht tatenlos hinnehmen, „dass wir als Provider einen Haufen Geld in die Infrastruktur investieren, nur um damit dem Geschäftsmodell von Kriminellen den Weg zu bereiten.“

Die Berechnungen haben das Management von Unitymedia überzeugt. Die Anti-Abuse-Abteilung bekam Geld und mehrere Vollzeitstellen für umfassende Abwehrmaßnahmen, und auch die dringende Unterstützung anderer Abteilungen. Dazu gehörte der Kundenservice, um Kunden zu benachrichtigen und mit Hinweisen zu Problemlösungen zu versorgen.

Freund und Helfer

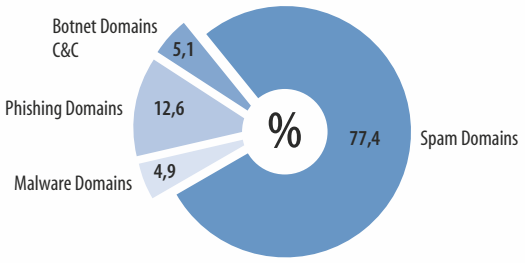
Die Abuse-Bearbeiter verstehen ihre Aufgabe als Service für Kunden, versichert Gumprich, und dieser Dienst ist notwendig. Ein häufiges Problem sind die nach außen komplett freigegebenen Playstations, die deshalb aus dem Internet attackiert werden. Und während man „vor zehn Jahren nur im Netz gesurft hat und nur gelegentlich was heruntergeladen hat, betreiben heute immer mehr Nutzer eigene Internet-Dienste an ihrem Heimanschluss.“ Deshalb findet die Unity-Media-Mannschaft immer wieder auch fehlkonfigurierte DNS- oder Mailserver bei ihren Kunden.

Allerdings richten nicht alle Kunden DNS- oder Mailserver bewusst so ein, dass sie aus dem Internet unerwünscht erreichbar sind. Vielen ist die Bedeutung der Port-Weiterleitungen über IPv4 und Port-Freigaben über IPv6 unklar, sodass bei manchen Routerinstallationen ein voreiliger Klick genügt – „und schon haben wir einen offenen Resolver mehr“, sagt Gumprich. Das sind DNS-Server, die rekursive Anfragen für beliebige Domainnamen aus dem Internet zulassen und beantworten. Sie lassen sich für DDoS-Reflection-Angriffe gegen IT-Systeme Dritter missbrauchen.

Inzwischen führt Unitymedia seit etwa drei Jahren eine Kampagne gegen offene Resolver und konnte deren Zahl von mehreren Tausend auf wenige Hundert drücken.

Domain-Missbrauch

Das Domain Abuse Activity Reporting System schlüsselt auf, wie unterschiedlich Domains missbraucht werden: Spam-Versand, Phishing, Malware-Verbreitung und Steuerung und Kontrolle von Botnets (command and control).



Aus seiner Sicht kann man den Austausch von Informationen und die Entwicklung gemeinsamer Standards ebenfalls für die Netzhygiene einsetzen. Beispielsweise hat Unitymedia ihre Erfahrungen mit offenen Resolvern in die technische Richtlinie „Routersicherheit“ des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik eingebracht.

Inzwischen melden die Abuse-Experten von Unitymedia ihre Erkenntnisse aus den Aufräumarbeiten dem BSI regelmäßig. Dabei sind Tools wie das DGArchiv des Fraunhofer Instituts für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, das automatisch generierte Spammer- oder Malware-Domains zu berechnen versucht, hilfreich.

Weil Spammer auf Automatisierung setzen, um Domains schnell zu registrieren und diese nach kurzem Gebrauch möglichst noch in einer kostenfreien Karenzzeit abzuwerfen, gilt es, ebenfalls schnell zu handeln. Eine algorithmenbasierte Generierung der Domainnamen erleichtert die Suche nach verdächtigen Umtrieben. Für ihr zugrunde liegendes Konzept heimste die Registry EURid gerade erst einen eco-Award ein (Abuse Prediction and Early Warning Service, APEWS, siehe ct.de/yycc).

Solche Berechnungen und die vom BSI gesammelten und an andere ISPs verbreiteten Informationen zu Angriffen und fehlkonfigurierten Routern sind essenziell für die Abwehr. Nur schneller muss alles noch werden, sagt Gumprich. Sein Ziel: „Gravierende Schwachstellen oder laufende Angriffe müssen in weniger als zwei Stunden an Betroffene kommuniziert werden.“ Denn: „Je später die Warnung versendet wird, desto mehr angeschriebene Mail-Nutzer öffnen den verdächtigen Anhang.“ Um schneller zu werden, will sich Gumprich gerne am weiteren Ausbau von Frühwarnsystemen beteiligen, etwa durch den Einsatz von Sensoren in Netzen.

Einkaufen oder selbst bauen

Unitymedia gehört inzwischen zum Vodafone-Konzern, der bisher laut Experten kaum mit Abwehrmaßnahmen aufgefallen ist. Das Beispiel der neuen Tochter belegt aber die Wirksamkeit und das Know-how der Mitarbeiter sowie diverse selbstgemachte Werkzeuge hat Vodafone ebenfalls erworben.

Prinzipiell könnten Netzbetreiber und damit auch Vodafone das Abuse-Management in die Hände externer Dienste geben. Die Münchner Sicherheitsfachleute von sys4 halten eine solche Expertise bei der Diagnose von Angriffswellen für unverzichtbar. Nur deren Zusammenführung großer Datenmengen aus Netzen weltweit sowie die rasche Analyse neuer Angriffe und neuer Angriffstypen ermögliche umgehende Gegenmaßnahmen. Damit machen Unternehmen wie Cyren mit ihrer cloudbasierten Lösung der ThreatIntelligence oder Systeme wie AbuseHQ von Abusix ihr Geschäft.

Zugleich räumt Koetter ein, dass die Kosten für eine hoch spezialisierte Abuse-Bekämpfung zu Konzentrationseffekten führen kann. Provider, denen die Mittel zur Abwehr fehlen, könnten ins Abseits geraten.

Gumprich plädiert grundsätzlich dafür, dass Netzbetreiber ihr Abuse-Management selbst erledigen. Von Providerübergreifenden Cloud-Lösungen hält er nicht viel. Um so wichtiger sei, dass Provider gemeinsame Standards zum Melden von Vorfällen weiter entwickeln.

Selbstversuch

Zusätzlich helfen bekannte offene Spezifikationen. Das zeigt eine beispielhafte Aktion des niederländischen Finanzamts: Innerhalb von fünf Monaten sicherte die Behörde laut einem enthusiastischen Bericht von Karl Lovink, Technical Lead bei den niederländischen Finanzbehörden, 550 Domains mittels STARTTLS, DANE und den Mailstandards SMTP MTA Strict Transport Security, SPF, DKIM und DMARC ab.

STARTTLS sichert die Verbindung zwischen Mailservern ab. DANE stellt sicher, dass ein Absender-Mailserver tatsächlich mit dem Ziel-Mailserver spricht. Per SPF prüft ein Empfänger, ob eine E-Mail tatsächlich der für eine Domain zuständige Mailserver versendet hat. DKIM zeigt an, ob eine Nachricht unverfälscht ist und prüft zusätzlich, ob eine Mail von der im Header eingetragenen Senderdomain stammt. DMARC prüft den Absender und legt anhand von SPF- und DKIM-Tests fest, wie der Empfänger Mails authentifizieren und mit Nachrichten verfahren soll, die die Richtlinien des Absenders nicht einhalten (z. B. verwerfen, [1]).

Das Finanzamt bekam so einen Haufen Daten zurück. Rund 800 MByte an Daten lieferte etwa DMARC. Mit dem Monitoring-Tool Splunk verschaffte sich die Behörde einen Überblick: SPF liefert Hinweise, woher Mails kommen, und DMARC zeigt, was auf der Empfängerseite passiert. So erhielten die Beamten auch Infos über die Ursprungsländer, die sie auf einer selbst entwickelten Dashboard-Seite laufend darstellen, und die Behörde wurde auf Phisher aufmerksam, die sich in Mails als das niederländische Finanzamt ausgaben. Nach Implementierung von SPF, DKIM und DMARC habe sich dieses Problem innerhalb von Tagen erledigt. Die Dashboard-Software ist quelloffen und könne gerne von Dritten verwendet werden.

(dz@ct.de) c't

Literatur

[1] Patrick Koetter, Wagenburg, Wie SPF, DKIM und DMARC gegen Phishing und Spoofing helfen, c't 9/2019, S. 174

Infos, Statistiken zum Internet-Missbrauch: ct.de/yycc

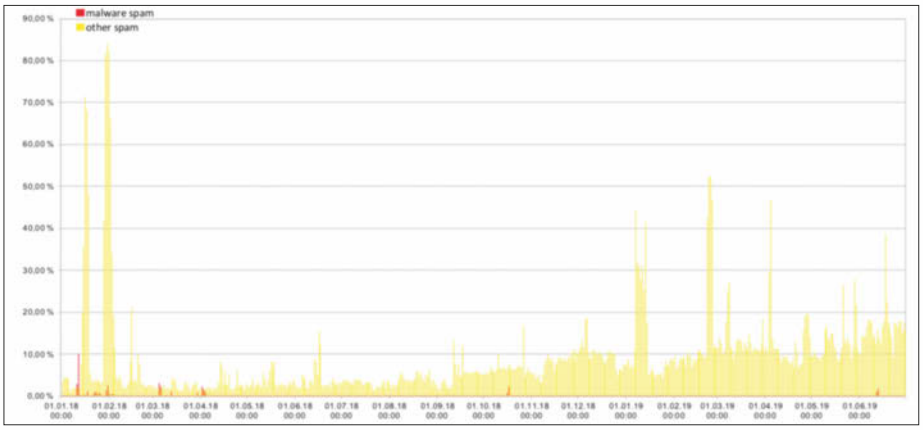


Bild: BSI

Die weitaus meisten Spam-Mails schaden lediglich dadurch, dass sie Aufmerksamkeit stehlen und Netzwerkressourcen fressen. Nur der kleine, rot markierte Anteil transportiert gefährliche Malware.

c't <webdev>

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung | Komed, Köln | 5. – 6. Februar 2020
Tages-Workshops am 4. Februar 2020

Nach der erfolgreichen Premiere mit 260 Teilnehmern laden wir zur **c't <webdev> 2020** ein. Insgesamt 40 Talks in drei Tracks bieten eine geballte Ladung Know-how. Es geht um spezielle Themen rund um die JavaScript-Frameworks Angular, React und Vue. Aber auch Basics wie dynamische Layouts mit CSS, Website-Performance und Testing kommen nicht zu kurz. Web-Entwickler berichten aus der Praxis, etwa vom Relaunch der RP-Online-Newsseite. Eine Reihe von Talks wird sich wie im letzten Jahr Sicherheitsthemen widmen.

Programm-Highlights

- Security Consultant Frank Ully geht in seinem Beitrag **„Beyond OWASP Top 10“** auf nicht unbekanntere Schwachstellenarten in Webanwendungen und APIs ein.
- Im Talk **„Custom Code at Scale: The Business and Technology Behind Robust Customer-Specific Solutions“** zeigt Raquel Kampf, wie man mit Feature Flags, Plug-ins und Custom Libraries schnelle Code-Anpassungen meistert, ohne dass das in wüste Hacks ausartet.
- Um die barrierefreie Gestaltung von Anwendungen dreht sich der Vortrag **„Making Your Apps Accessible: The Right Tools for the Job“** der UX-Designerin Isabela Moreira.
- Doug Sillars zeigt in seinem Talk **„Building an ARt Gallery in the Browser“**, wie man Bilder dank AR und VR auf völlig neue Weisen präsentiert.

JETZT Tickets sichern!

© timkaekle

Weitere Informationen und Tickets unter: **www.ctwebdev.de**

Silbersponsoren

adesso business. people. technology.

INVERS

sipgate

thecodecampus</> powered by WMK

Bronzesponsor

VHV GRUPPE

Eine Veranstaltung von

c't

Organisiert von

heise Events

Bild: Fraunhofer IOF

Die Superverschlüsselung

QuNET-Projekt baut Quantenkommunikation auf

Bis Ende 2020 will eine Forschungsinitiative zwischen zwei Bundesbehörden eine abhörsichere Kommunikation mittels Quantenschlüssel-Austausch demonstrieren. Fernziel ist ein europäisches Quantennetz.

Von Arne Grävemeyer

Kann in Deutschland durch Quantenkommunikation „der vertrauenswürdigste Datenraum der Welt" entstehen, wie Bundesforschungsministerin Anja Karliczek es seit Mai fordert? Der Weg dahin ist lang, aber die ersten Schritte soll die vom Ministerium geförderte QuNET-Initiative bereits in diesem Jahr bewältigen. Schon im Dezember wird laut Zeitplan eine quantenverschlüsselte Verbindung zwischen zwei Bundesbehörden in Berlin stehen. In Europa weckt die Quantenkommunikation Hoffnungen auf sichere Datennetze, zumal Netztechnik aus China und USA als Sicherheitsrisiko gilt. Tief sitzt auch noch die Verunsicherung, nachdem 2013 die NSA aufflog: Sie hatte sogar das Kanzlerinnenhandy abgehört.

„Viele der benötigten Komponenten für eine Quantenkommunikationsstrecke funktionieren im Labor bereits oder sie sind schon in der klassischen Kommunikation über Glasfaser im Einsatz", sagt Professor Andreas Tünnermann, Koordinator der QuNET-Initiative und Leiter des Fraunhofer-Instituts für angewandte Optik und Feinmechanik (IOF). In einem Labor seines Instituts in Jena sind bereits unterschiedliche Quellen für verschränkte Photonenpaare entstanden, die inzwischen einsatzreif sind. Schon vor zwei Jahren haben IOF-Wissenschaftler eine leistungsfähige Quelle verschränkter Photonenpaare für den Einsatz auf Satelliten optimiert. Von Verschränkung spricht man in der Quantenphysik, wenn zwei Teilchen im Quantenzustand miteinander verbunden sind, selbst wenn sie sich weit voneinander entfernen. Streng genommen ist der gemeinsame Zustand nicht einmal festgelegt, sondern repräsentiert eine Wahrscheinlichkeitsfunktion verschiedener Zustände. Wird der Zustand des einen Teilchens gemessen, legt das auch den Zustand des anderen fest und die Verschränkung endet.

Im ersten Stock des IOF-Gebäudes haben Forscher ein selbstentwickeltes Teleskop aufgebaut, mit dem sie optische Freistrahlverbindungen über weite Strecken testen und dabei Quantenzustände übertragen. Es gelingt ihnen damit, nicht nur die Lichtsignale sauber zu empfangen und in Glasfasernetze einzuspeisen, sondern dabei auch photonische Quantenzu-

stände unverändert zu erhalten. Weitere Partner des Konsortiums aus der Forschung wie etwa das Fraunhofer-Institut für sichere Informationstechnik und das Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts beschäftigen sich mit Protokollen zur Quantenverschlüsselung und alternativ einsetzbaren Laserquellen. Kommerzielle Anbieter steuern ihre Erfahrungen beispielsweise mit Verschlüsselungsgeräten, Multiplexern und Glasfasereinspeisung bei.

Schlüsselaustausch

Zentrales Element für die abhörsichere Quantenkommunikation ist der Austausch von Quantenschlüsseln in sogenannten QKD-Verfahren (Quantum Key Distribution). Dafür werden Quantenzustände entweder in Form einzelner Photonen (Discrete Variable QKD; DV-QKD) [1] oder mit speziellen Laserpulsen (Continuous Variable QKD; CV-QKD) übermittelt. Die Sicherheit vor Lauschangriffen beruht bei QKD darauf, dass ein Mithörer die während des Schlüsselaustauschs abgehörten Quantenzustände unweigerlich verändern würde. Wesentliche Informationen gehen dabei messbar verloren, das ist ein Grundprinzip der Quantenphysik. Dahinter steht das sogenannte No-Cloning-Theorem: Ein unbekannter Quantenzustand kann nicht perfekt kopiert werden.

Der Clou des Quantenschlüsselaustauschs besteht daher nicht in einer Besonderheit der generierten Schlüssel, sondern im Protokoll des Austauschs (siehe Textkasten rechts). Nach einer erfolgreichen Übertragung der erforderlichen Quantenzustände können die beiden Teilnehmer einen Abhörangriff nach den Gesetzen der Quantenphysik sicher ausschließen. Der so vereinbarte Schlüssel ermöglicht eine physikalisch abhörsichere Kommunikation und die kann dann über konventionelle Kommunikationskanäle erfolgen.

Das alles ist aber graue Theorie, bis die einzelnen Komponenten für eine vollständige Quantenkommunikationsstrecke einmal gemeinsam aufgebaut und eingesetzt worden sind. Das ist das Ziel der QuNET-Initiative. Der ehrgeizige erste Projektschritt QuNET-alpha sieht die Demonstration einer quantensicheren Verbindung zwischen zwei Bundesbehörden noch bis Jahresende vor.

Ganz konkret wird dafür am Fraunhofer IOF in Jena ein sogenannter Qubus konzipiert. Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich ein mobiler Container auf der Transportfläche eines Kleinlasters. Der Qubus wird nach derzeitiger Planung eine Höhe von 2,20 Meter haben bei einer Grundfläche von 4,50 Meter × 2,50 Meter. Darin bringen die Wissenschaftler alles unter, was sie brauchen, um eine quantensichere Kommunikation sowohl über Glasfaserkabel als auch über Freistrahlverbindungen aufzubauen. Das reicht von den Photonenquellen über die Verschlüsselungs- und Entschlüsselungstechnik bis zu Geräten für die Glasfasereinspeisung. Der Aufbau der Qubus-Container wird den größten Teil der Fördersumme von QuNET-alpha in Höhe von 4,5 Millionen Euro erfordern.

Zudem erhält jeder Qubus Teleskope und dazu sogenannte adaptive Optiken (AO). Die AO-Box des Fraunhofer IOF dient dazu, optische Störungen in der Freistrahlübertragung durch bewegliche Spiegel in Echtzeit zu kompensieren. Damit trauen sich die Forscher zu, den Quantenschlüsselaustausch auch über Strecken von deutlich mehr als einem Kilometer gegen atmosphärische Störungen abzusichern. Die AO-Box erhöht den Anteil der bei der Übertragung erhaltenen Quantensignale und damit auch die Schlüsselrate. Letztlich leitet sie das ursprüngliche Lichtsignal zur Weiterleitung in eine Glasfaser ein.

In den Qubus bauen die Wissenschaftler Photonenquellen für DV-QKD

Unüberwindbare Sicherheitsprotokolle

Beim Quantenschlüsselaustausch werden Quantenzustände übertragen, mit deren Hilfe beide Seiten einen gemeinsamen Schlüssel erzeugen. Die Abhörsicherheit ergibt sich daraus, dass ein Angreifer abgefangene unbekannte Quantenzustände nicht vollständig kopieren kann. Schon ein Messvorgang verändert Quantenzustände grundlegend – eine Besonderheit der Quantenmechanik. Zwei Schlüsselaustauschprotokolle haben sich herauskristallisiert:

a) 1984 schlugen Charles Bennett und Gilles Brassard das BB84-Protokoll vor. Der Sender, üblicherweise als „Alice" bezeichnet, kann Einzelphotonen oder abgeschwächte Laserpulse horizontal oder vertikal polarisieren. Ein horizontaler Filter beim Empfänger, „Bob" genannt, lässt horizontal polarisierte Photonen nicht durch („0"), vertikal polarisierte hingegen schon („1"). Alice kann auch links- oder rechtsdiagonal polarisieren. Mit einem horizontalen oder vertikalen Filter lassen sich diese Photonen nur als „diagonal" erkennen und daher nur mit 50-prozentiger Chance korrekt klassifizieren. Nur durch einen diagonalen Filter misst Bob hier korrekt 0 oder 1.

Alice sendet nun in zufälliger Folge horizontal, vertikal, rechts- oder linksdiagonal polarisierte Photonen, die Bob mit zufällig eingesetzten Filtern misst. Anschließend tauschen sich Alice und Bob darüber aus, bei welchen Photonen ihre Polarisationsbasen zueinanderpassten. Ein Lauscher könnte zwar erfahren, bei welchen Photonen das der Fall war. Aber angesichts des No-Cloning-Theorems kann er diese nicht still mitlesen. Abgefangene und anschließend fehlerhaft ersetzte Photonen lassen sich durch den Vergleich zufällig gewählter Testbits statistisch entlarven.

b) Das Ekert-Protokoll geht von einer dritten Quelle aus, von der Alice und Bob verschränkte Quantenzustände empfangen. Nehmen wir an, es handle sich dabei ebenfalls um polarisierte Photonen oder abgeschwächte Laserpulse. Alice und Bob wählen auch hier jeweils zufällig aus, ob sie mit horizontal/vertikalem oder mit diagonalem Filter messen. Anschließend tauschen sie sich wie im BB84-Protokoll über einen öffentlichen Kanal aus, wann sie welche Basis verwendet haben. Bei gleichen Basen müssen die verschränkten Photonen komplementär zueinander reagiert haben, beide Seiten kennen also die jeweiligen Messergebnisse und setzen daraus ihren Quantenschlüssel zusammen. Interessanterweise werden beim Ekert-Protokoll die Messungen mit ungleichen Basen nicht verworfen, sondern zur Kontrolle genutzt, denn Alice und Bob gehen von verschränkten Zuständen aus. Trotz unterschiedlicher Filter können aber einzelne Messergebnisse verschränkte Zustände ausschließen. Dann ist ein Lauscher entdeckt und der Schlüsselaustausch gescheitert. Anderenfalls haben Alice und Bob zweifelsfrei einen abhörsicheren Quantenschlüssel erzeugt.

Bild: DLR

Eine feinmechanische Konstruktion richtet einen Laserstrahl für die Freistrahlstrecke aus. Dabei lassen sich auch Quantenzustände übertragen.

mit unterschiedlichen Wellenlängen ein. Parallel installieren sie Laserquellen für die CV-QKD-Technik, um bei ihren Tests zwischen beiden Techniken wechseln zu können. Vorgesehen ist zum einen 1550 Nanometer für die Übertragung durch eine Glasfaserverbindung, eine Wellenlänge im sogenannten Telekomband. In der Telekommunikation wird dieser Infrarot-Spektralbereich bevorzugt für Glasfaserübertragungen eingesetzt, da damit erfahrungsgemäß die geringsten Verluste zu verzeichnen sind.

Tests auf drei Kanälen

Parallel wird eine Freistrahlverbindung in einem weiteren Infrarotband getestet werden, konkret bei einer Wellenlänge von 810 Nanometer. Für optische Verbindungen durch die Atmosphäre und insbesondere bei Satellitenlinks hat sich dieses Infrarotband als besonders effizient erwiesen, betont Dr. Daniel Rieländer, Senior Scientist für Quantenkommunikation am Fraunhofer IOF. Als drittes wollen Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Rumfahrt (DLR) auch eine Freistrahlverbindung im Telekomband mit 1550 Nanometer ausprobieren. Diese Strahlung könnte Vorteile haben, wenn man sie nach einer Freistrahlstrecke in eine Glasfaser einkoppelt und dort direkt weiterleitet.

Über alle drei Übertragungskanäle sollen die beteiligten Stellen Quantenschlüssel austauschen können. Die quantenverschlüsselte Kommunikation erfolgt dann über beliebige Kanäle, beispielsweise über eine 4G-Verbindung, für die im Qubus ebenfalls Sende- und Empfangsgeräte vorgesehen sind.

In einer ausgefeilten Anwendung ist nur ein Kanal für den Quantenschlüsselaustausch erforderlich, aber der Qubus ist eben ein Forschungsgerät. Das ist auch der Grund, weshalb ein Qubus-Container ausschließlich zum Senden ausgerüstet sein wird und der zweite als reine Empfangseinheit. Komfortabler wäre, wenn beide beide Rollen übernehmen könnten. Das betrifft aber nur den Quantenschlüsselaustausch, die verschlüsselte Kommunikation erfolgt anschließend auf beliebigen herkömmlichen Kanälen und in beiden Richtungen.

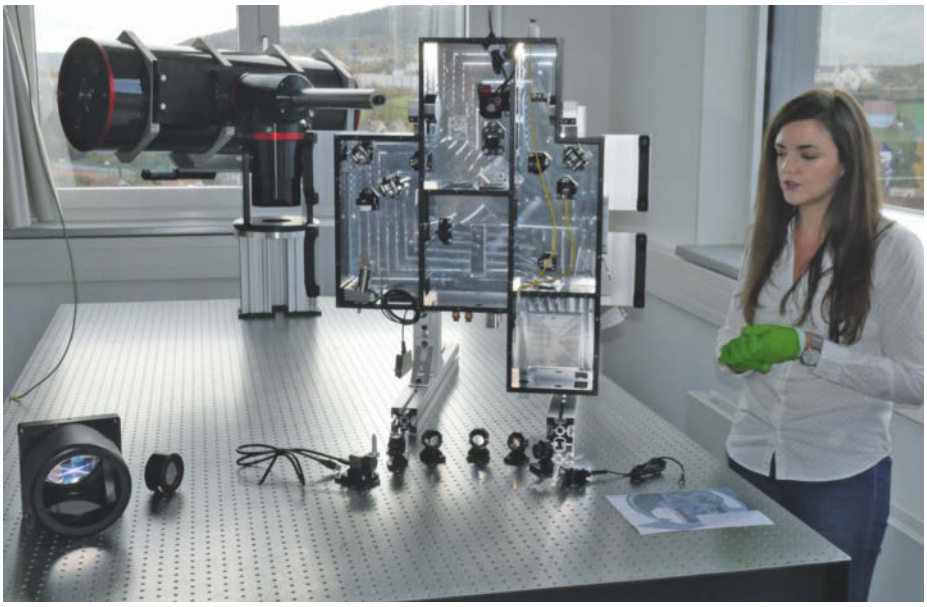
Begrenzte Reichweite

Die Reichweite ist beim Quantenschlüsselaustausch ein Problem. In einem weiteren Projekt namens QLinkX forschen mehr als 20 Universitäten und Institute an sogenannten Quantenrepeatern, mit denen sich photonische Quantenzustände künftig physikalisch speichern und verstärken lassen – ohne dabei die Informationen auszulesen. Aber ob sich eine solche Technik in absehbarer Zukunft überhaupt in den Griff bekommen lässt, steht in den Sternen.

Durch Glasfasern ist ein Quantenschlüsselaustausch über eine Strecke von bis zu 100 Kilometer sinnvoll möglich, darüber hinaus praktisch nicht mehr. Das liegt daran, dass bei der Verteilung via Glasfaser mit einer technischen Dämpfung von etwa 0,2 Dezibel pro Kilometer zu rechnen ist. Das bedeutet, dass nach 50 Kilometern nur noch etwa zehn Prozent der Schlüsselinformationen durchkommen und nach 100 Kilometern nur mehr ein Prozent. „Der Photonenverlust steigt exponentiell mit der Distanz. Hätte man eine Quelle mit einer Photonenrate von 1 Gigahertz und wollte ein Signal unverstärkt über 1000 Kilometer Glasfaser übertragen, so würde es im Durchschnitt mehr als 100 Jahre dauern, bis auch nur ein einzelnes Photon detektiert wird“, veranschaulicht Rieländer. Im Freistrahl reicht der überbrückbare Abstand je nach Wetterlage deutlich weniger weit.

Inzwischen formiert sich aber eine Länderinitiative von Bayern, Sachsen und Thüringen mit dem Ziel, wichtige Städte und Forschungsstandorte über Glasfaserleitungen mit QKD-Technik zu verbinden. Aus diesen Einzelprojekten ließen sich in der Zukunft zusammenhängende Glasfasernetze knüpfen. Man will so Kristallisationspunkte für ein europäisches Quanten-Glasfasernetz schaffen.

Solange keine Quantenrepeater entwickelt werden können, sind aber weite QKD-Strecken per Glasfaser, etwa Dresden – Nürnberg oder gar Berlin – München, nur über Trusted Nodes zu realisieren: Eine vertrauenswürdige Stelle müsste

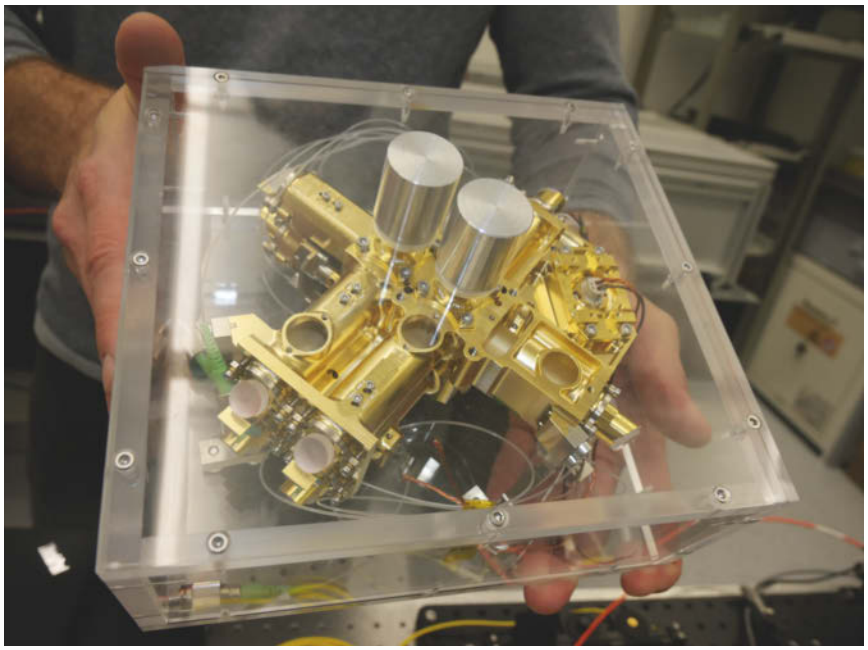


Die adaptive Optik am Fraunhofer IOF in Jena nimmt Übertragungen per Freistrahl auf und kann mit verformbaren und beweglichen Spiegeln Störungen etwa durch Luftunruhe in Echtzeit ausgleichen.

den Schlüsselaustausch am Zwischenknoten abwickeln und einen neuen QKD-Prozess für die Reststrecke einleiten. In China ist 2017 ein entsprechendes Netzwerk zwischen Peking und Shanghai installiert worden. Viele europäische Forscher sehen das als eine unbefriedigende Krücke für ein prinzipiell physikalisch sicheres Schlüsselaustauschsystem, denn Trusted Nodes setzen auf Vertrauen gegenüber dem Betreiber und nicht auf physikalische Naturgesetze. Diese Technik wirft zahlreiche weitere Sicherheitsfragen auf: Zugangskontrollen, Einschränkung der zugriffsberechtigten Personen, Absicherung von Gebäuden und so weiter.

Eine weitere Option ist der Quantenschlüsselaustausch mit Satelliten [2], der aber technisch mehr Aufwand verlangt. Tatsächlich ist für die Überbrückung langer nationaler, kontinentaler und globaler Strecken im QuNET-Projekt ein QKD-Satelliten-Link vorgesehen. „Nur mit Satellitentechnik lassen sich Quantenschlüssel beispielsweise zwischen Washington und Berlin vereinbaren“, unterstreicht Florian Moll vom DLR-Institut für Kommunikation und Navigation, Abteilung Satellitennetze.

In der ersten Phase QuNET-alpha planen die DLR-Forscher zunächst Versuche mit einer eigenen Freistrahlverbindung. Mit bereits bestehenden Laserquellen an Satelliten auf niedrigen Umlaufbahnen wollen sie aber bereits in Kürze versuchen, den Kanal vom Satelliten zu einer Bodenstation zu testen und zu charakterisieren.



Eine kompakte Quelle verschränkter Photonenpaare am Fraunhofer IOF in Jena passt in einen Schuhkarton und kann zum Beispiel auf Satelliten zum Einsatz kommen.

100-prozentige Sicherheit

Wann ist eine verschlüsselte Verbindung aus informationstheoretischer Sicht nicht zu knacken? Wenn der Schlüssel nur dem Sender und dem Empfänger bekannt ist und nur einmal verwendet wird, in Form eines sogenannten One-Time-Pad. Für die 100-prozentige Sicherheit im Sinne der Informationstheorie begrenzt die Übertragungsleistung über den Schlüsselkanal also auch die Übertragung über den Datenkanal. „Im Grunde können Sie dann die gleiche Übertragungsrate für den Nachrichtenaustausch rechnen wie für den Quantenschlüsselaustausch“, erläutert Rieländer. Sein Team forscht daher an extrem leistungsfähigen Photonenquellen, die heute bereits bis zu 6,6 Millionen verschränkte Photonenpaare pro Sekunde erzeugen. Das bedeutet derzeit eine Rate von 6,6 MBit pro Sekunde als physikalische Grenze für den Quantenschlüsselaustausch.

Damit kann also selbst rein rechnerisch kein schnelles Computernetz durchgehend per One-Time-Pad verschlüsselt werden. „Da muss man die erforderlichen Sicherheitslevel unterscheiden“, unterstreicht Stefan Röhrich von Rohde & Schwarz Cybersecurity, ein QuNET-Partner und Hersteller von Verschlüsselungstechnik. Nach dem Quantenschlüsselaustausch könnten sich die Partner auf ein sicheres Verfahren der Post-Quantum-Kryptografie einigen, beispielsweise auf das symmetrische AES 256. Das gilt laut übereinstimmender Lehrmeinung als Quantencomputer-resistent; selbst universelle Quantencomputer der Zukunft werden es aller Voraussicht nach nicht brechen können. Das angestrebte QKD-Verfahren liefere zwar keine Gigabit-Rate, aber doch eine hohe QKD-Datenrate, sodass damit der symmetrische AES-Schlüssel sehr häufig gewechselt werden könne.

Bereits 2014 fanden in Großbritannien erste QKD-Versuche statt, mit proprietärer Schlüsselaustauschtechnik von Toshiba und Übertragungstechnik der deutschen ADVA Optical Network. „Das waren allerdings reine Machbarkeitstests basierend auf den ersten Geräten am Markt“, erinnert sich ADVA-CTO Dr. Christoph Glingener. Er ist heute Vorsitzender des QuNET-Beirats und hält große Stücke auf QuNET-alpha. Nur mit dem breiten Forschungsansatz sei es möglich, fundierte Standards für die neue Technik zu entwickeln. Auf diesem Feld sieht Glingener die deutschen Anbieter in Europa als führend an.

Am Ende des QuNET-Projekts werde man der Produktion integrierter QKD-Geräte schon nahe sein, vermutet Röhrich. In der Zukunft werde ein Unternehmensanwender die Quantennetzanbindung inklusive verschlüsselnder QKD-Gerätetechnik bei einem Partner im Paket kaufen können, sieht der Sicherheitsexperte voraus.

„Um die deutsche Verbundforschung beneiden uns viele“, sagt QuNET-Koordinator Tünnermann. Um das Thema Quantenkommunikation sei eine eng vernetzte, mittelständische Branche entstanden, die sich bei der Formulierung internationaler Standards fundiert einbringen könne. Mit Praxis-Know-how in quantenverschlüsselter Kommunikation könne Europa wieder sichere Kommunikationsverbindungen aufbauen, unabhängig von Netzwerktechnik aus schwer einzuschätzenden Macht- und Wirtschaftsräumen. *(agr@ct.de)* c't

Literatur

[1] Arne Grävemeyer, Quantensicher verschlüsselt, verschränkte Photonen sollen Kommunikation in Europa schützen, c't 17/2018, S. 66
[2] Arne Grävemeyer, Sichere Schlüssel vom Satelliten, Europa baut Quantenkommunikation auf, c't 15/2019, S. 72

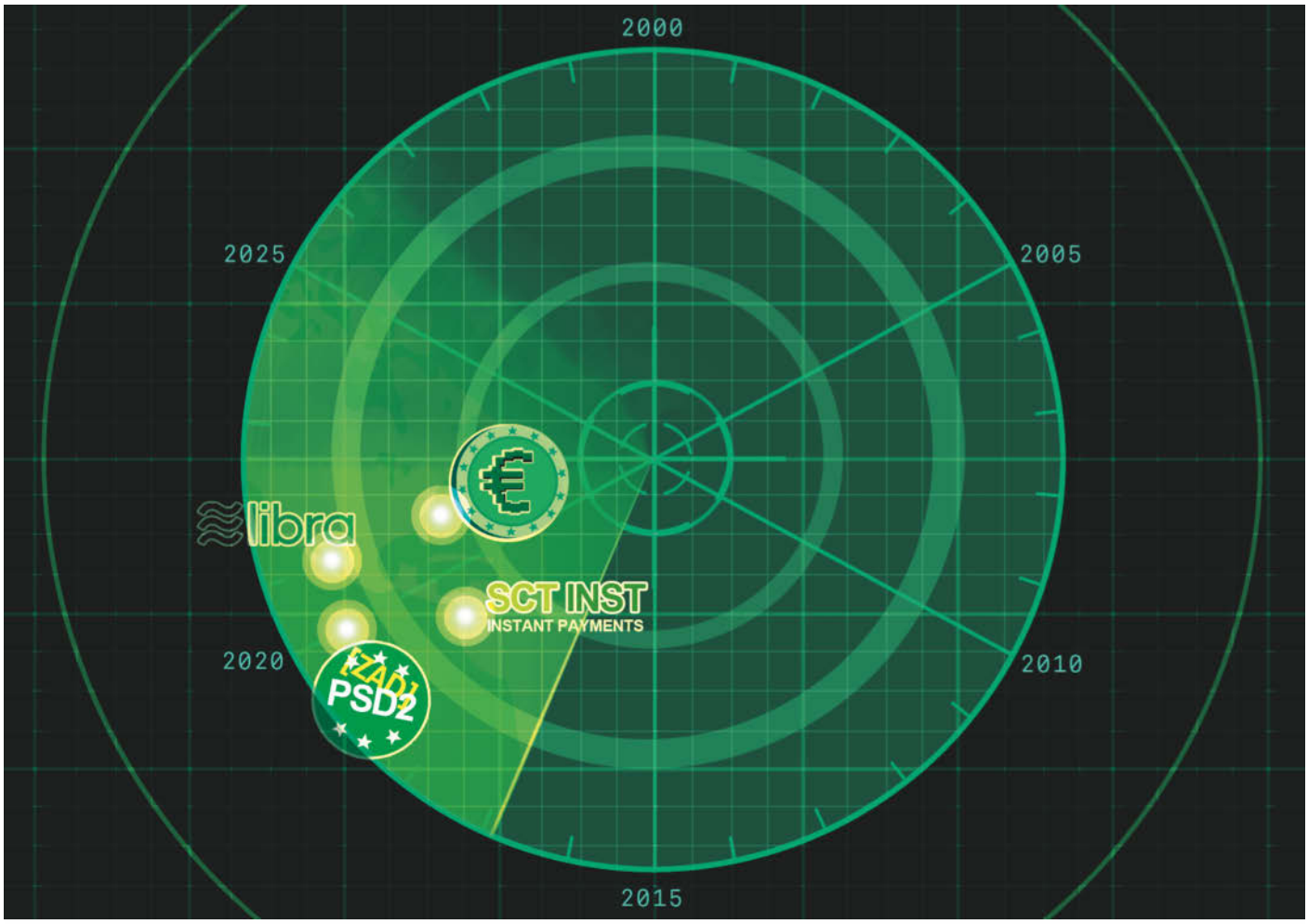


Bild: Albert Hulm

Geld ist schon da!

Wie Sie zukünftig im Internet zahlen könnten

Beim Onlineshopping ist verzögerungsfreie Zahlung Trumpf – jedoch auf bestimmte Zahlarten limitiert. Vier neue Alternativen mit unterschiedlichen Erfolgsaussichten rollen derzeit an den Start.

Von Markus Montz

Der Laptop ist endgültig kaputt, in zwei Tagen steht die Präsentation an – diese Horrorvision stellt zumindest liefertechnisch kein Problem mehr dar: Wenn Sie bis zum späten Nachmittag bestellen, können Sie ziemlich sicher sein, tags darauf ein neues Gerät in den Händen zu halten. Lieferungen innerhalb von 24 Stunden sind heute Alltag im E-Commerce. Bedingung: Die Zahlung muss entweder in Echtzeit erfolgen oder der Händler benötigt zumindest eine verlässliche Zusicherung, dass er sein Geld erhält.

Deshalb kommt nur ein Teil der etablierten Bezahlarten [1] infrage. Neben PayPal und Kreditkarte sind dies vor allem Sofortüberweisung, Giropay und Paydirekt sowie die Lastschrift. Letztere birgt für Händler allerdings ein Zahlungsausfallrisiko, da der Kunde sie zurückbuchen kann; zudem ist ihre Zukunft nach einem EuGH-Urteil ungewiss [2, 3].

Doch schon aus Kostengründen können und wollen nicht alle Händler alle Bezahlarten anbieten – schließlich müssen sie teils saftige Gebühren dafür berappen. Auch Kunden haben Ablehnungsgründe: Kreditkarten kosten sie meist Jahresgebühren, bei zwischengeschalteten Dienstleistern wie PayPal sorgen sich viele Menschen um ihre Daten. Doch welche Alternativen sind kurz- und mittelfristig in Sicht und wie stehen deren Chancen, sich neben den bestehenden Bezahlarten auf dem Markt durchzusetzen?

Echtzeitüberweisungen

Eigentlich läge es nahe, einfach die ganz normale Überweisung für Echtzeit-Zahlungen nutzen zu können – Payment-Dienste wie PayPal machen es schließlich vor. Doch Standard-Überweisungen zwischen Girokonten dauern selbst heute noch einen Bankarbeitstag. Seit 2017 gibt es innerhalb des einheitlichen europäischen Zahlungsraums („SEPA-Raum“) immerhin ein Abkommen über ein System für Echtzeitüberweisungen. „Echtzeit“ meint dabei, dass das Geld maximal zehn Sekunden später auf dem Zielkonto verbucht ist.

Die Umsetzung des Abkommens obliegt den Banken, es gibt aber keine Pflicht. Dennoch haben fast alle deutschen Geldhäuser in den vergangenen Jahren für ihre Privatkunden die Echtzeitausführung als Option innerhalb der SEPA-Standardüberweisung eingeführt (Liste über ct.de/y7v7) – häufig allerdings nur gegen zusätzliche Gebühren. Der Händler wiederum braucht eine echtzeitfähige Verbindung zwischen seinem Konto und seinem Warenwirtschaftssystem, damit er insbesondere bei Vorkasse die Ware unverzüglich versandfertig machen kann. Die dafür erforderlichen Kontoschnittstellen oder Benachrichtigungssysteme fehlen jedoch noch; also kann auch kein Händler Echtzeitüberweisungen gesondert verarbeiten.

Die bisher einzige Ausnahme ist Otto. Da die Otto Group traditionell eng mit der Hanseatic Bank verbunden ist, konnten beide relativ unkompliziert eine spezielle Schnittstelle einrichten. Otto.de verarbeitet darüber seit Januar 2019 Echtzeit-Zahlungseingänge für die Zahlungsarten Vorkasse, Rechnungskauf und Ratenkauf. Allerdings erfahren Kunden derzeit erst nach dem Kaufabschluss explizit von der Echtzeit-Option – nach Angaben des Unternehmens als „positive Überraschung“. Die Gründe dafür seien vor allem eine uneinheitliche Informationspolitik der Banken gegenüber den Kunden und die Zusatzgebühren, die einige Institute von ihren Kunden verlangten.

Mittlerweile arbeiten weitere Kreditinstitute an Tools, mit denen Händler eingehende Überweisungen in Echtzeit verbuchen können. Nach Auskunft des Deutschen Sparkassen- und Giroverbands wollen etwa die Sparkassen ihren Händlerkunden demnächst einen Echtzeit-Push-Service für Geschäftskonten auf Basis der Unternehmensbanking-Schnittstelle EBICS anbieten.

Im SEPA-Raum soll 2020 außerdem der Rahmen für ein Verfahren namens „Request to Pay“ entstehen. Hier liefert der Händler dem Kunden alle Daten für eine Überweisung in einem speziellen Nachrichtenformat, etwa in einer elektronischen Rechnung. Nach dem Einloggen ins Onlinebanking befüllt die Kundenbank auf Klick automatisch eine Echtzeitüberweisung mit diesen Daten. Das hätte den zusätzlichen Vorteil, dass der Kunde keine Eingabefehler mehr machen kann.

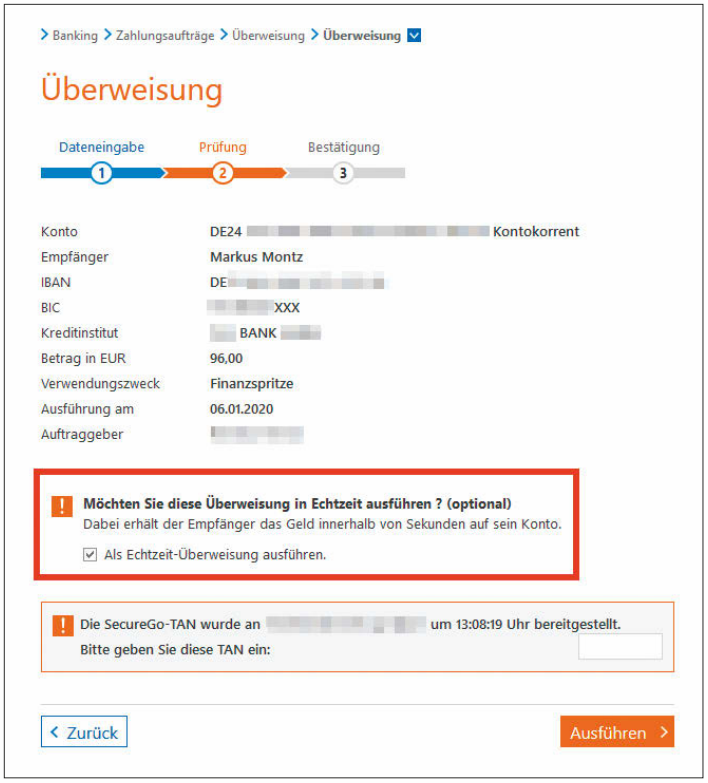
Damit sich die Echtzeitüberweisung in nennenswertem Umfang etablieren kann, sollten nach Meinung vieler Experten allerdings die Zusatzgebühren entfallen oder mit den Kontoführungsgebühren abgegolten sein. Auch Händler müssten gegenüber dritten Diensten Gebühren sparen. Aus Kundensicht bleibt außerdem problematisch, dass die Echtzeitüberweisung wie alle Überweisungen normalerweise unwiderruflich ist.

Zahlungsauslösedienste

Eine weitere Bezahlart auf Basis der altbekannten Überweisung ist der Zahlungsauslösedienst (ZAD). Hier löst ein Dienstleister oder der Händler auf dem Konto des Kunden mit dessen Einverständnis eine Zahlung aus. Dafür gibt es zwei Wege: Der ZAD kann den Kunden zu seiner Bank weiterleiten, dieser loggt sich normal ein, der ZAD füllt automatisch das Überweisungsformular aus und der Kunde autorisiert die Zahlung per TAN – so macht es der Dienst Giropay. Alternativ loggt sich der ZAD selbst ein und führt die Überweisung im Hintergrund durch, wobei er PIN und TAN des Kunden durchleitet – dieses Verfahren nutzt der Dienst Sofortüberweisung. Diese beiden ZAD gibt es bereits seit 2006.

Seit Inkrafttreten der Zweiten Europäischen Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) im Jahr 2018 sind ZAD regulierte Institute, die eine Erlaubnis einer Finanzdienstleistungsaufsicht innerhalb der EU benötigen. Banken sollen solchen ZAD seit September 2019 spezielle Schnittstellen anbieten; eine genauere Beschreibung finden Sie in der Infografik auf Seite 136 sowie in [1] und [4]. Bisher sind Sofortüberweisung und Giropay noch die einzigen solchen Dienste auf dem deutschen Markt.

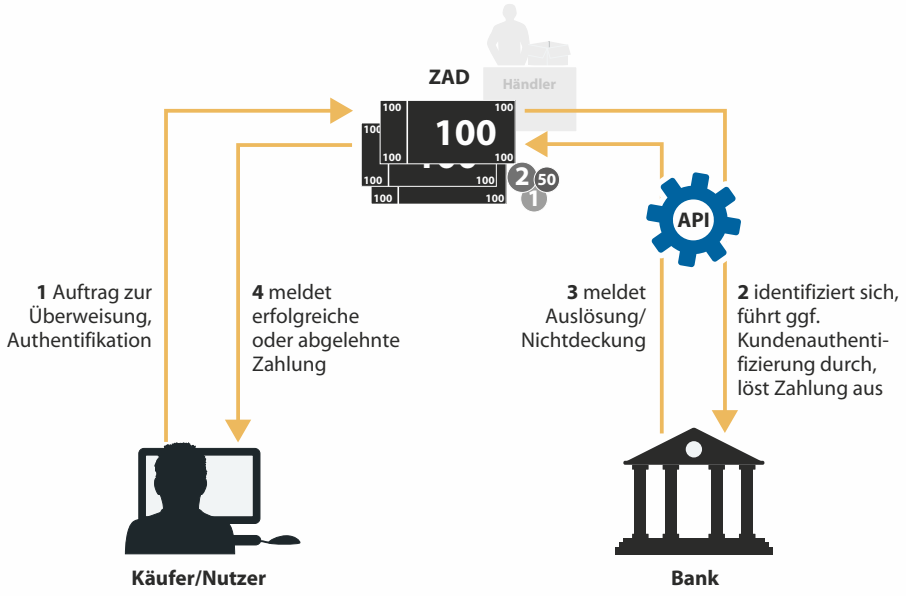
Wie angedeutet könnten aber bald auch Händler zum ZAD werden. Wie bei der Echtzeitüberweisung haben sie dann ein hohes Maß an Sicherheit gegen Zahlungsausfälle bei gleichzeitig potenziell niedrigen laufenden Kosten. Das Prozedere für den Kunden wäre ähnlich wie bei Giropay und Sofortüberweisung. Über einen zwischengeschalteten Payment Service Provider (PSP), der dem Händler ohnehin im Hintergrund die Infrastruktur



Die Echtzeitüberweisung kann man mittlerweile bei vielen Banken nutzen. Dazu setzt man während eines Überweisungsvorgangs an der passenden Stelle ein Häkchen (siehe Markierung).

Zahlungsauslösedienst (ZAD)

Ein ZAD führt mit Einverständnis und im Auftrag des Kunden die Überweisung von dessen Girokonto auf das Konto des Händlers durch. Anschließend benachrichtigt der ZAD beide Seiten über die Auslösung (oder Ablehnung) der Zahlung. Der Kunde muss sich während des Prozesses mit der PIN seines Girokontos und ggf. einer TAN authentifizieren.



für seine Zahlarten bereitstellt, könnte diese Zahlart zukünftig sogar bei kleinen Händlern zu finden sein. Alternativ kann ein Händler auch einen spezialisierten, mit einer ZAD-Erlaubnis ausgestatteten technischen Dienstleister nutzen. Dieser stellt ihm gegen eine Gebühr die dedizierte Schnittstelle zu den Kundenbanken bereit. Experten erwarten außerdem, dass Drittdienstleister mit anderem Kerngeschäft zum ZAD für Onlineshops werden – dafür spricht auch, dass bereits einige solche Dienste eine ZAD-Erlaubnis besitzen (siehe Interview auf S. 137; vollständige Liste über ct.de/y7v7).

Da ZAD problemlos Echtzeitüberweisungen auslösen können, sind die Grenzen zwischen beiden Verfahren fließend. Damit ZAD eine realistische Chance am Markt haben, sich zu etablieren, muss der Aufwand für den Kunden aber niedrig bleiben. Um ernsthaft mit Kreditkarten und PayPal zu konkurrieren, müssten sie zudem Mehrwerte oder Alleinstellungsmerkmale bieten. Das könnte wie bei allen Überweisungen Datensparsamkeit sein: Das Geld fließt direkt von der Kunden- zur Händlerbank. Das Kundenkonto muss außerdem gedeckt sein, also entfallen aufwendige Betrugsprüfungen. Damit reduziert sich auch die Anzahl der Dienstleister zwischen Kunde und Händler.

Digitale Währungen

Die Kandidaten drei und vier sind sogenannte digitale oder Kryptowährungen. Bitcoin, die älteste, fristet seit langem ein Nischendasein, obwohl sie prinzipiell zur Echtzeitzahlung taugt und sich leicht in IT-Anwendungen integrieren ließe. Im Juni 2019 kündigte Facebook an, mit „Libra“ eine eigene digitale Währung einführen zu wollen. Sie soll weltweit verfügbar und akzeptiert sein und wie Bitcoin auf einer Blockchain basieren. Im Unterschied zu diesem ist sie durch Devisen- und Wertpapierdeckung wertstabil konzipiert. Für die Umsetzung hat Facebook zusammen mit 27 weiteren Unternehmen und Organisationen, vornehmlich aus dem Umfeld von Finanzwesen und E-Commerce, ein Konsortium gebildet [5]. Das Konsortium soll auch die (zugangsbeschränkten) Knoten der Blockchain betreiben und gemeinsam über Regeln, Geldmenge und Anlagestrategien befinden.

Nutzer müssten sich zunächst für Libra anmelden und eindeutig identifizieren; anschließend könnten sie eine bestehende Währung in Libra tauschen. Sie würden Libra in einem Wallet aufbewahren und damit – zu niedrigen Gebühren oder kostenfrei – in Echtzeit zahlen und Geld empfangen, vergleichbar mit einer App wie PayPal. Das Wallet ließe sich auch direkt in Anwendungen wie Social-Media-Apps, Smartphone-Betriebssysteme oder Smart-Home-Komponenten einbinden. Girokonten würden langfristig überflüssig werden – jeder Bezahl- und Überweisungsvorgang liefe direkt zwischen Libra-Wallets.

Nach massiven Bedenken seitens vieler Regulierungsbehörden, Zentralbanken und Politiker sowie dem Ausstieg wichtiger Mitspieler, darunter eBay, PayPal, Visa und Mastercard, ist die Zukunft des Libra-Projektes ungewiss. Das Libra-Projekt hat aber dazu geführt, dass einige europäische Politiker einen E-Euro forderten. Im Oktober 2019 zog der deutsche Bankenverband mit einem Positionspapier nach.

Die Ausgabe eines digitalen Euros würde den Zentral- und/oder den stark regulierten Geschäftsbanken obliegen. Daher käme auch ein angepasstes Girokontensystem als Träger einer solchen digitalen europäischen Währung infrage. In diesem Sinne haben sich kürzlich auch Bundesbank-Vorstandsmitglieder dafür ausgesprochen, genau abzuwägen, ob eine Anpassung des bestehenden Zahlungssystems an einen „E-Euro“ ausreicht oder ob tatsächlich eine technisch mit Libra vergleichbare, Blockchain-basierte Währung erforderlich ist.

Würden hingegen allein die Zentralbanken einen digitalen Euro herausgeben und das System wäre nicht an bestehende Girokonten gebunden, könnten die Geschäftsbanken wie bei Libra im Zahlungsverkehr überflüssig werden. Das wäre tatsächlich revolutionär – ist aber eine politische Frage. Beim Bezahlen selbst würde das für den Kunden im Frontend keine Rolle spielen: Beide Optionen ließen ein Wallet ähnlich der von Libra zu, mit der er in Echtzeit zahlen könnte. *(mon@ct.de)* c't

Literatur

[1] Markus Montz, Zahlen, bitte!, Wie Sie die richtige Bezahlmethode für Ihre Online-Käufe finden, c't 20/2019, S. 16
[2] Dr. Matthäus Schindele, Einfach abgebucht, Fallstricke beim Bezahlen im Internet mit der SEPA-Lastschrift, c't 21/2019, S. 164
[3] Markus Montz, Online-Lastschrift in Gefahr, c't 21/2019, S. 43
[4] Markus Montz, Konto mit Anschluss, Alte und neue Schnittstellen im Online-Banking, c't 19/2019, S. 148
[5] Markus Montz, Libra erleidet Rückschläge, c't 23/2019, S. 57

Kreditinstitute mit Echtzeitüberweisung; ZAD mit Erlaubnis: ct.de/y7v7

„Kundeninteresse und Anwendungsfall müssen zusammenpassen“

Rudolf Linsenbarth ist Fachautor, Berater und Experte für die Themen Mobile Payment, NFC, Kundenbindung und digitale Identität. Er war unter anderem bei Banken, im Consulting, in der IT und im Handel tätig. Als Praktiker kommentiert er bei Twitter unter @holimuk die aktuellen Entwicklungen.

Bild: Rudolf Linsenbarth

c’t: Die Echtzeitüberweisung klingt nach „kennen wir schon, bloß anders“. Kann sie sich im Onlinehandel gegen Kreditkarte und PayPal durchsetzen?

Rudolf Linsenbarth: Ja, aber nur dort, wo das Kundeninteresse und der Anwendungsfall zusammenpassen. Beim üblichen Onlineshopping wie im Heise-Webshop wird die Echtzeitüberweisung kaum eine Rolle spielen. Selbst wenn wie hier das Kundenvertrauen vorhanden ist, muss zusätzlich auch der Händler spürbar profitieren.

Diese Kombination gibt es beispielsweise beim Ticketverkauf für Konzerte oder Fußballspiele: Der Shop besitzt eine Art Monopol auf sein Angebot, und das Interesse und Vertrauen der Kunden ist so groß, dass diese auch eine Beschränkung der Bezahlart auf Überweisungen akzeptieren würden. Denkbar sind außerdem Micropayments für digitale Güter innerhalb einer Anwendung. Echtzeitüberweisungen wären dann integrativer Teil der App und der Kunde bekäme darin – beispielsweise mit Request to Pay – einen bequemen Kaufvorgang präsentiert.

c’t: Regulatorisch stärkt die PSD2 die Zahlungsauslösedienste (ZAD) im Online-Bezahlartenmix. Erwarten Sie hier Zuwachs?

Linsenbarth: Die PSD2 hebt das ursprünglich von der Sofort AG etablierte Geschäftsmodell der „Sofortüberweisung“ in der Tat auf ein neues Level. Dennoch erwarte ich weniger eine Vielzahl neuer ZAD, sondern eher eine Erweiterung des bestehenden Angebots. Giropay ist derzeit noch auf kooperierende Banken im Spitzenverband Deutsche Kreditwirtschaft beschränkt, hat aber bereits eine Ausweitung auf die übrigen Banken angekündigt. Der Kunde könnte also in Zukunft häufiger darauf stoßen. Ebenso könnten Wettbewerber wie PayPal oder Payment Service Provider wie Computop ihr Portfolio erweitern.

c’t: Wo sehen Sie über die Zahlungsdienstleister hinaus weitere Unternehmen, zu denen die Rolle als ZAD passen würde?

Linsenbarth: Für Händler mit hohem Handelsvolumen wie Ikea oder auch Otto wäre der eigene ZAD eine Alternative. Diese bräuchten neben der ZAD-Erlaubnis nur noch das „Blech“ im Rechenzentrum, anschließend lägen die Grenzkosten für jeden Bezahlvorgang nahe null. Kleinere Händler nutzen wegen des regulatorischen Aufwands aber wohl besser einen externen ZAD. Eine interessante Entwicklung zeichnet sich bei Unternehmen ab, bei denen Zahlungsabwicklung nur ein „Add-on“ wäre: Ein Identitätsprovider oder ein Vergleichsportal betreibt wie ein großer Händler oder Zahlungsabwickler ohnehin schon hohen Aufwand auf verwandten Gebieten. Als ZAD besäße er aber eine zusätzliche Einnahmequelle. Verimi und Check24 haben sich bereits eine ZAD-Erlaubnis gesichert.

»Beim Libra gibt es noch eine Reihe offener Fragen.«

c’t: Noch in der Konzeptionsphase sind volldigitale Währungen wie Libra und der digitale Euro. Wie sehen Sie deren Chancen in den nächsten Jahren?

Linsenbarth: Beim privatwirtschaftlichen, global ausgerichteten Libra gibt es eine Reihe offener Fragen: Wer kontrolliert den Währungskorb und die Stabilität, wer garantiert einen jederzeit möglichen und verlustfreien Umtausch in „normales“ Geld und wer genehmigt etwaige Regeländerungen durch das Konsortium? Ich glaube nicht, dass der Libra gegen die globale Abwehrfront von Regierungen und Zentralbanken ankommt. Dort weiß man genau, dass man keine Kontrollmöglichkeiten mehr hätte, sollte der Libra sich tatsächlich durchsetzen.

Einen von Zentralbanken gestützten digitalen Euro sehe ich hingegen in den nächsten zehn Jahren kommen – und zwar anders als der Bundesbank-Vorstand auch als Produkt für den Endverbraucher. Der Bedarf für eine programmierbare Währung, die etwa Shoppen ohne Anmelden ermöglicht, ist vorhanden; ganz abgesehen von der Möglichkeit, im Internet of Things auch Maschinen zu Zahlungspartnern auf einer oder beiden Seiten machen zu können.

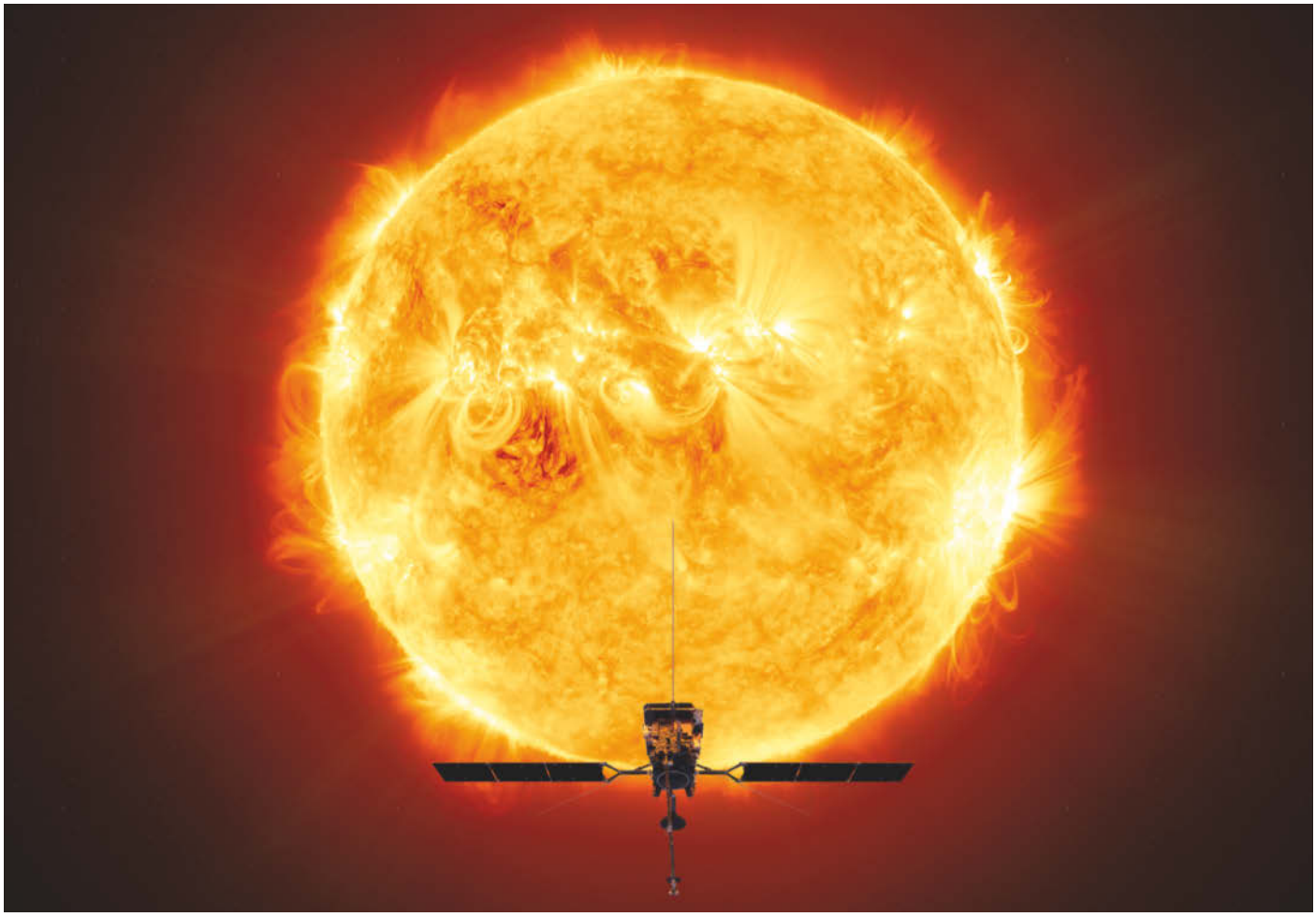


Bild: ESA/ATG medialab

Heute: Sonnig und warm

Forschungssatellit Solar Orbiter rückt der Sonne mit Sensoren und Kameras zu Leibe

Über die Vorgänge auf der Sonne weiß man überraschend wenig. Im Februar startet die ESA den Solar Orbiter. Er soll helfen zu verstehen, wie beispielsweise Sonnenwinde und katastrophale Magnetstürme entstehen.

Von Michael Link

Noch ist die Sonne relativ ruhig. Noch. Sie ist am Tiefpunkt ihres rund elfjährigen Sonnenfleckenzyklus – es gibt kaum Magnetstürme, kaum Plasmawolken, die auf der Erde Schäden anrichten könnten. Doch die werden in den nächsten Jahren wieder zunehmen [1]. Forschung tut not, um sich gegen die Folgen solarer Aktivität zu wappnen. Daher wird der Forschungssatellit Solar Orbiter Anfang Februar mit einer Atlas-V-411-Rakete von Cape Canaveral, Florida zur Sonne geschickt.

Das Projekt wurde von der europäischen Raumfahrtorganisation ESA in Zusammenarbeit mit dem US-Pendant, der NASA, entwickelt. Die Mission soll bis zu zehn Jahre lang die Sonne von Nahem studieren, dabei hochaufgelöste Bilder schießen und Daten sammeln. Bereits im August 2018 hatte die NASA die Sonde „Parker Solar Probe“ gestartet. Diese wird sich in einer Bahn mit sieben Venus-Vorbeiflügen immer mehr der Sonne annähern. Während ihrer drei letzten Umläufe wird sie sich der Sonne auf bis zu 6,2 Millionen Kilometer aufdrängen – so nahe wie noch kein menschengemachter Himmelskörper zuvor. Parker Solar Probe soll sogar ins koronale Plasma eintauchen.

Für die lange Reise zur rund 150 Millionen Kilometer entfernten Sonne benötigt der Satellit rund fünf Monate. Ab Juni wird Solar Orbiter mit insgesamt zehn Instrumenten die Bedingungen vermessen können, denen der Satellit in unterschiedlichen Entfernungen zur Sonne ausgesetzt ist. Erfasst werden beispielsweise die Partikelstrahlung, das Magnetfeld um die Sonde herum sowie das optische Spektrum.

Besondere Aufschlüsse erhoffen sich Wissenschaftler zur Frage, wie die Sonne

ihr Plasma zusammenhält. Speziell die Messungen der Heliosphäre sowie der Korona lassen neue Erkenntnisse über Sonnenwinde erwarten. Sie bestehen aus elektrisch geladenen Partikeln, welche die Sonne mit Geschwindigkeiten bis zu 800 Kilometern pro Sekunde emittiert. Wie die Beschleunigung der Partikel zustande kommt, ist ungeklärt, es scheint aber mit dem Magnetfeld innerhalb der Korona zusammenzuhängen – von dem man wiederum auch nicht weiß, wie es entsteht (siehe Kasten auf S. 140). Der Solar Orbiter soll hier Daten liefern, wenn er während seiner Vorbeiflüge langsam die Sonne passiert.

Auf der Erde beobachtbare massive Ereignisse wie koronale Massenauswürfe (CME, coronal mass ejection), Flares, Eruptionen und Schockwellen haben Einfluss auf Sonnenwinde. Der Solar Orbiter wird Nahaufnahmen solarer Transienten machen, womit Erkenntnisse über den Plasmafluss in der Heliosphäre möglich sind. Damit kann man auch die Auswirkungen auf den Sonnenwind besser verstehen.

Die Sonne als gigantischer Teilchenbeschleuniger stößt immer wieder Ströme von Partikeln aus, und das nahezu mit Lichtgeschwindigkeit. Sie durchfliegen das All, durchdringen die Schutzschichten des Erdmagnetfelds und der Erdatmosphäre – manchmal gelangen sie sogar auf die Erdoberfläche. Wenn die kosmische Strahlung dadurch zu hohe Werte erreicht, muss man sogar den Flugverkehr umleiten. Der Solar Orbiter soll die Ursache für Partikelereignisse aufspüren.

Die Ursache für viele Ereignisse auf der Sonnenoberfläche ist ihr Magnetfeld. Es steuert den rund elfjährigen Sonnenfleckenzyklus und bestimmt beispielsweise, was in der Korona passiert. Grob weiß man darüber Bescheid, aber die Details über die Entstehung des Magnetfelds sind noch nicht bekannt. Der Solar Orbiter misst die verschiedenen Strömungen, die Magnetfelder um die Sonnenoberfläche transportieren, und liefert wertvolle Daten, um Modelle zu berechnen.

Ritter in glühender Rüstung

Der 1,8 Tonnen schwere Forschungssatellit ist nahe der Sonne sehr hohen Temperaturen ausgesetzt – weitaus höher als bei Satelliten im Erdorbit. Damit der Solar Orbiter nicht im wahrsten Sinne des Wortes einen Sonnenbrand bekommt, sitzen seine Sensoren zum Teil hinter einem neuentwickelten Hitzeschild aus einem Calcium-Phosphat-Werkstoff („Solar-Black“), der in Verbindung mit 20 Schichten Titan auf Dauer Temperaturen von mehr als 500 Grad Celsius sowie dem Beschuss mit Infrarot- und ultravioletter Strahlung widerstehen soll.

Beim Beschichten der Außenhaut wird ihre Metalloxidschicht entfernt und durch den Werkstoff ersetzt. Hinter dem Hitzeschild soll eine Lücke die Hitze nach den Seiten hin ableiten. Der Schild selbst wird mit zehn sternförmigen Klammern an der Grundstruktur befestigt. Diese besteht aus rund fünf Zentimeter dicken Aluminium-Waben, die ihrerseits durch 30 Lagen einer Niedrigtemperaturschutzschicht isoliert werden, die Temperaturen bis 300 Grad Celsius standhalten.

Für die Energieversorgung hat der Satellit Solarzellen. Diese lassen sich zum Schutz vor übergroßer Hitze verdrehen. Auch die wissenschaftlichen Instrumente sind unterschiedlich geschützt. Insgesamt zehn sind an Bord. Die Nahfeldinstrumente (in situ) sollen Messungen direkt in oder in der Nähe der Sonde machen. Die Fernfeldsensoren (remote sensing) sollen Werte über große Distanzen ermitteln. Teilweise sind die Instrumente hinter dem Hitzeschild angebracht, bei einigen sind sie auch angebaut. Die Fernfeldsensoren beispielsweise schauen durch kleine bewegliche Sehschlitze auf die Sonne.

Bitte recht freundlich

Die Nahfeldsensoren ermitteln Werte im Nahbereich des Solar Orbiters. So untersucht der Energiepartikeldetektor laufend die vorbeiströmenden Partikel auf ihre Zusammensetzung. Die Daten werden helfen, die Quellen, Beschleunigungsmechanismen und Transportprozesse dieser Partikel zu untersuchen. Das Magnetometer bestimmt mit zwei Sensoren, wie sich das Magnetfeld der Sonne im Verhältnis zu anderen Magnetfeldern im Sonnensystem verhält. Das soll klären, wie die Korona erwärmt wird und wie Energie im Sonnenwind transportiert wird. Der Solarwind-Plasmaanalysator enthält wiederum Sensoren für Basisdaten des Sonnenwindes, etwa seine Zusammensetzung. Ein Empfänger für Funk- und Plasmawellen soll das Verhalten elektromagnetischer Wellen und Felder im Sonnenwind bestimmen. Er ist ein Zwitter aus Nah- und Fernfeldsonde.

Die Fernfeldsensoren knipsen in erster Näherung Bilder in unterschiedlichen Spektralbereichen. Eine Extrem-Ultraviolett-Kamera soll Bilder der Sonnenchromosphäre – einer bis zu 2000 Kilometer dicken Zone oberhalb der Photosphäre – sowie von der Übergangsregion und der Korona aufnehmen. Das soll die vollkommen ungeklärten Erwärmungsprozesse klären. Zusammen mit den Nahfeldmes-

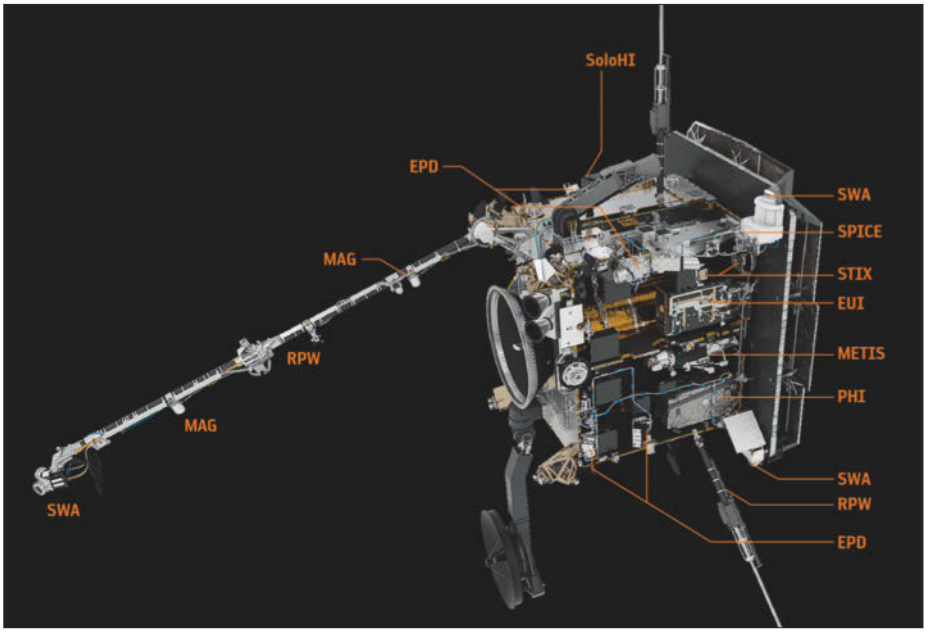


Bild: ESA

Die Sensoren-Phalanx des Solar Orbiters: Nahfeldsensoren: Energiepartikeldetektor (EPD), Magnetometer (MAG), Radio and Plasma Waves (RPW), Solar Wind Plasma Analyser (SWA). Fernfeldsensoren: Extreme Ultraviolet Imager (EUI), Coronagraph (METIS), Polarimetric and Helioseismic Imager (PHI), Heliospheric Imager (SoloHi), Spectral Imaging of the Coronal Environment (SPICE), X-ray Spectrometer/Telescope (STIX)

sungen kann man so vielleicht erkennen, wo genau die Sonnenwinde entstehen.

Das sichtbare Licht und UV-Wellenlängen aus der Korona hat der Coronagraph Metis im Visier, was bislang unerreichte Details im Bereich von 1,7 bis 4,1 Sonnenradien bringen soll - und damit besseren Aufschluss über das Weltraumwetter im inneren Sonnensystem.

Von der polarimetrischen und helioseismischen Kamera erwartet man hochaufgelöste Magnetfeldmessungen der Photosphäre der Sonne und Helligkeitskarten für diverse Wellenlängen. Damit sind Geschwindigkeitskarten für die Photosphäre möglich, welche Aussagen etwa über die konvektive Zone erlauben.

Etwas komplizierter ist SoloHi: Die SoloHi-Kamera nimmt Bilder aus der Heliosphäre auf – im Speziellen vom Sonnenwind. Sie fängt dazu das Licht ein, das die im Sonnenwind enthaltenen Partikel streuen, und macht so Störungen sichtbar.

Eigenheiten der Sonnenübergangsregion zur Korona soll eine Kamera namens Spice ermitteln, was eine Abkürzung für Spectral Imaging of the Coronal Environment ist. Das wichtigste Gewürz für die solare Wetterküche ist auch hier wieder die extreme ultraviolette Strahlung, die vom Plasma abgegeben wird.

Die Stix-Kamera ist auf die Röntgenstrahlung der Sonne spezialisiert. Man vermutet, dass sie aus heißem Plasma stammt und dass sie mit explosiven magnetischen Aktivitäten zusammenhängt.

An der Venus vorbei

Die Bahn des Solar Orbiters ist wie so manche irdische Zweierbeziehung: kompliziert. Durch eine mehrfache Annäherung an die Venus und den Merkur dreht sich die Ebene ihrer elliptischen Umlaufbahn um die Sonne im Verlauf ihrer auf mindestens vier, nominell aber bis sieben Jahre geplanten Mission nach und nach um 24 Grad. Man hofft, dass der Orbiter sogar zehn Jahre Sonnengrill übersteht und dann eine Inklination von 33 Grad erreicht. Die Umlaufdauer soll dann nur noch 168 Tage betragen. Dadurch erfasst der Solar Orbiter mehrere Perspektiven – sogar von den polaren Regionen der Sonne, die normalerweise von der Erde aus nicht im Blick sind.

Bis November 2021 wird der Solar Orbiter zwei Manöver ausführen, bei denen die Schwerkraft der Venus sowie der Erde Einfluss auf die Bahn nimmt, sodass der Satellit der Sonne noch näher kommt. Richtig auf die Pelle rückt der Orbiter der Sonne dann Ende März 2022. Die elliptische Bahn um die Sonne wird dann 180 Tage dauern, sodass er alle sechs Monate der Sonne besonders nahekommt. „Nahe“ bedeutet dann die fußläufig eher weite Distanz von 42 Millionen Kilometer, was etwa 60 Sonnenradien entspricht, also ein Viertel der üblichen Erddistanz.

Apropos Erde: Auf dem Heimatplaneten der Sonde greift die ESA weitgehend auf ihre Infrastruktur für die Deep-Space-Missionen zurück. Das ESOC in Darmstadt ist das Mission Operations Center (MOC) des Orbiters.

Warten auf Erkenntnisse

Den ersten Beleg für die Existenz des Sonnenwindes erbrachte die erste Raumsonde überhaupt, die sowjetische Luna-1, schon im Jahr 1959. Dass nun Parker Solar Probe mit seiner Konzentration auf die Vorgänge in der Korona sowie der Solar Orbiter mit seinem Schwergewicht auf die verschiedenen Spektren Kenntnisse sammeln, wird das Risiko senken, dass beispielsweise katastrophale Magnetstürme die Erde unvorbereitet treffen. *(mil@ct.de)* c't

Literatur

[1] Urs Mansmann, Ruhe vor dem Sturm, Die Sonne steuert auf das nächste Aktivitätsmaximum zu, c't 2/2019, S. 136

Bild: ESA – S. Corvaja

Der Solar Orbiter, hier im Testzentrum in Ottobrunn, kurz bevor er ins Kennedy Space Center nach Florida verschifft wurde.

Kreislauf der Magnetfelder

Wissenschaftler gehen davon aus, dass das Magnetfeld der Sonne in einer Zone entsteht, die als Tachokline bezeichnet wird. In dieser Schicht oberhalb der Konvektionszone und der Strahlungszone ändern sich die Eigenschaften der Sonnenrotation dramatisch – was drüber ist, dreht sich langsamer als der Sonnenkern. Das führt zu großen Scherkräften im Plasma.

Nach Berechnungen scheint es so zu sein, dass es einen regelrechten Fluss von Solarplasma gibt, der von den Äquatorregionen der Sonnenoberfläche zu den Polen hinströmt und dabei die schwächer werdenden Magnetfelder von den Sonnenflecken und anderen aktiven Regionen verdrängt.

An den Polen angekommen, wandern diese Magnetfelder wieder ins Sonneninnere und werden dann durch die Plasmabewegung an der Tachokline „nachgeladen“. Sie gelangen nach und nach wieder an die Oberfläche und erzeugen dann die durch Abkühlung etwas dunkler wirkenden Sonnenflecken und aktiven Regionen eines nachfolgenden Sonnenzyklus.

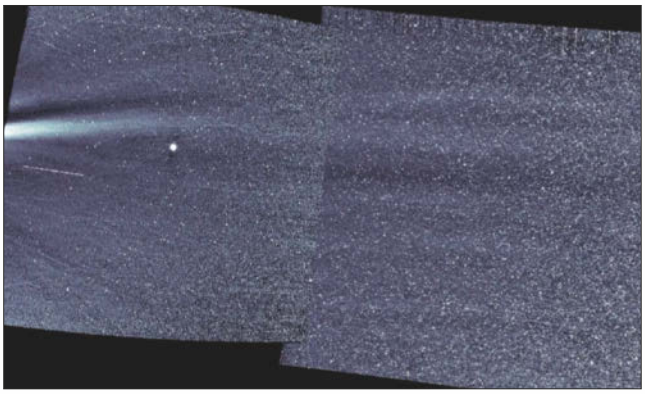


Bild: NASA/Naval Research Laboratory/Parker Solar Probe

Der Sonnenwind (links) ist auf der Aufnahme des WISPR-Instruments von Parker Solar Probe während seiner ersten Annäherung an die Sonne im November 2018 als weißer Schleier zu sehen.

IMMER EINE RUNDE GESCHiCHTE.

2 × Mac & i mit 25 % Rabatt testen und Geschenk sichern!

Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv*
- **Plus: Geschenk nach Wahl**, z.B. einen BestChoice-Gutschein im Wert von 10 € oder ein 5-in-1 Objektiv-Kit
- **Lieferung frei Haus**

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Mit Artikel-Archiv!

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.

Zweiter Frühling

Desktop-PCs gezielt und preiswert aufrüsten

Wir zeigen am Beispiel eines c't-Bauvorschlags von 2013, wie Sie einem älteren Rechner eine Frischzellenkur spendieren. Für überschaubare Kosten können Sie Engpässe bei Prozessor, Grafikkarte, RAM oder SSD beseitigen und Ihrem PC einen Leistungsschub bescheren.

Von Christian Hirsch

Nach einem halben Jahrzehnt zeigen auch gut konfigurierte Rechner Alterserscheinungen. Das spürt man beispielsweise daran, dass die neuesten 3D-Spiele nicht mehr ruckelfrei laufen. Oder aber die SSD platzt aus allen Nähten, sodass vor jeder Programminstallation erst einmal Aufräumen angesagt ist. Ein teurer Neukauf lässt sich jedoch meist vermeiden. Für lediglich 150 Euro können Sie durch Aufspüren von Flaschenhälsen und gezieltes Aufrüsten der Hardware das PC-Leben verlängern.

Um am Praxisbeispiel herauszufinden, was beim Upgrade von Prozessor, Arbeitsspeicher, Grafikkarte und SSD lohnt und was nicht, haben wir unseren Bauvorschlag 11-Watt-PC aus c't 24/2013 aus dem Depot geholt. Dieser war bei unseren Lesern sehr beliebt und gehört mit seinen sechs Jahren weder zum Alteisen noch handelt es sich um Hardware, die man noch neu kaufen kann.

Zur Basisausstattung des 11-Watt-PCs zählen der Vierkernprozessor Intel Core i5-4570, 8 GByte DDR3-RAM sowie eine 250-GByte-SSD von Samsung. Die Hardware-Komponenten inklusive Gehäuse, Netzteil, CPU-Kühler und DVD-Brenner kosteten 2013 ohne Betriebssystem 660 Euro. Wir haben ihn mit einer Abweichung original nachgebaut. Weil wir uns für 3D-Spiele zusätzlich die damalige Grafikkartenoption mit einer GeForce GTX 760 angeschaut haben, kam ein Netzteil der gleichen Serie mit 350 Watt statt 300 Watt zum Einsatz. Deshalb ist die Leerlaufleistungsaufnahme zwei Watt höher, als es der Name des Bauvorschlags besagt. Für die GeForce GTX 760 musste man damals 230 Euro investieren.

Bei unseren Aufrüsttipps haben wir uns eine Budgetgrenze von maximal 150 Euro gesetzt. Mehr Geld in einen fünf bis sieben Jahre alten Rechner zu stecken lohnt wirtschaftlich meist nicht, denn für unter 200 Euro bekommt man bereits einen jüngeren Gebraucht-PC mit Windows-Lizenz.

Vorabanalyse

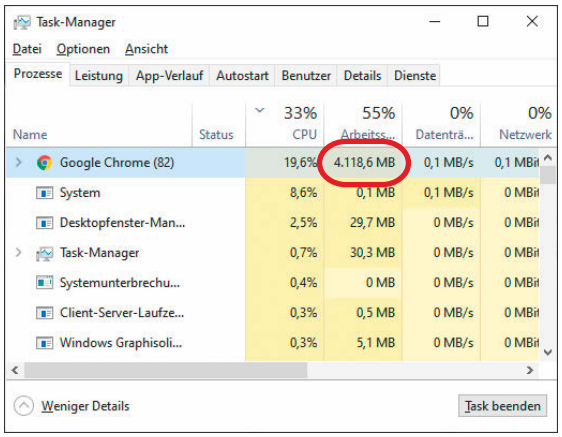
Bevor Sie überstürzt Geld in Ihr bestehendes System stecken, sollten Sie zunächst abklären, was die Ursache für den Engpass ist. Dafür brauchen Sie keine Spezialprogramme, die meisten Hilfsmittel bringt das Betriebssystem schon mit. Microsoft

hat den Task-Manager unter Windows 10 zu einem mächtigen Tool aufgebohrt. Die ausführliche Programmansicht erhalten Sie nach einem Klick auf „Mehr Details“.

Der Reiter „Leistung“ fasst die wichtigsten Daten zusammen. Dort finden Sie die aktuelle CPU- und GPU-Auslastung sowie die Menge des belegten Arbeitsspeichers und die Festplatten- beziehungsweise SSD-Aktivität. Zeigt der Task-Manager schon bei ruhendem Windows-Desktop eine hohe CPU-Last an, dann hilft vermutlich auch eine stärkere CPU nicht weiter, weil der Übeltäter wohl eher auf Softwareseite zu suchen ist. Das kann beispielsweise ein amoklaufender Treiber, ein im Hintergrund wütender Virenscanner oder aber Malware sein, die Schindluder treibt. Unter dem Reiter „Prozesse“ können Sie sehen, welches Programm wie viel CPU-Ressourcen beansprucht. Besonders hohe Werte hebt der Task-Manager orange oder rot hervor.

Falls es im Leerlauf keine Auffälligkeiten gibt, starten Sie Ihre Anwendungen, bei denen Sie das Gefühl haben, dass es hakt und beobachten parallel die Anzeigen im Task-Manager. Bei zu knappem RAM muss das Betriebssystem zum Beispiel andere laufende Programme auf die viel langsamere SSD oder gar Festplatte auslagern. Wechseln Sie dann zu einer anderen Anwendung zurück, dauert es ewig, bis alle benötigten Bits wieder in den Arbeitsspeicher transferiert sind.

Ein überforderter Prozessor macht sich zum Beispiel bei anspruchsvoller Bildbearbeitung wie dem Export von Fotos, beim Videoschnitt beziehungsweise Videokodieren und bei Rendering-Aufgaben bemerkbar. Für eine detaillierte Analyse wählen Sie im Task-Manager unter dem Reiter Leistung „CPU“ aus und klicken mit der rechten Maustaste auf das Diagramm und wählen bei „Graph ändern in“ die Option „Logische Prozessoren“ aus. So sehen Sie die Auslastung jedes Kerns. Nutzt eine Anwendung nur einen Kern oder zwei Kerne aus, bringt das Aufrüsten auf eine CPU mit mehr Kernen nichts. In solchen Fällen wirkt die CPU-Last wie auf 50 Prozent (Dual-Core), 25 Prozent (Dual-Core mit Hyper-Threading, Quad-Core) oder 12,5 Prozent (Octa-Core, Quad-Core mit HT) festgenagelt. Der Task-Manager von Windows unterscheidet dabei nicht zwischen physischen und logischen Kernen.



Vor allem Browser mit vielen offenen Tabs mutieren zum Speicherfresser. Hier kann ein RAM-Upgrade helfen.

Einen Überblick über die Belegung der Datenträger liefert der Windows Explorer. Wählen Sie dort in der linken Spalte den Punkt „Dieser PC“ aus, dann ist auf der rechten Seite unterhalb der Partitionen ein Balken für den Füllgrad der Partition sichtbar. Rot bedeutet, dass nur noch zehn Prozent oder weniger frei sind. Wir empfehlen, insbesondere SSDs nicht komplett voll zu schreiben, sonst arbeiten sie beim Schreiben deutlich langsamer.

Ruckeln bei 3D-Spielen kann verschiedene Ursachen haben. Viele Spiele passen die Qualitätseinstellungen automatisch an die vorhandene (Grafik-)Hardware an. Allerdings klappt das nicht immer perfekt und auch nur dann, wenn der Rechner nicht schon die Mindestanforderungen des Spieletitels unterschreitet. Der Grafikspeicherbedarf hängt unter anderem von der Größe der Texturen sowie von der gewählten Auflösung ab. Moderne Spiele erfordern deshalb für Full HD (1920 × 1080) über 2 GByte, oft auch schon 4 GByte und mehr, damit sie flüssig laufen.

Die momentan genutzte Menge können Sie ebenfalls mit dem Task-Manager unter „GPU“ im Diagramm „Auslastung des dedizierten GPU-Speichers“ ablesen. Dafür muss das Spiel allerdings im Fenstermodus laufen, um gleichzeitig den Task-Manager zu sehen. Alternativ können Sie das kostenlose Tool MSI Afterburner herunterladen und installieren, das mit allen gängigen Grafikkarten funktioniert (Download über ct.de/ypnr). Es zeigt auf Wunsch Statusinformationen als Overlay im Spiel an.

Ein zweiter möglicher Engpass ist die GPU. Sie berechnet die 3D-Szene mit allen Objekten sowie Grafikeffekte wie Reflexionen, Rauch und Schatten. Ist die Rechenleistung des Grafikchips ausgeschöpft, sinkt die Bildrate. Diese sollte je nach Spielgenre auch in anspruchsvollen Szenen mindestens bei 40 bis 60 fps liegen, damit für das Auge eine flüssige Bewegung entsteht. Die Auslastung lässt sich ebenfalls im Task-Manager im Diagramm „3D“ oder im MSI Afterburner ablesen.

Prozessor

Das Aufrüsten des Prozessors erscheint verlockend, doch damit es einen spürbaren

11-Watt-PC aufrüsten: Benchmarks und Leistungsaufnahme

Konfiguration	Cinebench R20 Singlethread	Cinebench R20 Multithread	3DMark Firestrike	Shadow of the Tomb Raider [fps]	Assassin's Creed Odyssey [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
11-Watt-PC Basisvariante	298	1197	756	keine Messung	keine Messung	13/104
+ GeForce GTX 760	310	1204	6034	24[1]	22	28/300
Aufrüstoptionen						
CPU: Core i7-4770	338	1672	821	keine Messung	keine Messung	13/138
Grafikkarte: Radeon RX 570	311	1209	10024	64	53	28/310

Grafik-Benchmarks bei Full HD, hohe Qualität [1] Abstürze wegen zu wenig Grafikspeicher

Performancezuwachs gibt, muss der neue erfahrungsgemäß mindestens 30 Prozent schneller sein. Ein Tausch gegen eine höher getaktete CPU der gleichen Baureihe lohnt deshalb meistens nicht.

Der Umstieg von einem Dual- auf einen Quad-Core kann die Rechenleistung hingegen auf einen Schlag verdoppeln – sofern die Software mitspielt. Paradebeispiele dafür sind moderne Bildbearbeitungsprogramme wie Photoshop Lightroom, Videokodierung mit Handbrake und Rendering-Software wie Blender. Viele andere Alltagsanwendungen wie Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation profitieren hingegen kaum davon.

Welche Upgrade-Pfade für die CPU sinnvoll sind, haben wir in der Tabelle auf S. 145 zusammengefasst. AMD und Intel stellen die Fertigung für die meisten Prozessorvarianten wenige Jahre nach einem Generationswechsel ein. Deshalb bekommt man ältere CPUs oft nur gebraucht ohne Garantie und Gewährleistung von privat bei Kleinanzeigen- und Auktionsplattformen.

Bei unserem 11-Watt-PC sind die Aufrüstmöglichkeiten begrenzt, denn Prozessoren mit mehr als vier Kernen gibt es nicht für die vierte Core-i-Generation beziehungsweise die CPU-Fassung LGA1150. Wir haben uns deshalb für den Core i7-4770K (3,5 GHz, Turbo: 3,9 GHz) entschieden, der gebraucht 100 bis 130 Euro kostet. Dieser bietet im Vergleich zum Core i5-4570 zusätzlich Hyper-Threading und taktet 300 MHz schneller.

Beim Kauf einer Core-i-4000-CPU ist Vorsicht geboten, denn diese gab es in zwei unterschiedlichen Prozessorgenerationen: Mitte 2013 erschien Haswell und ein Jahr darauf Haswell Refresh. An der Produktbezeichnung lässt sich jedoch nicht ohne Weiteres ablesen, zu welcher der beiden Generationen eine CPU gehört. Doch das ist wichtig, weil nicht jedes LGA1150-Mainboard das notwendige BIOS-Update erhielt. Wir empfehlen im Support-Bereich des Board-Herstellers nachzuschlagen, ob der angedachte Upgrade-Prozessor überhaupt läuft.

Leider trifft dieser Schlamassel auch für das von uns damals empfohlene Mainboard DH87RL zu: Obwohl es ebenfalls vom CPU-Hersteller Intel stammt, gab es keine BIOS-Updates für die Haswell-Refresh-Prozessoren.

Upgrade-Tücken

Vor jeder Aufrüstaktion sollten Sie zunächst ein Backup Ihrer Daten anlegen. Spielen sie vor dem Umbau des Prozessors gegebenenfalls ein notwendiges BIOS-Update ein. Trennen Sie dann den Rechner vom Strom. Je nach verwendetem CPU-Kühler und PC-Gehäuse kann es notwendig sein, das Mainboard auszubauen, um an die Kühlerhalterung zu gelangen. Bei Kühlern mit Push-Pins drehen Sie diese jeweils eine Viertelumdrehung in Richtung der aufgebrachten Pfeile und ziehen dann den Kühler vorsichtig ab. Kühler für AMD-Prozessoren verwenden oft eine Halteklammer, die Sie lösen müssen. Bei Modellen mit Schraubhalterung benötigen Sie zum Demontieren einen Schraubendreher oder -schlüssel.

Reinigen Sie die alte CPU von Wärmeleitpasteresten mit einem Tuch, solange sie noch in der Fassung ist. Anschließend lösen Sie den kleinen Arretierhebel für die Fassung und nehmen den alten Prozessor heraus. Achten Sie darauf, nicht die empfindlichen Federchen beziehungsweise die Beinchen zu beschädigen.

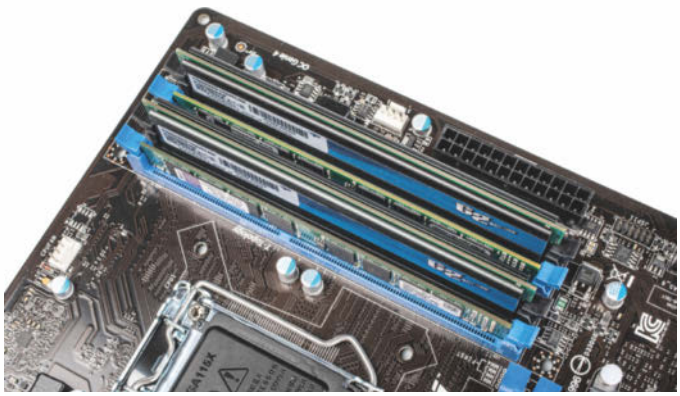
Nun können Sie die neue CPU einsetzen und arretieren. Wenn Sie einen leistungsfähigeren Prozessor mit höherer Thermal Design Power einbauen, benötigen Sie auch einen kräftigeren CPU-Kühler, sofern dieser nicht mitgeliefert wird. Im Einzelhandel erhältliche Kühler passen oft auf alle gängigen Fassungen der letzten zehn Jahre. Falls Sie ihren bisherigen Kühler weiterverwenden wollen, müssen Sie diesen von der alten Wärmeleitpaste befreien und neue auftragen.

Der Wechsel des Prozessors ist wegen der empfindlichen Federchen fehlerträchtig. Vergessen Sie anschließend nicht, vor der Kühlermontage Wärmeleitpaste aufzubringen.

Unser aufgerüsteter Bauvorschlag hing jedoch nach dem Wechsel auf den Core i7-4770K in einer Bootschleife fest und zeigte auch kein Bild an. Auch mit diversen anderen Haswell-Prozessoren tat sich nichts. Nach Einbau der ursprünglichen CPU starteten das System und Windows problemlos. Vier andere Exemplare des DH87RL zeigten das gleiche Phänomen. Sie starteten nur mit dem Prozessor, der zuletzt eingebaut war, unabhängig davon, ob es sich um einen Pentium G3220 oder einen Core i5-4570 handelt. Auch der Tausch von RAM und Netzteil brachte keine Besserung.

Im nächsten Schritt probierten wir schrittweise, ältere BIOS-Versionen einzuspielen, was aber nur zurück bis Version 0327 möglich war. Glücklicherweise konnten wir ein Exemplar des DH87RL mit BIOS 0324 auftreiben, das mit dem Core i7-4770K lief. Das ist ein anschauliches Beispiel dafür, dass beim Aufrüsten nicht immer alles glatt geht und auch wir nicht vor solchen Überraschungen gefeit sind.

Die neue CPU rechnet dank Hyper-Threading fast 40 Prozent schneller, sofern die Anwendung von allen Kernen Gebrauch macht, wie zum Beispiel das Rendering im Cinebench R20 oder das Komprimieren mit dem Packprogramm 7-Zip. Die Singlethreading-Leistung steigt hin-



Beim Nachrüsten von Arbeitsspeicher sollten Module paarweise so gesteckt werden, dass beide Speicherkanäle identisch bestückt sind.

gegen nur um 13 Prozent, was nicht spürbar ist. Durch die stärkere CPU klettert auch die Volllastleistungsaufnahme von 104 auf 138 Watt. Der damals von uns empfohlene CPU-Kühler Mugen 4 bringt dafür aber ausreichend Reserven mit.

Grafikkarte

Für 3D-Spiele ist die Grafikkarte die wichtigste Komponente. Da die Anforderungen in diesem Bereich stetig steigen, ist eine sechs oder sieben Jahre alte Grafikkarte wie die MSI GeForce GTX 760 Twin Frozr aus unserem damaligen Bauvorschlag mit modernen Titeln bei Full-HD-Auflösung überfordert. Shadow of the Tomb Raider stürzte wegen des recht knappen Grafikspeichers von 2 GByte bei der Detailstufe „Ultra“ immer ab. Bei „hoher Qualität“ traten die Abstürze seltener auf. Die Bildrate lag mit 24 fps im unspielbaren Bereich. Assassins Creed Odyssey ruckelte bei vergleichbaren Einstellungen und einer Auflösung von 1920 × 1080 ebenfalls stark.

Das beste Preis/Leistungsverhältnis für unter 150 Euro bietet derzeit die Radeon RX 570 mit 8 GByte. Wir haben uns für die Sapphire Pulse Radeon RX 570 8G G5 entschieden, die wir auch schon im Bauvorschlag Ryzen-Allrounder des optimalen PC 2020 empfohlen hatten. Dank 2048 statt 1152 Shader-Einheiten, höherem Takt und moderner GPU-Architektur ist sie im 3DMark Firestrike ungefähr doppelt so schnell wie die GTX 760. Bei 3D-Spielen ist der Vorsprung sogar noch etwas größer, weil auf der Radeon RX 570 die vierfache Videospeichermenge aufgelötet ist und sie deshalb Daten seltener aus dem Hauptspeicher nachladen muss. Mit hohen Details liegt die Bildrate bei beiden Spielen oberhalb von 50 fps.

Dennoch benötigt die RX570 unter Volllast nur unwesentlich mehr Energie als die GTX 760. Netzteil und Kühlsystem lassen sich also unverändert weiterverwenden. Statt einem 8-Pin- und einem 6-Pin-Anschluss kommt die modernere Karte mit einem 8-Pin-Stromstecker aus. Weil PCI Express ab- und aufwärtskompatibel ist, lässt sich eine Aufrüstgrafikkarte später in einem neuen PC problemlos weiterverwenden.

Beim Umbau gibt es nur wenig zu beachten. Viele PEG-Steckplätze haben am hinteren Ende einen Verriegelungsmechanismus, der im eingebauten Zustand durch Grafikkarte und CPU-Kühler oft schwer erreichbar ist. Den sollten Sie erst lösen, bevor Sie mit zu viel Kraft an der Karte ziehen. Wir empfehlen, anschließend den bisherigen Grafikkartentreiber vollständig zu deinstallieren und dann einen aktuellen für die neue Karte vom Chiphersteller AMD oder Nvidia herunterzuladen.

Speicher und SSD

Zu den einfachsten Aufrüstmöglichkeiten zählen die Erweiterung des Hauptspeichers und der Einbau einer größeren SSD. Arbeitsspeicher ist so günstig wie lange nicht. 8 GByte PC3-12800 (DDR3-1600) kosten derzeit rund 30 Euro. Die Module müssen nicht unbedingt vom gleichen Hersteller wie dem bisherigen stammen und auch nicht die identische Kapazität haben. Wichtig ist, dass der Typ und die Geschwindigkeit passen, in unserem Beispiel ist das DDR3 unbuffered, PC3-12800. Schnellere Module als die bereits vorhandenen einzusetzen bringt kein Geschwindigkeitsplus, weil immer das langsamste DIMM im System den Speichertakt vorgibt. Viele Mini-PCs erfordern die kleineren SO-DIMMs, die auch in Notebooks zum Einsatz kommen.

Prüfen Sie vor dem Kauf, beispielsweise im Handbuch oder im Support-Bereich der Website des Board-Herstellers, welche Modulkapazität maximal zulässig ist. Registered DIMMs, Fully Buffered DIMMs oder Load-Reduced DIMMs (RDIMM, FBDIMM, LRDIMM) laufen nicht in Desktop-Boards. Bei DDR3-RAM gibt es eine Untervariante mit reduzierter Spannung von 1,35 Volt, der auch als DDR3**L** bezeichnet wird. Einige Systeme laufen nur damit und nicht mit üblichen 1,5-Volt-Modulen.

Die Steckplätze sollten Sie immer paarweise so bestücken, dass die beiden Speicherkanäle eine identische Konfiguration haben und im Dual-Channel-Modus arbeiten. Auskunft über die Zuordnung der Steckplätze und die optimale Bestückung liefert das Handbuch. Werden die neuen Module nicht erkannt oder laufen mit der falschen Geschwindigkeit, kann ein BIOS-Update helfen.

Die fallenden Speicherpreise haben dazu geführt, dass eine SSD mit 1 TByte Kapazität inzwischen unter 100 Euro kostet. Zum Vergleich: Ende 2013 kostete die 250-GByte-SSD aus unserem 11-Watt-PC 150 Euro. Wir empfehlen eine SATA-SSD im 2,5"-Format, denn älteren Rechnern fehlt der heute übliche M.2-Steckplatz. Oft booten Sie auch nicht von PCI-Express-SSDs.

Achten Sie darauf, die neue SSD an einen SATA-6G-fähigen Port anzuschließen, der am Chipsatz hängt. Gibt es in Ihrem Rechner keinen (freien) 2,5"-Schacht, benötigen Sie einen Adapterahmen für 3,5"-Einbauplätze. Alternativ lässt sich die SSD auch per doppelseitigem Klebeband im PC-Gehäuse anbringen. Wenn Sie Ihre Windows-Installation auf die größere SSD umziehen, klappt das mit dem kostenlosen Tool Partition Wizard Free [1].

Wir wünschen viel Spaß mit Ihrem aufgerüstetem PC. *(chh@ct.de)* c't

Literatur

[1] Jan Schüßler, Frisch geklont ist halb gewonnen, Windows auf eine SSD umziehen, c't 3/2016, S. 98

Download MSI Afterburner: ct.de/ypnr

Prozessor-Aufrüstpfade

Plattform	Prozessoren	Upgrade-Empfehlung
AMD		
FM1, AM3+	A-3000, FX	älter als 7 Jahre, Aufrüsten lohnt in der Regel nicht
FM2	A-5000 „Trinity“, A-6000 „Richland“	Quad-Core, nur noch Gebrauchtware erhältlich, eventuell BIOS-Update notwendig
FM2+	A-7000 „Kaveri“ „Kaveri Refresh“ „Carrizo“	Quad-Core, nur noch Restposten und Gebrauchtware erhältlich, eventuell BIOS-Update notwendig
AM4	Ryzen 1000 „Summit Ridge“, Ryzen 2000 „Pinnacle Ridge“ „Raven Ridge“, Ryzen 3000 „Matisse“ „Picasso“	aktuelle Plattform
Intel		
LGA775,1155, 1156	Core 2, Core i „Nehalem“, Core i-2000 „Sandy Bridge“, Core i-3000 „Ivy Bridge“	älter als 7 Jahre, Aufrüsten lohnt in der Regel nicht
LGA1150	Core i-4000 „Haswell“ „Haswell Refresh“, Core i-5000 Broadwell	Quad-Core (mit Hyper-Threading), nur noch Gebrauchtware erhältlich, eventuell BIOS-Update notwendig
LGA1151	Core i-6000 „Skylake“, Core i-7000 „Kaby Lake“	Quad-Core (mit Hyper-Threading), als Neuware erhältlich, aber teuer, eventuell BIOS-Update notwendig, nicht kompatibel zu LGA1151v2-CPUs
LGA1151v2	Core i-8000 „Coffee Lake“, Core i-9000 „Coffee Lake Refresh“	aktuelle Plattform

RISC-V mal praktisch

Erste Schritte mit dem RISC-V-Mikrocontroller-Board Sipeed Longan Nano

12 Euro kostet der Einstieg in die offengelegte RISC-V-Technik. Wir haben Programmierbeispiele für das RISC-V-Board Longan Nano mit PlatformIO unter Windows 10 ausprobiert – und dabei einige Hürden genommen.

Von Christof Windeck

Die Befehlssatzarchitektur RISC-V verspricht offene Chip-Designs ohne Hintertüren. Bisher gibt es aber noch wenige RISC-V-Prozessoren, mit denen man die brandneue Technik ausprobieren kann. Ein erster RISC-V-Chip ist der 32-Bit-Mikrocontroller GD32V des chinesischen Herstellers Gigadevice. Diesen Chip lötet die Firma Sipeed aus Shenzhen auf das Bastlerboard Longan Nano, das es für 12 Euro in Deutschland zu kaufen gibt oder für 5 US-Dollar in China. Der Clou dabei: Das Platinchen im daumenlangen Arduino-Nano-Format bringt ein kleines, per Folienkabel angeschlossenes LC-Display mit. Es zeigt auf 160 × 80 farbigen Pixeln auch Text und Bilder an, mit einem Trick auch Bilderfolgen als Videos. Der Longan Nano liest solche Daten von einer MicroSD-Karte, für die er auf der Rückseite eine Steckfassung hat. Außerdem liegen dem Longan Nano ein simples Plastikgehäuse bei sowie zwei Stiftleisten, die man bei Bedarf selbst einlöten muss.

Auf dem Longan Nano sitzt die GD32V-Variante GD32VF103C8 mit 20 KByte SRAM und 64 KByte Flash-Speicher. Sein RV32IMAC-Prozessorkern [1] taktet mit bis zu 108 MHz, stammt von der chinesischen Firma Nuclei Systems und ist unter dem Namen „Bumblebee“ dokumentiert. Zusätzlich zu USB-C hat das Longan Nano 34 Anschlüsse, die sich außer als GPIO-Pins etwa auch als analoge Ein- und Ausgänge, Timer sowie Schnittstellen wie SPI, I^2C, UART und CAN-Bus nutzen lassen. Die GPIO-Pins vertragen höchstens 3,6 Volt.

Zur Programmierung empfiehlt Sipeed das kostenlose Entwicklungssystem PlatformIO, für das es auch vier Longan-Nano-Beispielprojekte gibt. Um sie zum Laufen zu bringen, muss man aber einige Hürden überwinden und Informationen aus mehreren Quellen zusammensuchen, teils auf Chinesisch. Wir haben drei Programmbeispiele unter Windows 10 ausprobiert; weiterführende Informationen und Links finden Sie unter ct.de/y1t8.

Hürdenlauf

Die Firma Sipeed pflegt zwar ein Wiki zum Longan Nano sowie mehrere Zweige im offenen Programmcode-Verwaltungssystem GitHub. Doch ohne Vorwissen und Erfahrungen ist es schwierig, alle nötigen Informationen zu finden. Zum Einstieg daher ein Überblick über die wichtigsten Konzepte.

PlatformIO (PIO) erleichtert die Programmierung von Bastelboards, weil die jeweiligen Hersteller – oder eine Entwicklergemeinde – dafür passende Konfigurationsdaten hinterlegen, eben über GitHub. Der PIO-Kern (Core) ist in der Programmiersprache Python geschrieben, die deshalb auf dem Notebook oder PC, auf dem man programmieren möchte, auch installiert sein muss. Darum muss man sich aber theoretisch nicht selbst kümmern

(dazu gleich mehr), weil PIO wiederum eine Erweiterung des kostenlosen Code-Editors Microsoft Visual Studio Code (VSCode) ist und auch aus VSCode heraus nachinstalliert wird. PIO verwandelt VSCode in eine Integrated Development Environment (IDE) für PIO-kompatible Boards, von hier aus lässt sich (Beispiel-) Code aus GitHub importieren, kompilieren, debuggen und etwa per USB auf das gewünschte Entwicklerboard übertragen.

PIO enthält einen Assistenten, der die passenden Konfigurationsdateien und Beispielprojekte für das Longan Nano zur Auswahl bereitstellt.

Um den fertigen Code aus PIO heraus auf das Longan Nano zu schreiben, bietet sich dessen USB-Typ-C-Schnittstelle an. Man braucht je nach Notebook oder PC noch ein USB-A-auf-C-Adapterkabel.

Die USB-Verbindung versorgt das Longan Nano gleichzeitig mit Strom; es kommt im Betrieb inklusive Display mit weniger als 50 mA aus. Im Geräte-Manager von Windows 10 erscheint das Longan Nano zunächst nur als „Unbekanntes Gerät“. Um die USB-Schnittstelle nutzen zu können, muss man von Hand den kostenlosen Treiber „Zadig“ installieren.

Hardcore

Richtige Reihenfolge

Mit dem obigen Vorwissen ist nun klar, dass Sie zuerst VSCode auf Ihrem PC installieren müssen. Danach ist ein Neustart nötig, weil das später installierte PlatformIO bestimmte Informationen erst dann findet, wenn sie im Windows-Suchpfad stehen – und der funktioniert hier über die Windows-Systemvariable „PATH“.

Bevor Sie nun aber PlatformIO als „Extension“ in VSCode einspielen, sollten Sie unbedingt zuerst Python 3.8.0 separat installieren – und dabei die Option auswählen, auch dafür die PATH-Variable zu erweitern. Abermals ist dann ein Neustart fällig: Ohne den PATH-Verweis auf Python 3.8.0 tauchte bei unseren Versuchen das Problem auf, dass die PlatformIO-Version 1.10.0 unter VSCode 1.40.2 die Python-Version 3.7.5 automatisch installierte, damit aber nicht richtig lief.

Außerdem stellte sich heraus, dass man Git unter Windows separat installieren sollte. Denn sonst kommt zwar PlatformIO „unter der Haube“ an die nötigen Zweige im GitHub-Repository heran, aber die Git-Funktionen in VSCode funktionieren nicht. Die wiederum sind praktisch, um beliebige Code-Projekte manuell von GitHub zu kopieren. Auch Git beschafft man einfach via Download, siehe ct.de/y1t8.

USB-Treiber einspielen

Bevor Sie mit dem Programmieren anfangen, installieren Sie am besten den Zadig-USB-Treiber für das Longan Nano. Dazu laden Sie die Zadig-Software herunter, starten sie aber noch nicht. Nun öffnen Sie den Geräte-Manager von Windows; letzteren finden Sie am schnellsten nach Druck der Tastenkombination Windows-Taste + X. Schließen Sie dann das Longan Nano per USB-C- oder Adapterkabel an den PC an. Das Longan Nano erscheint nicht sofort im Geräte-Manager, sondern erst, wenn Sie es in den Betriebsmodus für Direct Firmware Update (DFU) per USB versetzen. Dazu wiederum müssen Sie am per USB angeschlossenen Longan Nano zuerst den winzigen Taster mit der Bezeichnung „BOOT0“ drücken und festhalten, dann den zweiten Taster „RESET“ kurz drücken und zuletzt den BOOT0-Taster wieder loslassen. Nun taucht im Geräte-Manager ein „Unbekanntes Gerät“ (Unknown Device) auf, bei unseren Versuchen mit der USB-ID 28E9/0189.

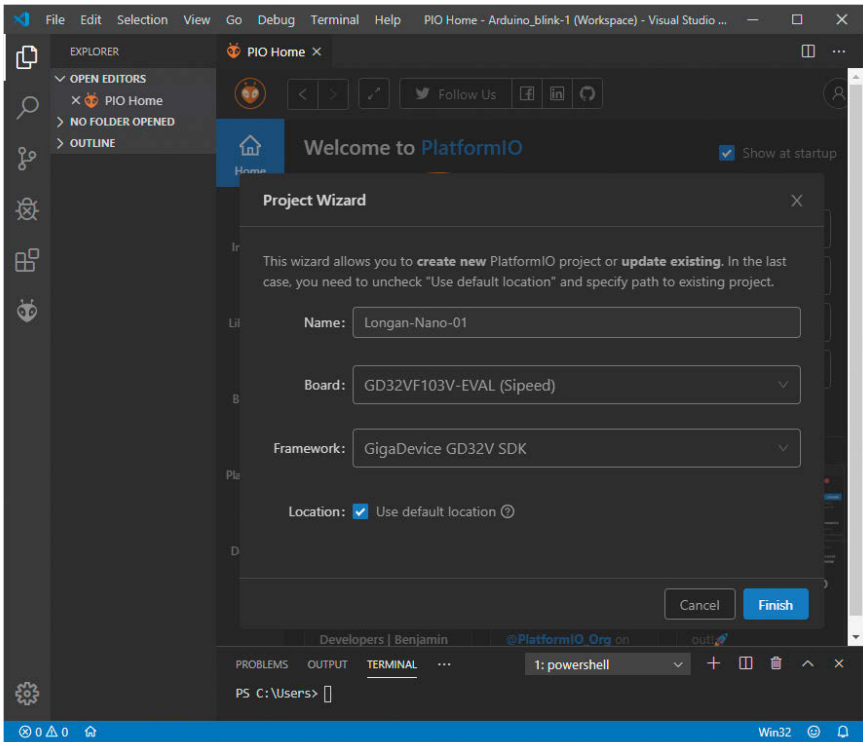
In der Zadig-Software wählen Sie nun dieses USB-Gerät aus und klicken auf „Install Driver“ – anschließend dauert es eine Weile, bis der Treiber installiert ist. Auf Wunsch können Sie dem Longan Nano dabei per Zadig auch einen USB-Gerätenamen geben (Schaltfläche „Edit“).

Wenn Sie den Reset-Taster am Longan nach der Treiberinstallation wieder drücken, wechselt er in den Normalbetrieb und verschwindet aus dem Geräte-Manager. Wenn Sie abermals in den USB-DFU-Modus umschalten, sollte er wieder auftauchen.

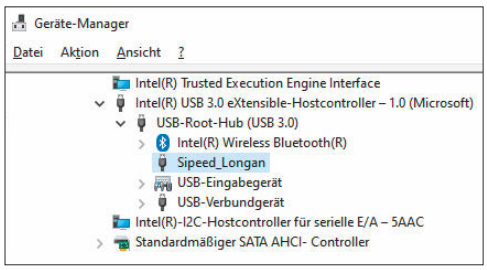
PlatformIO-Start

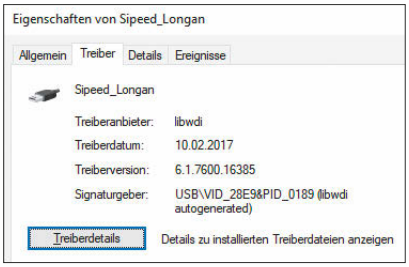
Nun geht es ans Vorbereiten des Code-Beispiels. Wenn die VSCode-/PlatformIO-/Python-Kombination erst einmal läuft, funktioniert das ganz gut, erklärt sich aber nicht von selbst.

Im Auslieferungszustand bringt das Longan Nano eine Firmware mit, die die Onboard-LED in verschiedenen Farben blinken lässt. Diese Firmware lässt sich aber nirgends herunterladen. Als erstes eigenes Projekt haben wir das gängige,



PlatformIO ist eine Extension für Visual Studio Code, die das Programmieren vieler Entwicklerboards erleichtert – etwa durch Konfigurationsdateien und Projektbeispiele.





Im Geräte-Manager von Windows 10 erscheint das Longan Nano zunächst als „Unbekanntes Gerät", doch per Zadig installiert man den Treiber libwdi.

simple „Blink"-Beispiel ausgewählt, das die Onboard-LED des Nano lediglich rot blinken lässt.

Nach dem Aufruf von VSCode startet PlatformIO nach der Standardinstallation automatisch, aber nach kurzer Wartezeit. Falls das „PIO Home"-Fenster nicht erscheint, klickt man auf das winzige Haus-(Home-)Symbol unten links in der Fußzeile des VSCode-Fensters. Rechts daneben sind zwei weitere wichtige Symbole: ein Häkchen, welches den Kompiliervorgang startet, und ein nach rechts weisender Pfeil, mit dem man den fertig kompilierten Code als Firmware-Image via USB in den Speicher des Longan Nano schreibt.

Doch zuvor muss man in VSCode erst ein Projekt anlegen und ein wenig Code bearbeiten. Im „PIO Home"-Fenster finden Sie dazu rechts oben unter „Quick Access" die Schaltfläche „+ New Project". Ein Klick darauf startet den „Project Wizard". Hier vergeben Sie zuerst einen Namen für das neue Projekt, etwa Longan-Nano-01. Dann wählen Sie unter „Board" das „Sipeed Longan Nano", es steht in der Kategorie „GigaDevice GD32V". Die Voreinstellung „GigaDevice GD32V SDK" unter „Framework" belassen Sie. Nach einem Klick auf „Finish" richtet PlatformIO nun ein Verzeichnis im „Dokumente"-Bereich des angemeldeten Nutzers unter PlatformIO ein, also unter C:\Users\Nutzername\Documents\PlatformIO\Projects.

Etwas verwirrend ist, dass ein Beispielprojekt nun nicht im soeben angelegten Ordner landet, sondern sozusagen daneben im gleichen übergeordneten Verzeichnis – aber das stört nur optisch. Wählen Sie nun als erstes Beispielprojekt „longan-nano-blink", indem Sie es via „Project Examples" „importieren". PlatformIO kopiert nun den Code von GitHub in ein neues lokales Verzeichnis. Es taucht anschließend in der linken VSCode-Spalte „Explorer" im aktuellen „Workspace" auf.

Wenn Sie in den Quellcode des – in C geschriebenen – Beispiels schauen wollen, klicken Sie auf die Datei „main.c" unterhalb von „src" in der Explorer-Spalte. Um das Beispiel via USB auf den Longan Nano schreiben zu können, ist noch eine zusätzliche Zeile Code in der Datei „platformio.ini" nötig. Fügen Sie dort unten am Abschnitt [env:sipeed-longan-nano] noch hinzu: „upload_protocol = dfu".

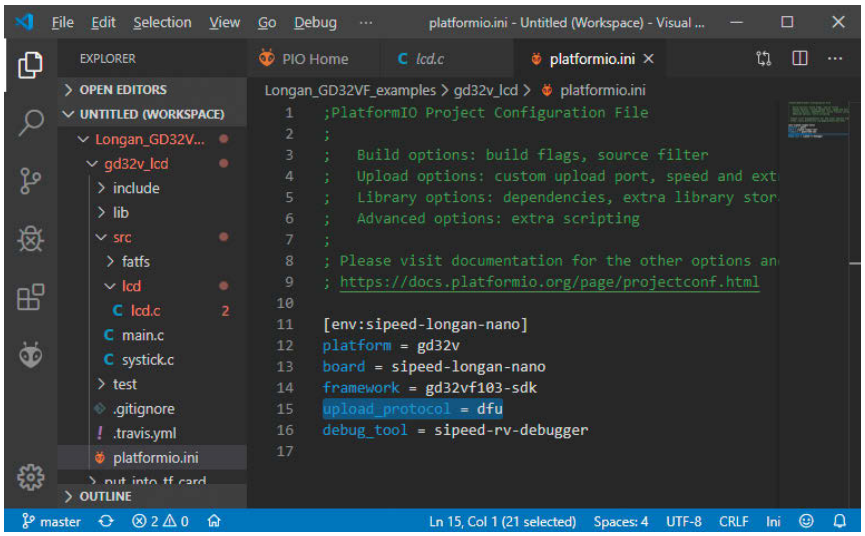
Nun kompilieren Sie das Projekt durch einen Klick auf das oben erwähnte Häkchen unten in der Statuszeile. Es öffnet sich dann automatisch unter der Code-Ansicht ein Terminal-Fensterbereich, der den Fortschritt und etwaige Fehlermeldungen anzeigt. Am Ende erscheint „Terminal will be reused by tasks, ..." – das Firmware-Image ist nun fertig.

Jetzt schließen Sie das Longan Nano an (falls nicht schon geschehen) und aktivieren den USB-Kommunikationsmodus.

Ein Klick auf das ebenfalls schon erwähnte Pfeilsymbol startet den Flash-Vorgang, der einige Sekunden dauert – im Terminalfenster erscheint eine Fortschrittsanzeige sowie danach eine Fehlermeldung zu einer fehlenden digitalen Signatur, die Sie jedoch ignorieren können.

Das Longan Nano wechselt nach dem erfolgreichen Flash-Vorgang automatisch in den Betriebsmodus, führt einen Reset aus und dann den neuen Code. Das Beispielprojekt lässt nun lediglich die Onboard-LED oberhalb von Pin A1 blinken.

Das ebenfalls als Beispiel verfügbare Projekt „arduino-blink" unterscheidet sich vom ersten dadurch, dass es in C++ geschrieben ist und eine Arduino-Bibliothek für den GD32V-Chip einbindet.



Bei den einfachsten Code-Beispielen für den Longan Nano muss man lediglich via PIO in der Datei platformio.ini eine Zeile für das „upload_protocol" hinzufügen.

Video-Beispiel

Deutlich komplexer als die Blink-Beispiele ist ein Projekt, bei dem das Display des Longan Nano zuerst das Logo der Firma Sipeed und anschließend den Zeichentrickfilm „Bad Apple" zeigt. Das ist deshalb interessant, weil es mehrere komplexere I/O-Funktionen vorführt, die Sie für eigene Projekte nutzen können. So wird einerseits der MicroSD-Reader eingebunden und andererseits das LC-Display, letzteres per SPI. In der LCD-Library stecken auch Fonts, um Buchstaben auf dem Mini-Display ausgeben zu können. Um die MicroSD-Karte lesen zu können, gehört ein FAT16-Treiber zum Code-Beispiel.

Die auf Chinesisch geschriebene Anleitung zum Video-Codebeispiel lässt sich mit Google Translate verständlich übersetzen. Im Code selbst sind leider auch zahlreiche chinesische Kommentare – trotzdem ist das Beispiel hilfreich. So lernt

man etwa, dass der GD32V die 160 × 80 Pixel großen Bilder in je zwei Streifen mit 160 × 40 Pixeln aufteilt, die er nacheinander per SPI ans Display sendet.

Der GD32V-Chip kann allerdings nicht etwa direkt Bitmap-Dateien oder gar Videos lesen, sondern nur ein besonderes Binärformat. Beispiele dafür liegen ebenfalls auf GitHub: das erwähnte Firmenlogo in der Datei logo.bin und das Video in bmp.bin.

Das Beispielprogramm zeigt zunächst für 1,5 Sekunden die Bilddatei logo.bin und anschließend die 2190 Bilder aus der Datei bmp.bin wie ein Video an. Um das auszuprobieren, brauchen Sie eine MicroSD-Speicherkarte, einen Kartenleser und die oben erwähnte Git-Installation im System. Kopieren Sie das unter ct.de/y1t8 verlinkte Beispiel zuerst per git clone ins aktuell ausgewählte Verzeichnis. Dazu rufen Sie in VSCode mit der Tastenkombination Strg + Umschalt + P eine Eingabeaufforderung auf, an der Sie „git clone“ eintippen. VSCode fragt nun die URL ab und kopiert die Daten anschließend.

Im Unterverzeichnis „put_into_tf_card“ finden Sie nun die Dateien, die Sie ins Wurzelverzeichnis der MicroSD-Karte schreiben. Dann stecken Sie sie in den Reader unten am Longan. Der Quellcode braucht keine Anpassungen, aber die Datei platformio.ini: Auch hier fehlt die Zeile „upload_protocol = dfu“.

Nun wiederholen Sie die Schritte Kompilieren (Häkchen) – Longan in USB-DFU-Modus schalten (Taster drücken) – Firmware per USB schreiben (Pfeilsymbol). Nach einer kleinen Pause zeigt das Display dann kurz das Logo und anschließend das Filmchen.

Eigenes Video

Das erläuterte Beispielprogramm spielt mit einer minimalen Änderung auch eigene Bilder und „Videos“ ab, wenn Sie diese im passenden Dateiformat sowie mit den Namen logo.bin und bmp.bin auf die MicroSD-Karte schreiben. Sipeed stellt ein Python-Skript bereit (siehe ct.de/y1t8), das Bitmap-Dateien ins passende Format umwandelt.

Bilder müssen Sie zunächst mit einer Bildbearbeitung wie IrfanView auf 160 × 80 Pixel beschneiden oder skalieren und als BMP-Dateien mit 24 Bit Farbtiefe abspeichern. Ein eigenes Video wandeln Sie zuerst in eine Serie von BMP-Screenshots mit ebenfalls 160 × 80 Pixeln um; das klappt mit PotPlayer, die nötigen Einstellungen finden Sie via ct.de/y1t8. Anschließend müssen Sie per Batch-Nachbearbeitung etwa per IrfanView oder XnviewMP alle BMP-Dateien auf 24 Bit Farbtiefe umrechnen. Zuletzt verpackt das Python-Skript bmp2hex die Bitmaps in Dateien mit der Endung .bin.

Wir haben es mit dem c’t-Logo und einem 16-Sekunden-Video aus 344 Bildern (24 Frames pro Sekunde) ausprobiert. Am Sourcecode in main.c war nur eine einzige Änderung nötig, nämlich beim Frame-Zähler (343 statt 2189).

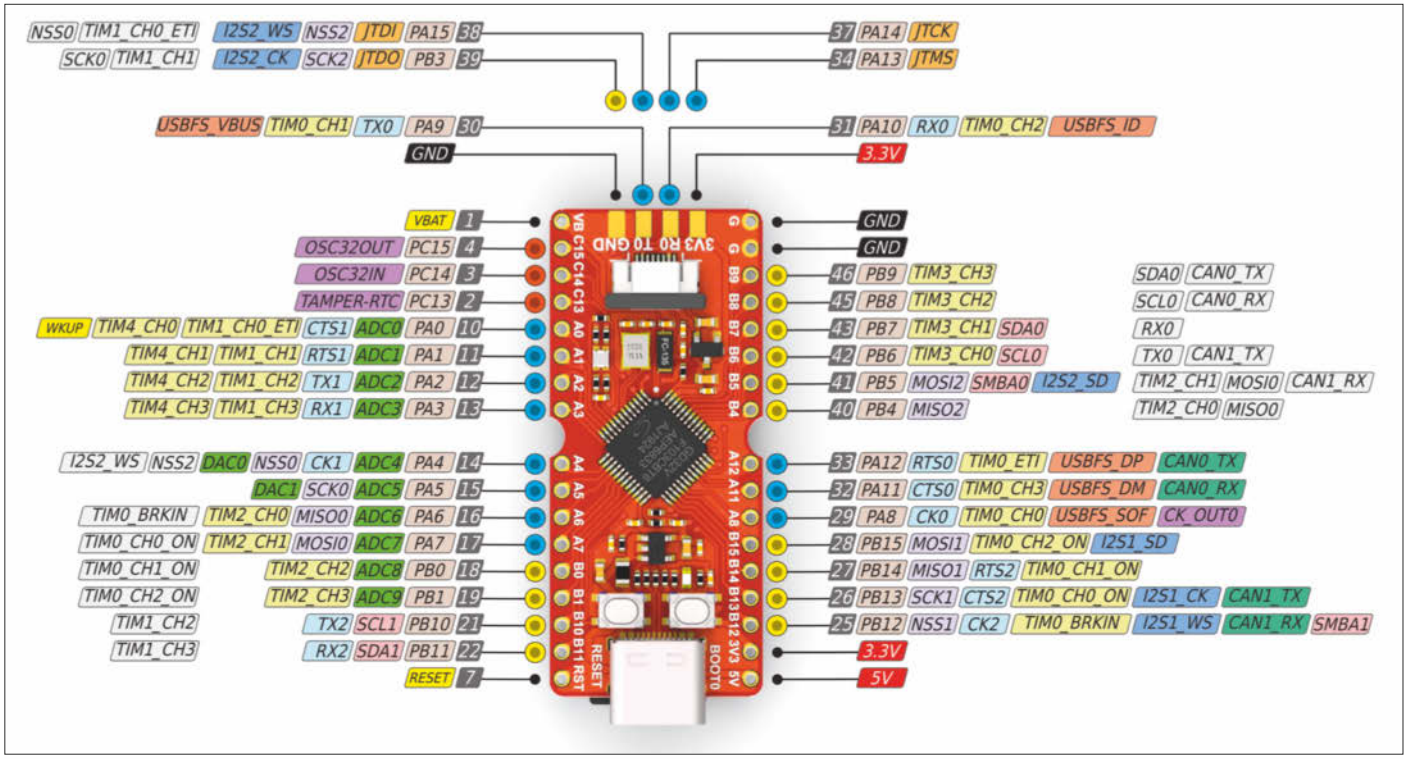
Für Experimentierfreudige

Das Sipeed Longan Nano ermöglicht praktische Experimente mit einem günstigen RISC-V-Chip. Vorteile im Vergleich zu einem Arduino Nano dürften sich aber nur in wenigen Projekten ergeben. Außerdem lässt sich das Longan Nano bisher noch weitaus umständlicher programmieren als ein Arduino. Das liegt auch an der unvollständigen und über mehrere Webseiten verteilten Dokumentation, teils in chinesischer Sprache. Die verfügbaren Programmierbeispiele wirken wie mit der heißen Nadel gestrickt. Der RISC-V-Erstkontakt kostet aber nicht viel und beweist, dass die offene Technik funktioniert. *(ciw@ct.de)* c't

Literatur

[1] Christof Windeck, Flexiprozessor, Das Potenzial von RISC-V-Prozessoren, c’t 19/2019, S. 134

PlatformIO, Beispielprojekte: ct.de/y1t8



Die Anschlusspins des Longan Nano lassen sich als zahlreiche unterschiedliche Schnittstellen konfigurieren und vertragen maximal 3,6 Volt.

Heimarbeit

Eigene Runner für GitHub Actions einrichten

Wer komplexe Projekte in GitHubs Actions umsetzen will, sprengt schnell die Rechenzeit-Kontingente. Das gilt besonders für Jobs auf macOS-Systemen. Runner auf eigener Hardware schaffen Abhilfe.

Von Merlin Schumacher

Ein großes Software-Projekt? Binaries für ARM? Eine iOS-App? Für diese Aufgaben ist GitHubs neue Funktion Actions bestens geeignet [1]. Das sind die Fälle, in denen GitHubs Actions schnell an seine Grenzen stößt: Die für private Repositorys enthaltenen Minuten sind rasch aufgebraucht, Umgebungen auf ARM-Basis bietet GitHub selbst nicht an und die Anzahl der macOS-Jobs ist mager. Mit eigenen Runnern, also Rechnern, auf denen Actions-Jobs laufen können, umschifft man das Problem. Wer in seinen Projekten proprietäre Abhängigkeiten oder Testdaten verwendet, die nur intern bereitstehen, und trotzdem Actions einsetzen will, kann diese in den Runnern nutzen. Wenn man etwa ein paar überzüchtete Server im Schrank hat, die Däumchen drehen, kann man diese effizient nutzen und spart so vielleicht ein bisschen Geld. Oder man nimmt den Entwicklungsrechner, denn auf dem ist ohnehin schon alles Nötige installiert.

Die selbst gehosteten Runner können im Grunde all das ausführen, was auch GitHubs Runner in der Cloud können – wenn man die notwendige Software installiert hat. Als Betriebssysteme unterstützt GitHub Windows mit 64 Bit, macOS ab 10.13 und gängige Linux-Distributionen. Eine vollständige Liste finden Sie im Kasten auf Seite 151. Die Runner-Software läuft unter Linux nicht nur auf x86-CPUs, sondern auch auf ARM und ARM64. Für Raspi-Freunde erfreulich: Sie funktioniert auch auf dem nicht von GitHub unterstützten Raspbian.

Es gibt nur einen wichtigen Fallstrick beim Betrieb: Man sollte eigene Runner nur mit privaten Repositorys benutzen. Denn jeder, der einen Pull-Request für das eigene Repository einreicht, kann darüber beliebigen Code ausführen. Zwar läuft der Actions-Code innerhalb einer Sandbox, aber die ist auch kein Allheilmittel. Bei GitHubs Cloud-Servern ist das egal, denn die werden bei Bedarf erzeugt und am Ende rückstandslos vernichtet. Ob darin Exploits, Hacks oder Kryptominer laufen, ist GitHubs Problem. Laufen die Jobs auf Ihren Servern, ist es aber an Ihnen, diese Gefahren einzudämmen.

Die Runner fangen auch in GitHubs Cloud nicht bei null an. Zwar sind keine Nutzerdaten drauf, aber allerhand Entwicklungswerkzeuge, Compiler, Systemtools und weitere Helferlein. GitHubs Installationsskript für eigene Runner stellt nur das Nötigste zum Ausführen der Jobs bereit – nicht mehr und nicht weniger. Alle Werkzeuge, die Sie für Ihre Workflows brauchen, müssen Sie noch installieren. Brauchen Sie Docker, NPM und GCC? Dann müssen diese auf dem Runner installiert sein und funktionieren, sonst schlagen Ihre Jobs fehl. Das Ausführen von externen Actions ist kein Problem, da sie aus den zugehörigen öffentlichen GitHub-Repositorys geklont werden.

```
--------------------------------------------------------------------------------
|        ____ _ _   _   _       _          _     _                            |
|       / ___(_) |_| | | |_   _| |__      / \   ___| |_(_) ___  _ __  ___      |
|      | |  _| | __| |_| | | | | '_ \    / _ \ / __| __| |/ _ \| '_ \/ __|     |
|      | |_| | | |_|  _  | |_| | |_) |  / ___ \ (__| |_| | (_) | | | \__ \     |
|       \____|_|\__|_| |_|\__,_|_.__/  /_/   \_\___|\__|_|\___/|_| |_|___/     |
|                                                                              |
|                      Self-hosted runner registration                         |
|                                                                              |
--------------------------------------------------------------------------------

# Authentication


√ Connected to GitHub

# Runner Registration

Enter the name of runner: [press Enter for fuckup]

√ Runner successfully added
√ Runner connection is good

# Runner settings

Enter name of work folder: [press Enter for _work]

√ Settings Saved.

INSERT  merlin  ~  dev  actions-runner  ./run.sh

√ Connected to GitHub

2019-12-06 15:01:49Z: Listening for Jobs
2019-12-06 15:01:54Z: Running job: build (12)
2019-12-06 15:15:38Z: Job build (12) completed with result: Succeeded
2019-12-06 15:15:42Z: Running job: build (10)
2019-12-06 15:16:00Z: Job build (10) completed with result: Failed
2019-12-06 15:16:04Z: Running job: build (12)
```

Mit eigenen Runnern hat man volle Kontrolle über die Umgebung, in der Actions Jobs laufen.

Einrichtung

Um eigene Runner hinzuzufügen, sind für jedes Betriebssystem prinzipiell die gleichen Handgriffe auszuführen. Sie unterscheiden sich nur in Details. Wechseln Sie in Ihrem bereits mit Actions eingerichteten Repository in „Settings/Actions“. Dort finden Sie unten den Abschnitt „Self-hosted runners“. Klicken Sie auf den Knopf „Add runner“. In dem folgenden kleinen Dialogfenster können Sie einen von drei Reitern für das gewünschte Betriebssystem anklicken und sehen eine Liste von Befehlen. Im Linux-Reiter können Sie noch die CPU-Architektur wechseln.

Arbeiten Sie die Befehle der Reihe nach ab, indem Sie sie in das Terminal oder die Powershell einfügen und ausführen. Dafür sind übrigens keine administrativen Rechte nötig. Im ersten Block erzeugen Sie nur ein Arbeitsverzeichnis für Actions, laden den aktuellen Runner-Dienst herunter und entpacken ihn. Mit

Unterstützte Betriebssysteme für eigene Runner

Linux
Red Hat Enterprise Linux 7
CentOS 7
Oracle Linux 7
Fedora 29 oder aktueller
Debian 9 oder aktueller
Ubuntu 16.04 oder aktueller
Linux Mint 18 oder aktueller
openSUSE 15 oder aktueller
SUSE Enterprise Linux 12 SP2 oder aktueller

Windows
Windows 7 64-bit
Windows 8.1 64-bit
Windows 10 64-bit
Windows Server 2012 R2 64-bit
Windows Server 2016 64-bit
Windows Server 2019 64-bit

macOS
macOS 10.13 (High Sierra) oder aktueller

dem Aufruf von `config.sh` respektive `config.cmd` koppeln Sie den Runner an das Repository. Achten Sie darauf, dass Sie das Token am Ende des Befehls richtig übernommen haben. Bei der Einrichtung fragt das Kommando noch nach einem Namen für den Runner. Geben Sie hier eine eindeutige Bezeichnung für den Runner ein, damit Sie später den Überblick behalten. Dann geben Sie noch das Arbeitsverzeichnis für die Jobs an. Die Vorgabe `_work` ist meist eine gute Wahl. Unter Windows fragt das Skript außerdem, ob der Runner als Systemdienst arbeiten soll. Bei unserem Test schlug das fehl.

Unter macOS und Linux können Sie mit dem Skript `svc.sh` einen Systemdienst erzeugen, der automatisch startet. Mit `svc.sh install` installieren Sie den Dienst und `svc.sh start` aktiviert ihn. Die Parameter `stop` und `uninstall` stoppen oder deinstallieren ihn. Für die ersten Experimente sollten Sie jedoch einfach `run.sh` respektive `run.cmd` ausführen. Dadurch können Sie auch einsehen, wann GitHubs-Job-Scheduler eine Aufgabe an den Runner schickt.

Workflows anpassen

Damit die aus den Workflows entstandenen Jobs auch auf Ihren eigenen Maschinen laufen, müssen Sie diese Workflows anpassen. Suchen Sie in Ihrem Workflow die mit `runs_on:` beginnende Zeile und tragen Sie dort statt der bisherigen Plattform `self-hosted` ein. GitHub trägt dann alle zukünftigen Jobs einem beliebigen Ihrer Rechner auf. Haben Sie Jobs, die nur von macOS-Maschinen ausgeführt werden sollen, tragen Sie `[self-hosted, macos]` ein. Um Aufgaben ausschließlich an Linux auf ARM-Maschinen zu delegieren, lautet der Parameter `[self-hosted, linux, ARM]`. Leider ist es nicht möglich, GitHubs Runner und eigene zu kombinieren. Man kann also nicht etwa die fünf möglichen macOS-Jobs von GitHub mitnehmen und noch fünf weitere selber hosten.

Haben Sie die Datei angepasst, sollte der erste Job an den Runner gehen. Das kann manchmal ein paar Minuten dauern. In der Ausgabe des Terminals werden Sie nur sehen, dass ein Job läuft und ob er erfolgreich war oder fehlschlug. Die detaillierten Ausgaben finden Sie wie bisher auch im Actions-Reiter im Repository. Haben Sie einen Workflow erzeugt, der regelmäßig läuft, stellen Sie sicher, dass die Runner durchgehend in Betrieb sind. Wenn nicht, sammeln sich möglicherweise Hunderte von Jobs an, die dann alle nachgeholt werden wollen und das kann lange dauern. Leider erlaubt GitHub das Leeren einer Job-Warteschlange noch nicht und man müsste alle Jobs von Hand abbrechen.

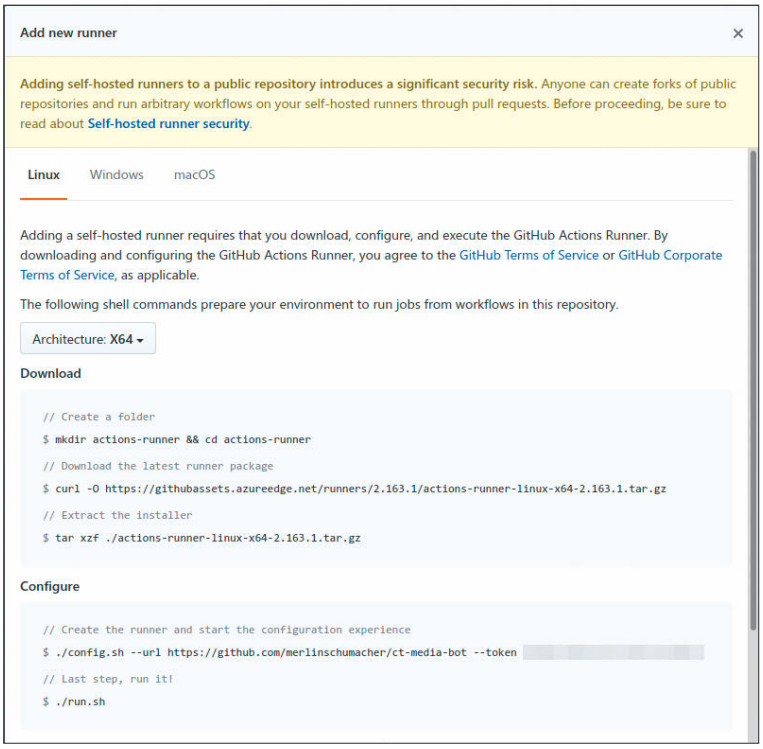
Einschränkungen

Für große Massen von Runnern reicht die Infrastruktur noch nicht. Bisher kann man keine Runner automatisch per API einbinden und so Jobs dynamisch verteilen. Auch sieht GitHub nicht vor, einen Pool von Runnern für eine ganze Organisation bereitzustellen. Wenn das ginge, wäre das Feature für Unternehmen noch erheblich attraktiver. Es könnte aber auch dafür sorgen, dass Firmen sich öfter gegen kostenpflichtige GitHub-Accounts entscheiden, denn ein paar Rechner, die mal eben Jobs ausführen können, hat man sicher noch herumstehen. *(mls@ct.de)* c't

Literatur

[1] Merlin Schumacher, Und Actions!, Erste Schritte mit GitHubs CI/CD-Werkzeug Actions, c't 25/2019, S. 164

Dokumentation: ct.de/y6yq



Die Einrichtung eigener Runner ist mit ein paar Kommandozeilenbefehlen erledigt. Die Schritte unterscheiden sich kaum für Linux, Windows und macOS.

Bild: Albert Hulm

Drahtlos lesen

Apps, MP3-Player und Kopfhörer für Hörbücher im MP3-Format

Will man Hörbücher unterwegs konsumieren, waren bis vor einiger Zeit MP3-Player das Mittel der Wahl. Doch gute MP3-Player sind vom Aussterben bedroht, sodass der Umzug aufs Smartphone ansteht. Das ist nicht trivial, denn Hörbücher stellen andere Ansprüche an Geräte, Apps und Kopfhörer als Musik.

Von Bodo Thevissen

Ein gutes Buch hat man nicht immer zur Hand. Bei einem Hörbuch gelingt dies dank der digitalen Begleiter deutlich leichter. Im Unterschied zum gedruckten Buch konsumiert man Hörbücher auch nebenher, sei es beim Autofahren, Sport, Hausputz oder mit Einschränkungen sogar beim Arbeiten. Und ein guter Sprecher veredelt so manche Vorlage sogar zu einem besseren Erlebnis als das Buch.

Die Auswahl der Abspielsoftware hängt stark davon ab, woher man seine Hörbücher bezieht. Die meisten MP3-Player und Apps kommen mit MP3-Dateien oder ähnlichen Formaten zurecht. Diese kann man legal von gekauften CDs rippen oder bei vielen Online-Verkäufern auch direkt herunterladen. Nachteil des Kaufs auf CD ist, dass viele Hörbücher nur gekürzt produziert werden.

Legal und kostenlos sind hingegen Hobbyprojekte oder dank abgelaufenem Urheberrecht kostenlose Werke. Letztere findet man zum Beispiel auf vorleser.net.

Ab aufs Gerät

Damit Sie Ihre MP3-Dateien hören können, müssen diese erst einmal den Weg aufs Gerät finden. Liegen die Hörbücher auf CDs vor, muss man sie zuerst von dort rippen und in das gewünschte Format umwandeln. Unter Windows geht das zum Beispiel mit dem hauseigenen Windows Media Player. Ist er nicht installiert, können Sie ihn unter „Einstellungen/Apps/Apps&Features/Optionale Features/Feature hinzufügen“ nachinstallieren. Stellen Sie unter Kopiereinstellungen und Format zuerst MP3 und dann die gewünschte Bitrate ein. Leider unterstützt der Media Player nur konstante Bitraten (CBR), was zu größeren MP3-Dateien führt. Er fügt immerhin die ID3-Tags ein, falls sie im Internet zu finden sind, und legt die Dateien in sinnvollen Ordnerstrukturen ab. Nacharbeit ist höchstens nötig, wenn man seine alte Sammlung an diese Gegebenheiten anpassen möchte.

Als Alternative rippt das kostenlose Tool CDEx zusätzlich in variablen Bitraten, zudem ist es auch als portable Version erhältlich und bietet viele Optionen zum Konfigurieren von Datei- und Ordnernamen.

Unter macOS sind das vorinstallierte Apple Music beziehungsweise der Vorgänger iTunes gute Ripper mit ebenfalls sinnvollen Ordnern und vollständigen ID3-Tags.

Nun kopiert man die MP3-Dateien aufs Gerät. Dazu schließt man es per USB an den PC an. Android-Geräte schaltet man im dann erscheinenden Benachrichtigungsmenü vom Lademodus auf Dateiübertragung oder MTP, worauf es im Windows Explorer erscheint. Nun kopieren Sie die Dateien ins Stammverzeichnis der Hörbuch-App, meist entweder im Hauptverzeichnis des Handys zu finden, unter /Android/data/<App-Name> oder /Android/media/<App-Name>. Möchten Sie die Hörbücher (testweise) in mehreren Apps abspielen oder haben Sie eine MicroSD-Karte eingesetzt, können Sie aber auch selbst einen Ordner an beliebiger Stelle anlegen; die meisten Apps finden die Hörbücher auch dort.

Falls Sie auch MP3-Musik auf Ihrem Handy hören, tauchen nun womöglich die Hörbücher in der Musik-App auf. Um das zu verhindern, legen Sie eine leere Datei namens .nomedia ins Stammverzeichnis der Hörbücher – Android stoppt dann dort und in den Unterverzeichnissen die automatische Medienindexierung.

Auf iOS sieht die Sache etwas anders aus. Mangels direkten Zugriffs auf Dateiebene übernehmen die Hörbuch-Apps das Kopieren der MP3-Dateien. Die meisten Apps bieten dazu verschiedene gut dokumentierte Wege an.

Rockbox rockt MP3-Player

Wenn Sie noch einen MP3-Player haben, können Sie auch den für die Hörbücher nutzen. Sie sind viel kleiner und leichter als Smartphones, zudem unterbricht nicht ständig das Gedudel von WhatsApp & Co. das Hörvergnügen. Zum Aufspielen der Dateien schließen Sie ihn einfach an den PC an und kopieren drauflos.

Hörbücher stellen allerdings besondere Anforderungen an die MP3-Player, vor allem das Setzen von Lesezeichen und der Wechsel zwischen mehreren Hörbüchern ohne Verlust der Lesezeichen. Das beherrschen nur wenige billige und nicht einmal alle teuren MP3-Player.

Ein Garant für eine gute Bedienung sind Geräte, die von der alternativen Firmware Rockbox (siehe ct.de/yybk) unterstützt werden. Das Open-Source-Projekt lässt bei den Musikfunktionen keine Wünsche offen. Für Hörbücher aktiviert man die Option, dass beim Stoppen der Wiedergabe automatisch ein Lesezeichen angelegt wird. Dann ist ein Wechsel des zu hörenden Buchs problemlos möglich und Rockbox wird zum luxuriösen und angenehmen Hörbuch-Abspieler.

Rockbox unterstützt etwa 40 verschiedene MP3-Player – von denen allerdings nur noch der Sansa Fuze+ lieferbar ist. Für weitere 40 Player befindet sich Rockbox in Entwicklung.

Hörbuch-Apps

Auch die vorinstallierten MP3-Player der Smartphones eignen sich im Allgemeinen nicht gut für Hörbücher; besser sieht man sich nach alternativen Apps um. Die wohl wichtigste Anforderung ist, dass man nach einer Pause oder nach dem Wechsel zwischen Hörbüchern die zuletzt gehörte Stelle ohne umständliches Suchen wiederfindet. Dazu benötigen die Apps eine gute Lesezeichenverwaltung, automatisch, manuell oder am besten beides.

Wichtig ist auch, dass die Tracks in der richtigen Reihenfolge abgespielt werden. Eine rein alphabetische Sortierung würde beispielsweise die Tracks 10 bis 19 nicht nach Track 9, sondern zwischen 1 und 2 abspielen. Falls die App derart patzt, kann man sich immerhin selbst behelfen, indem man die Tracknummern im Dateinamen mit führenden Nullen auffüllt – oder von der Ripper-Software auffüllen lässt. Besitzt man kopiergeschützte Hörbücher, ist wichtig, dass die App mit dem DRM umgehen kann.

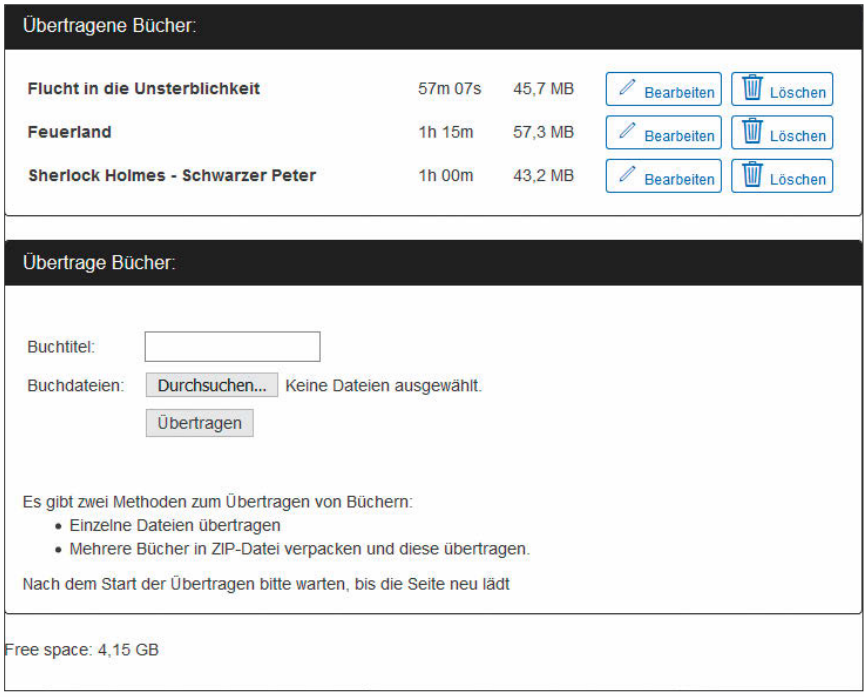
Schnell- und Langsamhörer freuen sich über eine einstellbare Abspielgeschwindigkeit, ohne dass die Stimmen dabei piepsig oder brummelig werden. Besonders ungeduldige Hörer mögen sogar Sprechpausen automatisch herausschneiden lassen. Das alles klingt aber naturgemäß sonderbar und ist dem Hörgenuss nicht unbedingt zuträglich.

Wer gerne im Bett hört, profitiert von einer automatischen Abschaltung nach einer einstellbaren Zeit. Das verkürzt am nächsten Tag die Suche nach dem zuletzt gehörten Kapitel.

App-Empfehlungen

Unter Android besticht der **Smart AudioBook Player** mit über 1 Million Installationen, großer Funktionsvielfalt und aufgeräumter Oberfläche. Der ukrainische Autor pflegt die App zuverlässig und freundlich. Wer die 2 Euro für die Vollversion scheut, wird mit der kostenlosen Version kaum etwas vermissen, weil keine zentralen Funktionen gesperrt sind.

Auch der aus Deutschland stammende **Voice Hörbuch Player** macht unter Android eine sehr gute Figur. Alle wichtigen Funktionen sind vorhanden und die Oberfläche ist übersichtlich. Besonderes Schmankerl ist, dass die Software Open Source und kos-



Der MP3 Audiobook Player betreibt viel Aufwand, um das Hochladen von Hörbüchern unter iOS zu realisieren.

tenlos ist. Größtes Manko ist die fehlende Chronik, die aber nicht für jeden wichtig ist. Alles andere, was das Herz des Hörbuchhörers begehrt, ist vorhanden.

Unter iOS glänzt der 3,49 Euro teure **MP3 Audiobook Player**. Die App ist auf Deutsch verfügbar, verfügt über alle wichtigen Funktionen und ist intuitiv bedienbar. Sie lässt sich zwar kostenlos testen, doch elementare Funktionen fehlen und auch die Werbung nervt schnell. Auf vier Wegen bekommt man die Hörbücher aufs iOS-Gerät: iTunes, WLAN, WebDav und der Umweg über Cloud-Dienste. Letzteres dauert natürlich spürbar länger und verursacht einigen sinnlosen Traffic. Als Besonderheit synchronisiert sie Hörpositionen zwischen verschiedenen iOS-Geräten, sodass man morgens auf dem iPhone dort weiterhört, wo man abends auf dem iPad eingeschlafen ist – das haben wir bei keiner anderen Hörbuch-App gefunden.

ANC und Bluetooth

Hörbücher stellen auch an Kopfhörer und Lautsprecher spezielle Anforderungen. Möchte man per Bluetooth-Kopfhörer oder -Lautsprecher hören, lauert sowohl unter Android als auch unter iOS ein unerwarteter Fallstrick: Etliche Bluetooth-Geräte schalten sich zum Stromsparen sofort ab, wenn sie Stille abspielen. Beim nächsten Geräusch benötigen sie dann eine kurze Zeit, um sich wieder einzuschalten – bei Musik oder Hörspielen kein so großes Problem. Doch bei Hörbüchern gehen oft essenzielle Informationen verloren, wenn an jedem Satzanfang nach Sprechpausen einige Silben oder Wörter fehlen.

Bei manchen Bluetooth-Geräten kann man diese Abschaltung in ihrer Companion-App beeinflussen. Falls nicht, beherrscht die Android-App **Smart AudioBook Player** den Trick, Hörbücher mit einem leichten Grundrauschen zu überlagern, was die automatische Abschaltung verhindert. Hilft alles nichts, eignet sich das Bluetooth-Gerät nicht für Hörbücher.

Ein großes Thema bei Kopfhörern ist Active Noise Cancellation – also die aktive Unterdrückung von Umgebungsgeräuschen. Ohne ANC neigt man dazu, den äußeren Lärm etwa im Zug oder Flugzeug durch eine erhöhte Abspiellautstärke zu übertünchen. Bei Musik funktioniert das halbwegs, auch wenn man so den Stress für Ohren und Gehirn steigert. Bei Hörbüchern hingegen bringt die höhere Lautstärke aufgrund der Sprechpausen und des geringen Frequenzumfangs nichts. Hier hilft ANC ungemein, sofern es sauber umgesetzt ist und keine neuen Störgeräusche wie pumpendes Rauschen erzeugt. Alternativ nutzt man geschlossene Kopfhörer, doch deren Geräuschdämmung schlägt manchmal ins Gegenteil um, weil die Kopfhörerschale einen Resonanzkörper bildet. So mutiert möglicherweise das Rauschen im Flugzeug zu einem unangenehmen Brummen.

Kabelsalat oder Funksalat

Die übrigen Überlegungen sind die gleichen wie bei Musik: Kabelkopfhörer haben nie leere Akkus und platzieren ihre Bedienknöpfe in vernünftiger Reichweite – sind aber Stolperfallen und verheddern sich quasi zwangsläufig. Zudem hat nicht mehr jedes Smartphone eine Klinkenbuchse. Bluetooth-Kopfhörer bieten mehr Freiheiten, doch die Kopplung kann nerven, der Akku kann leer sein, die Verbindung kann abbrechen oder zu schlecht sein. Zudem sind sie schlicht teurer als gleichwertige Kabelkopfhörer.

In puncto Verschleiß geben sich beide Varianten nicht viel, beim einen drohen Kabelbrüche, beim anderen alternde Akkus, bei beiden sollten Hörmuscheln oder Ohrgummis tauschbar sein. Immerhin vereinfacht eine Sache die Auswahl: Im Unterschied zu Musik ist die Audioqualität nicht ganz so wichtig, denn das Abspielen des gesprochenen Wortes ist nicht ganz so anspruchsvoll. Mit etwas Bedacht ist es also möglich, immer und überall die Lektüre seiner Wahl nur ein Tippen entfernt zu haben. *(jow@ct.de)* c't

Literatur

[1] André Kramer, Geschichtenerzähler, Acht Hörbuch-Apps für Android, iOS und Windows 10 im Test, c't 20/2019, S. 100

Rockbox-Firmware: ***ct.de/yybk***

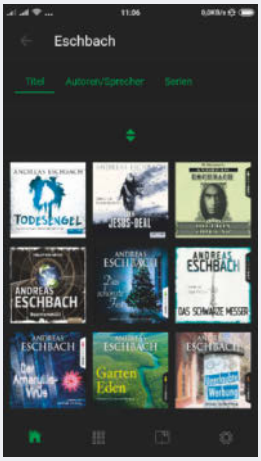
Andere Quellen außer MP3

CDs und MP3-Dateien sind nicht die einzige Quelle für Hörbücher. Sehr kostengünstig ist die **Ausleihe in einer Bibliothek.** Hier erhält man als Mitglied von einer der über 3000 Bibliotheken über die App Onleihe Zugriff auf mehr als 3000 Hörbücher. Sie sind nicht ständig verfügbar, weil sie eventuell von anderen Mitgliedern ausgeliehen sind. Im Allgemeinen sind rund 2000 Hörbücher erhältlich – ein angenehmer Fundus.

Wer eh schon ein **Musik-Streaming-Abo** besitzt, wird dort eventuell schon auf Hörbücher gestoßen sein. Für einen Einstieg in die Welt des Hörbuches sollte die Auswahl allemal reichen. Die perfekt auf Hörbücher abgestimmten Funktionen einer Hörbuch-App darf man von Spotify, Deezer, Tidal & Co. nicht erwarten und bekommt sie auch nicht. Spotify Free reicht übrigens nicht, es sei denn, man hört die Kapitel der Hörbücher bevorzugt in zufälliger Reihenfolge.

Wer eines der Musik-Abos mit der App **Spooks** kombiniert, erhält Zugriff auf rund 23.000 Hörbücher und Hörspiele – unterstützt werden Spotify, Napster, Deezer und Apple Music.

Die größte Auswahl hat man, wenn man Hörbücher direkt beim Verlag oder Online-Anbieter kauft. Weil diese ein großes Interesse daran haben, eine Kundenbindung herzustellen und den Hörer in ihr Ökosystem einzubinden, ist man meist auf die entsprechende App des Händlers oder Verlags festgelegt. Die Amazon-Tochter **Audible** ist hier der größte Anbieter und versucht mit einem Abo für 10 Euro pro Monat zu locken, bei dem man jeden Monat ein beliebiges Buch bekommt – auch wenn dieses mehr als 10 Euro kostet. Ähnlich funktioniert das Abo des deutschen Anbieters **Thalia**. Wer solche Ökosysteme samt vorgegebener App nicht scheut, bekommt hier eine riesige Auswahl mit einfachem Bezahlvorgang. Mehr dazu und zu ähnlichen Diensten finden Sie in [1].



Spooks verwandelt ein Musikabo in ein Hörbuchabo.

Maker Faire®

TECHNOLOGIE. INNOVATION. COMMUNITY.

Where it's cool to be smart

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der Maker Faire, entdecken Sie neue Talente, Ideen und bereichern Sie Ihre Unternehmenskultur.

Die Maker Faires zelebrieren Technologie, Innovation und Community auf eine einmalige Art und Weise. Werden Sie Aussteller und atmen Sie die Unternehmenskultur von morgen!

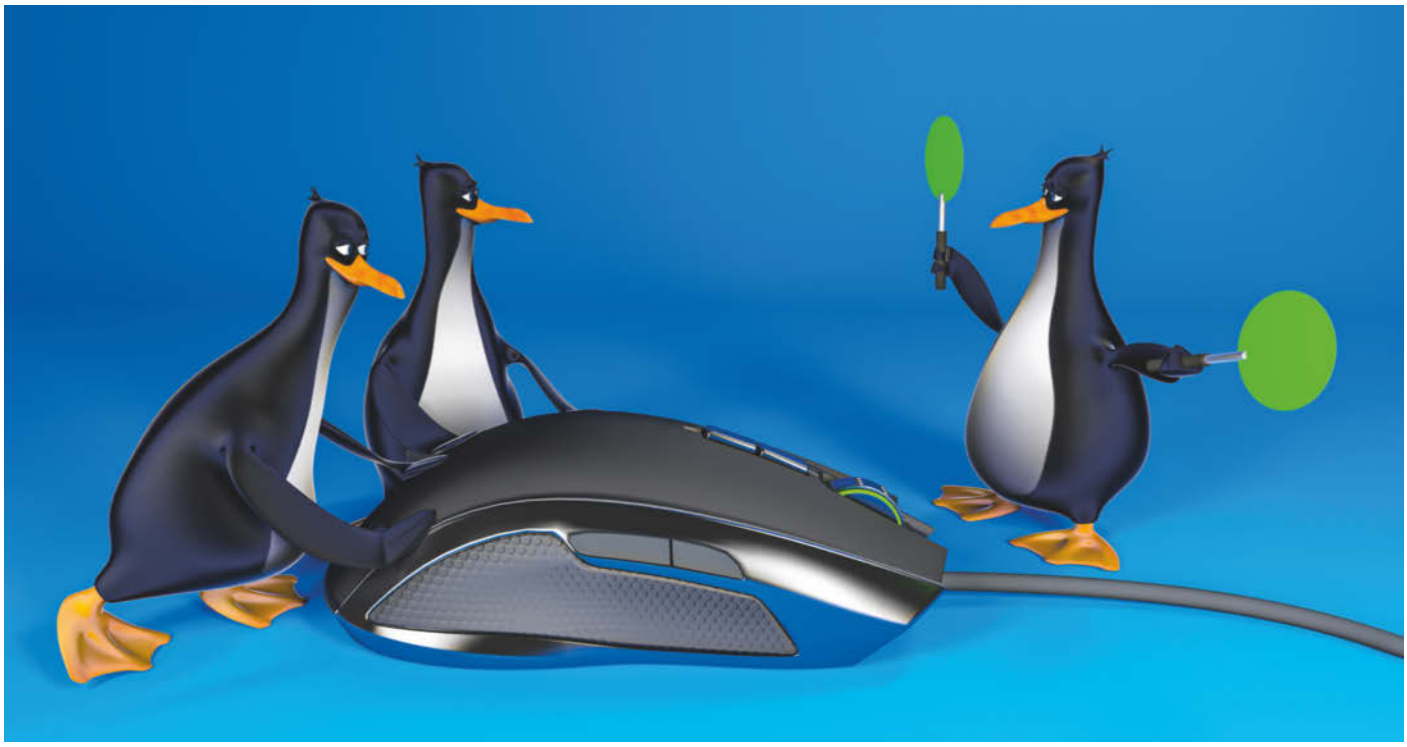
Ihr Ansprechpartner

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

Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller



Die helfende Hand

Linux barrierefrei einrichten für motorische Behinderungen

Linux-Distributionen betonen oft ihre Offenheit und investieren viel Energie, sie für Einsteiger einfacher zu gestalten. Gilt dies auch für Menschen mit Behinderungen? Wir haben untersucht, welche Hilfsmittel Ubuntu mit dem auf Gnome aufbauenden Desktop für Nutzer mit einer motorischen Behinderung bietet und was die in der Praxis taugen.

Von Markus Lemcke und Keywan Tonekaboni

Linux-Distributionen gibt es in unzähligen Variationen für fast jede Zielgruppe, unterschiedlichste Geschmäcker oder Einsatzzwecke. In populären Distributionen wie Ubuntu Desktop oder Fedora gibt es auch diverse Hilfsmittel, die behinderten Menschen die Nutzung erleichtern sollen. Aber lässt sich ein Linux-System auch so weit an die eigenen Bedürfnisse anpassen, dass bei motorischen Behinderungen keine unüberwindbaren Barrieren bleiben?

In Deutschland gibt es laut statistischem Bundesamt 7,8 Millionen schwerbehinderte Menschen (siehe ct.de/yh37). Das ist fast jeder zehnte Mensch in Deutschland. Ungefähr zwei Millionen davon haben eine motorische Behinderung, sind also in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt. Das können fehlende oder verkürzte Gliedmaßen wie Arme sein, eine Lähmung oder auch eine Spastik. Je nach Behinderung können vorgesehene Tastenkombinationen, Drag and Drop oder der schlichte Doppelklick zur schwer überwindbaren Barriere werden.

Wir haben exemplarisch das aktuelle Ubuntu Desktop Linux 19.10 daraufhin getestet, wie gut es für Menschen mit motorischen Einschränkungen bedienbar ist. Für die c't untersuchte Markus Lemcke die vorhandenen Hilfsmittel. Er entwickelt selbst seit vielen Jahren barrierefreie Software und kennt durch seine Spastik die Anforderungen auch aus eigener Erfahrung. Außerdem haben wir eine Gruppe von Menschen mit unterschiedlichen motorischen Behinderungen in den Hannoverschen Werkstätten Ubuntu Desktop ausprobieren lassen, um ihr Feedback zu bekommen.

Ubuntu Desktop ist einer der populärsten Linux-Distributionen und richtet sich an Endanwender ohne Vorkenntnisse. Deshalb haben wir es für einen Test der Barrierefreiheit ausgewählt. Die meisten der folgenden Aussagen treffen auch auf andere Linux-Distributionen zu, die den Gnome-Desktop als grafische Oberfläche verwenden. Der Ubuntu-Desktop ist lediglich ein angepasstes Gnome, wobei der Bereich Barrierefreiheit praktisch unverändert übernommen wird. Ubuntu kann kostenlos heruntergeladen und installiert wer-

den. Bereits der Installer bietet Hilfsmittel an, aber diese richten sich vorwiegend an Sehbehinderte. Neben der Bildschirmtastatur ist nur die Funktion „Tastatur-Optionen“ für diesen Test relevant. Aber im Installer ist weder erklärt, was diese umfasst, noch kann man Details anpassen.

Barrierefreiheit einrichten

Im Ubuntu-Desktop richtet man die Funktionen zur Barrierefreiheit zentral in den Systemeinstellungen ein. Dazu öffnet man über die Aktivitäten-Schaltfläche oben links die Suche und gibt „Zugangshilfen“ ein. In einem unveränderten Gnome sucht man nach „Barrierefreiheit“.

Um schnellen Zugriff auf die Hilfsmittel zu haben, aktiviert man dort das Barrierefreiheit-Menü. Dessen Icon bildet einen stilisierten Menschen ab und befindet sich, wenn eingeschaltet, rechts oben im Desktop-Panel. In diesem Menü können Funktionen, die die Bedienung erleichtern, schnell und jederzeit aktiviert beziehungsweise deaktiviert werden. Es sind nicht alle Funktionen in diesem Menü enthalten, sondern nur zehn von den Entwicklern festgelegte Einträge. Dies ist sinnvoll, weil sonst das Menü unübersichtlich wäre, aber leider nicht individuell anpassbar.

Bedienungshilfen für die Maus

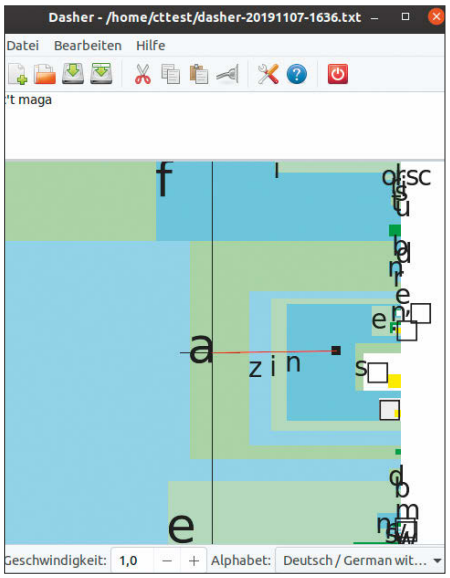
Für Menschen mit motorischen Störungen in den Händen kann es problematisch sein, mit dem Mauszeiger eine Schaltfläche oder einen Menüpunkt gezielt anzuvisieren. Hilfreich ist es bereits, das Tempo des Mauszeigers zu verlangsamen. Die Mausgeschwindigkeit passt man aber nicht unter Zugangshilfen an, sondern verändert diese in den allgemeinen Optionen unter „Geräte/Maus und Tastfeld“. Bei einer niedrigen Mausgeschwindigkeit kontrolliert man leichter, wo genau der Mauszeiger sich hinbewegen soll.

Menschen, die aufgrund einer Behinderung den Computer nur mit einer Hand bedienen, haben Probleme, eine Computermaus oder ein Touchpad zu verwenden, wenn sie gleichzeitig mit der anderen Hand eine Taste drücken müssten oder die Koordination von Ziehen und Klicken nicht klappt. Bei der Behinderung Spastik, einer erhöhten Eigenspannung der Skelettmuskulatur, kann das oft vorkommen. Das bekannte Drag and Drop ist für diese Menschen eine große Hürde.

Scrollt man in den Einstellungen im Abschnitt Zugangshilfen nach ganz unten, findet man unter „Zeigen und Klicken“ Hilfsmittel für die Nutzung der Maus. Darunter ist die Tastaturmaus für Menschen, die eine Computermaus oder ein Mauspad gar nicht bedienen können oder denen es Schwierigkeiten bereitet, die Maustaste gedrückt zu halten und gleichzeitig zu bewegen. Dann stellt es selbst eine Herausforderung dar, den Mauszeiger gezielt an einen bestimmten Punkt auf dem Bildschirm zu steuern. Die Tastaturmaus ist zwar langsamer, dafür aber unempfindlicher und präziser.

Die Tastaturmaus kann nur verwendet werden, wenn die Hardwaretastatur einen Ziffernblock besitzt. Damit die Tastaturmaus funktioniert, muss die Num-Lock-Taste ausgeschaltet sein. Jede Taste auf dem Ziffernblock entspricht einer Richtung, wobei die 5 als Ersatz für die linke Maustaste dient. Im oben erwähnten Barrierefreiheit-Menü kontrolliert man, ob die Tastaturmaus aktiv ist und schaltet die Funktion nach Bedarf ein oder aus. Leider lässt sich die Mauszeigergeschwindigkeit nicht verändern und diese erhöht sich auch nicht, je länger man drückt. Gerade bei großen Bildschirmen dauert es lange, den Mauszeiger an die gewünschte Position zu verschieben.

Die „Doppelklick-Verzögerung“ in den Zugangshilfen beeinflusst, wie viel Zeit zwischen zwei Mausklicks vergehen darf,



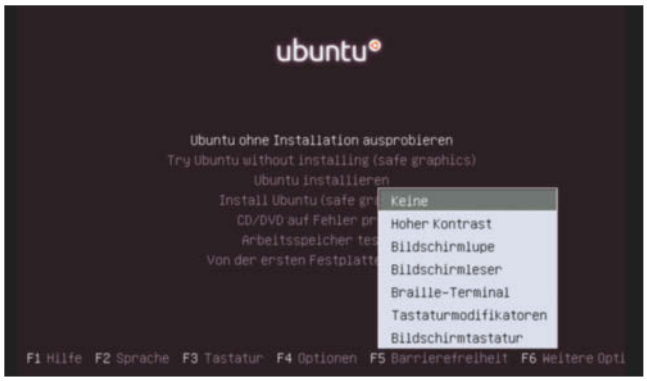
Dasher ist eine Alternative zur Tastatur. Statt zu tippen navigiert man mit dem Mauszeiger durch die Buchstaben, die vom rechten Seitenrand reinfliegen.

damit sie noch immer als Doppelklick erkannt werden. Das hilft, wenn man etwa aufgrund einer spastisch gelähmten Hand Schwierigkeiten hat, schnell zwei Mal hintereinander die gleiche Taste zu drücken.

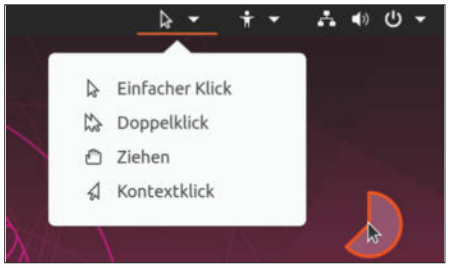
Klickassistent

Für Menschen, die Probleme haben, unterschiedliche Maustasten zu verwenden, hat Gnome eine ausgeklügelte Lösung: Im Klickassistent aktiviert man dazu den „simulierten Kontextklick“. Der landläufig als Rechtsklick bekannte Kontextklick wird durch langes Drücken der primären Maustaste simuliert. Es entsteht dann in einer Animation ein Kreis um den Mauszeiger. Sobald der Kreis vollständig geschlossen ist, löst das Loslassen der Maustaste einen Rechtsklick aus.

Im oben erwähnten Klickassistent gibt es noch eine weitere Einstellungsmöglichkeit für die Computermaus, den „Schwebe-Klick“. Diese hilft Menschen,



Die im Ubuntu-Installer versteckten Zugangshilfen richten sich vor allem an Sehbehinderte. Lediglich die Tastaturmodifikationen und die Bildschirmtastatur sind für motorische Behinderungen relevant.



Der Klickassistent zeichnet einen Kreis um den Mauszeiger. Ist dieser gefüllt, löst er den zuvor gewählten Klick aus.

Der Gnome-Tippassistent bietet diverse Optionen, um Tastenanschläge zu verzögern oder zu ignorieren. Dies erleichtert das Tippen beispielsweise mit einer zittrigen Hand.

die Probleme haben, die Tasten der Computermaus überhaupt zu drücken. Steht die Maus eine Zeitlang still, löst der Klickassistent von sich aus einen Mausklick aus. In einem Menü im oberen Panel wählt man aus, welche Art von Klick ausgelöst werden soll. Wenn zum Beispiel Kontextklick ausgewählt wurde, wird die Maus einen solchen auslösen, sobald der Mauszeiger mehrere Sekunden an einer Stelle schwebt. Zur Auswahl stehen Einfach-, Doppel- und Kontextklick sowie Ziehen. Die Zeit wird wieder durch die Kreis-Animation signalisiert. Bevor erneut ein Klick ausgelöst wird, muss man die Maus wieder ein wenig bewegen.

Bedienungshilfen für die Tastatur

Wer Probleme mit einer Standard-Tastatur hat, kann beispielsweise eine Großtasten-Tastatur erwerben. Diese sind aber nicht immer einsetzbar. Bei einem Laptop möchte man diese vielleicht nicht immer mitschleppen und an fremden Rechnern, wie in der Universität, ist sie erst gar nicht vorhanden beziehungsweise man darf sie nicht anschließen. Eine Alternative ist die Bildschirmtastatur in Ubuntu. Die ist auch interessant für Menschen, die aufgrund von einer motorischen Einschränkung in den Händen keine herkömmliche Tastatur verwenden können.

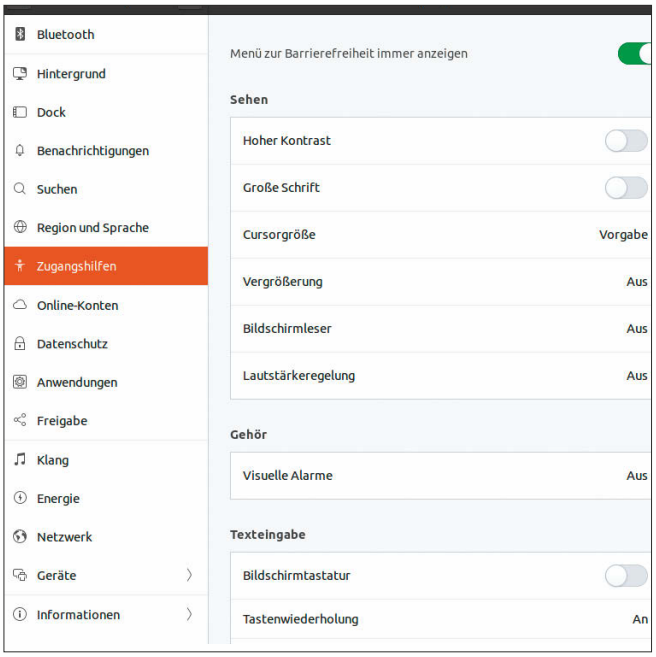
Die Bildschirmtastatur schaltet man in den Einstellungen im Abschnitt Zugangshilfen/Texteingabe ein. Ist sie aktiv, dann öffnet sich bei einem Klick in ein Textfeld die Bildschirmtastatur von alleine am unteren Rand des Bildschirms. Sie ähnelt jener von Mobilgeräten, denn sie wurde für den Einsatz auf Tablet-PCs optimiert. Man kann die Sprache und Tastenbelegung wechseln und Sonderzeichen hinzufügen, aber es gibt keine Pfeiltasten und keine Taste für den Tabulator.

Um die Bildschirmtastatur vorübergehend auszublenden, klickt man auf die Taste mit dem Pfeil nach unten. Die Tastatur wird automatisch wieder angezeigt, sobald eine Eingabe von Buchstaben oder Zahlen erforderlich ist. Das Schreiben mit der Bildschirmtastatur funktioniert in der Praxis sehr gut. In den gängigen Programmen wie zum Beispiel LibreOffice erscheint die Bildschirmtastatur zuverlässig. Die Tasten haben eine gute Größe und einen ausreichenden Abstand. Eine Funktion verschiebt Fenster, falls die Bildschirmtastatur die Texteingabe verdeckt. Das klappt aber nicht so zuverlässig; insbesondere bei maximierten Fenstern springen diese hin und her oder der Text bleibt verdeckt. Dann hilft nur noch, die Fenster von Hand zu verkleinern. Ärgerlich ist das Fehlen der Pfeil- und Tabulator-Tasten. Was der Bildschirmtastatur zudem fehlt, sind Wortvorschläge, wie es die Pendants auf Mobilgeräten anbieten.

Tippen ohne Tasten

Eine Alternative zur Bildschirmtastatur ist das Programm Dasher (siehe Bild auf S. 157 oben). Dieses Programm ist für Menschen gedacht, die den Computer mit Joystick, Mundmaus oder Eyetracker bedienen. Um Dasher zu verwenden, installiert man es über den App-Store Ubuntu-Software. Möglich ist auch die Installation im Terminal. Dazu geben Sie dort `sudo apt install dasher` ein.

Nach dem ersten Start von Dasher ändert man zunächst die Sprache auf Deutsch. Dazu klickt man auf die Drop-Down-Liste neben „Alphabet“ und dann auf „More Alphabets...“. Das Hauptfenster von Dasher besteht aus einem kleinen Textfeld im oberen Teil und eine Art Fadenkreuz im unteren Teil. Bewegt man den Mauszeiger nach rechts, wandern Buchstaben in farbigen Kästchen in Richtung des Zeigers. Sie sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert. Man wählt einen Buchstaben aus, indem man den Mauszeiger in dessen Richtung bewegt. Buchstaben in der Mitte werden größer, während die Buchstaben an den Rändern klein sind und ausgeblendet werden. Den nächsten Buchstaben wählt man aus, indem man in dessen Feld „hineinfährt“. Nun erscheinen wieder am rechten Rand neue Buchstaben und das Spiel beginnt von vorn. Die Buchstabenfelder haben un-



Die meisten Optionen zur Barrierefreiheit findet man in Ubuntu zentral in den Systemeinstellungen unter Zugangshilfen.

terschiedliche Größen, damit man diejenigen Buchstaben schneller auswählen kann, die mit größerer Wahrscheinlichkeit als Nächstes kommen. Satzzeichen stehen immer ganz unten. Mit Dasher zu schreiben ist nicht ganz einfach und muss geübt werden. Dasher gibt es auch für Windows.

Mit einer Hand

Um Tastenkombinationen mit einer Hand zu bedienen, gibt es in den Zugangshilfen die Einstellung „Klebrige Tasten“. Die Funktion aktiviert man im Abschnitt „Texteingabe/Tippassistent (AccessX)“. Wenn die klebrigen Tasten aktiviert sind, drückt man die Tastenkombinationen hintereinander statt gleichzeitig. Anstelle Strg+C gleichzeitig zu drücken, tippt man erst auf die Strg-Taste, lässt diese wieder los und drückt anschließend die C-Taste. Die Funktion „Klebrige Tasten“ simuliert die Tastenkombination. Das klappt in der Regel sehr intuitiv. Einzig die Aktivitäten-Übersicht kann man nicht mehr durch alleiniges Drücken der Super-Taste (auch „Windows-Taste“ genannt) aufrufen, da die Funktion auf die Folgetaste wartet. Aber alle Tastenkombination mit der Super-Taste, wie Super+Tab zum Wechseln der Fenster, funktionieren wie erwartet.

Der Tippassistent hilft aber auch in die andere Richtung und ignoriert schnelle doppelte Tastenanschläge, wie sie bei einer zitternden Hand anfallen. Dafür aktiviert man die Funktion „Springende Tasten“. Sie befindet sich ebenfalls im Einstellungsfenster des Tippassistenten. Hält man hingegen die Taste länger gedrückt, wiederholt das System den Anschlag wie gewohnt.

Die eigentlich praktische Wiederholung kann auch ein Nachteil sein. Menschen, die Probleme haben, den Finger schnell genug wieder hochzuheben, sollten die Dauer anpassen, bis sich der Tastendruck wiederholt, oder schalten es ganz ab. Dazu gibt es im Abschnitt „Texteingabe“ die Einstellung „Tastenwiederholung“.

Was Ubuntu fehlt, ist eine Spracherkennung. Unter Android und iOS ist diese für Menschen mit erheblichen Einschränkungen an den Händen eine enorme Erleichterung. Das Barrierefreiheit-Menü ist eine große Hilfe. Bedauerlicherweise können Nutzer das Menü nicht nach ihren Wünschen anpassen.

Fazit

Insgesamt bietet der Ubuntu-Desktop beziehungsweise der von Ubuntu verwendete Gnome-Desktop umfangreiche Bedienungshilfen für Menschen mit motorischen Behinderungen. Es fehlen eine Spracherkennung und Wortvorschläge für die Bildschirmtastatur. Aber die Zugangshilfen sind gut im Desktop integriert und dokumentiert. Mit Tools wie dem Klickassistenten und dem Barrierefreiheit-Menü heben sich die Zugangshilfen im Ubuntu-Desktop von Windows ab. *(ktn@ct.de)* c't

Daten des Statistischen Bundesamtes:
ct.de/yh37

Ihr Erste-Hilfe-Set:
Das Notfall-System für den Ernstfall

JETZT NEU!
c't wissen Desinfec't 2019/20
Dank Desinfec't 2019/20 analysieren Sie Ihr bedrohtes Windows-System aus mehreren Blickwinkeln: Viren aufspüren, Hardware untersuchen, Daten sichern. Vier Viren-Scanner und diverse Tools helfen Ihnen auch bei der Systemwartung.

Auch als Download erhältlich.
shop.heise.de/desinfect2019

12,90 €

Auch auf USB-Stick erhältlich!

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.

heise shop
shop.heise.de/desinfect2019

Nachrichtensperre

Benachrichtigungen auf dem Linux-Desktop bändigen

Achtung, der Akku ist gleich leer! Hier ist noch eine neue Mail! Die kleinen Pop-up-Fenster auf dem Linux-Desktop können kritische Informationen übermitteln oder mit trivialen Hinweisen nerven. Mit ein paar Handgriffen stutzen Sie die Benachrichtigungen auf das für Sie passende Maß.

Von Tim Schürmann

Desktop-Benachrichtigungen können viel Ärger ersparen – beispielsweise wenn Sie nach einer Akkuwarnung Ihr Notebook rechtzeitig an den Strom hängen. Dass allerdings die Internetverbindung steht, ist bei vielen Computern kein besonderes Ereignis, die Meldung daher schlicht überflüssig. Wenn Thunderbird jede neu eingehende Mail meldet, der Dateimanager sich über jede kopierte Datei freut und weitere Programme mit vermeintlich wichtigen Nachrichten um Ihre Aufmerksamkeit buhlen, ist irgendwann kein konzentriertes Arbeiten mehr möglich. Wir verraten, wie Sie die Nachrichtenflut unter KDE Plasma, Gnome, Cinnamon und Xfce eindämmen.

Welche Meldungen in kleinen Pop-up-Fenstern auf dem Bildschirm erscheinen, legen die Systemeinstellungen des verwendeten Linux-Desktops fest. Je nachdem, ob Sie unter KDE Plasma, Gnome, Cinnamon oder Xfce arbeiten, unterscheiden sich allerdings die Konfigurationsmöglichkeiten erheblich.

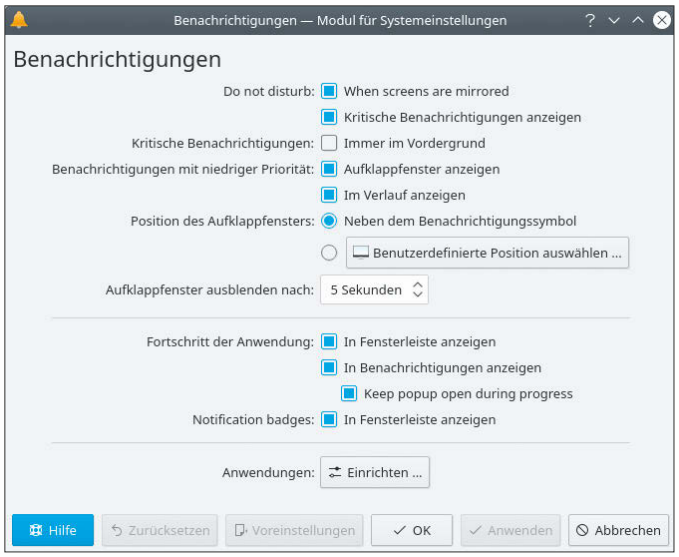
KDE Plasma 5

Auf dem Plasma-Desktop des KDE-Projekts sammelt ein Miniprogramm mit dem sprechenden Namen „Benachrichtigungen“ eingehende neue Nachrichten. In der Leiste rechts unten auf dem Desktop signalisiert es mit einem Kreis und einer Zahl, wie viele Nachrichten bisher eingegangen sind. Seit Plasma 5.17 zeigt das Miniprogramm eine Glocke, die bei neuen Nachrichten zusätzliche Halbkreise einblendet. Ein Klick auf das Symbol öffnet die Liste mit den vergangenen Meldungen. Ergänzend öffnet Plasma für jede eingetrudelte Nachricht umgehend ein kleines Pop-up-Fenster, das nach fünf Sekunden wieder verschwindet. Sie können es aber auch per Mausklick schließen. In einigen Fällen spielt Plasma sogar noch einen Ton ab.

Wer seine Ruhe haben möchte, muss seit Plasma 5.16 lediglich das „Benachrichtigungen“-Symbol im Systemabschnitt rechts unten anklicken, dann den „Do not disturb“-Modus aktivieren und den Zeitraum festlegen, in dem Plasma keine Pop-up-Fenster mehr öffnen soll. Wenn Sie hier „bis zum Ausschalten“ wäh-

len, unterdrückt Plasma die Pop-up-Fenster so lange, bis Sie den „Do not disturb“-Modus manuell deaktivieren – und nicht bis Sie Ihren Computer ausschalten. Währenddessen sammelt der Desktop im Hintergrund eintrudelnde Meldungen im Verlauf, den ein Klick auf das „Benachrichtigungen“-Symbol abruft. Sobald Sie den Nicht-Stören-Modus abschalten oder wenn ihn Plasma nach der vorgegebenen Zeit automatisch deaktiviert, ploppen alle aufgelaufenen Meldungen auf einen Schlag auf. Auf dem Plasma-Desktop kann man einige Nachrichten auch gezielt abschalten, sodass sie gar nicht erst im Verlauf auftauchen (dazu in wenigen Zeilen mehr). Ist der „Do not disturb“-Modus aktiviert, verlieren Sie diese Nachrichten ganz.

Seit Version 5.17 erkennt Plasma eine laufende Präsentation und unterdrückt währenddessen Pop-up-Fenster. Plasma prüft allerdings nicht, ob Sie tatsächlich gerade einen Vortrag halten, sondern schaltet einfach den „Do not disturb“-Modus ein, sobald der Computer den Bildschirminhalt spiegelt. Das passiert auch, wenn man nur in den Bildschirmeinstellungen die Spiegelung aktiviert. Glücklicherweise lässt sich das Verhalten in den Systemeinstellungen deaktivieren.



Plasma 5.17 bietet die hier gezeigten Einstellungen an. In älteren Plasma-Versionen sieht dieser Dialog noch ganz anders aus.

Feine Auslese

In der Regel möchte man nicht alle Pop-up-Fenster unterdrücken, sondern nur ausgewählte Nachrichten. Dass eine neue Mail eingetrudelt ist, kann Plasma in den meisten Fällen für sich behalten. Solche Feineinstellungen nehmen Sie in den Systemeinstellungen unter „Benachrichtigungen“ vor. Je nach Version des Desktops stehen nun unterschiedliche Optionen zur Wahl, die meiste Flexibilität haben Nutzer der aktuellen Plasma-Version.

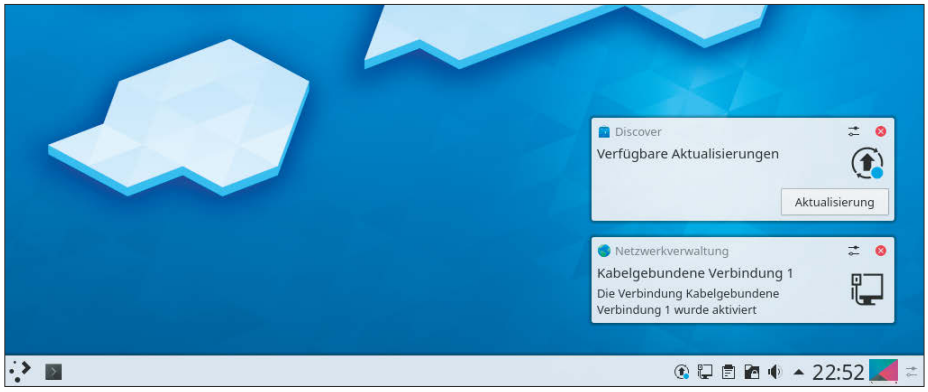
Die ersten beiden Punkte steuern das Verhalten des „Do not disturb“-Modus: Wenn Sie die oberste Einstellung deaktivieren, poppen Nachrichten auch bei laufenden Präsentationen beziehungsweise bei gespiegelten Monitoren auf. Der zweite Punkt sorgt dafür, dass Plasma kritische Nachrichten auch im „Do not disturb“-Modus meldet. Welche Nachrichten als kritisch gelten, darf jede Anwendung selbst festlegen (siehe Kasten „Unter der Haube“). Dass solche Nachrichten nicht übersehen werden können, regelt der Punkt „Immer im Vordergrund“. Ist er aktiviert, sehen Sie Pop-up-Fenster mit kritischen Nachrichten auch dann, wenn eine Anwendung im Vollbildmodus läuft.

Auch weniger wichtige Nachrichten, etwa der Eingang einer neuen E-Mail, meldet Plasma standardmäßig per Pop-up-Fenster. Um das zu unterbinden, müssen Sie „Ausklappfenster anzeigen“ deaktivieren. Dann unterdrückt Plasma unwichtige Nachrichten. Darunter fallen allerdings auch die Hinweise von Discover auf vorliegende Aktualisierungen und der Ausfall von Netzwerkverbindungen. Lassen Sie den Punkt „Im Verlauf anzeigen“ aktiviert, dann können Sie diese Nachrichten später im Verlauf nachlesen.

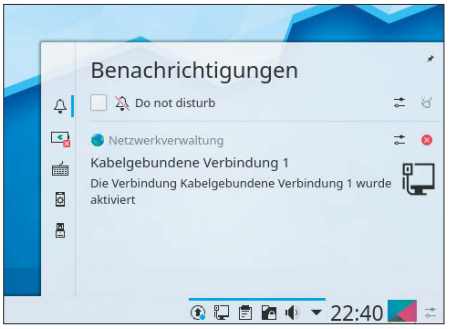
Zeitliche Platzierung

Für jede neue Nachricht öffnet Plasma an einer ganz bestimmten Stelle auf dem Desktop ein Pop-up-Fenster; standardmäßig ist das in der Nähe des „Benachrichtigungen“-Miniprogramms. Sofern Sie das nicht verschoben haben, poppen die Meldungen also rechts unten auf. Sie können die Meldungen aber auch in einer anderen Bildschirmecke oder an einem anderen Bildschirmrand materialisieren lassen. Dazu klicken Sie in den Einstellungen auf „Benutzerdefinierte Position auswählen“ und wählen die gewünschte Stelle.

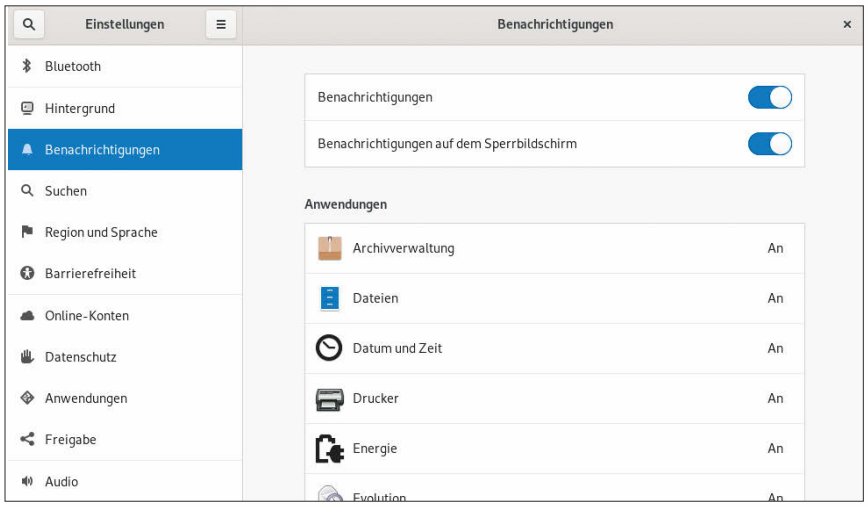
Standardmäßig verschwinden Pop-up-Fenster unter Plasma nach fünf Sekunden automatisch. In aktuellen Plasma-Versionen veranschaulicht dabei ein schmaler blauer Fortschrittsbalken rechts



Wie hier in Plasma stapeln die Desktop-Umgebungen gern alle eingehenden Nachrichten übereinander.



Plasma sortiert im Miniprogramm „Benachrichtigungen“ die eingegangenen Meldungen. Über den Besen lässt sich der Verlauf aufräumen.



Unter Gnome können Sie die Nachrichten komplett stumm schalten oder einzelne Anwendungen zum Stillschweigen bringen.

im Pop-up, wie viel Zeit noch bleibt. Den Countdown können Sie stoppen, indem Sie den Mauszeiger auf das Fenster schieben. Schieben Sie ihn wieder weg, startet der Countdown erneut. Eine ungünstig platzierte Maus kann deshalb dazu führen, dass Plasma das Pop-up nicht ausblendet.

Ist Ihnen die Zeit zum Lesen der Meldungen zu kurz, vergrößern Sie in den Einstellungen unter „Ausklappfenster ausblenden nach“ die Zeitspanne. Maximal 120 Sekunden kann Plasma die Meldung auf dem Bildschirm halten. Umgekehrt dürfen Sie die Anzeigedauer auch auf eine Sekunde reduzieren. Allerdings verpassen Sie so leicht mal eine Meldung. Eine Ausnahme sind kritische Nachrichten und solche, die Sie zu einer Interaktion auffordern – beispielsweise wenn Sie per Pairing zwei Geräte koppeln. Solche Meldungen zeigt Plasma so lange an, bis Sie sie wegklicken.

Wenn Sie eine Datei kopieren, können Sie den Fortschritt in einem Dialogfenster verfolgen, das bis zum Ende des Vorgangs auf dem Bildschirm klebt – sofern Sie es nicht explizit schließen. Derlei Fenster mit einem Fortschrittsbalken behandelt Plasma gesondert. Ihre Einstellungen finden Sie neben „Fortschritt der Anwendung“. Um sämtliche Pop-up-Fenster mit Fortschrittsbalken auszublenden, deaktivieren Sie „In Benachrichtigungen anzeigen“. Alternativ lassen Sie den Punkt aktiviert und schalten lediglich „Keep popup open during progress“ ab. Dann können Sie den Kopierfortschritt jederzeit manuell per Klick auf das „Benachrichtigungen“-Symbol im Verlauf einsehen.

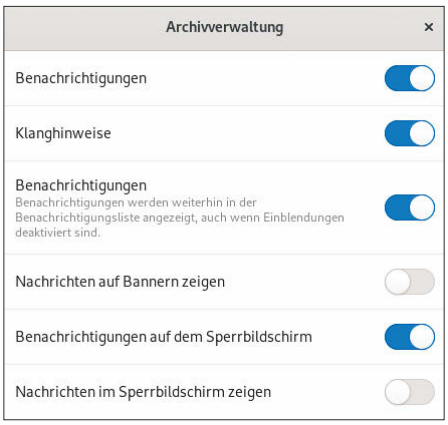
Ganz unten in den Einstellungen lassen sich die „Notification Badges“ abschalten. Diese kleinen Zahlen kennzeichnen den Eintrag eines Programms in der Fensterleiste. Ein E-Mail-Programm kann so beispielsweise die Anzahl der neu eingegangenen E-Mails an seinen Eintrag in der Fensterleiste kleben.

Gezielt maßregeln

Die vorgestellten Einstellungen beeinflussen immer die Nachrichten aller Anwendungen. Nervt nur ein einzelnes Programm mit seinen Meldungen, klicken Sie in den Plasma-Einstellungen auf „Einrichten“. Auf der linken Seite listet Plasma jetzt sämtliche Nachrichtenquellen auf, erkennt dabei allerdings nicht alle Programme zuverlässig. Gnome- und GTK-Anwendungen tauchen nur auf, wenn sie Plasma gemäß der vom Gnome-Projekt vorgegebenen Spezifikation einen entsprechenden Hinweis geben. Sendet eine unbekannte Anwendung eine Nachricht, versucht Plasma sie zu erkennen und fügt sie dann ebenfalls der Liste hinzu. Fehlt also ein Programm in der Liste, lassen Sie es einmal eine Nachricht senden und öffnen Sie dann erneut die Einstellungen.

Wenn Sie eine der Nachrichtenquellen anklicken, können Sie auf der rechten Seite entscheiden, ob Plasma dem Programm Pop-up-Fenster erlauben soll. Wählen Sie beispielsweise die „Netzwerkverwaltung“ aus und deaktivieren Sie „Aufklappfenster anzeigen“, dann erhalten Sie keine Informationen mehr über abgebrochene oder neu aufgebaute Internetverbindungen. Soll Plasma die Pop-up-Fenster zeigen, können Sie die Meldungen zusätzlich im aktivierten „Do not disturb“-Modus anzeigen lassen („Show in do not disturb mode“). Damit Sie keine wichtigen Informationen übersehen, sollten Sie die Nachrichten zumindest „Im Verlauf anzeigen“ lassen.

Stören Sie nur manche Nachrichten einer Anwendung, sollten Sie das Feintuning in deren Programmeinstellungen vornehmen. Alternativ klicken Sie in einem Pop-up-Fenster auf das Symbol rechts oben in der Ecke mit den beiden Schiebereglern, dann öffnet sich am oberen Fensterrand eine Liste aller Ereignisse, die die Anwendung oder Systemkomponente melden kann – wohlgemerkt kann. Ob sie sich tatsächlich bemerkbar macht, verraten die Symbole in der Spalte „Status“. Ist dort nichts zu sehen, reagiert Plasma nicht auf das Ereignis. Die „Druckerverwaltung“ informiert beispielsweise unter anderem über den Anschluss eines neuen Druckers („Ein neuer Drucker wurde erkannt“). Plasma spielt dann einen Klang ab und zeigt ein Pop-up-Fenster. Um eine Reaktion zu erhalten oder zu unterbinden, klicken Sie zunächst oben auf das Ereignis und dann unten in das Kästchen vor der entsprechenden Aktion. Stört Sie beispielsweise der Jingle beim Anstöpseln eines Druckers, wählen Sie oben „Ein neuer Drucker wurde erkannt“ und deaktivieren „Klang abspielen“. Wenn Sie die Einstellungen direkt über das Symbol im Pop-up-Fenster aufgerufen haben, hat Plasma die passende Aktion bereits in der Liste ausgewählt. Sie können Plasma übrigens auch veranlassen, beim Eintreffen des Ereignisses ein Programm auszuführen oder es in einer beliebigen Protokolldatei zu vermerken.



Unter Gnome sind die Einstellungen für eine einzelne Anwendung teilweise missverständlich beschriftet. Um die Pop-up-Fenster kümmern sich etwa die „Benachrichtigungen“ in der Mitte.

Immer gut für neue Ideen.

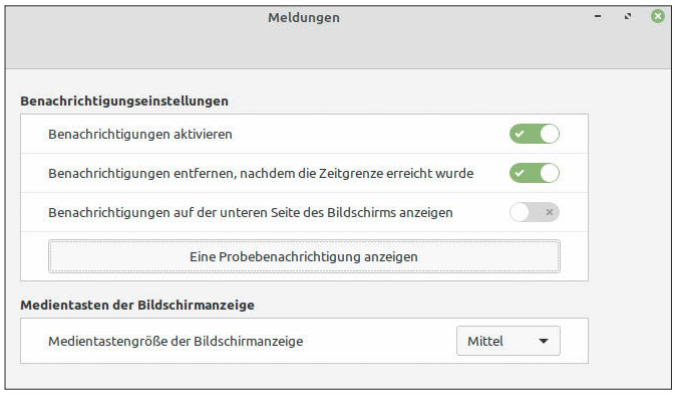
Sparen Sie 10 % im Abo und sammeln wertvolles Know-how:

- **6 Ausgaben** kompaktes Profiwissen für nur 55,80 €
- **Workshops und Tutorials**
- **Tests und Vergleiche** aktueller Geräte
- Sparvorteile mit **Gutscheinen und Sonderaktionen**
- **Bequeme Zustellung** direkt nach Hause
- **Inklusive HD-Actioncam**

Ihr Geschenk

Jetzt bestellen: **www.ct-foto.de/abo**

c't Fotografie +49 541/80 009 120 leserservice@heise.de



Cinnamon bietet zwar die wenigsten Einstellungen, versucht aber im Hintergrund die Nachrichtenflut mit etwas Intelligenz einzudämmen.

Gnome

Während Plasma relativ feine Einstellungen rund um die Benachrichtigungen zulässt, bietet der Konkurrent Gnome nur grobe. Diese finden Sie in den Systemeinstellungen unter „Benachrichtigungen“. Per Schieberegler dürfen Sie die Nachrichten hier komplett deaktivieren. Dann sammelt Gnome die Meldungen im Hintergrund weiter ein und listet sie auf, wenn Sie im Panel am oberen Rand auf die Uhrzeit klicken oder die Tastenkombination Super+V drücken.

Möchten Sie nur einzelne Anwendungen stumm schalten, klicken Sie den Delinquenten in der Liste unter „Anwendungen“ an. Deaktivieren Sie im neuen Fenster ganz oben die „Benachrichtigungen“, dann bleibt die Anwendung künftig stumm. Um nur die Pop-up-Fenster loszuwerden, schalten Sie „Benachrichtigungen“ in der Mitte des Fensters aus (den mit der langen Beschreibung, im Englischen „Notifications Popups“). Wenn Sie den Schalter hier nicht umlegen können, wurde die Anwendung bereits auf einem anderen Weg stumm geschaltet.

Ist „Nachrichten auf Bannern zeigen“ aktiviert, präsentiert das Pop-up-Fenster auch gleich die eigentliche Meldung – sofern das Programm eine mitsendet. Andernfalls verrät Gnome hier nur, welche Art von Meldung vorliegt und welches Programm sie produziert hat. Ist „Klanghinweise“ aktiviert, darf zusammen mit der Meldung ein Klang abgespielt werden.

Fehlt das gesuchte Programm in der Liste, wechseln Sie in den Einstellungen in der linken Seitenleiste zu den „Anwendungen“. Suchen Sie auf der linken Seite das gewünschte Programm und klicken Sie es dort an. Rechts können Sie jetzt im Abschnitt „Integration“ die „Benachrichtigungen“ ab- oder anschalten. Weitere Einstellungen sind hier nicht möglich.

Einige Gnome-Anwendungen zeigen Nachrichten innerhalb des eigenen Fensters an. Das betrifft beispielsweise den Dateimanager, wenn Sie damit eine Datei in den Papierkorb verschieben. Solche Benachrichtigungen können Sie, wenn überhaupt, nur in den Einstellungen der Anwendung selbst deaktivieren.

Cinnamon

Der Cinnamon-Desktop aus dem Linux-Mint-Projekt erlaubt noch weniger Eingriffe als Gnome. In den Systemeinstellungen können Sie über den Punkt „Meldungen“ oben sämtliche Benachrichtigungen unterdrücken. Wollen Sie die Hinweise lieber am unteren Bildschirmrand lesen, können Sie dort den entsprechenden Schalter umlegen.

Standardmäßig verschwindet ein Pop-up-Fenster auf dem Cinnamon-Desktop nach ein paar Sekunden automatisch. Danach signalisiert ein Glocken-Icon rechts unten im Panel die Anzahl der vorhandenen Benachrichtigungen. Ein Klick darauf öffnet diese in einem Fenster. Cinnamon verhindert, dass Anwendungen zu viele Nachrichten auf einmal auf den Bildschirm werfen. Sollte ein Programm dennoch in hohem Takt Nachrichten generieren, zeigt Cinnamon nur eine an und listet alle übrigen hinter dem Glockensymbol auf. Soll Cinnamon die Nachrichten nur als Pop-up-Fenster und nicht in der Liste anzeigen, aktivieren Sie die Option „Benachrichtigungen entfernen, nachdem die Zeitgrenze erreicht wurde“.

Unter der Haube

Die Desktop-Umgebungen Plasma, Cinnamon, Gnome und Xfce folgen der Desktop Notifications Specification, einem Standard, der regelt, wie Anwendungen die anzuzeigenden Nachrichten an die Desktop-Umgebung schicken und wie diese die Nachrichten verarbeiten muss.

Dabei senden Programme ihre Meldungen über den D-Bus an einen im Hintergrund laufenden Dienst (`org.freedesktop.Notifications`). Dieser sogenannte Notification Server nimmt die Meldung entgegen und verarbeitet sie weiter – beispielsweise kann er die Anzeige der Nachricht auf dem Bildschirm veranlassen.

Jede Nachricht enthält neben der eigentlichen Meldung noch weitere Informationen, zum Beispiel den Namen der Anwendung und eine kurze Zusammenfassung des Problems. Den eigentlichen Nachrichtentext darf das jeweilige Programm mit ausgewählten HTML-Tags formatieren und kann so beispielsweise wichtige Wörter fett hervorheben. Ebenfalls eingebettet sein dürfen Links und Verweise auf Bilder. Nicht alle Desktop-Umgebungen zeigen allerdings Bilder in den Pop-up-Fenstern an, auch die HTML-Tags werde nicht immer (komplett) ausgewertet.

Die sendende Anwendung legt zudem eine Dringlichkeitsstufe für ihre Meldung fest. Dabei handelt es sich um eine Zahl zwischen 0 und 2, die sogenannten Urgency Levels. Eine mit einer 2 versehene Meldung ist kritisch – beispielsweise wenn dem PC gleich der Saft ausgeht. Neues im Posteingang des Mail-Clients ist dagegen vermutlich von eher niedriger Priorität (0). Verschickte Meldungen lassen sich in Kategorien einteilen: Eine Nachricht vom Typ `device.added` meldet beispielsweise, dass jemand gerade einen USB-Stick eingestöpselt hat.

Mithilfe des Kommandozeilenprogramms `notify-send` kann jeder selbst schnell eine Test-Nachricht verschicken. Das Tool gehört meist zum Paket „libnotify“ oder liegt in einem eigenen Paket. Unter Ubuntu und Co. installieren Sie einfach das Paket „libnotify-bin“. Dem Werkzeug müssen Sie eine Zusammenfassung der Nachricht sowie den eigentlichen Text jeweils in Anführungszeichen übergeben:

```
notify-send "Ein Test" "Dies ist ↵
↳eine bedeutungslose Testnachricht."
```

Xfce

Auf dem Xfce-Desktop enthalten aufklappende Nachrichten eine Schaltfläche, die man nur anklicken muss, um derlei Meldungen künftig zu unterdrücken. Xfce blockiert dann alle Nachrichten des entsprechenden Typs, nicht aber die der Anwendung. Nervt Sie beispielsweise der Hinweis, dass eine Verbindung ins Netzwerk aufgebaut wurde und Sie klicken auf „Diesen Hinweis nicht mehr anzeigen“, meldet der Network-Manager trotzdem weiterhin unterbrochene Verbindungen. Rückgängig machen lässt sich diese Einstellung allerdings nicht ganz so einfach. Dazu brauchen Sie den etwas unübersichtlichen Dconf-Editor. Öffnen Sie diesen, suchen Sie darin nach `nm-applet` und deaktivieren Sie per Schieberegler die Option „disable-connected-notification“.

Zur weiteren Konfiguration der Benachrichtigungen hält Xfce in seinen Systemeinstellungen den Bereich „Benachrichtigungen“ bereit. Für konzentriertes Arbeiten ist die Option „Bitte nicht stören“ unter „Allgemein“ interessant. Ist sie aktiviert, poppen nur noch kritische Meldungen auf. Haben Sie mehrere Monitore angeschlossen, sorgt das Auswahlfeld neben „Benachrichtigungen anzeigen auf“ dafür, dass die Meldungen auf einem ganz bestimmten Bildschirm landen. In welcher Bildschirmecke sich die Pop-up-Fenster materialisieren, legen Sie mit „Standardposition“ fest.

Auch das Aussehen der Hinweise können Sie hier beeinflussen. Das „Thema“ verändert schnell die gesamte Optik, während der Schieberegler „Deckkraft“ die Nachrichten mehr oder weniger transparent erscheinen lässt. Die Pop-up-Meldungen verschwinden nach ein paar Sekunden, außer Sie entscheiden sich neben „Ausblenden nach“ für etwas anderes. Das Minimum liegt bei einer Sekunde, danach blendet Xfce die Nachricht langsam aus – vorausgesetzt Sie haben unter „Animationen“ die Option „Ausfaden“ aktiviert. Stattdessen (oder zusätzlich) schiebt „Hinausgleiten“, die Nachricht elegant aus dem Sichtfeld. Ein Klick auf „Vorschau“ demonstriert, wie Ihre Nachrichten künftig aussehen werden.

Einzelbehandlung

Alle Einstellungen, die Sie in diesem Dialog vornehmen, betreffen sämtliche Nachrichten. Wollen Sie dagegen nur eine Anwendung einbremsen, wechseln Sie in den Reiter „Anwendungen“. Hier listet Xfce alle Programme auf, die schon irgendwann einmal eine Nachricht verschickt haben – und zwar teilweise mit dem Namen der ausführbaren Programmdatei. Hinter dem „nm-applet“ verbirgt sich beispielsweise das Applet des Network-Managers, der sich über gekappte Netzwerkverbindungen beschwert. Um eine der Anwendungen zum Schweigen zu bringen, legen Sie den entsprechenden Schalter um. Kritische Nachrichten tauchen aber weiterhin auf.

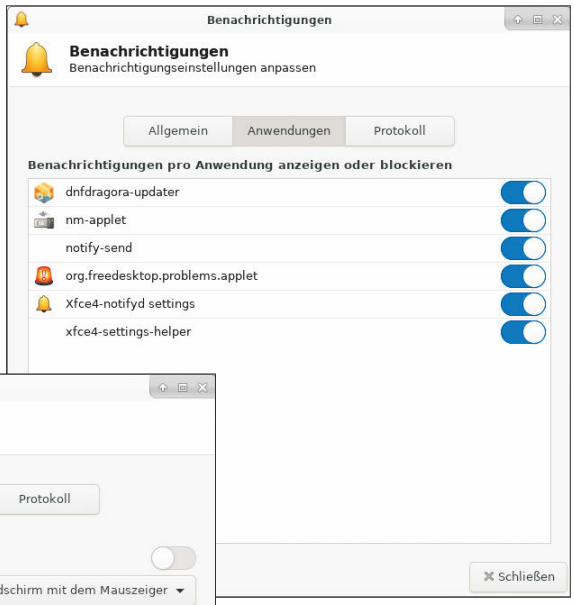
Wenn Sie möchten, zeichnet Xfce sorgfältig alle eintrudelnden Meldungen unter „Protokoll“ auf. Legen Sie dazu einfach den Schalter hier um. Das ist vor allem im „Bitte nicht stören“-Modus sinnvoll, da sonst die anfallenden Nachrichten verloren gehen würden. Was genau sich Xfce merken soll, definieren Sie im Auswahlfeld „Anwendungen protokollieren“. Ob nur bei aktivem Bitte-nicht-stören-Modus protokolliert wird oder immer, können Sie sich hier ebenfalls aussuchen.

Standardmäßig listet das Protokoll auch die Meldungen aller Anwendungen auf, die Sie blockiert haben. Sind diese für Sie völlig uninteressant, wählen Sie bei „Anwendungen protokollieren“ die Option „alle außer die Blockierten“. Umgekehrt können Sie auch nur die blockierten Anwendungen protokollieren lassen. Das ist nützlich, wenn die betreffenden Kandidaten mit Pop-up-Fenstern nerven, Sie aber dennoch keine Nachrichten verpassen möchten.

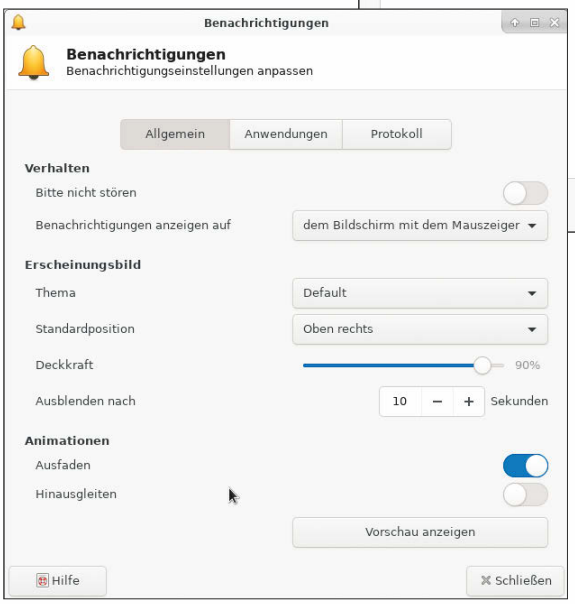
Nach und nach sammeln sich nun Meldungen in der Liste; über die Schaltfläche mit dem gebogenen Pfeil aktualisieren Sie das Protokoll. Über die beiden Buttons daneben öffnen Sie die Liste zum Weiterverarbeiten und Durchsuchen in einem Texteditor oder löschen sie.

Inkonsistent

Zwar nutzen alle Linux-Desktops unter der Haube dieselbe Technik (siehe Kasten „Unter der Haube“), doch sie bieten ihren Anwendern völlig unterschiedliche Möglichkeiten, die Benachrichtigungen anzupassen. Während man sich unter Gnome und Cinnamon im Wesentlichen mit den Voreinstellungen zufrieden geben muss, erschlägt KDE Plasma mit zahlreichen Optionen. Einen Mittelweg in der Komplexität geht Xfce. *(lmd@ct.de)* c't



Wollen Sie unter Xfce eine einzelne Anwendung stummschalten, müssen Sie anhand der Namen erraten, welcher Punkt der richtige ist.



Xfce verteilt die Einstellungen zum Benachrichtigungssystem auf drei Register und erlaubt sogar den Eingriff in die optische Darstellung der Pop-up-Fenster.

Voll in Ordnung

Maßgeschneiderte Desktop-Konfiguration für Raspi und PC mit OpenBox

Nach jedem Neustart ist es das Gleiche: Bis man wie gewohnt arbeiten kann, muss man erst die Fenster von Mail-Client, Browser, Terminal und Office wieder auf die richtige Größe bringen und an die gewünschte Stelle schieben. Mit der richtigen OpenBox-Konfiguration für den Pixel-Desktop des Raspi und den LXDE-Desktop passiert das wie von Geisterhand.

Von Mirko Dölle

Eine gewisse Ordnung auf dem Desktop hilft ungemein, schnell zwischen verschiedenen Anwendungen hin und her zu wechseln. Jeder hat seine eigenen Vorlieben, und so werden nach jedem Neustart Fenster vergrößert und verschoben, bis im wahrsten Wortsinn auf dem Desktop alles in Ordnung ist. Einen Großteil dieser Arbeit können Sie sich ersparen, indem Sie Ihre Vorlieben beim Pixel-Desktop auf dem Raspberry Pi oder unter LXDE auf dem PC in der Konfiguration des Window-Managers OpenBox festhalten.

OpenBox kann durchaus auch zusammen mit Desktops wie KDE und Gnome zum Einsatz kommen, womöglich benutzen Sie OpenBox bereits, ohne seine Vorteile zu nutzen. Mit dem Befehl `wmctrl` können Sie das aber leicht in einem Terminal überprüfen:

```
wmctrl -m
```

Das Programm `wmctrl` ist in vielen Linux-Distributionen nicht standardmäßig installiert, das ist auch bei Raspbian und Debian der Fall, weshalb Sie zunächst die Paketverwaltung bemühen oder es auf Debian-basierten Distributionen mit dem Befehl `sudo apt install wmctrl` nachinstallieren müssen. Liefert der Aufruf von `wmctrl -m` dann „OpenBox“ als Namen des Window-Managers, kümmert sich OpenBox um die Verwaltung, Gestaltung und Platzierung der Fenster.

Fenster für Fenster

Um Ihren Desktop mit OpenBox individuell zu gestalten, können Sie die systemweite Konfigurationsdatei als Vorlage verwenden, Sie finden sie üblicherweise im Verzeichnis /etc/xdg/openbox unter dem Namen rc.xml. Auf dem Raspberry Pi sollten Sie die Datei lxde-pi-rc.xml aus dem gleichen Verzeichnis als Ausgangsbasis verwenden, sie enthält einige zusätzliche Einstellungen für den Pixel-Desktop. Sofern Sie die Einstellungen nicht für alle Benutzer verändern wollen, sollten Sie die betreffende Konfigurationsdatei in das neu zu erstellende Verzeichnis ~/.config/openbox kopieren, bevor Sie sie anpassen.

Wie die Endung schon verrät, handelt es sich bei der OpenBox-Konfiguration um eine XML-Datei mit verschiedenen Abschnitten zu Darstellung und Bedienung. Die Anordnung von Fenstern definieren Sie im Abschnitt `<applications>`, wobei jede Anwendung einen eigenen `<application>`-Block erhält. Die Parameter von `<application>` legen fest, für welche Anwendungen der jeweilige Application-Block gilt. Das nachfolgende Beispiel öffnet alle Anwendungen im Vollbildmodus:

```
<applications>
  ...
  <application class="*">
    <fullscreen>yes</fullscreen>
  </application>
  ...
</applications>
```

Eine solche Konfiguration ist für Kiosksysteme oder Anzeigetafeln praktisch.

Die Angabe des Platzhalters `*` bei `class="*"` ist erforderlich, damit der `<application>`-Block bei allen Anwendungen berücksichtigt wird – ohne einen Parameter geht es bei `<application>` aber auch nicht, dann würde der Block ignoriert. Insgesamt vier Parameter stehen Ihnen zur Auswahl: `class` und `name`, mit dem Sie sich auf den Namen oder das Kommando einer Anwendung beziehen können, `type`, anhand dessen sich zum Beispiel ein Dock oder ein Panel von herkömmlichen Anwendungen in Fenstern unterscheiden lässt, `title` für den Fenstertitel und `role` für Anwendungen, die eine bestimmte Funktion erfüllen, etwa der Standard-Browser. Wenn Sie also stets den Standard-Browser im Vollbild starten wollen, egal ob dies Chromium oder ein anderer ist, benötigen Sie dafür lediglich folgenden Application-Block:

```
<application role="browser">
  <fullscreen>yes</fullscreen>
</application>
```

Das Tag `<fullscreen>` ist übrigens leicht mit dem Tag `<maximized>` zu verwechseln. Der Unterschied ist, dass bei den meisten Anwendungen im Vollbildmodus Menüs und Fenstertitel sowie auf dem Pixel-Desktop des Raspberry Pi das Panel am oberen Bildrand überdeckt werden. Bei `<maximized>` hingegen behält das Fenster Rahmen und Titelleiste und füllt auf dem Raspi nur den Bereich unterhalb des Panels aus:

```
<application role="browser">
  <maximized>yes</maximized>
</application>
```

Schnittmuster

Anstatt sich nach jeder Änderung der OpenBox-Konfiguration ab- und wieder anzumelden, um das Ergebnis zu überprüfen, rufen Sie einfach `openbox --reconfigure` im Terminal auf. Bereits offene Fenster werden dabei nicht angepasst, sondern nur neu geöffnete.

Um anstelle der Wildcard `*` die konkrete Klassenbezeichnung oder den Namen einer Anwendung herauszufinden, rufen Sie im Terminal das Kommandozeilen-Tool `obxprop` auf. Es liefert umfangreiche Informationen, von denen Sie aber nur die benötigen, die mit `_OB_APP` beginnen:

```
obxprop | grep _OB_APP
```

Nach dem Aufruf wartet `obxprop` darauf, dass Sie das zu untersuchende Desktop-Element anklicken. Das kann ein Fenster sein, aber auch ein Panel oder ein Dock. Aus dem Ergebnis können Sie die nötigen

Angaben für die Regeln ablesen, hier ein Beispiel für Chromium auf dem Raspberry Pi:

```
_OB_APP_TYPE(UTF8_STRING) = "normal"
_OB_APP_TITLE(UTF8_STRING) ↲
↳ = "Neuer Tab - Chromium"
_OB_APP_GROUP_CLASS(UTF8_STRING) =
_OB_APP_GROUP_NAME(UTF8_STRING) =
_OB_APP_CLASS(UTF8_STRING) ↲
↳ = "Chromium-browser"
_OB_APP_NAME(UTF8_STRING) ↲
↳ = "chromium-browser"
_OB_APP_ROLE(UTF8_STRING) ↲
↳ = "browser"
```

Ob ein Anwendungsname bei den `<application>`-Parametern `class` oder `name` groß oder klein geschrieben werden muss, ist nicht einheitlich geregelt – Sie können also nicht darauf vertrauen, bei einem der beiden Parameter die gleiche Schreibweise wie für den Programmaufruf vorzufinden. Insofern kommen Sie nicht drum herum, die Parameter jeder Anwendung einzeln mit `obxprop` zu ermitteln.

Der `title`-Parameter lässt sich insbesondere bei Browsern aber praktisch nicht verwenden: OpenBox berücksichtigt in den Regeln nur den Titel, den ein Fenster unmittelbar beim Öffnen trägt. Der Titel der angesurften Website wird von Browsern aber erst dann im Fenstertitel eingetragen, wenn sie die HTML-Seite heruntergeladen haben – also zu spät, um von OpenBox berücksichtigt zu werden. Das gilt auch für andere Anwendungen wie Editoren oder Office-Programme, die Dateinamen oder Medientitel in den Fenstertitel übertragen. Mit dem eingangs erwähnten Tool `wmctrl` können Sie die Eigenschaften von Fenstern unter OpenBox aber auch nachträglich anpassen.

Hinterhergeräumt

Interessant ist das, wenn Sie etwa beim Start mehrere Browser- oder Terminal-Fenster öffnen und platzieren wollen – die sich aber beim Aufruf nicht unterscheiden, weshalb Sie dafür keine individuellen `<application>`-Regeln anlegen können. Dazu haben wir als Beispiel ein Skript für Sie vorbereitet, das die Websites von c't und heise online in zwei Browser-Fenstern nebeneinander öffnet. Sie finden es auf ct.de/y6e2 zum Download und als Listing rechts unten abgedruckt. Durch einen Eintrag in der Autostart-Datei ~/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart lassen Sie es nach jeder Anmeldung oder jedem Neustart des Raspi automatisch wieder aufrufen.

Die Schwierigkeit bei der nachträglichen Platzierung von Fenstern per `wmctrl` ist, dass das Programm dafür die hexadezimale Window-ID des betreffenden Fensters benötigt. Die lässt sich aber nur vergleichsweise umständlich ermitteln: In der Praxis hat es sich bewährt, die Liste der offenen Fenster vor und nach dem Aufruf der Anwendung zu vergleichen und dann die Window-ID des neu geöffneten Fensters zu verwenden. Das ist nicht narrensicher, sollte der Anwender genau in diesem Moment ein anderes Fenster öffnen oder schließen, verschiebt `wmctrl` schlimmstenfalls das falsche Fenster. Da das Skript via Autostart unmittelbar nach dem Anmelden aufgerufen wird, ist das aber wenig wahrscheinlich.

Fensterln 2.0

Das Herzstück des Skripts ist die Funktion `Start()`, die den auszuführenden Befehl als Parameter erhält und dann per `diff` die Window-ID des neu geöffneten Fensters ermittelt. Da dies je nach Anwendung einige Sekunden dauern kann, wartet die Funktion, bis sich an der Liste der Fenster etwas ändert, längstens aber zehn Sekunden. Wichtig ist, zwischen dem Verschieben eines Fensters und dem Start der nächsten Anwendung eine kurze Zeit zu warten, da sonst das verschobene Fenster irrtümlich als neu geöffnet erkannt wird.

Die Zahlen hinter dem Parameter `-e` von `wmctrl` geben die Position und Größe des Fensters in Pixeln an, angeführt von einer Null. Somit wird das Fenster mit der c't-Website an der Position 50,150 Pixel mit einer Größe von 900 × 700 Pixeln geöffnet und das Fenster mit heise online rechts daneben an der Position 970,150 Pixel in der gleichen Größe.

Wer einen Raspberry Pi 4 mit zwei Monitoren besitzt, kann auch jedes Fenster auf einen eigenen Monitor verschieben. Beim Pixel-Desktop sind die beiden Monitore standardmäßig nebeneinander angeordnet und werden zu einem gemeinsamen Desktop zusammengefasst. Bei zwei Full-HD-Monitoren hat der Desktop somit eine Größe von 3840 × 1080 Pixeln. Damit das zweite Browser-Fenster auf dem zweiten Monitor erscheint, müssen Sie lediglich beim zweiten Aufruf eine X-Koordinate oberhalb von 1920 Pixeln angeben. Wenn Sie dann noch den Befehl

```
wmctl -b add,fullscreen -i -r $WID
```

nach dem Verschieben der Fenster im Skript einfügen, schaltet das jeweilige Fenster in den Vollbildmodus um. So können Sie Ihren Raspi leicht für Server-Monitoring oder als digitale Anzeigetafel nutzen. *(mid@ct.de)* **c't**

Start-Skript für OpenBox: ***ct.de/y6e2***

```
#!/bin/bash

function Start {
  OWL=$(wmctrl -l)
  NWL="$OWL"
  i=0
  $@ >/dev/null 2>/dev/null &
  while [ "$i" -lt 10 -a "$OWL" = "$NWL" ]; do
    sleep 1
    NWL=$(wmctrl -l)
  done
  WID=$(diff <(echo "$OWL") <(echo "$NWL") | tail -n 1)
  WID=${WID#> }
  WID=${WID%% *}
  echo $WID
}

WID=$(Start chromium-browser --new-window https://ct.de)
wmctrl -e 0,50,150,900,700 -i -r $WID
sleep 1
WID=$(Start chromium-browser --new-window https://heise.de/newsticker)
wmctrl -e 0,970,150,900,700 -i -r $WID
```

Die Start-Funktion vergleicht die Liste der geöffneten Fenster, bevor und nachdem die gewünschte Anwendung aufgerufen wurde. Die daraus ermittelte Window-ID dient zum Platzieren der Fenster.

Langzeitbeobachtungen

c’t-Raspion erweitern: ntopng speist Datenbank

Unser in c’t 1/2020 vorgestelltes Projekt c’t-Raspion hilft dabei, die Geschwätzigkeit von Geräten im Netzwerk live zu beurteilen. Mit ein paar Handgriffen lässt es sich erweitern, um solche Daten langfristig zu sammeln und auszuwerten.

Von Peter Siering

Eine wichtige Rolle in unserem c’t-Raspion spielt die Software ntopng, die Netzwerkverkehr live beobachtet und in Form von Flows sichtbar macht. In der Pro- und Enterprise-Ausgabe lernt ntopng diese Daten auch in einer Datenbank zu speichern, sodass man sie über längere Zeiträume auswerten kann. Die Firma ntop stellt c’t-Lesern auf Anfrage eine sechs Monate lauffähige Pro-Ausgabe zur Verfügung. Das Folgende erklärt, wie Sie dazu die Konfiguration des c’t-Raspion ändern müssen und was Sie dann zusätzlich mit dem Projekt anstellen können.

ntopng pimpem

Eine freundliche E-Mail an ctmagazin@ntop.org genügt, und Sie erhalten kostenlos einen persönlichen Schlüssel für eine sechs Monate lauffähige Evaluierungslizenz der Pro-Version von ntopng für ARM-Geräte. Das Angebot ist befristet bis Ende Februar 2020. Sollten Sie Gefallen an der Software finden, können Sie für rund 50 Euro eine Lizenz erwerben. Sie erhalten damit ein Jahr Updates. Um danach veröffentlichte neue Versionen vollumfänglich nutzen zu können, müssen Sie erneut eine neue Lizenz erwerben.

Die Grundkonfiguration des im c’t-Raspion enthaltenen ntopng ist so angelegt, dass es in den kostenlosen Community-Modus gezwungen wird. Hätten wir das nicht getan, liefe die Software die ersten 10 Minuten als Enterprise-Ausgabe. Bei der Benutzung ist das hinderlich, weil mitten in einer Sitzung dann womöglich Funktionen wegbrechen. Um diese Bremse für das Umstellen auf eine lizenzierte Version zu lösen, müssen Sie die Konfigurationsdatei von ntopng bearbeiten und den Dienst neu starten. Melden Sie sich als Nutzer pi an und rufen Sie die Datei im Editor nano auf:

```
sudo nano -B /etc/ntopng/ntopng.conf
```

Die Option `-B` sorgt dafür, dass der Editor eine Sicherungskopie der Originaldatei mit angehängtem ~-Zeichen erstellt. Löschen Sie im Editor mit der Tastenkombination `Strg+K` die Zeile `--community`. Speichern und beenden Sie den Editor mit `Strg+O` und `Strg+X`. Starten Sie anschließend ntopng neu:

```
sudo systemctl restart ntopng
```

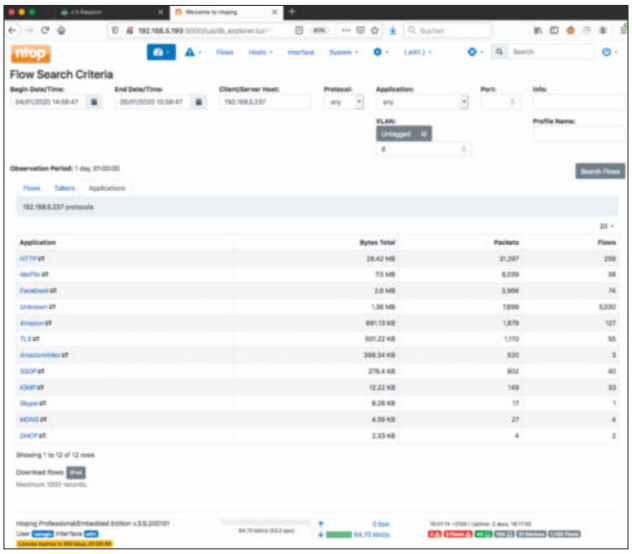
Öffnen Sie nun im Webbrowser die Oberfläche des c’t-Raspion ntopng und rufen Sie über den Knopf neben dem Suchfeld in der obersten Zeile der ntopng-Weboberfläche „About ntopng“ auf. Unter „License“ gibt ntopng eine als Link hinterlegte SystemId aus. Klicken Sie auf diesen Link, um in den Shop von ntop zu gelangen. Sie landen direkt im License Generator. Füllen Sie die Felder für „Order Id“ und „Email“ aus (beides steht in der Mail-Antwort von ntopng). Lassen Sie die anderen Felder, wie sie sind, und drücken Sie auf „Create ntopng License“.

Kopieren Sie die Inhalte des zweiten Felds in die Zwischenablage und fügen Sie diese in der Weboberfläche von ntopng in das Feld unterhalb des eingangs betätigten Links ein. Drücken Sie dann auf „Save License“. Nun sollte sich ihr ntopng für die Laufzeit der Lizenz als Professional/Embedded Edition zu erkennen geben – Sie können das in der Fußzeile der ntopng-Webseiten sehen. Die alternativ empfohlene Methode für die Kommandozeile klappt genauso.

In der Weboberfläche von ntopng tauchen jetzt einige zusätzliche Funktionen auf: Mit dem Traffic-Report (unter dem Tacho-Symbol) können Sie sich Übersichten für den Netzwerkverkehr für verschiedene Intervalle anzeigen lassen. Ähnliche Funktionen kommen auch in den Detailansichten zu Hosts und Schnittstellen hinzu. Der Community-Version fehlen entsprechende Funktionen.

SQL-Server drunter

Spannend wird es, wenn Sie ntopng historische Daten über die Flows in einer MySQL-Datenbank ablegen lassen. Dazu



Überblick über die von ntopng erkannten Applikationen, die ein Samsung-TV Gerät aus 2018 in 24 Stunden bemüht: Weder Facebook noch Skype hat der Nutzer je angefasst. Wer misstrauisch ist, sollte das erforschen.

müssen Sie auf Ihrem c't-Raspion zunächst MySQL einrichten und ntopng näherbringen. Das geht wieder nur auf der Kommandozeile, wenn Sie sich als Nutzer „pi" angemeldet haben. Wundern Sie sich nicht, dass hier mariadb eingerichtet wird – das ist der offizielle Ersatz für MySQL in Debian und somit Raspbian. Die folgenden Befehle installieren die Software und verbinden Sie als Nutzer „root" mit dem Datenbankserver zum Absetzen weiterer Befehle.

```
sudo apt-get install mariadb-server
sudo mysql -u root
```

In der MySQL-Kommandozeile erzeugen Sie dann einen neuen Nutzer „ntopng", setzen das Passwort, erstellen eine gleichnamige Datenbank, verbinden die Session mit der Datenbank und statten den Nutzer mit allen Rechten aus.

```
create user 'ntopng'@'localhost' ↲
↳ identified by 'geheim' ;
create database ntopng ;
connect ntopng ;
grant all privileges on *.* to ↲
↳ 'ntopng'@'localhost' ;
quit
```

Anschließend müssen Sie erneut die Konfigurationsdatei von ntopng bearbeiten. Ergänzen Sie Folgendes dort, wo Sie die Zeile mit `--community` entfernt haben:

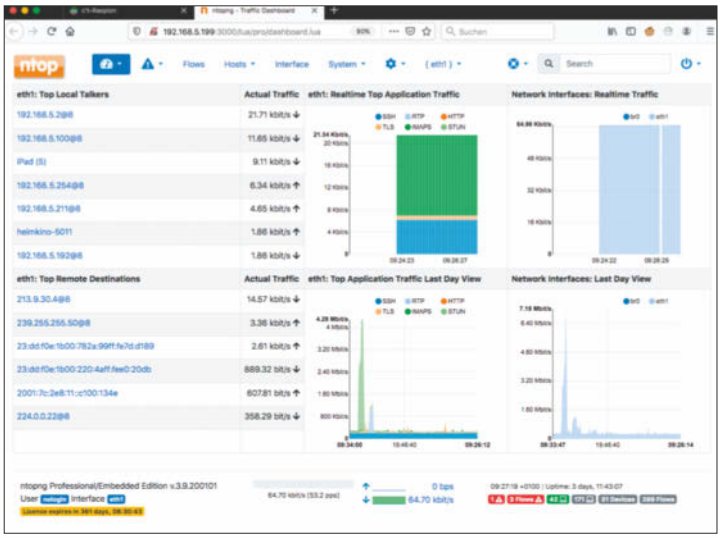
```
-F "mysql;localhost;ntopng;flows;↲
↳ntopng;geheim"
```

Diese Option verbindet ntopng mit der zuvor angelegten MySQL-Datenbank. Die muss übrigens nicht zwangsläufig auf dem Raspion laufen, sondern darf auch auf einem anderen im Netz erreichbaren System liegen. Wenn Sie anschließend ntopng mit

```
sudo systemctl restart ntopng
```

neu starten, dauert es eine Weile, bis Sie wieder die normale Weboberfläche erreichen. Beim ersten Start nach Hinzufügen der Datenbank legt ntopng zunächst Tabellen dort an und das dauert einen Moment. Die Weboberfläche zeigt den Fortschritt dabei an.

Wenn die Weboberfläche wieder erreichbar ist, taucht unter dem Tacho-Symbol der „Historical Data Explorer" auf. Hier können Sie sich bequem in den aufgezeichneten Daten umsehen und nach einzelnen Hosts, Protokollen, Anwendungen und Ports filtern. Das wird aber erst spannend, wenn Daten zusammengekommen sind.



Das Traffic Dashboard von ntopng zeigt auch, was auf mehreren konfigurierten Netzwerkschnittstellen los ist.

Als Netzsonde

Sie können das beschleunigen, indem Sie den c't-Raspion auch in Ihr reguläres Netz aufnehmen und ihm idealerweise über einen Monitoring-Port des Switches die Daten zukommen lassen. Aber: Selbst ein Raspberry Pi 4 ist mit den Datenmengen eines kleinen Netzes schnell überfordert. Den Grad der Überforderung können Sie an der Menge von Paketen ablesen, die ein Interface verwirft (auf der Kommandozeile als Ausgabe von `ifconfig`).

Damit der c't-Raspion über ein weiteres Interface an einen fürs Monitoring konfigurierten Port Ihres Switches lauschen kann, müssen Sie seine Netzwerkkonfiguration so bearbeiten, dass ein separat angesteckter USB-Ethernet-Adapter nicht automatisch Teil der Bridge br0 wird, in das die Grundkonfiguration einen zweiten drahtgebundenen Adapter namens eth1 steckt. Bearbeiten Sie deshalb mit

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

die Netzwerkkonfiguration Ihres c't-Raspion. Löschen Sie eth1 aus der Bridge-Definition für br0, indem Sie hinter `bridge_ports` das Auftreten von `eth1` entfernen. Fügen Sie stattdessen eth1 als eigenständiges Interface über die folgenden Zeilen hinzu:

```
allow-hotplug eth1
iface eth1 inet manual
  up ifconfig eth1 up
```

Nach einem Reboot konfiguriert Raspbian die zweite Schnittstelle dann so, dass Sie sich mit ntopng und Wireshark ansprechen lässt, selber aber keine Pakete in das angeschlossene Netz schickt, weil erst gar keine Adressen konfiguriert sind.

Um ntopng dauerhaft an diesem Interface lauschen zu lassen, hängen Sie an die Datei /etc/ntopng/ntopng.conf folgende Zeile an:

```
-i=eth1
```

Und starten Sie ntopng neu:

```
sudo systemctl restart ntopng
```

Im Traffic Dashboard zeigt ntopng jetzt beide Schnittstellen an. In den Detailansichten sehen Sie nun den gesamten Verkehr und können rückwirkend auch die historischen Daten betrachten. Wenn in Ihrem Netz VLANs konfiguriert sind, zeigt ntopng auch diese Daten an, indem es an die Hostadressen die VLAN-Nummer mit einem @-Zeichen anhängt. *(ps@ct.de)* c't

Download, Projekt- und GitHub-Seite: ct.de/yx4f

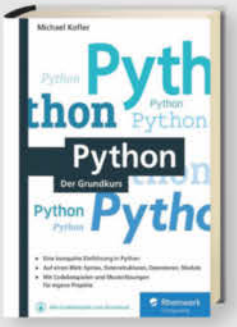
Wie geht es weiter?

Wir haben alle Bestandteile des c't-Raspion Anfang Januar auf GitHub veröffentlicht: das Installationsskript, das Hilfspaket und die Patches für GTK+ und Wireshark. Noch bevor wir das dortige Repository öffentlich zugänglich gemacht haben, hat unser Leser Benny Stark angefangen, seine Änderungsvorschläge in Feature-Branches dort zu integrieren. Mit Veröffentlichung dieser c't sollten die ersten Entwickler-Pakete eines Raspion 1.1 verfügbar sein. Wir freuen uns über weitere Beteiligung und Vorschläge.

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 € ›

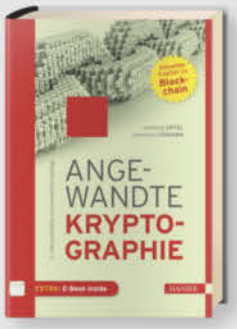
BEST-SELLER

Ralf Steck
CAD für Maker
Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202
shop.heise.de/cad-buch
25,90 € ›

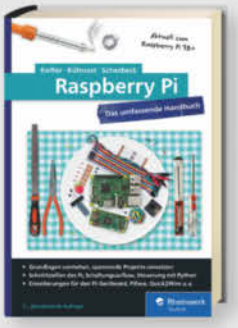
Ralf Wirdemann
SCRUM mit User Stories
Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523
shop.heise.de/scrum-stories
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 € ›



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi, 5. Auflage
Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195
shop.heise.de/raspberry-5
39,90 € ›

Hans-Georg Schumann
Calliope mini für Kids
Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598
shop.heise.de/calliope-kids
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.
Im Set mit 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 €

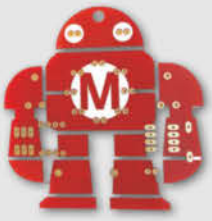
ANGEBOT

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 €

Retro-Shirts von c't

„Never change a running system" - eine Weisheit, die seit Ewigkeiten Gültigkeit besitzt. Holen Sie sich den c't 86 - den ersten Selbstbau-16-Bit-Computer mit 8086-Prozessor von c't als hochwertiges schwarzes T-Shirt in den Größen S bis 4XL!
Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

shop.heise.de/ct-shirts — je 15,00 €

Stockschirm protec'ted

Innen ist Außen und umgekehrt.
Dieser etwas andere Regenschirm sorgt für interessierte Blicke auch bei grauem und nassem Wetter. Als Highlight kommt noch das stilvolle und 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.

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

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Google-Assistant-Taste abschalten

Ich habe ein Android-Smartphone von Nokia. Am linken Rand befindet sich die Google-Assistant-Taste. Beim Aufnehmen und Benutzen des Telefons komme ich jedoch oft unabsichtlich daran, sodass der Sprachassistent startet. Wie kann ich das verhindern?

Sie können die Taste am leichtesten über die Android-Systemeinstellungen unter dem Punkt „System/Bewegungen/Taste für Google Assistent“ abschalten. Den Sprachassistenten können Sie weiterhin über das Mikrofon-Symbol im Google-Suchfeld oder bei entsperrtem Smartphone per Sprachbefehl wie „Hey Google“ aufrufen. *(chh@ct.de)*

Telegram versteckt alte Nachrichten

Ich habe eine Supergruppe in Telegram so konfiguriert, dass alte Nachrichten für neue Mitglieder sichtbar sind. Trotzdem können neue Mitglieder manche Nachrichten nicht sehen. Woran liegt das?

Die Einstellung „Chatverlauf für neue Mitglieder: Sichtbar“ gilt erst ab dem Zeitpunkt, an dem der Gruppenadmin das Feature aktiviert. Auch wenn die Beschreibung anderes vermuten lässt, sind alle Nachrichten vor dem Aktivieren des Features für neue Mitglieder unsichtbar.

Ab dem Zeitpunkt, an dem man das Feature aktiviert, sind alle neuen Nachrichten für alle Mitglieder sichtbar – auch wenn neue Nutzer erst viel später der Gruppe beitreten.

Leitet man alte Nachrichten nach dem Aktivieren an die Gruppe weiter, gelten die Kopien als neu und sind für alle sichtbar. Diese Nachrichten lassen sich im Gegensatz zu den alten Nachrichten dann auch anpinnen.

Telegram-Nutzer müssen darauf achten, wann sie den Chatverlauf einer Gruppe für neue Mitglieder sichtbar schalten. Nachrichten vor dem Aktivieren des Features bleiben versteckt.

Wer eine für alle Mitglieder vollständig lesbare Supergruppe erstellen möchte, muss bei Telegram direkt nach dem Erstellen der Gruppe den Chatverlauf für alle sichtbar schalten und darf erst danach die erste Nachricht schreiben. Diese und alle folgenden Nachrichten sind dann auch für alle Mitglieder sichtbar, egal wann sie der Gruppe beitreten. *(pmk@ct.de)*

Mails als Anhang weiterleiten

Manchmal ist eine von Kollegen weitergeleitete E-Mail kaputt. Sonderzeichen werden nicht richtig dargestellt und durch die Einrückungen kann man den Text sehr schlecht lesen. Lässt sich so etwas nicht vermeiden?

Diese Probleme entstehen meist, wenn man eine Mail „inline“ weiterleitet. Dies ist bei den meisten Mailprogrammen der Standard. Dabei wird der komplette Mailinhalt inklusive der Header in eine neue Mail übernommen. Auf diese Weise können die Mailprogramme schon mal mit den verwendeten Zeichensätzen durcheinanderkommen und produzieren Zeichensalat.

In vielen Fällen ist es zweckmäßiger, Mails als Anhang weiterzuleiten – das gilt zum Beispiel, wenn man eine fehlgeleitete Mail an einen anderen Kollegen weiterleitet. Dabei vermeidet man auch „Fw: Fw: Fw“-Kaskaden im Betreff. Wo sich die Funktion zum Weiterleiten als Anhang befindet, unterscheidet sich von Mailprogramm zu Mailprogramm. Bei Thunderbird findet sie sich zum Beispiel im Kontextmenü unter „Weiterleiten als Anhang“, bei Outlook findet sich der Punkt nach der Auswahl der Mail im Bereich Antworten unter „Weitere“ und dort dann „als Anlage weiterleiten“.

Ein Mail-Client öffnet eine als Anhang weitergeleitete Mail wie eine Nachricht, die er direkt abgerufen hat. Dabei handelt es sich um genau die Mail, die der Weiterleitende empfangen hat. Beim Zwischenschritt sind also lesefreundlich kein „Fw“ beim Betreff und keine Einrückungen hinzugekommen. Auch haben wir bei als Anhang weitergeleiteten Mails wesentlich weniger Probleme mit der Kodierung beobachtet. Jetzt müssen Sie das Weiterleiten als Anhang nur noch in Ihrem Unternehmen bekannt machen. *(jo@ct.de)*

Altes Windows aus VHD booten

Weil ich alte Spezialhardware verwende, die nur mit XP funktioniert, muss ich weiterhin einen PC dafür vorhal-

ten. Nun ist mir Ihr Skript c't-Win2VHD aufgefallen, mit dem man Windows in eine VHD-Datei installieren kann. Aus der kann es anschließend booten und anders als bei einer Installation in einer virtuellen Maschine (VM) auf die gesamte physische Hardware zugreifen. Daher würde ich gern mit dem Skript ein Zweit-Windows wie in c't 2/2017 beschrieben einrichten. Das sollte mit XP ja klappen, oder? Immerhin liegt doch in einer Hyper-V-VM XP als Gastsystem ebenfalls auf einer VHD-Datei.

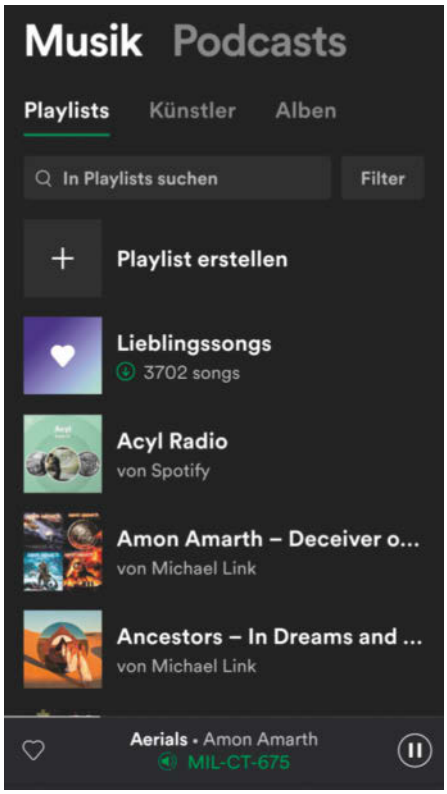
Leider nein. Hyper-V stellt (ebenso wie VirtualBox und VMware Workstation) einen kompletten virtuellen Rechner so bereit, dass ein Gastsystem im Prinzip gar nicht bemerkt, dass es in einer virtuellen Maschine läuft. Es muss also keine speziellen Voraussetzungen erfüllen, um in einer VM laufen zu können. Insbesondere braucht es sich nicht dafür zu interessieren, dass es nicht auf einem physischen Datenträger, sondern in einer virtuellen Festplattendatei installiert ist – um die Umleitung der Zugriffe kümmert sich Hyper-V.

Anders beim VHD-Boot: Hier muss sich das in der VHD installierte Betriebssystem selbst um die Umleitung der Zugriffe kümmern. Das erledigt seit Windows 7 ein virtueller SCSI-Miniport-Treiber (vhddisk.sys). Den lädt bereits der Bootloader während des Startvorgangs. Der Treiber bindet anschließend die VHD-Datei ein und leitet alle Zugriffe darauf um. Das beherrscht Windows aber erst seit Version 7. Alle Vorgänger wie Vista und XP können also zwar problemlos in einer VM laufen, aber leider nicht als VHD-Installation. *(axv@ct.de)*

Seltsame Spotify-Playlist-Sortierung

Ich nutze Spotify und habe mir zur Umgehung des 10.000-Song-Limits sehr viele Playlists gebastelt. In der Bibliothek in meiner Android-App erscheinen sie aber nicht alphabetisch, sondern danach sortiert, was ich zuletzt abgespielt habe. So finde ich die gewünschte Playlist nur schwer. Gibt es Abhilfe?

Tatsächlich ist die Option „zuletzt gespielt" in der Spotify-App voreingestellt. Das können Sie ändern, indem Sie nach Klick auf den Reiter „Bibliothek"



Der Filter-Dialog bestimmt die Anzeigereihenfolge von Playlists und anderen Inhalten in der Spotify-App.

weiter oben auf den Menüpunkt „Playlists" tippen. Auf der erscheinenden Liste wischen Sie dann von oben nach unten. Dann erscheint die normalerweise nicht sichtbare Suchmaske, mit der Sie nach einzelnen Inhalten suchen können – das funktioniert übrigens auch in den Menüpunkten „Künstler" und „Alben". Über „Filter" können Sie dann die Sortierung ändern, etwa nach dem Alphabet oder nach der Reihenfolge, in der Sie Musik hinzugefügt haben. *(mil@ct.de)*

Wireguard nach Umzug defekt

Ich habe meine Wireguard-Konfiguration von meinem Raspi auf meinen Server umgezogen. Auf dem Raspi lief immer alles einwandfrei. Nun klappen die DNS-Auflösung und der Aufruf von Websites nicht mehr. Die DNS-Einstellungen auf den Clients sind aber korrekt.

Möglicherweise haben Sie die Iptables-Regeln der Konfiguration nicht angepasst. Raspbian verwendet nicht das mittlerweile weitverbreitete Consistent Network Device Naming mit Gerätenamen wie enp3s0, sondern die alte Benennung mit Gerätenamen wie eth0. Damit das für Wireguard nötige Durchleiten von Paketen zum lokalen Netz klappt, müssen Sie den korrekten Gerätenamen bei den Iptables-Befehlen in der Konfigurationsdatei des Wireguard-Interface eintragen. *(mls@ct.de)*

Location-Berechtigung für Kopfhörer?

Die Apps vieler Bluetooth-Geräte fordern sowohl auf meinem Android- als auch meinem iOS-Smartphone die Berechtigung an, meinen GPS-Standort zu erfahren – Kopfhörer, Lautsprecher, Schlüsselfinder, Staubsauger. Wieso wollen diese ganzen Hersteller wissen, wo ich bin und wie schalte ich das ab?

Die Apps wollen gar nicht unbedingt den per GPS ermittelten Standort an den Hersteller senden, sondern diese Abfrage ist eine Nebenwirkung der Bluetooth-Kommunikation zwischen Smartphone und Gadget.

Die Apps wollen es dem Anwender hier nur einfach machen, indem sie die Bluetooth-Kopplung automatisch durchführen. Dazu fragen sie Android oder iOS nach einer Liste aller Bluetooth-Geräte der Umgebung – auf den ersten Blick eine harmlose Abfrage. Doch diese Liste enthält unter Umständen Bluetooth-Funker mit fester Position, vor allem die von einigen Ladengeschäften genutzten Bluetooth-Beacons. Anhand von öffentlichen Datenbanken lassen sich diese IDs festen Ortskoordinaten zuordnen – ähnlich wie das auch bei WLAN-Routern und Mobilfunktürmen geht. Möglicherweise enthalten diese Datenbanken sogar schon Standorte des einen oder anderen Smart-TV oder PCs mit Bluetooth.

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.**

Somit haben sich Apple und Google entschieden, diese Liste nur an Apps herauszurücken, denen der Nutzer die Erlaubnis gegeben hat, eine Standortbestimmung vorzunehmen. Eine Differenzierung danach, ob die App das per GPS/Satellit, WLAN, Mobilfunk oder Bluetooth zu tun gedenkt – oder ob sie diese Daten überhaupt nach Ortungsaspekten auswertet und irgendwohin schickt –, nehmen Android und iOS nicht vor. Hier leiden die gutmütigen Apps der Bluetooth-Hersteller also darunter, dass böswillige Apps trotz verweigerter Standortbestimmungsberechtigung versuchen, den Nutzer über den Bluetooth-Trick zu orten. Android verhält sich so seit Version 6 und hat das mit Version 9 verschärft. Apple führte die Restriktionen mit iOS 8 ein und verschärfte sie mit iOS 13.

Eine sicher funktionierende Abhilfe gibt es nicht. Wenn Sie dem Hersteller trauen, können Sie der App die scheinbare Standortbestimmung einfach erlauben. Falls nicht, ist es einen Versuch wert, zuerst die Bluetooth-Kopplung über die normalen Systemdialoge durchzuführen, bevor Sie die App aufrufen. Die eine oder andere modernere App mag dann auf den Bluetooth-Scan verzichten und somit die Berechtigung nicht anfordern. *(jow@ct.de)*

HD-Voice im Festnetz

? In letzter Zeit erhielt ich Anrufe von Smartphones auf meinem Festnetzanschluss, die sehr gut klangen. Ich habe anschließend in den Push-Mitteilungen der Fritzbox nachgesehen und bestätigt bekommen, die Verbindung lief mit dem HD-Codec G.722. Bisher wurde doch bei Anrufen vom Smartphone von LTE umgeschaltet auf GSM (wo ja kein HD möglich ist) oder UMTS. Wäre bei UMTS HD möglich oder können solche HD-Verbindungen nur mit VoLTE erfolgen?

! Grundsätzlich sind HD-Verbindungen möglich, wenn alle Komponenten auf der Strecke HD-tauglich sind, also die Endgeräte und alle beteiligten Vermittlungsstellen das beherrschen. Lange Zeit funktionierte in den GSM-Netzen kein HD-Voice, das hat sich aber inzwischen geändert. Bei Vodafone und Telekom ist das GSM-Netz flächendeckend HD-Voice-tauglich, bei O2 zumindest teilweise. Die HD-Voice-Technik (AMR-WB) ist im Mobilfunk standardisiert und wird von vielen Endgeräten unterstützt.

Allerdings arbeitet HD-Voice im Festnetz und im Mobilfunknetz nach verschiedenen Standards. Im Festnetz wird der Codec G.722 eingesetzt, im Mobilfunknetz G.722.2. Trotz der auf den ersten Blick ähnlichen Bezeichnung handelt es sich um vollständig unterschiedliche Verfahren. Im Festnetz kommt ein einfacher Codec zur Anwendung, bei G.722.2 handelt es sich hingegen um ein aufwendiges Kompressionsverfahren.

Grundsätzlich sind HD-Telefonate zwischen Festnetz und Mobilfunk möglich, allerdings müssen die Netzbetreiber dazu ein Gateway einsetzen, um zwischen den Codecs umzusetzen. Mit dem derzeit in Entwicklung befindlichen Enhanced Voice Service (EVS) wird HD-Telefonie in den Mobilfunknetzen technisch und qualitativ nochmals erheblich verbessert werden, vergleichbare Entwicklungen für Festnetztelefonie sind mir nicht bekannt. *(uma@ct.de)*

Internettelefonie Sprachübertragung

Diese Tabelle zeigt Detailinformationen zur Sprachübertragung bei der Internettelefonie.

Senderichtung Empfangsrichtung

Datum	Rufnummer		Sprachübertragung							
	Dauer (*)	Gegenstelle		Kodierung	Pakete (**)	Verloren	Verzögerung	Jitter	Burst	Sonstige
Eigene Rufnummer: 00495113			(100 %)							
01.01.2020 16:03	07	@sip.easybell.de		G.722-HD	55244 (-)	0.0 %	15.5 ms	3 ms	-	
	0:19 (1217 ms)	195.185.37.60		G.722-HD	55149 (-)	-	15.5 ms	3 ms	676 ms (73 %)	
01.01.2020 16:23	030	@sip.easybell.de		G.711	32630 (-)	-	9.5 ms	0 ms	-	
	0:11 (3912 ms)	195.185.37.60		G.711	32772 (-)	-	9.5 ms	3 ms	20 ms (100 %)	
01.01.2020 16:36	0511	@sip.easybell.de		G.711	30012 (-)	0.0 %	5.5 ms	0 ms	-	
	0:11 (999 ms)	195.185.37.60		G.711	30262 (-)	-	5.5 ms	3 ms	86 ms (65 %)	
Eigene Rufnummer: 54			(100 %)							
01.01.2020 15:59		Anonymous@Anonymous.invalid		G.722-HD	10716 (-)	-	8 ms	0 ms	-	
	0:04	83.125.8.154		G.722-HD	10692 (-)	-	8 ms	3 ms	439 ms (100 %)	
01.01.2020 20:40	017	@dus.net		G.722-HD	6936 (-)	-	8.5 ms	0 ms	-	
	0:03	83.125.8.154		G.722-HD	7123 (-)	-	8.5 ms	3 ms	0 ms (0 %)	

(*) Anzeige der Dauer in [hh:mm], in Klammern steht bei ausgehenden Rufen die Zeit in [ms], die für den Verbindungsaufbau benötigt wurde.
(**) Stillenerkennung.

In täglichen Status-E-Mails über den Push-Service teilt die Fritzbox detaillierte Informationen zu den Telefonaten und dem verwendeten Codec mit.

Gesundheitsrisiken von 5G

? Ich war der Meinung dass durch das Bürgerbegehren (siehe ct.de/y2v9) eine erneute Beurteilung der möglichen Gesundheitsrisiken von 5G nötig wäre, bevor der Ausbau weitergeht. Nun lese ich hier immer wieder Meldungen über den Fortschritt des Ausbaus. Können Sie mir sagen, was der aktuelle Stand der Dinge ist?

! Eine Petition ist für den Gesetzgeber grundsätzlich nicht bindend, sondern nur eine Aufforderung, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Also wird auch der Ausbau wie geplant weitergehen, solange Gesetze oder Verordnungen nicht geändert werden. Und danach sieht es im Moment überhaupt nicht aus.

Aktuell bauen die Netzbetreiber ihre Netze im 3,5-GHz-Bereich aus. Allerdings sind derzeit noch kaum Basisstationen in Betrieb. Durch die geplante höhere Dichte der Stationen, die dadurch geringere zu überbrückende Entfernung und die gezielte Distribution des Signals (Beamforming) sinkt die benötigte Sendeleistung gegenüber der jetzigen Struktur, sodass die Belastung insgesamt sogar eher geringer ausfallen könnte.

Tatsächlich kritisch zu bewerten ist hingegen die Nutzung von Frequenzen im mmWave-Bereich; hier besteht noch Forschungsbedarf, weil hier wenige Erfahrungswerte und Untersuchungen vorliegen und sich Funkwellen mit derart hoher Frequenz in ihrer Wirkung auf den menschlichen Körper ganz anders verhalten als die bislang eingesetzten.

Für diese Frequenzen des Frequency Range 2 (FR2, mmWave) gibt es allerdings bislang weder Geräte noch Frequenzzuweisungen; ins Auge gefasst hat man in Europa einen Bereich bei 26,5 GHz. Es wird noch viele Jahre dauern, bevor eine Nutzung erfolgen kann.

Unklar sind auch die Nutzungsszenarien für mmWave. Möglicherweise werden solche Frequenzen nur im Downstream verwendet, wo man die Einhaltung von Grenzwerten viel leichter gewährleisten könnte als in der Upstream-Nutzung. *(uma@ct.de)*

5G-Petition: ct.de/y2v9

Ihr seid erkannt!

Unscheinbares Gelegenheitsfoto kann Datenschutzärger verursachen

Wer an seinem Wohnort einer Versammlung beiwohnt, rechnet nicht unbedingt damit, dass sein Bild noch nach Jahren per Internet zu Kollegen und Bekannten kommt. Betreibern von Social-Media-Seiten empfiehlt sich große Vorsicht mit Fotos lokaler Ereignisse, auf denen Anwesende wiedererkennbar sind.

Von Verena Ehrl

Es war geschafft: 2018 rückte in Barsinghausen ein Bautrupp an, um die viel befahrene Wilhelm-Heß-Straße mit einer von Anwohnern vier Jahre lang erkämpften Fußgänger-Ampelanlage zu sichern. Der SPD-Ortsverein des niedersächsischen Städtchens zeigte auf seiner Facebook-Fanseite stolz ein Bild von der Baustelle und daneben eines von dem 2014 veranstalteten Diskussions-Event der SPD zum Thema; anwesend waren seinerzeit rund 70 Leute. Unter den Abgebildeten war das Ehepaar S., das den Ortsverband darum bat, das Bild zu löschen. Arbeitskollegen hatten Herrn S. auf seine Fotopräsenz angesprochen, was diesem unangenehm war.

Datenschutz schlägt zu

Der SPD-Ortsverband wies darauf hin, dass die Lokalpresse ein Bild des Ehepaars von der Veranstaltung bereits 2014 veröffentlicht hatte. Ein weiteres Foto dieser Art war auf der offiziellen SPD-Homepage auch schon seit 2014 zu sehen. Somit war die Facebook-Präsentation von 2018 keine Erstveröffentlichung, für die man die Einwilligung der Fotografierten gebraucht hätte. Zudem waren die Eheleute nur gemeinsam mit anderen abgebildet, auch nicht besonders hervorgehoben. Wunschgemäß wurde das Foto dennoch von der Facebook-Seite gelöscht.

Damit gaben sich Frau und Herr S. jedoch nicht zufrieden. Sie wandten sich an die Landesbeauftragte für Datenschutz in Niedersachsen und baten diese zu prüfen, ob ein Verstoß gegen die seit Mai 2018 wirksame europäische Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) vorliege.

Beim SPD-Ortsverband wiederum vertrat man die Auffassung, dass im vorliegenden Fall § 23 des Kunsturheberrechtsgesetzes (KunstUrhG) greife. Danach sind Abbildungen von Menschen ohne deren Einwilligung statthaft, sofern es sich dabei nur um unwesentliches Beiwerk handelt oder sich die Abgebildeten im Hintergrund befinden. Zudem verwies der Ortsverband auf Art. 21 des Grundgesetzes (GG): Es müsse einer Partei erlaubt sein, durch Werbung für die eigenen Tätigkeiten zur Willensbildung des Volkes beizutragen.

Das überzeugte die niedersächsische Datenschutzbehörde nicht. Sie erließ eine Verwarnung und legte dem Ortsverband die Kosten des Verfahrens auf. Sie argumentierte mit der DSGVO: Bilder von Menschen seien personenbezogene Daten. Deren Verarbeitung, also auch die Veröffentlichung, sei grundsätzlich nur mit Einwilligung der Betroffenen zulässig (Art. 5 Abs. 1a in Verbindung mit Art. 6 Abs. 1, 1f DSGVO).

Nun war die Streitlust des SPD-Ortsverbands geweckt: Er klagte vor dem Verwaltungsgericht (VG) Hannover gegen die Verwarnung und den Kostenbescheid. Ende November 2019 wies das Gericht jedoch die Klage ab und entschied, die Bescheide der Datenschutzbehörde seien rechtmäßig gewesen (Az. 10 A 820/19).

Mit der Facebook-Veröffentlichung habe der SPD-Ortsverband gegen die DSGVO verstoßen. Der von ihm ins Feld geführte § 23 KunstUrhG greife nur, wenn es um die journalistische, künstlerische oder wissenschaftliche Verwendung von Bildern gehe. Das Posting auf der Facebook-Seite falle jedoch nicht darunter.

Privatbürger, die zu einer Veranstaltung gingen, müssten zwar damit rechnen, in der Tagespresse gegebenenfalls mit Foto zu erscheinen. Die Veröffentlichung auf einer Partei-Fanseite habe aber einen komplett anderen Charakter als ein Zeitungsartikel.

Betreiber einer Fanseite schließen normalerweise nicht gemäß Art. 26 DSGVO eine Vereinbarung über eine Auftragsdatenverarbeitung mit Facebook. Dadurch, dass dann Facebook umfassende Nutzungsrechte am veröffentlichten Material habe, seien Betroffene unkalkulierbaren Risiken ausgesetzt – so das Gericht. Sie könnten keine effektive Kontrolle mehr über die Daten ausüben.

Dem journalismusfreundlichen § 23 des KunstUrhG stehe ein wichtiges Korrektiv gegenüber, nämlich das berechtigte Interesse der Abgebildeten. In diesem Fall richte dieses Interesse sich darauf, nicht in Verbindung mit politischer Arbeit beziehungsweise Werbung gebracht zu werden.

Als Abgebildeter müsse man sich nicht darauf einstellen, dass nach Jahren ein Bild wieder aus der Versenkung hervorgeholt und erneut veröffentlicht werde – zudem auch noch von einem Seitenbetreiber ohne Pressecharakter.

Vorsicht!

Unterm Strich bleibt: Die Presse hat gewisse Freiräume, die nicht jeder für sich geltend machen kann. Gerade Fanseiten-Betreiber und andere Online-Veröffentlicher, die Zwecke abseits des Journalismus verfolgen, können beim Umgang mit Personenfotos gar nicht vorsichtig genug sein. Nicht immer schlagen Maßnahmen der Datenschutzbehörden nach einem Verstoß gegen die DSGVO wie im vorliegenden Fall bloß mit ein paar hundert Euro zu Buche. *(psz@ct.de)* c't

Auf seiner Facebook-Seite dokumentiert der SPD-Ortsverband Barsinghausen Aspekte seiner Arbeit. Von der Ampel-Aktion, die den Anlass für das umstrittene Bild gab, sieht man hier jetzt nichts mehr.

FAQ

3D-Druck mit Plastikdraht

Fused Deposition Modeling (FDM) bezeichnet das Schmelzschichtverfahren, nach dem 3D-Drucker für den Hausgebrauch arbeiten. Dank günstiger Bausätze chinesischer Hersteller ab 150 Euro und erschwinglicher Fertiggeräte unter 1000 Euro erobern 3D-Drucker immer mehr Schreibtische und Kellerräume. Der Betrieb von 3D-Druckern wirft zahlreiche Fragen auf.

Von Pina Merkert

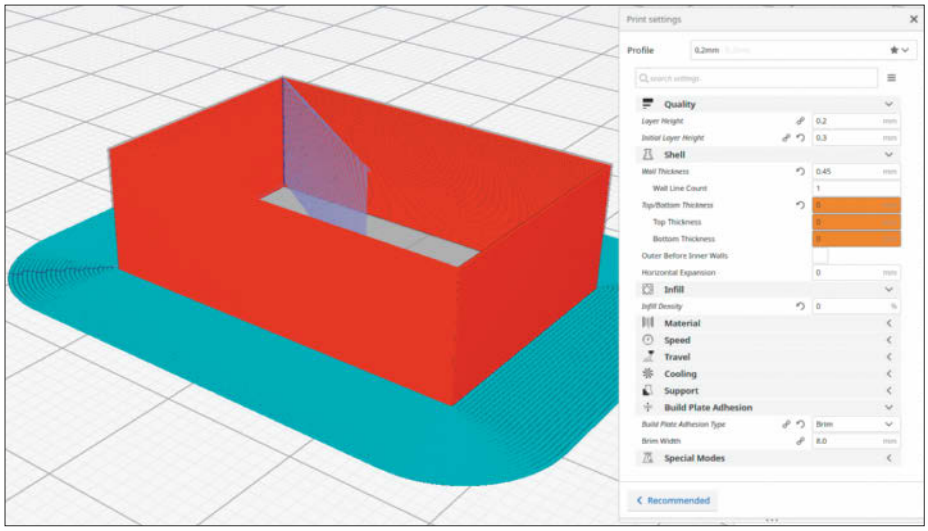
Startschwierigkeiten

? Der 3D-Drucker ist aufgebaut, wie nehme ich ihn in Betrieb?

! Heizen Sie das Heizbett auf 60 °C. Das dauert etwa zehn Minuten. Heizen Sie dann die Düse auf 200 °C und füttern Sie nach Erreichen der Temperatur den Plastikdraht aus PLA in den Extruder. Aus der Düse sollte ein glatter Plastikfaden kommen. Wenn Sie passende Messgeräte haben, überprüfen Sie die Temperaturen. Stimmen sie nicht, müssen Sie die Temperaturfühler (NTCs) in der Firmware neu kalibrieren.

Anschließend drucken Sie einen Quader (3 × 2 × 1 Zentimeter). Stellen Sie in der Druckvorbereitungs-Software (Slicer) 0 Prozent Füllung, eine Wanddicke von 0,45 Millimetern (für eine Düse mit 0,4 Millimeter Loch), keinen Boden und keine Decke (Anzahl der geschlossenen Schichten im Slicer jeweils auf 0 stellen) aber einen Kragen, englisch „Brim“ (8 Millimeter) ein. Nutzen Sie generell 0,2 Millimeter Schichthöhe, für die erste Schicht jedoch 0,3 Millimeter. Produziert der Drucker ein Rähmchen, ist das schon ein gutes Zeichen.

Messen Sie anschließend mit einem Messschieber die Außenmaße in X- und Y-Richtung, die Wanddicke und die Dicke des Brim. Die Außenmaße sollten nicht mehr als 0,1 Millimeter von den erwarteten drei (X-Richtung) oder zwei Zentimetern (Y-Richtung) abweichen. Die Wanddicke sollte dem im Slicer eingestellten Wert (0,45 Millimeter) entsprechen. Der Brim sollte eine glatte Oberfläche aufweisen und 0,3 Millimeter hoch sein.



Die STL-Datei fürs Test-Rähmchen enthält nur einen Quader (3 × 2 × 1cm). Stellt man im Slicer (hier Cura) 0 % Füllung, 0 Boden- und Deckschichten, Wandstärke 0,45 mm und Brim ein, entsteht ein perfektes Testobjekt, das ganz wenig Filament verbraucht.

? Mein Drucker druckt den Test-Rahmen mit falschen Maßen. Was tun?

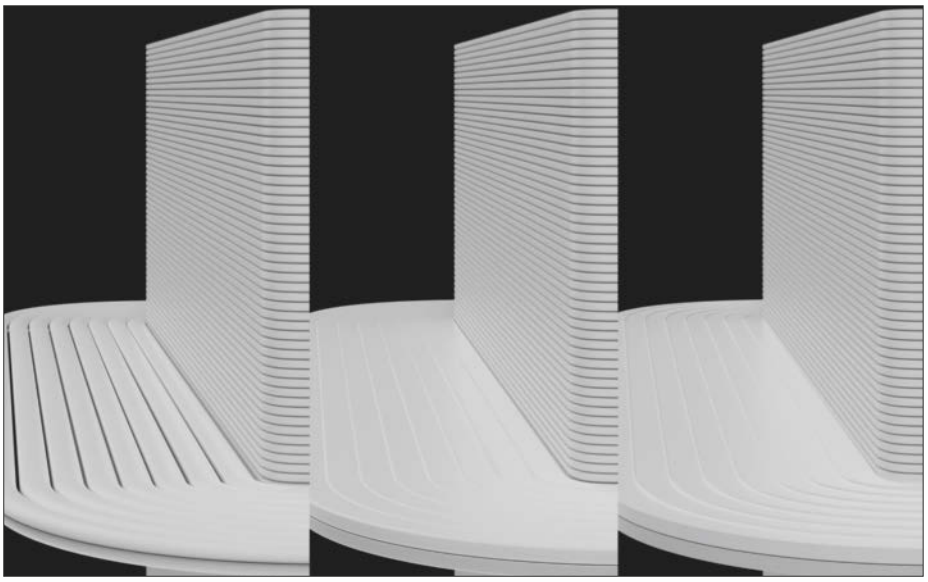
! Stimmen die Maße des Rähmchens nicht, müssen Sie die Parameter der Firmware anpassen. Bei einem China-Bausatz wissen Sie aber vermutlich gar nicht, welche Parameter die mitgelieferte Firmware enthält. Es gibt aber hervorragende freie Firmwares, meist sogar mit einem größeren Funktionsumfang; wir haben gute Erfahrungen mit Marlin gemacht.

Laden Sie mit `git` zuerst die Aktuelle Marlin-Version von `github.com/Marlin↵ ↳Firmware/Marlin`. Anpassen müssen Sie nur die Parameter in `Configuration.h`. Stellen Sie dort zunächst Schätzwerte für X-, Y- und Z-Schritte ein und selektieren Sie die eingebauten NTC-Typen für die Temperatursensoren von Bett und Düse. Kompilieren Sie die Firmware dann mit der ArduinoIDE und übertragen Sie sie per USB auf das Drucker-Mainboard. Danach drucken Sie ein weiteres Rähmchen. Das kommt auch mit falschen Maßen aus dem Drucker, da Sie ja die Parameter schätzen mussten.

Nun wissen Sie aber alle Parameter des Drucks und können die neuen Parameter anhand des Fehlers anpassen. Bei der Schrittzahl in X-Richtung teilen Sie dafür die aktuelle Schrittzahl durch die gemessene Länge des Rähmchens in X-Richtung und multiplizieren mit der Soll-Breite. Heraus kommt ein auf einen Mikro-Schritt des Motors genauer Wert. Für Y und Z wiederholen Sie das gleiche Vorgehen.

Bei der Schrittzahl für den Extruder brauchen Sie eventuell mehrere Durchgänge des gleichen Vorgehens. Markieren Sie zuerst eine beliebige Stelle am Filamentdraht und messen Sie den Abstand

zum Extruder. Extrudieren Sie danach per G-Code-Befehl [1] 10 Millimeter und messen Sie erneut den Abstand. Mit diesen Messungen berechnen Sie wie bei der X-Achse eine Schrittzahl. Die Messungen gelingen nicht sehr genau – aber gegen diese Ungenauigkeit gibt es die weiteren Iterationen. Nun drucken Sie wieder ein Brim und begutachten die Oberfläche: Wenn die kleine Stege enthält, drückt sich Plastik seitlich an der Düse vorbei – dann müssen Sie die Schrittzahl ein wenig reduzieren. Zeigen sich Rillen zwischen den Plastikwürsten oder sind sie gar nicht verbunden, erhöhen Sie die Schrittzahl ein wenig. Mit dem perfekten Wert erhalten Sie eine ganz glatte Oberfläche mit regelmäßigen Bahnen.



Steuert die Firmware den Extruder-Motor mit zu wenigen Schritten an (links) entstehen Rillen und Lücken, zu viele Schritte drücken Wülste neben die Bahnen (rechts). Die korrekte Einstellung sorgt für gleichmäßige Bahnen mit glatter Oberfläche (Mitte).

Alltagsprobleme

? Was kann ich tun, wenn sich Plastik an der Düse sammelt und die gedruckten Bahnen nicht auf dem Bett haften?

! Meist ist dann die Betthöhe falsch eingestellt. Bei der Z-Koordinate 0 sollte die Düse ohne Abstand und ohne Druck auf dem Bett aufliegen. Das kann man aber nicht messen. Fahren Sie die Düse deswegen auf eine Position mit Z-Koordinate 0,12 Millimetern und schieben Sie ein Stück vom c't-Cover in den Spalt. Das sollte, ohne zu klemmen, mit ein wenig Reibung dazwischen passen. Messen Sie auf diese Weise in allen vier Ecken und in der Mitte, um sicherzustellen, dass das Bett nicht schief ist. Verstellen Sie nach Bedarf die Rändelschrauben unterhalb des Druckbetts, bis sich die Reibung überall gleich anfühlt.

Wenn Sie sichergestellt haben, dass das Bett waagerecht ist und die Betthöhe genau stimmt, starten Sie einen neuen Versuch. Haftet der Kunststoff weiter nicht, messen Sie die Betttemperatur. Bei einem Heizbett mit Glasoberfläche sollte die Temperatur für PLA 60 °C betragen. ABS haftet erst ab 100 °C auf Glas und auch nur, wenn Sie die Scheibe vorher mit Haarspray einsprühen (und das antrocknen lassen). Materialhersteller geben für andere Materialien wie PET oder Nylon die optimale Temperatur auf der Packung an und ergänzen teils auch Beschichtungshinweise.

Hilft auch die perfekte Temperatur nicht weiter, können Sie noch die Oberfläche rauer gestalten. Eine einfache Option ist Klebestift auf der Scheibe. Die stärkste Haftung erreichten wir in unseren Tests, wenn wir das Bett mit Maler-Abklebeband beklebten. Nach dem Bekleben müssen Sie die Höhe neu einstellen, da das Band ja eine Dicke hat. Das Maskierband muss entgegen diversen Anleitungen im Netz nicht blau sein.

? Beim Drucken knallt und bitzelt es an der Düse. Was ist los?

! Das Filament hat Feuchtigkeit aufgenommen, die schlagartig in der heißen Düse verdampft. Filament in diesem Zustand sorgt für ungleichmäßige Drucke. Sie müssen das Filament aber nicht wegwerfen. Ein bis zwei Stunden im Backofen bei 50 °C trocknen es wieder.

Um zu verhindern, dass Filament Feuchtigkeit aufnimmt, sollten Sie es in einem luftdichten Behälter zusammen mit Silica-Gel oder Reis aufbewahren. Silica-Gel liegt oft in kleinen Tütchen Versandverpackungen elektronischer Geräte bei.

? Zunächst haftet das Objekt flächig auf dem Druckbett. Wächst der Druck in die Höhe, lösen sich die Ecken und Ränder aber immer weiter vom Bett. Wie kann ich das verhindern?

! Der beschriebene Effekt nennt sich „Warping". Er kommt durch thermische Spannungen innerhalb des Objekts zustande. Im Extremfall können Drucke deswegen sogar entlang der Schichtlinien innerlich zerreißen. Wie stark ein Druck warpt, hängt von der gedruckten Form (je größer, desto verkrümmter) und vom Material ab. PLA warpt kaum, ABS ziemlich stark.

Da das frisch gedruckte Plastik flüssig und damit heißer sein muss als der Rest des Drucks, lassen sich thermische Spannungen nie ganz verhindern. Es hilft aber, die Temperaturdifferenz zu reduzieren. Profi-Drucker von Stratasys heizen dafür den gesamten Bauraum auf die Verglasungstemperatur (die entspricht ungefähr der Betttemperatur bei Druckern mit Heizbett) des Filaments auf, statt nur das Bett zu erwärmen. Die Konstruktion der meisten 3D-Drucker lässt eine so hohe Umgebungstemperatur jedoch nicht zu.

Dennoch können Sie Ihren Drucker meist ohne Schäden am Gerät in eine Kiste stecken und diese auf 50 bis 60 °C erhitzen. Mit so einem beheizten Bauraum erreichen Sie das geringste Warping abseits der Profidrucker. Kühlen Sie das Objekt nach dem Druck langsam und gleichmäßig ab.

Bei geringem Warping kann es aber schon reichen, dafür zu sorgen, dass der Drucker keinen Luftzug abbekommt. Beispielsweise sollte ein 3D-Drucker nie neben einem offenen Fenster arbeiten müssen. Die Geräte mögen es warm und windstill.

Wo sollte der 3D-Drucker stehen?

Beim Erhitzen des Plastikfadens in der Düse eines FDM-3D-Druckers entsteht Feinstaub. Ob dieser die Gesundheit gefährdet, konnte die Forschung bisher nicht eindeutig klären. Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, stellen Sie den Drucker nicht in Wohnräumen auf. Da die Drucker im Betrieb nervige Geräusche abgeben, schont das auch die Nerven. Immerhin dauert ein 3D-Druck oft viele Stunden.

Ideal steht der Drucker in einem trockenen und beheizten Abstell- oder Kellerraum. In seiner direkten Umgebung sollten Sie keine leicht entflammbaren Materialien aufbewahren und ein Feuermelder sollte installiert sein. Um ihn im Keller unter Beobachtung zu halten, empfiehlt sich, eine Webcam anzubringen oder alle paar Stunden nach dem Rechten zu sehen.

Nachdem ich Metall-Filament gedruckt habe, sehen alle Drucke unsauber aus. Was ist kaputt?

Filamente mit Metallpartikeln nutzen die Düse viel stärker ab als Filament aus reinem Kunststoff. Die Düse ist nun so abgenutzt, dass sie einen größeren Durchmesser hat. Sobald Sie die Düse austauschen, verschwinden auch die unsauberen Oberflächen.

Design-Tipps

Wann sollte ich im Slicer Stützstrukturen einstellen?

Unseren Tests zufolge drucken auch sehr hochwertige Drucker steilere Überhänge als 60° nur unsauber. Kurze Brücken bis circa einen Zentimeter kann man ohne Unterstützung riskieren. Alle Formen mit noch auskragenderen Überhängen oder längeren Brücken sollte man mit Stützmaterial drucken.

Hat der Drucker jedoch keine zweite Düse für auswaschbares Stützmaterial wie CPE (siehe [6]), landen auch in Löchern und Aushöhlungen feste Stützstrukturen. Diese lassen sich je nach Geometrie gar nicht mehr entfernen, sodass dann unsaubere Überhänge und Hängebrücken das kleinere Übel sind. Oft ist es sinnvoll, das Design so anzupassen, dass es ohne Stützen sauber druckt. Wer das Objekt selbst entwirft, kann auch Stützen ins STL integrieren und damit wenige und leicht zu entfernende Unterbauten schaffen. Designs aus dem Internet kann man im Slicer manchmal auf eine andere Seite drehen, um sie sauberer drucken zu können.

Ich will etwas Großes drucken. Wie gehe ich vor?

Passt ein Objekt nicht auf die Druckfläche Ihres Druckers, müssen Sie es zerschneiden. Dabei gibt es mehrere Optionen:

Künstlerische Objekte können Sie mit glatten Kanten zerschneiden und an den Schnittkanten zusammenkleben. Bei ABS bietet sich sogar die Möglichkeit, den Kunststoff mit Aceton anzulösen und die Einzelteile zu verschweißen. Die Klebekanten stellen aber Schwachstellen dar, an denen das Objekt brechen kann.

Für große und stabile Objekte ist es sinnvoller, Verschraubungen einzuplanen. Konstruiert man die nötigen Laschen auf die Innenseite, erkennt man die Einzelteile nur noch an schmalen Spalten.

Einige Designer machen sich einen Sport daraus, Objekte zu entwerfen, die Gelenke enthalten und sich ohne Schrauben auseinanderfalten lassen. Diese raffinierten Designs produzieren aber nur solche Drucker auch beweglich, die alle Spaltmaße penibel einhalten. Schon bei kleinsten Toleranzen oder Fehlern verschweißen die Gelenke, sodass sich die Objekte nicht entfalten lassen.

Meist lohnt es sich, alle Einzelteile kleiner als 10 Zentimeter zu planen, um Warping zu vermeiden. Für große Objekte verbindet man mehrere dieser Teile. Dabei kann man größere Einzelteile auch auf anderem Weg produzieren (Zuschnittservice, Fräsen, Lasercutter) und mit gedruckten Teilen verschrauben oder verkleben. *(pmk@ct.de)*

Literatur

[1] Pina Merkert, Bewegungsprogramm, G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren, c't 25/2017, S. 174
[2] Tim Gerber, 3D-Drucker-Grundlagen, Aufbau und Funktionsweise von 3D-Druckern mit Schmelzschichtverfahren, c't 7/2016, S. 154
[3] Tim Gerber, Pina Merkert, Plastinatoren, Welcher 3D-Drucker passt zu mir?, c't 22/2018, S. 102
[4] Mathias Poets, Scheibchenweise, Fünf Slicer-Programme für den 3D-Druck, c't 4/2019, S. 114
[5] Tim Gerber, Schichtarbeit, 3D-Drucker richtig konfigurieren, c't 8/2014, S. 156
[6] Tim Gerber, Zweischichtbetrieb, 3D-Drucker mit Dual-Extruder richtig nutzen, c't 12/2017, S. 150
[7] Pina Merkert, Ultimaker gegen seine Klone, 3D-Drucker nach dem Ultimaker-Prinzip schon ab 350 Euro, c't 1/2019, S. 130
[8] Tim Gerber, Selbstbeobachter, 3D-Drucker mit eingebauter Webkamera, c't 8/2019, S. 86
[9] Pina Merkert, Heiß gebettet, Günstiger 3D-Drucker aus China: Tevo Tarantula, c't 13/2017, S. 58
[10] Tim Gerber, Edeltüftelei, 3D-Drucker Renkforce RF500 von Conrad, c't 23/2017, S. 64

Bildquelle: Oliver Laric

Der Künstler Oliver Laric scannt berühmte Skulpturen und druckt sie im Maßstab 1:1. Da das nicht in einem Stück geht, verschraubt er die Einzelteile.

Kaffeekochen im Weltall

Anrührendes Adventure mit kniffligen Rätseln

Im Adventure Still there schwebt ein Astronaut in einer Raumkapsel durchs All, wo er sich den großen und kleinen Alltagsaufgaben widmet, während Träume und Erinnerungen sein einsames Leben infrage stellen.

Von Peter Kusenberg

Bereits seit zwei Jahren lebt Karl auf der winzigen Raumstation Bento. Er sammelt wissenschaftliche Informationen für seinen Auftraggeber und erledigt alltägliche Arbeiten: die Blase entleeren, den ausgeschiedenen Urin zu Trinkwasser wiederaufbereiten, Kaffeekochen, den Leguan im Terrarium füttern. Diese Aufgaben bewältigt der Spieler ohne langes Nachdenken. Ebenso leicht fallen ihm die Dialoge mit dem Bordcomputer Gorky, die einen großen Teil der rund siebenstündigen Spielzeit in Anspruch nehmen. Die Entwickler des italienischen Indie-Studios GhostShark haben jenen Gorky als klugen Begleiter programmiert, der Karl das Gefühl gibt, nicht allein zu sein in den Weiten des Alls. Häufig liefern sich die beiden verbale Kabbeleien, sie führen philosophische Zwiegespräche und im letzten Drittel des Spiels verhandeln sie gar existenzielle Fragen nach Vertrauen und Zuneigung.

In den Dialogen kann der Spieler häufig aus mehreren Antworten wählen, doch die Handlung ändert sich nicht grundlegend, egal für welche Option er sich entscheidet. Dass Still there dennoch kein Selbstläufer ist, liegt an den teils knackigen Rätseln. So muss man über das Periskop den energiereichsten Planeten unter Dutzenden Sternen erspähen und die richtige Zahlenkombination ins Textfeld tippen. Schwieriger noch wird es, wenn ein Sauerstoffleck Karls Leben gefährdet und der Spieler das Loch finden und stopfen muss. Auf einem komplexen Schaltplan gilt es dann, diverse Schleusen zu öffnen und zu schließen, Schalter zu manipulieren und Verbindungen herzustellen, damit am Ende Sauerstoff in die Kabine gelangt.

Fordernde Rätsel

Die Lösung allein dieses Rätsels kann gut 20 bis 30 Minuten dauern, wobei das Tempo im Wesentlichen davon abhängt, wie gut man das Handbuch studiert hat. Ohne dieses voluminöse, mit Schautafeln und Erklärungen angefüllte Kompendium wäre der Spieler aufgeschmissen. Immerhin darf er Gorky um Hilfe bitten, der zumindest einige Hinweise gibt. Die Entwickler präsentieren die Rätsel als logische Elemente der Handlung, sodass sie selten nerven. „Elektrolysekatalysator“ bleibt hier nicht bloß ein abstrakter Technikbegriff, sondern ein Ding, dessen Funktionsweise man nach dem Studium des Handbuchs versteht. Hin und wieder aber ergeben sich Situationen, in denen man die Schwierigkeit der Rätsel verflucht und sich nach einer anspruchslosen Leguan-Fütterung sehnt.

Obwohl die Handlung – mit Ausnahme der Träume – exklusiv auf der vier Bildschirme großen Bento verortet ist, erkennt der Spieler eine dramatische Entwicklung, der Protagonist wird zunehmend begreifbarer. Insbesondere nachdem Karl zu der im Weltraum gestrandeten Elle Kontakt aufgenommen hat, spricht er über Privates und über seine Lebensperspektive; er spielt der Gestrandeten gar ein Lied vor, was den Spieler einige Denkarbeit kostet.

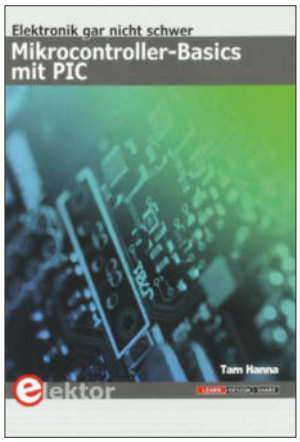
Elle entwickelt sich zu einer Tochterfigur, sodass mit Freund Gorky bereits zwei Ansprechpartner vorhanden sind, was an klassische Einsam-im-Weltraum-Filme erinnert, etwa „Lautlos im Weltall“ („Silent Running“) und Stanley Kubricks „2001: Odyssee im Weltraum“ mit dem Supercomputer HAL. Als spielerische Referenz erinnert Still there an das fabelhafte Pixel-Adventure „Alone with you“, das gleichfalls auf anrührende Weise Liebe, Menschlichkeit und Einsamkeit als Themen verarbeitet.

Technisch läuft das Spiel störungsfrei, wobei die Steuerung am PC deutlich einfacher vonstatten geht als an der Switch, deren Touchscreen nicht unterstützt wird, was mitunter in Fummelei ausartet. Eine Sprachausgabe fehlt, doch die Texte wurden passabel ins Deutsche übertragen. Den Spielstand kann man nicht von Hand sichern. Da automatisch nur in großen Abständen gesichert wird, sollte man das Spiel etwa während des Sauerstoff-Rätsels besser nicht unterbrechen. Die Spielwelt enthält zig interaktive Details: Im Schiff findet sich kaum ein reiner Deko-Schrank, ein Zier-Schräubchen oder eine Knopfattrappe.

Selbst wenn einige der mühseligen Rätsel die Geduld strapazieren: In Still there erlebt der Spieler eine anrührende, weitgehend kitschfreie und mitunter überraschende Geschichte, die ihn am Ende schlucken lassen wird. *(lmd@ct.de)* ct

Still there

Adventure	
Vertrieb	Iceberg Interactive, https://stillthere.ghostshark.it
Systeme	Windows, macOS, Nintendo Switch
Preis	9,50 bis 15 €



Tam Hanna

Mikrocontroller-Basics mit PIC

Elektronik gar nicht schwer

Elektor, Aachen 2019
ISBN 978-3-8957-6339-7
324 Seiten, 33 €

Zeitloses Handwerk

Wenn es darum geht, die Funktion von Mikrocontrollern und ihrer Peripherie zu verstehen, haben gut durchschaubare 8-Bit-Plattformen wie die in Ehren ergraute PIC-Familie einiges für sich.

Angesichts der Übermacht moderner Mikrocontroller-Systeme wie Arduino, ESP32 und Raspi sind einst populäre Bausteine wie die Abkömmlinge des „Programmable Intelligent Computer“ aus der Mode gekommen. Es kann dennoch auch heute sinnvoll sein, sich mit Konzept und Programmierung dieser übersichtlichen Vielzweck-Zwerge zu befassen. Tam Hannas Buch nimmt sich die kleinsten Mitglieder der PIC-Familie vor.

Der Reihentitel „Elektronik gar nicht schwer“ kann in diesem Fall falsche Erwartungen wecken. Schon die ersten kurzen Beispielprogramme erfordern es, gewissermaßen in den Maschinenraum der Assembler-Programmierung hinabzusteigen.

Schnell gibt es eine Menge zu lernen – wenn der Autor etwa erklärt, wie man zeitliche Verzögerungen in den Code einbaut. Auch die Frage, wie man den Energieverbrauch des Systems beim Abarbeiten von Programmen verringert, stellt sich früh. Ein umfangreicheres Beispiel implementiert einen Signalgenerator, der in der letzten Ausbaustufe aus vorberechneten Werten eine Sinuskurve erzeugt.

Nach dem Besuch in den Assembler-Gefilden wendet der Autor sich der Programmiersprache C zu. Mit ihr baut er einige der Assembler-Beispiele hochsprachlich nach.

Zu den paar Widerständen und LEDs, die man für die ersten Beispielanwendungen mit dem Mikrocontroller verbindet, gesellen sich bald ein kleines OLED-Display sowie ein kombinierter Feuchtigkeits- und Temperatursensor – sie dienen dazu, die Verwendung serieller Protokolle wie SPI und I2C vorzuführen.

Zur Steuerung der angebundenen Komponenten portiert der Autor Arduino-Bibliotheken auf die PIC-Plattform. Um ein RFID-Lesegerät zu steuern, implementiert er zusätzlich ein exotischeres serielles Protokoll. Abschließend erklärt er die persistente Speicherung von Daten mittels EEPROM und Flash.

Tam Hanna erläutert viel Grundlegendes, was sich auch auf andere Mikrocontroller übertragen lässt. Die Lektüre setzt allerdings einige Vorkenntnisse voraus – etwa zur Programmierung in C. Völlige Novizen ohne Klassik-Ambitionen dürften mit Plattformen wie dem Arduino besser zurechtkommen – schon wegen der einfacheren IDE. *(Maik Schmidt/psz@ct.de)*

Angstlöser

Wer mit Computern, digitalen Mobilgeräten und dem Internet umgeht, muss einiges an Fachchinesisch verdauen. Hattenhauers Lexikon erklärt und kommentiert systemübergreifend über 1800 Begriffe.

Was ist ein Widget? Welche gängigen Buzzwords gibt es im Bereich virtueller Welten für Arbeit und Spiel? Wodurch zeichnen sich Influencer aus? Wie lässt sich das Themenfeld der künstlichen Intelligenz grob skizzieren?

Zu diesen und vielen anderen Fragen rund um digitale Medien, Arbeitswerkzeuge und technische Sachverhalte liefert das Paperback aus der Buchreihe „Garantiert alles verstehen“ mal mehr, mal weniger aufschlussreiche Informationen. Erfreulicherweise hat Hattenhauer, ein versierter Vielschreiber, die gewollt niedrige Zugangsschwelle nicht als Alibi für unkonkrete Überfliegerei genutzt. Vielmehr findet man zahlreiche überwiegend treffsichere Detailinformationen.

So erfasst etwa Hattenhauers Beschreibung von „Netzneutralität“ das Wesentliche dieses Anliegens. „Plug-in“ erklärt er sinnvollerweise als Software-Erweiterung; als Beispiel nennt er Browser-Ergänzungen zur Medienwiedergabe. Der Absatz „JavaScript“ umreißt die Bedeutung der Skriptsprache zutreffend und weist darauf hin, dass nur die Namensähnlichkeit sie mit Java verbindet. Beim Stichwort „Windows Update“ finden sich sogar kleine Praxishinweise für den Umgang mit der Aktualisierungsfunktion von Windows.

Zu einigen Stichwörtern hat der Autor allerdings so wenig Erhellendes zu sagen, dass er sie besser ganz weggelassen hätte. So ignoriert etwa die allzu platte Definition von „Plattform“ als „einem anderen Ausdruck für Betriebssystem“ wichtige Anwendungsbereiche des Begriffs.

Viele Bilder, Übersichten und thematische Exkurse machen das Buch dennoch hilfreich für den Alltag. So schlüsselt zum Stichwort „Speicherkapazität“ eine kleine Tabelle die Größenordnungen von Kilobyte bis Petabyte auf und nennt zusätzlich Beispiele für typische Anwendungsfälle.

Im Grunde bietet das Buch etwas mehr, als die Zielrichtung auf „Einsteiger“ im Titel vermuten lässt: Auch Leute, die schon länger mit Computern und Smartphones zu tun haben, können Hattenhauers kleines Nachschlagewerk gelegentlich zur Hand nehmen – und sei es nur, um Formulierungshilfen fürs Gespräch mit Neulingen zu finden. *(psz@ct.de)*

Rainer Hattenhauer

Das Computerlexikon für Einsteiger

Computer, Internet, Smartphone von A–Z

Vierfarben (Rheinwerk), Bonn 2019
ISBN 978-3-8421-0670-3
478 Seiten, 17 €
(PDF-E-Book: 15 €)

c't-Winterrätsel: Graue Pakete, verdrehte Logos

Unser Foto-Rätsel aus c't 1/2020 zeigte weder Weihnachtspakete noch ein von Linux-Fans verunstaltetes Windows-Logo – es stammt vielmehr aus dem Akustiklabor der c't-Redaktion.

In unserem Winterrätsel haben wir Ihnen zwei Knobelaufgaben gestellt, ein Kreuzwort- und ein Bilderrätsel. In den grauen Formen auf dem Fotoausschnitt vermuteten einige unserer Leser Paketboxen aus dem Wareneingang des Heise-Verlags – vielleicht Weihnachtsgeschenke für fleißige Redakteure? Alexander F. war sich dagegen sicher, dass es sich um ein verunstaltetes Windows-Logo handelt, das als Wandbild über dem Schreibtisch eines Linux- oder Mac-Fans hängt.

Die meisten unserer Leser kamen aber auf die richtige Lösung: Der Fotoausschnitt zeigt Absorberkeile aus dem c't-Labor. Die Schaumstoffkeile reduzieren in unserer Akustikmesskammer Schallreflexionen. In dem Raum messen wir zum Beispiel, wie geräuschvoll eine Grafikkarte bei Höchstleistung rödelt, und wie nervig der Notebooklüfter beim Arbeiten lärmt.

Noch kniffliger war es, auf die Lösung fürs Kreuzworträtsel zu kommen, denn da hatten wir beim Umkringeln der Lösungsbuchstaben einen Fehler gemacht. Eigentlich sollten die Buchstaben „Fotostudio" ergeben. Dort fotografieren wir unter anderem Testgeräte und Titelbilder für „Vorsicht, Kunde". Eine korrigierte Rätselversion beziehungsweise einen entsprechenden Hinweis haben wir im Lösungsformular und der digitalen Ausgabe der c't nachgereicht. Die falsch umkringelten Buchstaben ergaben „Holo-Outfit". Ein solches ist zwar (noch) nicht Teil unserer Redaktionsausstattung, wir haben aber beide Lösungen gelten lassen.

Die je sechs Gewinner haben wir bereits gezogen und benachrichtigt. Die vollständige Lösung des Kreuzworträtsels mit Erklärung finden Sie unter ct.de/yfhj. Danke fürs Mitmachen!

Unser Bilderrätsel zeigte Absorberkeile der schallarmen Kammer im c't-Labor.

(acb@ct.de)

Lösung des Kreuzworträtsels: ct.de/yfhj

Die Softwareentwicklerkonferenz
zu Internet of Things und Industrie 4.0

building IoT

2. – 4. März 2020 Haus der Technik, Essen

Jetzt letzte Plätze sichern

THEMEN

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

Goldsponsoren: BOSCH Invented for life, codecentric, NOVATEC, tarent, HIVEMQ
Silbersponsoren: adesso, com2m, Maiborn Wolff
Bronzesponsor: Auth0
Veranstalter: heise Developer, dpunkt.verlag

www.buildingiot.de

DAS PARADIES

ODER DIE RINNE ZWISCHEN NASE UND MUND

VON STEFAN WICHMANN

Wenn das Leben vorbei ist, so dachte ich immer, kommt man ins Paradies. Oder eben in den anderen Bereich. Jetzt, nach meinem Ableben, hoffte ich natürlich auf das Beste. Die Gestalt, die mich abholte und neben der ich zunächst noch unsicher herflog, war wortkarg und ließ sich nicht so recht einordnen. Also fragte ich vorsichtig: „Wo fliegen wir eigentlich hin?“

„An deinen neuen Bestimmungsort! Am alten, auf der Erde, hast du dich ja nicht besonders hervorgetan. Das war ganz schön knapp, dass ich dich mitnehmen und der Hölle entreißen konnte.“

„Hm“, stimmte ich etwas kläglich zu, denn mir war durchaus bewusst, wie wenig ich mich um göttliche Themen gekümmert hatte.

„Entschuldige. Ich habe mich nicht vorgestellt. Akascha ist mein Name.“

„Meiner ist Jayden.“ Um ein Gespräch in Gang zu bringen, bemerkte ich: „Du fliegst ganz schön schnell.“

„Ja?“ Er überlegte kurz und erklärte: „Du bist die neue Welt nur noch nicht gewohnt!“

„Ah – ja“, murmelte ich. Akascha beobachtete mich während unseres Fluges. Wir verließen eine Gegend grauer Betonwüsten und durchflogen dann ein Labyrinth von Farben. Ich ergötzte mich an ihnen, fand sie schön und hätte am liebsten immer wieder innegehalten, aber Akascha flog, ja, er sauste dahin, sodass ich Angst hatte, ihn zu verlieren.

Irgendwann rauschten wir an einer Farbenpracht vorbei, der ich einfach nicht widerstehen konnte. Hin- und hergerissen zwischen dem davonzischenden Engel und der farbenfrohen Umgebung entschied ich mich für die Farbenpracht. Ich konnte nicht anders. Sie zog mich magisch an. Ich verharrte staunend vor der wabernden Leuchtkraft.

Akascha kam zurück: „48 Bit, deep color! Das Menschenauge mit seinen Seh-Zäpfchen kann ja weniger als 256 Intensitäten unterscheiden, sodass 24 Bit für den fleischlichen Körper ausgereicht haben – wobei das Auge ja eigentlich logarithmisch arbeitet, also ...“

Ich drehte mich um und starrte direkt in die wabernde Energiegestalt Akaschas. Er sah mir kurz prüfend ins Gesicht und murmelte: „Sehe schon. Interessiert dich nicht. Kurzgefasst kannst du mit deinem neuen Energiekörper noch viel mehr Farben sehen als früher.“ Er sah etwas enttäuscht aus, weil ich wohl zu offensichtlich wenig Interesse an seinen Ausführungen zeigte. Behende rollte er von seinem Unterarm ein biegsames Display ab, das mit einem Nervenstrang seines Körpers verbunden war, und tippte darauf herum.

„Ich dachte, hier bin ich den Computerkram los“, murmelte ich.

„Ach was“, rief er sofort wieder munter und erklärte mir wortreich die Schönheit der elektronischen Datenverarbeitung, die direkte Kommunikation des Displays mit dem Nanoprozessor, der an seine Hirnanhangdrüse angekoppelt war, und dass die elektrischen Signale denen seines Körpers aufmoduliert seien. „Wie bei der Internet-Kommunikation per Powerline, also über das Stromnetz“, schloss er seinen Vortrag. Ich ließ die Worte an mir vorüberrauschen und ergötzte mich an den Farben.

„Schön hier“, murmelte ich. „Danke, dass du auf mich wartest.“

„Papperlapapp. Du hast deine Wahl getroffen. Das Paradies bietet viele Himmelsbereiche. Der Architekturhimmel oder wie du es nanntest, die Betonwüste, sprach dich nicht an, aber dies hier“, er breitete lächelnd seine Arme aus, „dies hier scheint dein Himmel zu sein! Hier wirst du wirken.“

Er gab mir mit seiner kalten Hand einen kleinen Schubs und ich stolperte in die Farbenpracht hinein. Dieser „Himmel“, wie er den Bereich genannt hatte, zerrte an mir, bis ich mich hineinfallen ließ. „Warum bist du eigentlich so kalt?“, fragte ich und er lachte, während er sein Display wieder um den Arm schlang: „Wir sind Energie, reinste Energie. Die wird nicht heiß, nur die Komponenten und Leiterbahnen erhitzen sich.“

„Leiterbahnen?“, echote ich verwundert. „Das ist nicht dein Ernst, oder? Das Paradies ist eine digitale Welt?“

Er nickte: „Hier gehst du ganz in deiner Leidenschaft auf!“

„Äh, meine Leidenschaft ist eher das Back ...“ Ich verstummte, denn Akascha war bereits weg. Vorsichtig überschritt ich einen leuchtenden Fluss aus Datenpaketen, die in matter Glückseligkeit schimmerten. Die Endgültigkeit des Ablebens wandelte sich in eine Ewigkeit der Freude und ich betrat diese Welt, diese neue Welt, in der Milch und Honig fließen sollten. Mein Körper zerfaserte in lauter kleine Energiearme, die an die energieflimmernde Umgebung andockten. Ich verlor mich in einer Kraft, die in mich strömte und meinen Körper mit neuem Leben erfüllte. Ich, ein kleines Glied in diesem Universum – ein Byte in einer Kolonne von Bytes, ach, was sage ich, in einem Meer von Pebibytes, der größten Einheit elektronischer Einheiten in diesem Himmel. Und ich gehörte dazu! Ich wusste mit Eintritt in diesen Himmel alles über Bits und Bytes und Datenflüsse. Es war wie verhext. Bisher kannte ich mich eher aus mit Backpulver und Kuchenformen.

Illustration: Rudolf Blaha

„Hallo, Jayden“, begrüßte mich ein vorbeiflitzendes Byte.

„Hi, Tim“, antwortete ich verwundert. Sein Name war mir sofort geläufig. Wir waren eins, kannten unsere Eigenheiten im Augenblick des Erkennens. Ich starrte ihm hinterher. Erst langsam gewöhnten sich meine Augen an die neue Umgebung, nahmen mehr und mehr wahr, erkannten, was noch kein Menschenauge ohne Verklärung erkennen konnte. Ich kam mir vor wie ein Neugeborenes, das nach dem ersten Schrei der Angst die Augen öffnet und endlich seine vollständige Umgebung wahrnimmt.

„Goeie dag, Jayden“, begrüßte mich eine Frau, die ursprünglich aus Togo stammte. Sprachbarrieren gab es hier nicht, denn Bits sind Bits und Sprachkodierung ist Sprachkodierung.

„Hi, Ayawa“, antwortete ich. Mittlerweile erfassten meine Augen weitere Kleinigkeiten. Sie sauste nicht nur entlang einer vorgegebenen Feldlinie, sondern kümmerte sich um Nibbles und Bits, die sie anleitete.

»FÜNF BITS«, DACHTE ICH NACH. » WOFÜR BRAUCHT MAN BITTE FÜNF BITS?«

„Jayden?“ Ich zuckte zusammen. „Hier, eine Handvoll Bits, deine Helfer.“ Akasha stand wieder vor mir und übergab mir vier kleine Wesen, die niedlich anzusehen waren. „Die leben ja“, staunte ich. Akascha nickte. „Ihr Menschenkinder baut alles mit toter Materie nach – kein Wunder, dass ihr so oft Errorcodes bekommt.“

„Was mache ich denn mit dem Nibble?“, fragte ich und hörte leiser werdend seine Antwort: „Setze sie ein. Bring die Informationen weiter. Darum geht es doch im Leben, um Informationen – und achte auf die Information, die ich dir gab! Es ist eine *Handvoll* Bits!“ Ich besah mir die vermeintlichen vier und erkannte, dass es tatsächlich fünf Bits waren. „Fünf, das ist wahrlich keine göttliche Zahl. Drei ist göttlich.“

Ich dachte kurz nach: „Bit gesetzt, Bit nicht gesetzt oder Wert unbestimmt. Also drei Zustände.“ Die Kleinen hüpften und sprangen vor Aufregung in meiner Hand. „Auch die Zahl Sieben ist göttlich, wenn man bedenkt, was man zum Programmieren braucht: Strom, Rechner, Tastatur, Monitor, Maus, Entwicklungsumgebung und Ahnung, aber die Fünf?“

Doch das Halbbyte und das zusätzliche Bit ließen mir nicht viel Zeit zum Nachdenken. Sie waren wie hungrige Kinder, nur dass sie Hunger auf Informationen hatten, die sie weitertragen wollten. So trieb ich sie in den Datenstrom und überlegte. Es war, als erhielte ich benötigte Informationen sofort aus einer Cloud – und tatsächlich erkannte ich nach genauem Hinsehen Bits und Bytes, die mir benötigte Informationen zutrugen. Bald schwirrte mir der Kopf vor lauter IT-Interna, aber erst musste ich klären, wie ich die Fünf nutzbringend einsetzen konnte.

„Fünf Bits“, dachte ich nach. „Wofür braucht man bitte fünf Bits?“ – „Hm, für ein Telex brauchte man fünf Bits, um ein einziges Zeichen zu übertragen“, antwortete mir die Cloud direkt in meinen Kopf. Aber Telex setzte man doch gar nicht mehr ein! Man nutzte moderne PCs mit Bits und Halbbytes und Bytes. Mühsam verknüpfte ich die recherchierten Informationen miteinander. Ich merkte, dass mir etwas fehlte. Ich war mit Leib und Seele Koch und Konditor. Mir fehlte es, mit den Händen zu arbeiten, mir fehlten der Teig, die Leidenschaft! Unterdessen sausten wir entlang der elektrischen Kupferbahn. „Und bei ASCII-Kodierung nutzt man sieben Bits für ein Zeichen und …“

Mir wurde schwindlig, denn die Informationen strömten ungehindert auf mich ein, sodass sich alsbald sogar Yottabyte und Yobibyte in mein Gehirn einnisteten und ich vor lauter Einheiten und Größen keinen klaren Gedanken mehr fassen konnte. Da schwirrten wir nun durch irgendwelche Feldbahnen und bestaunten die Farben, die entstanden, wenn elektrische Einheiten in Schnittstellen einschlugen.

„Könige und Priester sollen wir sein. Pah!“, murmelte ich in Erinnerung an meinen Religionsunterricht. „Soll ich über Bits herrschen und sie etwa als Priester ihren Weg leiten, nur um Informationen weiterzutragen?“

Plötzlich stand Akascha wieder vor mir: „Du trödelst hier herum. Ich glaube, du bist im falschen Bereich gelandet.“

Ich besah mir meine Handvoll Bits: „Ja, ich habe keine Ahnung, was ich mit fünf Bits tun soll.“ Akascha winkte ab: „Ich liebe Bits und Bytes!“ Seine Augen leuchteten kurz auf: „Je nach Plattform und Programmiersprache kann die benötigte Anzahl an Bits für ein Byte unterschiedlich sein …“ Er bemerkte erneut meinen Mangel an Interesse und raunte: „Lass mal, wir suchen dir etwas Besseres.“ Entschuldigend hob ich die Arme. „Das hier ist einfach nicht meine Welt!“

„Ja, die Tiefe der Informatik ist wohl eher die Hölle für dich. Ich befürchtete ja, dass es schwierig wird mit dir.“ Erneut durchquerten wir die Himmel des Paradieses. Kaum hatte er angehalten, schubste er mich in einen anderen Himmel hinein. Hier zwitscherten die Vögel, rings um mich herum war Natur, Leben, Heiterkeit.

„Hallo, Jayden!“

„Hallo, Iridius“, antwortete ich automatisch und hielt ihn an seiner energiewabernden Schulter fest. „Was macht ihr hier?“

„Dieser Himmel hier ist der coole“, strahlte er über das ganze Gesicht. „Kein Strom, kein PC, alles Handarbeit.“ Dabei zeigte er mir seine kräftigen, aber verschorften und schwieligen Hände. Automatisch schüttelte ich den Kopf. Ich wollte weder der totale Bit-Guru sein und tief in Technik wühlen, noch wollte ich im Zeitalter der Neandertaler ein Dasein ohne technische Errungenschaften fristen.

„Akascha!“, schrie ich panisch. Akascha kam. Er nahm eine menschliche Gestalt an, rieb sich das Kinn und sah mir tief in die Augen. Es war, als erforschte er mein tiefstes In-

neres, meine Seele, nach der Suche nach meiner Leidenschaft. Nach kurzem Zögern nickte er: „Ich hätte wohl dein Bedürfnis besser analysieren sollen. Komm mit!“

Wir düsten ein Stück des Wegs zurück und ich landete direkt in einer Küche. Er bugsierte mich hinein, sodass ich kaum Zeit hatte, die fluoreszierende Außenhülle dieses Himmels zu bewundern, die aussah, als ob sich Lichtstrahlen durch eine mehlgeschwängerte Luft stahlen. Ich erinnerte mich an den Augenblick, als ich dieses Schauspiel das erste Mal gesehen hatte: Damals hatte mein Meister mir eine schallende Ohrfeige gegeben, weil ich gestolpert war – durch den Schwung war der Topf mit Mehl an der Decke zerborsten und hatte die Luft mit Mehl geschwängert. Aber das war lange her.

Rings um mich herum blitzten Pfannen und Töpfe. Meine Finger fuhren liebevoll über die glänzenden Oberflächen.

„Nanotechnologie“, schwärmte Akascha.

„Hatten wir auf der Erde auch“, erwiderte ich.

„Ja, klar.“ Akascha lachte auf. „Wir entwickeln die Neuerungen im Himmel und wenn etwas gut ist, leiten wir die Idee an eine fähige Menschenseele weiter.“

„Mhm“, machte ich. „Und die tollen Panzer und das alles?“ „Kommen direkt aus der Hölle!“, unterbrach mich Akascha düster.

Mein Finger verharrte auf dem blanken Metall eines Topfes. Doch dann entdeckte ich das Juwel eines jeden Kochs: den Herd. So durchquerte ich den Raum, strich mit meiner Hand über die polierte Küchenzeile und blieb am freistehenden Herd in der Mitte stehen. „Kein Knopf weit und breit. Wie funktioniert das nur?“ Vorsichtig legte ich meine Hand auf das Kochfeld. Es fühlte sich kühl an.

Von allen Seiten untersuchte ich den Herd, dann stellte ich einen Topf auf die Platte. Die ganze Herdplatte glimmte kurz auf und verringerte selbstständig den zu erwärmenden Bereich, bis der rötliche Schein sich bis zum Boden des Topfes zurückgezogen hatte. „Aha. Vom Nutzen der Restwärme ist hier wohl nichts bekannt.“ Doch dann leuchtete am Topf ein Wärmesensor auf, zeigte die Überhitzung des Topfes an, sodass eine Drohne auf das Lichtsignal reagierte und ihn vom Herd hob. Dieser schaltete sich augenblicklich aus, während eine weitere Drohne sich auf dem noch heißen Bereich des Herdes niederließ. Sie wandelte die Wärmeenergie zu ihrer eigenen Versorgung um und schützte mich gleichzeitig davor, den heißen Herdbereich berühren zu können.

Ich drehte mich tanzend im Kreis. „Das ist schöner als alles andere auf der Welt!“, jubelte ich. Mein Herz hüpfte vor Freude. Mir fiel auf, dass Akascha schon wieder entschwunden war. Dort, wo er gestanden hatte, entdeckte ich

c't <webdev> < Komed, Köln / 4. Februar 2020 >

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung • WORKSHOP-PROGRAMM (AUSZUG)

Schwarze Magie in TypeScript: Deep Dive (Peter Kröner)

> Die dunklen Ecken von TypeScript
> Fortgeschrittene Features des Typsystems
> Praktisches Formulieren fortgeschrittener Typ-Konstruktionen wie Mapped Types und Conditional Typs
> Praktische Lösungen für häufige Type-Script-Probleme

Peter Kröner

Build a production ready PWA with Angular and Firebase (Önder Ceylan)

This workshop will focus on:
> State of the PWA development
> Displaying Add to Home Screen guidelines
> Configuring & Extending Angular service worker
> Hosting your PWA on Firebase
> Auditing your PWA with Lighthouse

Önder Ceylan

CSS (endlich) lieben lernen (Nico König)

> CSS als eine Zutat für Web-Apps
> Weiterentwicklung mit Flexbox, Grid und Custom Properties
> Die wichtigsten Konzepte und Features von CCS
> Umsetzung in handliche Katas

Nico König

Eine Veranstaltung von c't Organisiert von heise Events

www.ctwebdev.de

jetzt einen Backofen. „Plätzchen wären nett“, murmelte ich und schon summte es um mich herum auf. Eine Drohne brachte Mehl und gab sie in ein Gefäß, das aus dem Tisch der Küchenzeile emporstieg. Ein kleines Display an der Drohne gab Auskunft über die abgeworfene Füllmenge. Der Mineralstoffgehalt musste unter 1000 sein – das konnte ich anhand des Feinstaubs erkennen. Es war also das perfekte Mehl für meine Plätzchen. Lustvoll grub ich meine Hände hinein, während aus einem Schlauch aus der Wand jeweils benötigte flüssige Zugaben wie Wasser und Milch sprudelten. Ich knetete den Teig und winkte eine weitere Drohne heran. Die erriet meine Gedanken und gab Nüsse zu.

STATT ZU FORSCHEN UND NEUE MÖGLICHKEITEN ZU NUTZEN, HALTEN SICH MENSCHEN MIT ZWEIFELN AUF.

„Woher wusstest du, was ich brauche?“, murmelte ich vor mich hin und in meinem Kopf formte sich die Antwort: „Es ist viel einfacher, Hirnströme auszulesen, als du denkst.“

„Hirnströme auslesen“, lachte ich nervös. „Das können Drohnen auf der Erde nicht.“

„Oh, stimmt, das kommt aber bald“, antwortete die Stimme in mir. „Was auch immer dein Gedanke ist, ich analysiere und reagiere.“

„Ayawa?“, fragte ich, weil mir die Stimme so bekannt vorkam.

„Ja, Jayden! Stell dir vor, ich habe eine sinnvolle Anwendung deiner fünf Bits gefunden.“ Sie zeigte zur Decke, die von Leiterbahnen durchzogen war. Ich fokussierte meinen Blick, zoomte mich hinein, bis ich die Fünf sah, die mir zuwinkten und meine Hirnströme und somit meine Gedanken analysierten.

„Pah, glaube ich dir nicht“, zeterte ich sie an. „Um Hirnströme zu messen, müsstet ihr meinen Kopf mit Elektroden versehen.“

„Erstens“, belehrte mich Ayawa, „bist du hier reine Energie, die viel einfacher angezapft werden kann als ein fleischliches Hirn und zweitens“, lächelte sie, „werten wir deine Aura aus.“

„Hm“, machte ich und zog meine Hände aus dem halbfertig gekneteten Mehl. „Von Aurafotografie habe ich schon mal gehört. Daran glaube ich nicht.“

Ayawa schlug mir auf die Schulter: „Das ist es ja! Statt zu forschen und neue Möglichkeiten zu nutzen, halten sich Menschen mit Zweifeln auf! Das ist die reinste Verschwendung! Wir nutzen das farbige Aurafeld eines Menschen und sparen uns Elektroden.“

„Na, wenn ihr analysiert und reagiert, dann wisst ihr ja jetzt, was ich machen will.“

Bevor ich den Gedanken fertig aussprechen konnte, waren meine Hände gewaschen und abgetrocknet. Die Fünf hatten meine Gedanken ausgewertet und Impulse für mehrere Drohnen abgesetzt. Eine übergoss meine Hände mit Wasser, eine andere trocknete die frisch gewaschenen Hände mit einem Gebläse. Das Gefäß mit dem Mehl verformte sich unterdessen allein weiter, knetete und formte das Mehl zu einem fertigen Teig. „Der Topf nimmt immer wieder die ursprüngliche Form an, sodass ein Knetvorgang lediglich durch entsprechend wechselnde Magnetfelder bewirkt wird“, erklärte mir Ayawa und zeigte auf Bit 5, das einen Impuls an das Mehlgefäß gegeben hatte.

„Warum backe ich eigentlich, wenn hier alles automatisch geht?“, fragte ich etwas enttäuscht.

„Weil ihr Neuankömmlinge immer an den Dingen festhaltet, die ihr kennt, statt die neue Welt zu erkunden“, rief Ayawa.

„Und für wen backe ich eigentlich?“

„Für mich!“ Ich sah mich um und zuckte zurück. Da stand Akascha. Jedoch in einer Daseinsform, wie ich ihn noch nicht gesehen hatte. Er hatte Flügel wie ein Engel, ein Gesicht voller Güte und schien sich gerade wieder in einen Menschen zu verwandeln. „Ich liebe Plätzchen“, lachte er. „Wenn wir Lust auf etwas haben, passen wir uns an und wenn ich Lust habe zu essen, nehme ich spaßeshalber auch einen entsprechenden Körper an!“

„Himmel!“, rief ich. Sofort schwebten wir über allen Himmeln und betrachteten die Bereiche unter uns.

„Reine Energie!“, erklärte Akascha. „Also werden Gedanken umgehend umgesetzt.“

„Was?“

„Du hast uns gerade hierher gewünscht. Du machst Fortschritte“, jubelte er. „Entdecke deine Möglichkeiten!“, schrie er begeistert und nahm die Gestalt einer Energiekugel an.

Ich tat es ihm gleich. „Du meinst also, hier im Himmel, im Paradies, geschieht alles sofort, was man in Gedanken fasst?“

Er nickte. Ich aber wünschte mir, was schon immer mein Traum gewesen war: „Ich wünsche mich an den Ort, wo ich für Menschen die herrlichsten Speisen zubereiten kann!“

„Jayden!“, schrie Akascha gequält auf.

„Was?“, schrie ich zurück, während sich der Himmel um mich drehte.

„Hier sind nicht nur ehemalige Menschenseelen, hier leben verschiedenste Lebensformen in reinster Energie! Du darfst kein Volk ausschließen!“ Er raufte sich die Haare: „Du musst auf deine Gedanken aufpassen! Oooch, ich hätte es wissen müssen, dass du nicht wirklich hierher passt!“

Der Himmel drehte sich immer schneller. Ich schluckte und fand mich auf der Erde wieder, als schreiendes Bündel, das sein Leben erneut von Anfang an bestreiten musste. Iridius winkte mir zu und brachte mich in die Welt der Natur, die als einzige ein Neugeborenes mit seiner Energie erfassen und verstehen kann. Als Letztes legte er mir seinen Finger auf die Lippen und verschloss das Wissen von der paradiesischen Welt, bis ich alt genug sein würde, alles zu verstehen. Und als er mir seinen Finger auf den Mund legte, entstand die Rinne zwischen Nase und Mund … *(psz@ct.de)* c't

NEU

Das Beste aus einem Jahrgang c't:

c't Schlagseitenkalender 2020

Die besten Schlagseiten von Ritsch & Renn des abgelaufenen c't-Jahrgangs in einem hochwertigen Kalender für 2020.
Der perfekte Wandschmuck für Heim und Büro echter c't-Fans!

7,90 € für c't-Netzwerker!

9,90 € ›

PORTOFREI AB 15 € BESTELLWERT

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

shop.heise.de/kalender2020 ›

Das DIY-Kompendium!

Richtig loslegen mit Raspi, ESP & Co.

Jetzt für nur 12,90 € bestellen.

JETZT NEU! c't Projekte 2019

c't Projekte 2019 führt in die Welt der Einplatinencomputer ein, stellt Plattformen vor und vermittelt Know-How für anspruchsvollere Projekte. In zahlreichen Bau- und Programmiervorschlägen finden Einsteiger wie Fortgeschrittene Anleitungen zum Nachbau und Anregungen für eigene Ideen.

Auch komplett digital erhältlich!

shop.heise.de/ct-projekte19

12,90 € ›

Auch als Bundle erhältlich

Mit 2GByte Raspberry Pi 4-Starterset Classic Edition

- Inkl. c't Projekte Sonderheft
- Raspberry Pi 4 Model B 2GB RAM
- Offizielles Netzteil USB-C
- Offizielles Gehäuse (rot/weiss)
- Sandisk microSDHC 16GB inkl. NOOBS
- Micro HDMI - HDMI Kabel

shop.heise.de/raspi4-bundle

84,90 € ›

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

shop.heise.de/ct-projekte19 ›

Meine neue Homepage kommt von Heise RegioConcept!

Heise Homepages sind handmade in Germany und immer am Puls der Zeit. Natürlich sind sie auch Smartphone tauglich, Google optimiert und überzeugen mit modernster Technik. Auf Wunsch sogar mit Shopsystem.

Wechseln Sie jetzt zu Heise Homepages: Wir bieten Ihnen eine bezahlbare Homepage mit Rundum-sorglos-Service.

Rufen Sie uns an. 0511 / 80 90 89 43.
Wir freuen uns auf Sie!

www.heise-homepages.de

Heise RegioConcept

Werden Sie PC-Techniker!

staatlich geprüft und zugelassen · Fernstudium

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

I ♥ NERDISTAN

c't magazin für computer technik

LC-POWER™

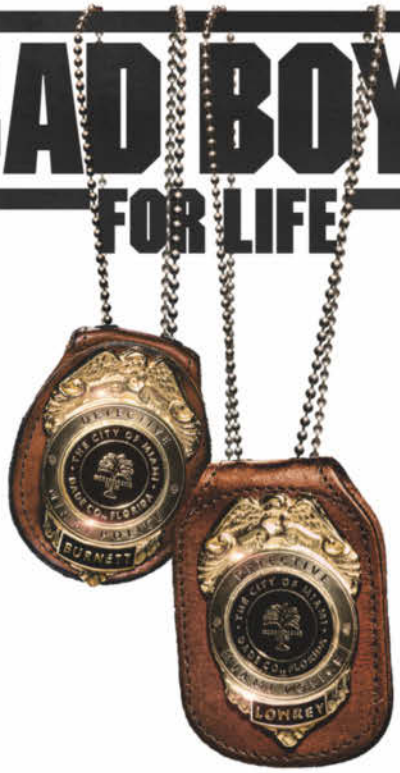
CURVED GAMING SERIES

Erleben Sie das ultimative Curved-Gaming-Feeling mit den gestochen scharfen Monitoren von LC-Power, LC-M32-QHD-144-C & LC-M34-UWQHD-100-C!

Ab sofort bei Ihrem Dealer in Miami Beach erhältlich!

LC-POWER
- MONITORE FOR LIFE -

BAD BOYS FOR LIFE



NUR IM KINO

Großes BAD BOYS FOR LIFE-Gewinnspiel auf www.lc-power.com

© 2019 Columbia Pictures Marketing Group, Inc. All Rights Reserved.

LC-Power-Produkte u.a. erhältlich bei: Amazon.de - Bora-Computer.de - Cyberport.de | .at - ebay.de - KMComputer.de - Mindfactory.de - Brack.ch - Steg-Electronics.ch

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de G

nginx-Webhosting: **timmehosting.de** G

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 G

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de
G

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de G

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE G

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel G

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de G

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 G

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de G

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:
05/2020: 28.01.2020
06/2020: 11.02.2020
07/2020: 25.02.2020

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.**

Heise Medien

c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Sicherheit

c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Sicherheit

Sie finden neue Technik spannend und wollen neue Entwicklungen aus erster Hand mitbekommen? Für den Standort Hannover suchen wir einen Redakteur (m/w/d) oder einen Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Sicherheit.

Ihre Aufgaben

- Von der Ideenfindung bis zur Umsetzung schreiben und redigieren Sie Artikel rund um das Thema IT-Sicherheit für Print und Online.
- Mit Ihrer Neugier und Ihrer Kontaktfreudigkeit finden und erkennen Sie neue Themen auf Veranstaltungen und Konferenzen und entwickeln neue Beitragsformate.

Ihre Talente

- Sie haben ein technisches / mathematisches Fach studiert oder überzeugen durch mehrjährige Praxis in der IT mit Sicherheitsbezug.
- Sie haben Freude am Schreiben, Spaß am Erklären und beherrschen die englische Sprache sicher in Wort und Schrift.
- IT-Grundlagen zu Netzen, Betriebssystemen und zum Programmieren runden Ihr Profil ab.

Wir bieten Ihnen

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, agiler Arbeitsweise und tariflicher Bezahlung.
- Eine betriebliche Altersvorsorge, flexible Arbeitszeiten, tolle Mitarbeiter-Events, eine subventionierte Kantine, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm und einiges mehr.

Bitte bewerben Sie sich online:
www.heise-gruppe.de/karriere
Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Ihre Ansprechpartner
Peter Siering, Ressortleiter c't
Tel.: 0511 5352-329

Deutscher Bundestag

Die Verwaltung des Deutschen Bundestages ist eine oberste Bundesbehörde, die dem Verfassungsorgan Deutscher Bundestag bei der Erfüllung seiner umfassenden gesetzgeberischen und kontrollierenden Aufgaben inhaltlich und organisatorisch zuarbeitet.

Für das **Referat IT 4 – IT-Systementwicklung** – suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt zwei

Referenten (w/m/d)

Bes.-Gr. A 13 / A 14 BBesO bzw. Entgeltgruppe 13 / 14 TVöD

Es bestehen Entwicklungsmöglichkeiten bis zur Besoldungsgruppe A 15 BBesO bzw. Entgeltgruppe E 15 TVöD.

Den ausführlichen Ausschreibungstext finden Sie unter ***www.bundestag.de/jobs*** sowie ***www.bund.de***

Bitte senden Sie Ihre aussagekräftigen und vollständigen Bewerbungsunterlagen (Zeugnisse, Qualifikationsnachweise, Beurteilungen, Arbeitszeugnisse etc.) in schriftlicher Form **unter Angabe der Kennziffer IT 4/5&7** bis zum **7. Februar 2020** (Datum des Poststempels) an

DEUTSCHER BUNDESTAG – Verwaltung –
Referat ZV 1 – Platz der Republik 1 – 11011 Berlin
vorzimmer.zv1@bundestag.de

Heise Gruppe

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter **www.heise-gruppe.de/karriere.**

Inserenten*

1&1 IONOS SE, Montabaur 9
1&1 Telecom GmbH, Montabaur 45
1blu AG, Berlin 31

B1 Systems GmbH, Vohburg 37

Cameron Sino Technology Limited, CN-Tsuen Wan, Hong Kong 25

DIS Daten-IT-Service GmbH, Großerlach 125
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 51

eQ-3 AG, Leer 123

Fernschule Weber, Großenkneten 189

Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen 11

Platinion GmbH, Köln 196

REWE Digital, Köln 2

Silent Power Electronics GmbH , Willich 189

Tutao GmbH, Hannover 23

Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal 55
WORTMANN AG, Hüllhorst 4, 5

Stellenanzeigen

Deutscher Bundestag, Berlin 191

Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover 191

Veranstaltungen

Security Tour 2020	heise Events	49
secIT by Heise	heise Events	78, 79
iX Workshops	iX, heise Events	85
IT-Jobtag	heise Events	115
c't webdev	c't, heise Events	129, 185
building IoT	iX, heise developer, dpunkt.verlag	181
ML Essentials	iX, heise developer, dpunkt.verlag	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der Software & Support Media GmbH, Frankfurt am Main.

Deep-dive-Trainings zu
Machine Learning und KI

Machine
Learning
Essentials

17. – 19. Februar 2020 Print Media Academy, Heidelberg

Die ML Essentials bieten an drei Tagen insgesamt
18 Halbtages-Workshops zu den wesentlichen Themen
aus Machine Learning und Künstlicher Intelligenz.

Jetzt letzte
Tickets sichern!

Themen sind unter anderem:

- Einführung in datengetriebene Projekte
- Unsupervised und Reinforcement Learning
- Deep Learning
- Text Mining und NLP
- Security
- Modellqualität
- Predictive Analytics
- Vom Modell zur Produktion
- Neural Embeddings
- Generative Adversarial Networks (GANs)

>>> Sie können sowohl Drei- als auch Zweitagestickets buchen. <<<

Veranstalter: iX @heise Developer dpunkt.verlag

www.ml-essentials.de

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: „Notebook-Kaufberatung“: Florian Müssig *(mue@ct.de)*, „Die Trends 2020“: Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink *(jr@ct.de)* (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel *(ad@ct.de)*

Chef vom Dienst: Georg Schnurer *(gs@ct.de)*

Leser & Qualität
Leitung: Achim Barczok *(acb@ct.de)*
Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau *(ola@ct.de)*, Ingo T. Storm *(it@ct.de)*
Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan *(mat@ct.de)*

Ressort Software & Internet
Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann *(hag@ct.de)*, Jo Bager *(jo@ct.de)*
Redaktion: Holger Bleich *(hob@ct.de)*, Anke Brandt *(apoi@ct.de)*, Arne Grävemeyer *(agr@ct.de)*, André Kramer *(akr@ct.de)*, Markus Montz *(mon@ct.de)*, Peter Schmitz *(psz@ct.de)*, Kim Sartorius *(kim@ct.de)*, Dr. Hans-Peter Schüler *(hps@ct.de)*, Sylvester Tremmel *(syt@ct.de)*, Andrea Trinkwalder *(atr@ct.de)*, Dorothee Wiegand *(dwi@ct.de)*, Stefan Wischner *(swi@ct.de)*

Ressort Systeme & Sicherheit
Leitender Redakteur: 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)*

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, Norman Steiner, Dieter Wahner

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Joana Hollasch

Illustrationen
Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin
Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter https://ct.de/pgp. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

```
Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C
```

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: https://heise.de/investigativ
via Tor: 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, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132.30 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.
Heise Medien GmbH & Co. KG
Leserservice
Postfach 24 69
49014 Osnabrück
E-Mail: leserservice@ct.de
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.

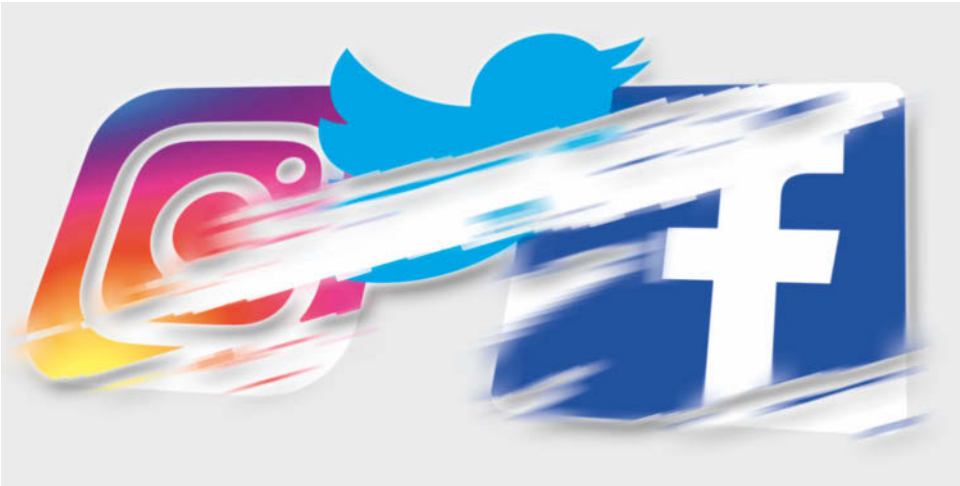
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA

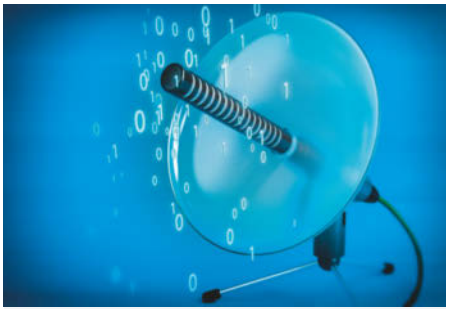
Vorschau 4/2020

Ab 1. Februar 2020 im Handel und auf ct.de



Social-Media-Hygiene

Im Eifer des Gefechts postet fast jeder mal unbedacht auf Facebook, Twitter & Co. allzu Privates, zu viel nackte Haut oder einfach nur eine wüste Beschimpfung nach einer Service-Katastrophe. Von selbst verschwindet nichts – Zeit für einen Frühjahrsputz!



Störerfahndung im Netzwerk

Wenn Nutzer klagen, dass das Netzwerk lahmt, sollten Sie als Admin schnell wissen, was wirklich los ist. Mit ein wenig Vorbereitung, dem passenden Switch und dem Monitoring-Tool ntopng finden Sie schnell heraus, wer oder was sich gerade danebenbenimmt.

Office-Dokumente gemeinsam bearbeiten

Mit neueren Versionen von MS Office können mehrere Nutzer gleichzeitig an einem Word-Dokument, einer Excel-Tabelle oder einer PowerPoint-Präsentation arbeiten. c't zeigt, wie das funktioniert und klärt die Voraussetzungen und Einschränkungen.

Tages-Flatrates

Manchmal ist kein WLAN da, wenn man gerade dringend richtig viele Dateien übertragen muss. Dann hilft eine Tages-Flatrate – ein Tarif, der ordentlich Datenvolumen bietet, aber nur dann Geld kostet, wenn man ihn tatsächlich nutzt. Wir untersuchen Angebote für alle deutschen Mobilfunknetze.

Vernetzte Tafel

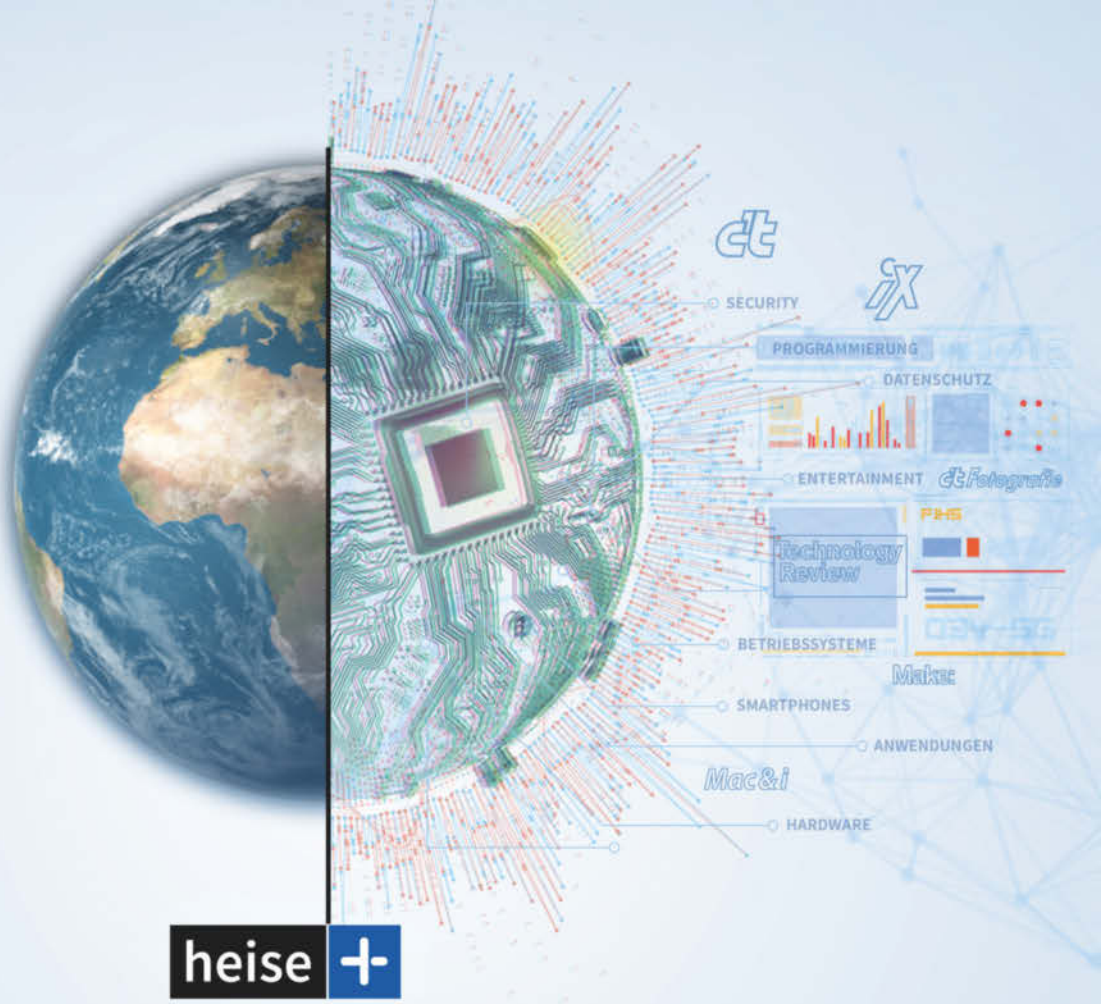
Virtuelle Whiteboards schließen Menschen rasch zu kleinen Arbeitsgruppen zusammen, ganz egal, wo auf der Welt sie gerade sitzen. Mit digitalen Stiften, Klebezetteln und Pins können sie im Browser oder per App gemeinsam Ideen visualisieren, Referate ausarbeiten oder die nächste Wochenend-Tour planen.

Noch mehr Heise-Know-how:

c't Fotografie 1/2020 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

iX 1/2020 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

c't PC-Selbstbau jetzt im Handel und auf heise-shop.de



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

SIE DENKEN BEI PYTHON NICHT AN SCHLANGEN?

BCG Platinion sucht IT Architects.

Bei BCG Platinion fragen wir uns nicht, wie die digitale Welt ist – sondern wie sie sein sollte. Bei uns arbeiten kleine, hochmotivierte Teams an der Umsetzung geschäftskritischer IT-Themen renommierter Industrie- und Dienstleistungsunternehmen. Dabei ist uns eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden genauso wichtig wie die persönlichen Aufstiegs- und Entwicklungschancen unserer Mitarbeiter. Sie haben Interesse an einer führenden IT-Beratung und wollen von den Chancen des globalen BCG-Netzwerks profitieren? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Mehr Infos auf **karriere.bcgplatinion.de**

BCG PLATINION