



Android 10:
Mehr Gesten,
mehr Sicherheit

PayPal, Google Pay, Apple Pay, Kreditkarte, Lastschrift ...

Online-Payment ohne Risiko

Datenschutz und Sicherheit • Bezahlverfahren im Vergleich

IM
TEST

- Hörbuch-Apps für Smartphone und PC
- Stift-Handys: Samsung Note 10 und 10+
- LGs superschneller Gaming-Monitor
- Luxus-Kompaktkamera Leica Q2
- Sonos-Boxen von Ikea

Raspi 4: Innenleben durchleuchtet

Das bringt das neue USB 4

Farbmanagement unter Linux

Sonderzeichen in Windows, Linux und macOS

Wi-Fi 6: Schneller, aber mit Macken



4K, AdobeRGB, HDR und OLED

Notebooks mit edlen Displays

Sprachassistenten von Amazon, Google und Apple im Test

Alexa & Co.: Feind und Helfer

Vergleich der KIs • Tipps für mehr Datenschutz • Blick in die Zukunft

€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00





Online-Reisebuchung: Beihilfe zu grobem Unfug

Du willst verreisen? Kein Problem! Geh einfach ins Internet und buch Dir was. Du möchtest jemand anders auf Reisen schicken? Auch kein Problem, buche für ihn, einfach und schnell im Internet. Du möchtest jemand auf Reisen schicken, ohne dass der das mitbekommt? Und bezahlen soll der das auch noch? Auch kein Problem - buche für ihn, einfach im Internet. Der bekommt dann zwar nicht unbedingt eine schicke Reise, aber immerhin ne Menge Ärger. Ist doch toll, oder?

Reisebuchungen im Internet sind wirklich kinderleicht. Bei den meisten Anbietern reicht eine E-Mail-Adresse und eine halbwegs plausible Anschrift, schon kann man für sich - oder eben auch für Fremde - eine Reise oder einen Flug buchen. Wer da wirklich gerade eine Buchung tätigt, scheint den meisten Unternehmen egal zu sein. Eine echte Verifikation findet in der Regel nicht statt. Allenfalls prüft man, ob die angegebene E-Mail-Adresse funktioniert oder nicht. Dabei wäre es bei Reisen besonders wichtig, den tatsächlich Buchenden klar zu identifizieren. Schließlich gibt es hier - anders als bei Einkäufen im Internet - in der Regel kein Rücktrittsrecht.

Doch eine sorgfältige Kundenverifizierung erscheint vielen Unternehmen zu aufwendig -

zu groß das Risiko, dass da jemand im Buchungsverlauf abspringt. Also nimmt man lieber in Kauf, dass mit Reisebuchungen auch mal Schindluder getrieben wird. Als Opfer so einer "Spaßbuchung" hat man auf jeden Fall nichts zu lachen, siehe Seite 56: Da wartet viel Arbeit zur Abwehr der unberechtigten Forderungen beim Reiseunternehmen selbst. Zudem droht oft auch noch der Kontakt zu Inkasso-Firmen, schlimmstenfalls sogar ein (unberechtigter) Eintrag bei diversen Bonitäts-Prüfern.

Als Unternehmen kann man natürlich auf sorgfältige Identitätsprüfung verzichten, doch dann sollte man für den Fall, dass etwas schiefgeht, auch die Eier haben, den Schaden selbst zu tragen. Hier zu versuchen, die anfallenden Kosten und die erforderliche Mehrarbeit für die Stornierung auf Unbeteiligte abzuwälzen, ist faul und gierig.



Georg Schnurer

Georg Schnurer

Inhalt 20/2019

Trends & News

- 12 Wi-Fi 6: Schneller, aber mit Macken**
- 26 Das bringt das neue USB 4**
- 28** Bit-Rauschen: Transistor-Wettrüsten bei CPUs und Patentstreit
- 30** Hardware: Gaming- und Langläufer-Notebooks, BIOS-Update für Ryzen 3000
- 32** Netze: Schnelle NAS-Serie, DECT-Telefon von AVM
- 33** Billiges RISC-V-Board, Festplatten bis 20 TByte
- 34** Bitcoin: Kritik an geschätzter Erderwärmung
- 36** Forschung: Miniroboter, Mikromagneteffekt, Nano-Sensor und -Partikel
- 38** Internet: Facebook, Firefox
- 39** E-Mail: Thunderbird 68
- 40** Anwendungen: OCR, Grafik, Synthesizer, Videoschnitt
- 42** Medienstaatsvertrag: Schutz von Rundfunk-Angeboten gegen Internet-Konkurrenz
- 44** Ultra-Breitbandfunk gegen Autodiebstahl
- 47** Kombi aus Drohne und AR-Brille
- 48** IFA: 8K und Riesen-TV-Displays
- 49** Dolby scheitert mit Konkurrenz-Verbot
- 50** Wie iOS-Geräte laut Google ausspioniert werden
- 52 Android 10: Mehr Gesten, mehr Sicherheit**
- 58** Web-Tipps: Ressourcen-Rechner, Astrophysik, Literaturatlas, DSGVO-Beratung
- 113** Zahlen, Daten, Fakten: Computer und Betriebssysteme heute

Wissen

- 14 Online-Payment ohne Risiko**
- 16** Die richtige Online-Bezahlmethode
- 22** Online sicher einkaufen
- 56** Vorsicht, Kunde: Opfer soll für Identitätsmissbrauch zahlen
- 126 Sonderzeichen in Windows, Linux & macOS**
- 158** Das NTFS-Dateisystem ausreizen
- 164 Raspi 4: Innenleben durchleuchtet**

- 172** Mit der Python-Bibliothek fPDF Dokumente erzeugen
- 174** Telepräsenz-System individuell zusammengestellt
- 178** Wie das I²S-Protokoll arbeitet
- 180** Korrekte Uhrzeit in Dual-Boot-Systemen

Test & Kaufberatung

- 60 Alexa & Co.: Feind und Helfer**
- 66** Sprachassistenten im Alltag
- 72** Was wir von Alexa & Co. in Zukunft erwarten dürfen
- 74** Recht: Wie Sprachassistenten den Datenschutz aushöhlen
- 78** Externes GPU-Gehäuse mit Thunderbolt 3
- 80** AMDs Ryzen 7 3800X im Vergleich
- 80** Günstiges NAS TerraMaster F2-210
- 82 LGs superschneller Gaming-Monitor**
- 83** USB-Platte mit Fingerabdruckleser
- 84** USB-SSD OWC Envoy Pro EX
- 84** FIDO2 für iOS: YubiKey 5Ci
- 85** Android-Handy Motorola One Action



Alexa & Co.: Feind und Helfer

In kurzer Zeit haben Alexa, Google Assistant und Siri die Haushalte erobert, die Konkurrenz steht schon in den Startlöchern. Doch was leisten die Sprachassistenten wirklich und wie berechtigt sind die Datenschutzbedenken der Kritiker?



Online-Payment ohne Risiko

Online-Zahlungen kosten nur wenige Mausklicks, doch was dann passiert, ist oft undurchschaubar. Wir sagen Ihnen, wer dabei Ihre Daten zu sehen bekommt und wie Sie sich vor Betrug und Geldverlust schützen können.

86 Luxus-Kompaktkamera Leica Q2

88 Standventilator Xiaomi Smart Mi Fan 2

89 Sonys In-Ear-Headset WF-1000XM3

90 Sonos-Boxen von Ikea

92 Konfigurierbarer Webbrowser Vivaldi

93 Sprachlern-App Xeropan

94 Notebooks mit edlen Displays

100 Hörbuch-Apps für Smartphone und PC

108 Stift-Handys Samsung Note 10 und 10+

112 Lüfterloses Gehäuse für Mini-PC Intel NUC

114 Spiele: Action-Shooter Control

157 Bücher: Software-Sicherheit, Informationsüberflutung

Praxis & Tipps

116 Urlaubsfotos optimieren

122 Projekt für Grundschüler: Mikrocontroller simuliert Haustier

128 Internet-Domains: Inhaber-Daten mit RDAP auslesen

132 Router-Konfiguration für Telekom-VDSL

134 Dem Windows-Explorer die Wahrheit entlocken

140 macOS: Linux via USB in VirtualBox booten

142 Farbmanagement unter Linux

146 Tabellenkalkulation mit Echtzeitdaten

150 Tipps & Tricks

154 FAQ: Emotet bei Heise

Rubriken

3 Editorial: Reiseportale schlampen bei Kundenverifizierung

6 Leserforum

11 Schlagseite

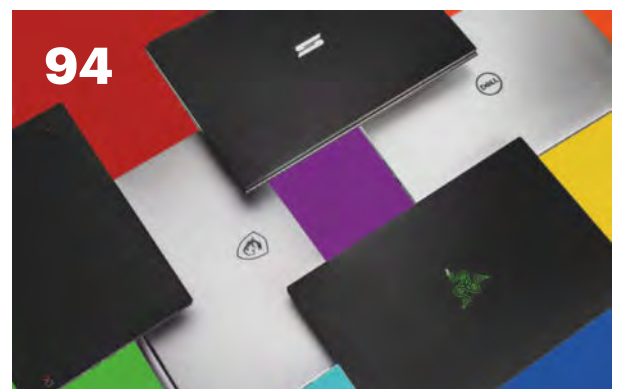
182 Story: Rate mal, wer zum Essen kommt
von Mario Magazin

190 Stellenmarkt

192 Inserentenverzeichnis

193 Impressum

194 Vorschau



Notebooks mit edlen Displays

Immer mehr High-End-Notebooks mit farbstarken Bildschirmen kommen auf den Markt, darunter nach mehrjähriger Pause auch wieder welche mit OLED statt LCD. Manche schaffen sogar den Spagat zwischen Mobilität und Performance.

Leserforum

Das geht besser

Editorial: Ärger mit Elster, c't 19/2019, S. 3

Dass es auch anders gehen kann, sehe ich als jemand, der sowohl in Deutschland wie auch in Österreich eine Steuererklärung abgeben muss. Ist man in Österreich das ganze Jahr über gleichzeitig nur bei einem einzigen Arbeitgeber angestellt und hat nichts zum Absetzen, braucht man schon seit jeher gar keine Steuererklärung abzugeben. Neuerdings bekommt man bei einfach gelagerten Fällen sogar die Steuergutschrift automatisch. Das nennt sich „Antragslose Arbeitnehmerveranlagung“ beziehungsweise „Automatischer Steuerausgleich“.

Und hat man doch mehr anzugeben oder arbeitet bei mehr als einem Arbeitgeber gleichzeitig, sodass man zur Steuererklärung verpflichtet ist, so lässt sich diese auch um vieles einfacher durchführen als in Deutschland. Einkünfte werden automatisch übernommen – nicht einfach vom Vorjahr sondern die tatsächlich aktuellen, von den Firmen ans Finanzamt für das jeweilige Jahr gemeldeten. Gleich bleibende Absetzbeträge kann man auch vom Vorjahr übernehmen. Kurz gesagt: Wirklich komfortabel gegenüber Elster.

Pentaculus

Neuland E-Mail

Das Problem fängt manchmal schon bei sehr viel einfacheren Techniken an: In München ist das Finanzamt schon länger nicht gewillt oder nicht in der Lage, trotz mehrfacher Hinweise auf die Fehlfunktion, die auf den offiziellen Schreiben und auf der Homepage als für mich zuständig benannte E-Mail-Adresse poststelle-abteilung1@famuc.bayern.de so zu betreiben, dass sie erreichbar ist.

Dr. Christoph Diesch

Lobenswert

Wie US-Militär und Unternehmen um Hacker buhlen, c't 19/2019, S. 16

Die US Air Force macht es vor und lässt Hacker an ihre Jets ran, um deren Sicherheit zu testen beziehungsweise zu verbessern. Eines der größten IT-Projekte unserer Zeit, die Telematik-Infrastruktur des Gesundheitswesens (immerhin müssen

zwischen 150.000 und 200.000 Praxen, Apotheken, Krankenhäuser etc. vernetzt werden), geht dagegen ganz anders vor: Kritik an den unsicheren Strukturen wird totgeschwiegen, obwohl die Installateure der Konnektoren und Kartenlesegeräte reihenweise die Firewalls ausschalten und andere Bugs einbauen, wie Jens Ernst aus Schwerte nachgewiesen hat. Penetrationstests sind entweder gar nicht erst durchgeführt worden oder werden nicht publiziert (warum wohl?) und wurden Herrn Ernst nach dessen Aussage sogar untersagt. Praxen wurden bereits mit Malware infiziert. Sogar das Fernsehen hat schon berichtet, passiert ist nichts.

S. Schneider

Blockade

Datenschutz-Skandal kostet Facebook 5 Milliarden Dollar, c't 17/2019, S. 39

Genial – anders kann man das Bild der FTC nicht bezeichnen. Da hat sich die FTC, vermutlich durch einen übereifrigen Grafiker, selbst in den Fuß geschossen. Ein tolles Getriebe hat er da konstruiert: Ein kleines Rädchen „CEO“ reicht aus, um das ganze System zu blockieren.

Christoph Schmees



Bestimmt kein Zufall

Bockige CPU-Zufallszahlen und offene Befehlssatzarchitekturen, c't 19/2019, S. 34

Auch die Intel-Implementierung hat eine Anfälligkeit für Backdoors, ist sie doch in Mikrocode geschrieben. Da kann man einen guten Algorithmus leicht durch

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

🗨 c't Forum

📘 c't magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

👤 Anonyme Hinweise
<https://heise.de/investigativ>

einen schlechten tauschen, ohne dass es groß auffällt, BIOS-Update genügt. Enthält dieser Code einen Schlüssel, den nur die NSA kennt, ist das sogar eine dieser ominösen „sicheren“ Backdoors.

Das gleiche Problem hat AMD mit seiner PSP: Auch hier haben wir Code, der den Zufall weiterreicht (produziert wird er ja erst mal in irgendeiner Hardware), und dieser Code kann natürlich kaputt sein. Äh, ne, er kann nicht nur kaputt sein, er ist sogar definitiv erkennbar kaputt. Das ist ja das Problem von AMD!

Völlig unklar ist auch, warum der Code so ranzig ist, dass man ihn nicht fixen kann. Das einzige, was ich mir ernsthaft vorstellen kann, ist, dass AMD einen NSL [National Security Letter, Anm. der Red.] hat, der sie verpflichtet, diesen Random-Generator ranzig zu machen, und dass sie das nicht wirklich besser machen dürfen.

Bernd Paysan

Ahnungslose Kunden

Neue Bezahlregeln im E-Commerce greifen später, c't 19/2019, S. 48

Dank Ihrer Artikelserie zur PSD2-Einführung in den letzten c't-Ausgaben fühle ich mich mittlerweile gut informiert. Von Seiten der Banken scheint allerdings ein deutliches Kundeninformationsdefizit zu bestehen. Außer den bei solchen Änderungen üblicherweise abzunickenden AGB-Anpassungen im üblichen Juristen-

deutsch habe ich noch keinerlei Informationen von meinem kontoführenden Institut gesehen, was sich so auch im Bekanntenkreis für andere Banken bestätigt.

Einzig mein Vater hat über das Onlinebanking-Portal der Deutschen Bank schon unfreiwillig PSD2-Kontakt gehabt: Dort wird beim Anmelden angeboten, den ab 14. 9. vorgeschriebenen 2-Faktor-Login schon jetzt freiwillig zu aktivieren. Da auch von der DB vorher sonst keine weiteren Informationen gekommen waren, und man vorher jahrelang immer wieder davor gewarnt wurde, TANs in fremden oder unbekannten Kontexten und Situationen einzugeben, wählte mein Vater einen wie auch immer gearteten Angriff und stellte jegliche Aktivität an dem Rechner bis zu meinem Besuch ein ...

Vor diesem Hintergrund scheint der 14. 9. eine riesige Studienmöglichkeit zur Effektivität bisheriger Aufklärungskampagnen: Variante 1 (IMHO die wahrscheinlichste): Die Onlinebanking-Nutzer haben bislang nichts von den PSD2-Änderungen gehört, stören sich aber auch nicht weiter an der zusätzlichen TAN-Abfrage und geben stumpf eine TAN ein, weil sie halt abgefragt wird. Ableitbares Ergebnis: Das Sicherheitsverständnis ist allen vorherigen Kampagnen zum Trotz gering und wegen der weiterhin geringen Haftungsrisiken wird sich daran auch vermutlich nichts ändern. Der zusätzliche Supportaufwand für Banken beschränkt sich auf einige alte Homebanking-Programme, die nicht mehr funktionieren.

Variante 2: Die Onlinebanking-Nutzer haben bislang nichts von den PSD2-Änderungen gehört, stören sich aber an der ungewöhnlichen TAN-Abfrage beim Login und brechen ab, da sie Phishing oder ähnliches vermuten. Ableitbares Ergebnis: Die vorherigen Kampagnen zur TAN- und Onlinebanking-Sicherheit haben doch zu einem verstärkten Sicherheitsbewusstsein der Anwender geführt, der zusätzliche Supportaufwand für die

Banken ist erheblich, aber das ist selbstverschuldet.

Variante 3: Alles läuft glatt. Dann war meine Stichprobe wohl völlig falsch, und es gab außerhalb meines Umfeldes auch für Nicht-c't-Leser doch umfangreiche verständliche Informationen.

Lars H. Kruse

Nano-Nebenwirkungen

Mikro- und Nanoroboter räumen auf, c't 19/2019, S. 144

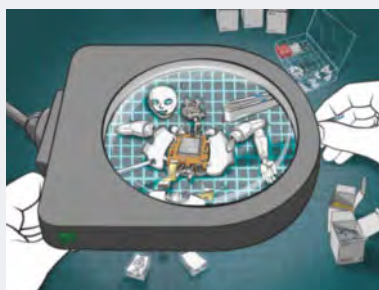


Bild: Rudolf A. Blaha

In c't 19/2019 zeigten wir, wie Nano-Roboter aufräumen. In einer c't-Story aus dem Jahr 2005 waren sie dabei etwas zu gründlich.

Als ich den Artikel „Die Mikrowelt im Griff – Mikro- und Nanoroboter räumen auf“ gelesen habe, in dem es auch darum geht, derartige Nanotechnik „freifliegend“ im menschlichen Körper einzusetzen, fiel mir sofort wieder ein Text über unfreiwillige Nebenwirkungen ein, die solche Technik haben könnte. Ja, ich habe lange danach suchen müssen, aber ich bin fündig geworden bei der Story aus c't 21/2005 auf Seite 238.

Dietmar Wolle

Negativer Kontrast

Dark Mode mit CSS für Webseiten umsetzen, c't 19/2019, S. 174

Bevor man über Stromsparen spricht, sollte man über die Ergonomie sprechen. Allseits bekannt ist, dass negativer Kontrast die Augen schneller ermüdet, insbesondere dann, wenn die Schrift hell-grell auf dunklem Hintergrund erscheint. Ich für meinen Teil habe, wenn ich zu negativem Kontrast genötigt werde, enorme Schwierigkeiten mit sogenannten Nachbildern. Wenn ich auch nur eine Minute (!) lang solch eine Seite lese und dann wieder nor-

male Bilder vor mir habe, fühlt sich das an, als hätte sich der negative Kontrast in meine Netzhaut eingebrannt. Das ist ein sehr unschönes Gefühl.

van Grunz

Schweigen ist Gold

Warum Sie bei Medizin-Apps unbedingt das Kleingedruckte lesen sollten, c't 17/2019, S. 60

Sie schreiben im letzten Absatz Ihres Kommentars, dass die Patienten die Datenschutzbestimmungen der Gesundheits-Apps gründlich studieren sollen. Da frage ich mich, wie das gehen soll, denn selbst wir als Profis können kaum durchsteigen und verstehen, was tatsächlich mit den Daten passiert. Ihr Satz geht aber noch weiter, nämlich die Gesundheitsdaten im Zweifel nur dem anzuvertrauen, der gesetzlich zum Schweigen verpflichtet ist: dem Arzt.

Warum dann nicht das Problem so auch lösen, wie es das Gesetz im Verhältnis zwischen Patient und Arzt vorschreibt? Da die Gesundheits-App schließlich auch nichts anderes ist als ein virtueller Arzt, könnte das Gesetz auch diese zum Schweigen verpflichten. Das wäre eine simple, aber wirksame Methode, die Gesundheits-Apps nutzbar zu machen, ohne Angst zu haben, dass die Daten an andere weitergegeben werden.

Nikolaus Riehm

BigInt funktioniert nicht

BigInt: Rechnen mit beliebig großen ganzen Zahlen, c't 16/2019, S. 186

Ich habe bincalc-master/index.html in Opera 58 und Chrome-Canary probiert. In beiden Fällen funktioniert der simple Test 23+23 nicht. Es kommt nie ein Ergebnis und „Calculating ...“ pulsiert. Fehlt da noch etwas? Sollte „?“ nicht help.html aufrufen? Bei mir passiert nichts.

Jürgen Bartels

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Ihre Problembeschreibung legt nahe, dass Sie die Datei index.html per Doppelklick geöffnet haben. Sie brauchen aber einen Webserver, über den alle im Repository enthaltenen Dateien abrufbar sind. Das war gemeint, als wir im zweiten Absatz (offenbar zu knapp) schrieben: „Speichern Sie die Dateien einfach in ein Verzeichnis Ihrer Wahl unterhalb des Document Root Ihres Webserver – schon können Sie loslegen.“





Die sechste Welle rollt an

Wi-Fi 6 funkt schneller, aber noch mit Macken

Der neue WLAN-Standard ist noch nicht final, da fluten die ersten Geräte schon den Markt. Wi-Fi 6 soll viel flotter als sein Vorgänger funken. Mit einzelnen Clients ist es tatsächlich schneller, aber noch nicht, wenn sich mehrere Clients um die Basis balgen.

Von Ernst Ahlers

Zum neuen WLAN gibt es immer noch keinen offiziellen Standard (siehe Kästchen rechts), aber immerhin schon erste Kompatibilitätstests der Herstellervereinigung Wi-Fi Alliance (WFA). Der Entwurfsstatus hat die Hardware-Herstell-

er nicht gehemmt, WLAN-Chips und damit bestückte Router und Access-Points vorab auf den Markt zu werfen. Mit den Schwergewichten Qualcomm und Broadcom gibt es zwei große Anbieter von Wi-Fi-6-Bausteinen, die man bereits in einigen Geräten findet.

Produkte mit WLAN-Chips von Intel, Mediatek, Realtek und der nun zu ON Semiconductor gehörenden Quantenna dürften ebenfalls bald erscheinen, was sinkende Preise erwarten lässt. So scheint AVM sich nicht nur bei der Ende Mai 2019 angekündigten Fritzbox 6660 (ct.de/yd54), sondern auch bei den jüngst zur IFA vorgestellten Modellen 5550 und 5530 (ct.de/yd54) von Qualcomm ab- und Intel zugewandt zu haben. Auf das gleiche Pferd setzt anscheinend auch TP-Link bei seinem ebenfalls zur IFA angekündigten WLAN-Router AX50.

Fettes WLAN im Markt

Zwar hat Qualcomm seinen aktuellen Spitzenbaustein IPQ8074 für die erste 11ax-Welle schon Anfang 2017 vorgestellt, aber er ist erst jüngst als Herz des Netgear-Routers Nighthawk AX6000 alias RAX120 im Markt für kleine Netze aufgetaucht. Der IPQ8074 versorgt Clients gleichzeitig in beiden WLAN-Funkbändern, mit vier MIMO-Streams auf 2,4 GHz (maximal 1174 MBit/s brutto) und gar acht Streams im 5-GHz-Band (4804 MBit/s).

Letztere Zahl klingt enorm, bricht aber bei handelsüblichen Clients schnell auf kleinere Werte herunter. Denn bei gleichen Randbedingungen (Anzahl MIMO-Streams, Funkkanalbreite) schafft 11ax bloß 40 Prozent mehr Bruttodurchsatz als der Vorgänger 11ac. Das gilt auch nur, wenn der Client nah beim Router funkt. Dann verbindet sich ein 11ax-Client wie Intels M.2-Kärtchen AX200 mit zwei Streams im 5-GHz-Band bei 80 MHz Kanalbreite immerhin mit 1201 MBit/s brutto statt den 867 MBit/s einer vergleichbaren 11ac-Kombination.

Kurz gesagt: Mit Wi-Fi 6 statt Wi-Fi 5 wird Ihr Smartphone, Tablet, Notebook oder PC im WLAN nicht magischerweise viermal so schnell, aber immerhin 1,4-mal.

Doch das genügt schon, um symbolische Grenzen zu knacken: Beim Test des RAX120 konnten wir im c't-Labor erstmals einen WLAN-Durchsatz von mehr als einem Gigabit pro Sekunde erzielen. Gegen einen einzelnen AX200-Client lie-

ferte der RAX120 mit mehreren parallelen TCP-Streams (Downloads) satte 1183 MBit/s im Downlink, das freilich mit praxisfernen 160 MHz Kanalbreite, auf kurze Distanz und ohne konkurrierende Nachbar-WLANs.

Geht parallel mehr?

Die maximale Bruttodatenrate auf dem Funkkanal erreicht der IPQ8074 eben erst, wenn er vier Streams bei 160 MHz Funkkanalbreite oder alle acht Streams bei 80 MHz beschicken kann. Das klappt praktisch nur in zwei Fällen: Den ersten – ein weiterer, gleich ausgestatteter Router arbeitet als Bridge – kann man als exotisches Labor-Setup beiseite legen.

Alltagsrelevanter ist, den RAX120 im Multi-User-MIMO-Betrieb (MU-MIMO, ct.de/yd54) mehrere 11ax-Clients gleichzeitig mit Daten bedienen zu lassen. In diesem MU-Betrieb soll Wi-Fi 6 dank seiner OFDMA-Übertragungstechnik wesentlich effizienter funken als Wi-Fi 5 (11ac).

Das kann in dicht besiedelten Funkzellen den Summendurchsatz steigern, so dass alle mehr Datenrate abbekommen, sei es zuhause oder in Hotspots wie auf dem Bahnsteig, in der Flughafen-Lounge oder im Stadion. Denn genau für solche Szenarien ist IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6 gedacht. Vor allem hier – eher nicht im selten ausgelasteten Heim-WLAN – könnte sich die von den 11ax-Proponenten behauptete Beschleunigung „up to 4x“ auch in der Praxis einstellen.

Noch nicht!

Den MU-MIMO-Betrieb bei Wi-Fi 6 haben wir jüngst im c't-Labor mit drei eigens umgebauten Notebooks und zwei 11ax-Routern ausprobiert. Leider ließ sich weder dem Netgear RAX120 noch dem Asus GT-AX11000 ein MU-Gewinn entlocken: In jeweils vier verschiedenen räumlichen Anordnungen von Router und Clients lag der Summendurchsatz bestenfalls so hoch wie der Mittelwert der Einzeldurchsätze. Wir hätten einen Zuwachs von mindestens 60 Prozent erwartet. Asus hat bestätigt, dass MU-MIMO bei der Firmware-Version 3.0.0.4.384.6208 des GT-AX11000 noch eine Baustelle ist.

Dass unser Testkonzept von 2016 auch heute noch gültig ist, ließ sich mit dem seinerzeit getesteten Netgear R7800 und drei 11ac-Single-Stream-Clients (QCA9377 in Linksys WUSB6100M) bestätigen. Diese Kombination zeigte mit aktualisierter Firmware beziehungsweise

Windows-Treibern einen deutlichen MU-Gewinn, im Bestfall 81 Prozent.

Eine Fritzbox 7580, die dieselben WLAN-Chips QCA9984 nutzt wie der R7800, schaffte seinerzeit mit FritzOS 6.53 immerhin 41 Prozent MU-Zuwachs. Interessanterweise warf sie nun mit FritzOS 7.12 und denselben WLAN-Clients keinen MU-Gewinn mehr ab. Das muss freilich wenig heißen: Schon 2016 gerierte sich MU-MIMO als launisches Lastentier.

Welle 2 naht

Qualcomm hat auf seinem Wi-Fi-6-Day Ende August in San Francisco einen Ausblick auf 11ax Wave 2 gegeben. 2020 will der Konzern gleich vier neue Chipserien unter dem Namen Networking Pro Series 1200, 800, 600 und 400 herausbringen. Sie liefern 12, 8, 6 und 4 MIMO-Streams, die sich auf die beiden Funkbänder 2,4 und 5 GHz verteilen. Im MU-MIMO-Betrieb sollen die Bausteine bis zu 37 gleichzeitig aktive Nutzer in verschiedenen MU-Gruppen unterstützen.

Der 1200er-Reihe hat Qualcomm einen schlaun Kniff spendiert: Entwickler von WLAN-Basen können deren acht MIMO-Streams im 5-GHz-Band auf zwei Frequenzblöcke mit jeweils vier Streams aufteilen. Das spart für den „3-Band-Betrieb“ das bisher nötige, dritte physische WLAN-Modul ein, wovon insbesondere Mesh-WLAN-Systeme profitieren dürften.

Passende WLAN-Clients mit zwei MIMO-Streams laufen bei Qualcomm unter dem Namen FastConnect. Das 6200er-Funktionsmodul im Smartphone-Chip Snapdragon 855 kommt nun in Handys vieler Hersteller wie Lenovo,

Wi-Fi-6-Neuerungen:
OFDMA beschleunigt bei MU-MIMO das gleichzeitige Bedienen vieler Clients. BSS Coloring ermöglicht bessere Versorgung durch dichter gepackte Funkzellen. TWT hilft beim Energiesparen in mobilen Clients und acht MIMO-Streams liefern mehr Daten pro Sendedurchgang.

Wi-Fi 6: Start ohne Standard

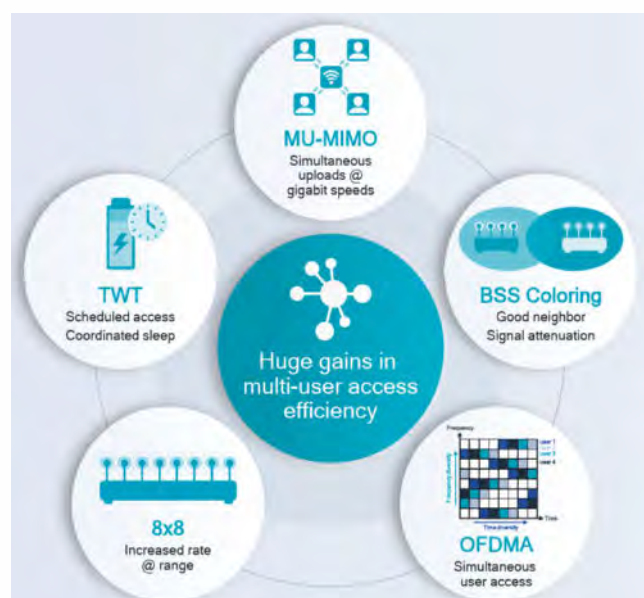
Das neue Wi-Fi-6 ist eigentlich recht alt, denn die Entwicklung des ihm zugrunde liegenden IEEE-Standards 802.11ax läuft schon seit 2014. Er steckt aber immer noch im Larvenstadium: Beim aktuellen Draft 4.0 waren im Juli 2019 noch fast 260 Details strittig, was Diskussionsbedarf beim TGax-Arbeitsguppentreffen im September und wohl einen Draft 5.0 ergeben wird. Der könnte mit Glück dann Anfang 2020 endlich offiziell zum neuen WLAN-Standard werden. Was Wi-Fi 6 besser als Wi-Fi 5 machen soll, haben wir in einer WLAN-FAQ zusammengefasst (ct.de/yd54).

OnePlus, Nokia, Sony, Xiaomi oder ZTE auf den Markt. Die 6800er-Variante soll später gar in beiden WLAN-Bändern gleichzeitig funken und so bis zu 1,8 GBit/s brutto zur Basis schaffen.

Nach unseren ersten Erfahrungen scheinen für das spannendere Wi-Fi-6-Feature – den verbesserten Multi-User-Betrieb – noch Feinarbeiten an der Firmware und den Treibern nötig. Ob heutige Käufer die Optimierungen dann bei allen Router-Modellen per Update nachgereicht bekommen, ist nicht ausgemacht.

(ea@ct.de) **ct**

WLAN-FAQ, Wi-Fi 6 auf der IFA:
ct.de/yd54



Mein Geld, Dein Geld

Grundlagen des Online-Bezahlens



Grundlagen	Seite 14
Die richtige Bezahlmethode finden	Seite 16
Sicher einkaufen, Geld zurückholen	Seite 22

Waren und Dienstleistungen hat man auf PC oder Smartphone schnell bestellt. Aber wer kümmert sich nach „Jetzt bestellen“ eigentlich um das Geld? Und wie steht es dabei um Sicherheit und Kundenrechte? Was einfach aussieht, kann sehr komplex sein. Wir blicken hinter die Kulissen.

Von Markus Montz

Endlich gibt es die lange gewünschte Systemkamera beim Online-Fotohändler im Angebot. Tasche, Speicherkarten, Akkupack, zweites Objektiv, da kommt was zusammen. Nun muss ich nur noch durch die virtuelle Kasse. Normalerweise überlege ich nicht lange, wie ich bezahle – heute ist das angesichts des Preises von 1400 Euro anders. Ganz schön viele Optionen, denke ich. Kreditkarte, Lastschrift, PayPal, Paydirekt, Giropay, Sofortüberweisung. Wer ist eigentlich dieses Klarna? Bestandskunden können auch auf Rechnung kaufen, aber wer ist eigentlich das RatePay, das sich darum kümmern soll? Die werden doch alle ihre Vor- und Nachteile haben. Und überhaupt, was passiert da eigentlich, wenn ich auf „Jetzt kostenpflichtig bestellen“ drücke? Wer macht dann eigentlich was? Und was mache ich, wenn etwas schiefgeht? Oder wenn ein Unbefugter mit meinen Bezahlungen einkaufen geht?

Bezahlungsmöglichkeiten

Onlinezahlungen sind Alltag. Laut statistischem Bundesamt nutzten im ersten Quartal 2018 knapp 90 Prozent aller Bundesbürger ab 10 Jahren regelmäßig das Internet. Von diesen hatten 83 Prozent schon einmal Waren und Dienstleistungen online bestellt, zwei Drittel im besagten Quartal. Viele von ihnen bezahlten dabei auch online, wie Umfragen von Instituten in ähnlichen Zeiträumen nahelegen – und sie wählten die Bezahlart bewusst. Verbraucher orientieren sich demnach an Faktoren wie Sicherheit und Zusatzkosten, außerdem soll die gewählte Bezahlmethode einfach und schnell sein. Wird es zu kompliziert oder kommt Misstrauen auf, brechen viele von ihnen den Kauf ab – sehr zum Verdruss der Händler.

Keine Antwort haben wir in den Studien allerdings auf die Frage gefunden, auf welcher Informationsgrundlage Verbraucher die Entscheidung zugunsten einer bestimmten Bezahlart treffen. So macht sich kaum ein Verbraucher Gedanken darüber, wie seine elektronische Zahlung abgewickelt wird und wer dafür bezahlt. Vielen Kunden ist zum Beispiel unbekannt, dass außer PayPal auch andere Online-Bezahlarten einen Käuferschutz bieten. Gefühlte Sicherheit und tatsächliche Sicherheit müssen also nicht deckungsgleich sein.

Wir stellen deshalb zunächst in einer Übersicht ab Seite 16 den Bezahlvorgang und die einzelnen Bezahlarten genauer vor. Was unterscheidet sie voneinander und wie laufen sie ab? Was bedeuten sie aus Händlersicht? Wer wirkt im Zahlungsnetzwerk dahinter mit? Viele Onlinehändler können oder wollen den Aufwand nicht oder nicht vollständig leisten, sich selbst um ihre virtuelle Kasse zu kümmern. Wir schauen uns an, wer ihnen dabei hilft und wer an einem Bezahlvorgang außer Kunden, Händlern und ihren Banken noch beteiligt sein kann.

Datenschutz und Sicherheit

Dabei beantworten wir auch die wichtige Frage nach Datensicherheit, Datenschutz und Datenweitergabe. Taucht man tiefer in die Materie ein, wird schnell klar, dass das Thema beim elektronischen Bezahlen hochgradig komplex ist. Schließlich stehen sich hier zwei Pole gegenüber: Einerseits kann man Kundendaten für personalisierte Wer-

bung nutzen. Andererseits gibt es eine Reihe legitimer Gründe, Kundendaten zu erheben und durch mehrere Dienstleister verarbeiten zu lassen. Ohne solche Daten könnten Händler und Banken sowie deren Spezialdienstleister die Zahlung gar nicht abwickeln und gemäß gesetzlicher Vorgaben speichern. Sie könnten auch keine kriminellen Aktivitäten entdecken oder Händler gegen Zahlungsausfälle schützen.

Ab Seite 22 erklärt Dr. Susanne Grohé, Fachanwältin im Bereich Payments, welchen Missbrauchsrisiken Sie bei elektronischen Bezahlarten ausgesetzt sind, wie Sie sich schützen können und welche Optionen die wichtigsten Bezahlarten bei Problemen bieten.

PSD2

Mit der Zweiten Europäischen Zahlungsdiensterichtlinie (Revised Payment Services Directive, PSD2) wollen die EU-Mitgliedsstaaten die Sicherheit von Online-Zahlungen zusätzlich verbessern. Ab dem 14. September 2019 sollen Verbraucher bei elektronischen Bezahlvorgängen eine Zwei-Faktor-Authentifizierung nutzen. Das gilt für Kreditkarten, PayPal, Paydirekt – und wie gehabt für Sofortüberweisung, Giropay und Online-Überweisungen. Lediglich die Online-Lastschrift und die hier nicht thematisierten Gutscheine- und Geschenkkarten bleiben ausgenommen.

Ob der erhoffte Gewinn an Sicherheit eintritt, bleibt abzuwarten; zudem hat die deutsche Finanzaufsicht den Stichtag der obligatorischen Einführung faktisch verschoben, weil viele Händler die Umstellung nicht rechtzeitig abschließen können. Ein neues Datum gibt es noch nicht. Da die automatisierten Betrugsprüfungen der Banken und Zahlungsdienstleister unverändert bleiben, ist das Sicherheitsniveau aber ohnehin sehr hoch.

Die drei Artikel in dieser Ausgabe sind ein Startpunkt. In Zukunft werden wir in loser Reihenfolge weitere Aspekte des elektronischen Bezahls beleuchten und uns beispielsweise ausführlicher mit dem Fluss der Kundendaten beschäftigen. (mon@ct.de) **ct**

90 Prozent der 10- bis 99-Jährigen nutzen das Internet, 83 Prozent davon haben schon online bestellt.



Zahlen, bitte!

Wie Sie die richtige Bezahlmethode für Ihre Online-Käufe finden

Im Internet einzukaufen ist so einfach wie ein Mausklick. Doch wie bezahlt man am besten? Per Kreditkarte, PayPal, Lastschrift – oder vielleicht doch mit einer Überweisung? Wir erklären, welche Methoden wie bequem und günstig sind.

Von Markus Montz

An der virtuellen Ladenkasse frage ich mich immer wieder, welche Bezahlart wohl die beste ist. Allgemeine Vorlieben für bestimmte Bezahlarten spielen eine wichtige Rolle, es

kommt aber auch auf den Händler oder Dienstleister an: Kann ich ihm vertrauen, etwa weil ich bei ihm schon etwas bestellt und positive Erfahrungen gemacht habe? Auch der Inhalt und der Gesamtbetrag des jeweiligen Einkaufskorbs haben einen Einfluss. Bei höheren Beträgen will ich möglichst sicher sein, dass ich mein Geld bei einer Reklamation zurückbekomme oder vor der Zahlung die Ware in Augenschein nehmen kann. Mitunter spielt auch die Finanzierung eine Rolle: Mit einer Kreditkarte kann ich eine Zahlung beispielsweise bis zum nächsten Gehaltseingang verschieben. Mit einer Ratenzahlung wiederum verteile ich den Kaufpreis für die neue Waschmaschine auf mehrere Monate.

So wie ich denken offenbar viele Online-Shopper. Je nach Händler, Betrag und

Ware bevorzugen sie verschiedene Bezahlarten. Am liebsten sind den Deutschen neben PayPal, Kreditkarten und Sofort-Überweisung die klassische Rechnung, Lastschrift oder Vorkasse (siehe Grafik „Online-Bezahlarten“).

Doch wann ist es ratsam, einen Dienstleister wie PayPal einzusetzen und wann fährt man mit einer Lastschrift besser als mit einer Überweisung? Um das zu beurteilen, muss man zunächst einmal wissen, was bei einer Online-Überweisung im Hintergrund passiert und welche Akteure daran beteiligt sind.

Anzahl und Art der an einem Bezahlvorgang beteiligten Parteien haben nicht nur Auswirkungen auf die Zahlungsauslösung, sondern auch auf die Möglichkeiten des Kunden, wenn etwas schiefgeht

(dazu mehr im Artikel ab Seite 22). Sie entscheiden außerdem darüber, wer welche Zahlungsdaten erhält. Für den Händler haben die beteiligten Akteure zudem direkte Auswirkungen auf die Höhe der Gebühren. Für den Kunden bleiben sie zwar meist unsichtbar – bezahlen muss er diese aber trotzdem, da Händler die Gebühren natürlich in ihre Verkaufspreise einkalkulieren.

Vier plus X gewinnt

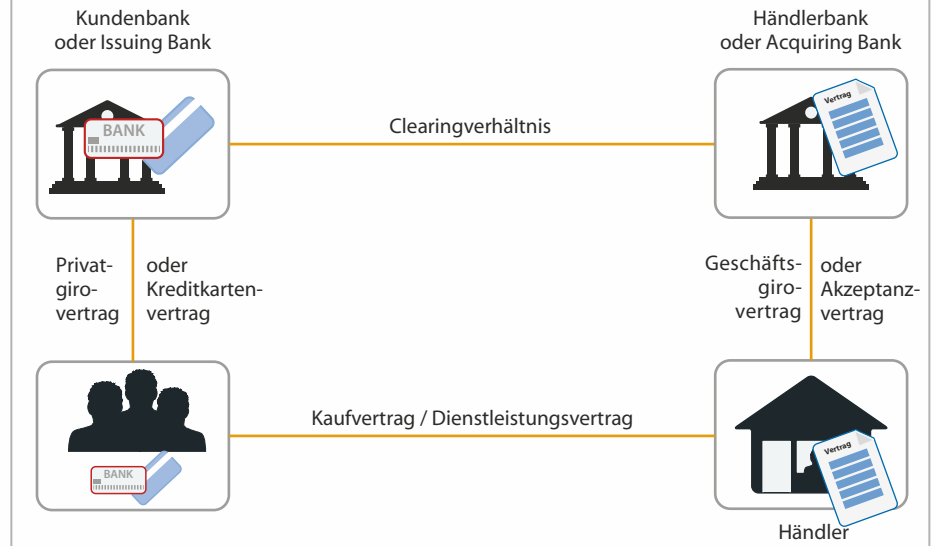
Eine elektronische Zahlung läuft grundsätzlich so ab: Ich als Kunde kaufe beim Händler ein und schließe beim Klick einen Kaufvertrag mit ihm. Dadurch beauftragen wir unsere jeweiligen Banken damit, die Zahlung abzuwickeln. Wenn diese damit fertig sind, melden sie uns beiden, dass die Kundenbank die Zahlung vollzogen hat und sie bei der Händlerbank eingegangen ist. Genauso geschieht es bei einer Überweisung des Kunden an den Händler.

Alternativ teilt der Kunde dem Händler im Bezahlvorgang mit, dass er die Zahlung autorisiert hat, beispielsweise mit einem Lastschriftmandat. Sobald der Händler sein Geld verbucht hat oder er sich sicher genug ist, es zu erhalten, verschickt er die Ware.

Zahlungen, an denen tatsächlich nur vier Akteure beteiligt sind, sind aber nur ein Fall. Händler und Banken nutzen häufig weitere Dienstleister, um die Zuverlässigkeit der Zahlung zu erhöhen und ihre

Elektronische Zahlung

An jeder Online-Zahlung sind mindestens vier Akteure beteiligt: Der Kunde mit seiner Bank sowie der Händler mit seiner Bank. Zahlt man z.B. per Kreditkarte oder über einen Zahlungsdienstleister wie PayPal, kommt mindestens ein fünfter Mitspieler dazu.



eigenen Risiken zu minimieren. Kunden nutzen Dienstleister, um den Einkauf bequemer und unter Umständen sicherer zu machen. Welche Dienstleister mindestens beteiligt sind, hängt von der gewählten Bezahlart ab, die wir in den Kästen auf den Seiten 20 und 21 ausführlicher vorstellen. Wichtig: Wir wollen Ihnen die aus Verbrauchersicht vertraglich, aber auch im Hintergrund mitwirkenden Akteure

vorstellen, auch wenn sie nur die Regeln definieren oder für eine Weiterleitung an die richtige Bank zuständig sind. Nicht alle bekommen etwa Kundendaten.

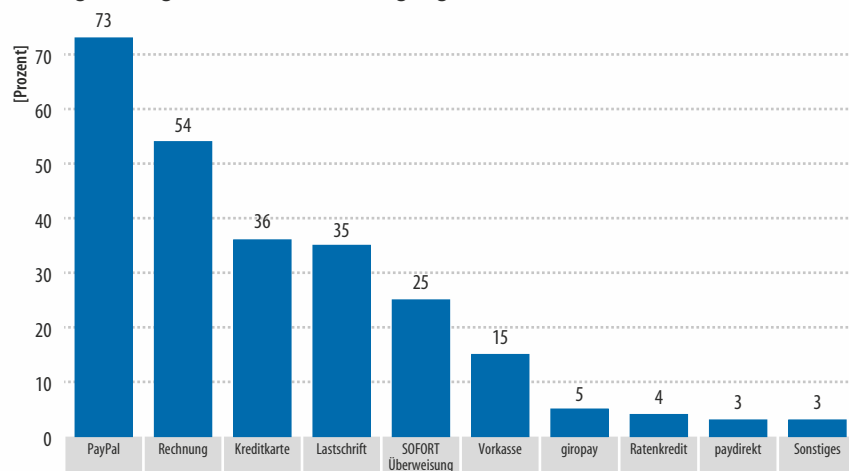
Entscheidet sich der Kunde für **Lastschrift**, **Vorkasse** oder **Kauf auf Rechnung**, bleibt das beschriebene Bezahlschema mit vier Akteuren im Grunde bestehen. Ein solches Viererschema findet man auch bei **Paydirekt**, das den Banken lediglich die Software und die Schnittstelle bereitstellt. **Giropay** arbeitet dagegen mit fünf Akteuren, auch wenn es den Kunden oberflächlich betrachtet nur in sein Online-Banking weiterleitet. Hier müssen zudem beide Banken am Giropay-Verfahren teilnehmen. Giropay und Paydirekt sind als Verfahren innerhalb der Deutschen Kreditwirtschaft angesiedelt, dem Spitzenverband der deutschen Banken.

Bei **PayPal** wird aus dem Viererschema dagegen ein Dreierschema: Kunde und Händler führen bei PayPal E-Geld-Konten, zwischen denen die Zahlung ausgeführt wird. Allerdings läuft der Geldfluss in den seltensten Fällen allein über die PayPal-Konten. In der Praxis sind deshalb mindestens noch die Banken des Kunden und Händlers beteiligt – faktisch also fünf Akteure, wobei die Händlerbank Auszahlungen stapelweise erhält und per se keinen Einblick in Kundendaten hat.

Aus Kundensicht mindestens ein Fünferschema gilt auch bei Kreditkarten-

Nutzung von Online-Bezahlarten

Von Mitte 2016 bis Mitte 2017 bezahlten die meisten Online-Shopper in Deutschland mit PayPal oder auf Rechnung, wie ein Institut der Uni Regensburg in einer Online-Befragung herausfand.



Quelle: ibi research/Statista 2018

2 Zahlungsart

- Vorkasse
- Kauf auf Rechnung (BillPay)
- Kreditkartenzahlung** VISA
- Paydirekt
- SOFORT Überweisung Bitte halten Sie PIN und TAN bereit
- PayPal
- Nachnahme
- Bar/EC bei Selbstabholung in Hannover/Laatzen, München, Düsseldorf, Hamburg, Stuttgart oder Dortmund

Die Bezahloptionen bei **Notebooks-billiger.de**: Der jeweilige Zahlungsabwickler (PSP) bleibt unbekannt, den Rechnungskauf übernimmt die Klarna-Tochter BillPay.

option anbietet, ist die Gefahr groß, dass vor allem neue Kunden den Kauf abbrechen, weil sie ihm noch nicht vertrauen.

Um mehr Kunden in den Shop zu locken, bieten die meisten Händler deshalb einen Mix verschiedener Zahlungsarten an. Zahlungsarten, die dem Kunden hohe Sicherheit bieten, sind für den Händler aber entweder teurer oder riskanter. Eine Zahlung per Kreditkarte oder PayPal bietet zwar ihm und dem Kunden eine sehr hohe Ausfallsicherheit, dafür werden allerdings auch höhere Gebühren fällig.

Alternativ, etwa bei der Rechnung, muss der Händler ein erhöhtes Risiko in Kauf nehmen, dass der Kunde ihm das Geld am Ende doch schuldig bleibt. Bezahlte dieser nicht, bleibt dem Händler nur, das Geld auf dem Mahnweg und am Ende vor Gericht einzutreiben. Der Händler kann die Rechnung aber auch versichern oder er verkauft sie samt Risiko noch vor dem Warenversand gegen Abschlag an einen spezialisierten Dienstleister weiter – das sogenannte Factoring. Zahlt der Kunde nicht, liegt das Ausfallrisiko beim Dienstleister, der das Mahn- und Inkassoverfahren einleitet. Ebenso kann sich der Händler Rückbuchungen von Lastschriften gegen Gebühren von Dritten absichern lassen.

Was der Händler tatsächlich pro Kaufprozess zahlt, lässt sich schon deshalb nur ungefähr beziffern. Es hängt aber beispielsweise auch noch davon ab, ob er sich selbst um die technische Anbindung an die einzelnen Bezahlarten und die

zahlungen mit **Visa und Mastercard**. Die Kartenfirmen oder Kartennetzwerke stellen die Regeln auf und leiten die Händlerbank zur Kundenbank weiter. Zwischen ihnen findet auch der eigentliche Zahlungsfluss statt. Die Kundenbank stellt die Kreditkarte aus („Issuing Bank“). Auf Händlerseite steht der sogenannte Acquirer, der Händler für das Zahlungsnetzwerk „akquirieren“ und Zahlungen mit ihnen abrechnen darf. Oft ist die Hausbank des Händlers kein Acquirer und er muss sich zusätzlich einen suchen. Bei **American Express** bilden Issuing Bank, Acquirer und Zahlungsnetzwerk eine Einheit. Der Kunde eröffnet sein Kreditkartenkonto direkt bei American Express. Erst für die Kreditkartenabrechnung kommt die eigentliche Bank des Kunden hinzu.

Ebenfalls ein Fünf-Parteien-Schema gilt für die **Sofort-Überweisung** des schwedischen Zahlungsdienstleisters Klarna. Sofort-Überweisung lässt sich Nutzernamen, PIN und eine TAN geben. Anders als Giropay löst es damit selbst auf dem Girokonto des Kunden die Überweisung auf das Konto des Händlers aus.

Apple Pay und Google Pay speichern tokenisierte Zahlungsdaten der Kreditkarte respektive Visa- oder Mastercard-Debitkarte des Kunden und reichen diese zur Zahlungsauslösung an den Händler weiter. Zusammen mit den Kreditkartennetzwerken steigt die Zahl der Beteiligten dadurch auf bis zu sechs. Das gilt auch für **Amazon Pay**, das eine Zahlung ganz ähnlich per Kredit-/Debitkarte oder Lastschrift auslöst.

Was kostet der Spaß?

Zahlungsdienstleistungen gibt es nur gegen Gebühren – und die zahlt der Händler. Er steckt an dieser Stelle in einem wirtschaftlichen Interessenskonflikt: Auf der einen Seite will er seine Gebühren so niedrig wie möglich halten. Auf der anderen Seite soll ihm die Zahlungsart maximale Sicherheit gegen Zahlungsausfälle bieten.

Am günstigsten und sichersten ist es für den Händler, wenn ihm der Kunde das Geld direkt überweist. Dann fallen für ihn nur die Kontoführungsgebühren seiner Bank an. Im Gegenzug hat er das Geld unwiderruflich auf dem Konto. Wenn er jedoch lediglich Vorkasse als Zahlungs-

Payment Service Provider (Auswahl)

PSP	Sitz	Dachgesellschaft
Adyen N.V.	EU / Niederlande	–
BS Payone GmbH ¹	D / Frankfurt a.M.	Deutscher Sparkassen Verlag GmbH (D)
Computop Wirtschaftsinformatik GmbH	D / Bamberg	–
Concardis GmbH	D / Eschborn	Nets Group A/S (DK)
EVO Payments International GmbH	D / Köln	EVO Payments, Inc (USA)
Heidelpay GmbH	D / Heidelberg	Heidelpay Group GmbH (D)
Ingenico Payment Services GmbH ¹	D / Ratingen	Ingenico Group SA (F)
Klarna GmbH	D / München	Klarna AB (S)
Paymill GmbH	D / München	Cyberservices SA (CH) / „Klik&Pay“
PayPal (Europe) S.à r.l. et Cie, S.C.A.	EU / Luxemburg	PayPal, Inc. (USA)
SIX Payment Services (Germany) GmbH	D / Hamburg	Worldline S.A. (F)
Stripe, Inc.	USA	–
VR Payment GmbH	D / Frankfurt a.M.	Dienstleister der Genossenschaftlichen Finanzgruppe (D)
Wirecard AG	D / Aschheim	–
Worldpay, Inc.	USA	FIS, Inc. (USA)

¹ BS Payone und Ingenico Payment Services fusionieren zu „Payone“

Zahlungsverarbeitung kümmert oder ob er damit einen Payment Service Provider (PSP) beauftragt. Der kann außerdem das Factoring und weitere Dienste übernehmen.

Die PSPs haben unterschiedliche Preismodelle mit Fixkosten und umsatzabhängigen Kosten. Die Gesamtgebühren richten sich aber auch danach, wie viele weitere Dienstleister an einer Zahlung mitwirken und ob sich der Händler gegen Zahlungsausfälle zusätzlich absichern will. Diese Entscheidung hängt vor allem davon ab, wie beliebt das Produktportfolio des Händlers bei Betrügern ist und ob er eher hoch- oder niedrigpreisige Waren und Dienste feilbietet.

So liegen die Gebühren dann meistens in einer Spanne. Bei einer Kreditkartenzahlung etwa muss der Händler anteilige Gebühren von ungefähr zwei bis drei Prozent pro Umsatz berappen. Ein kleiner Teil davon geht an die Bank des Kunden, die EU-weit auf 0,3 Prozent begrenzte Interchange-Gebühr (Debitkarten: 0,2 Prozent). Mit dem Rest sichert der Acquirer unter anderem Zahlungsausfälle ab und begleicht seine Gebühren beim Kartennetzwerk. Inbegriffen ist zudem die Betrugserkennung. Händler können auch ohne PSP Kreditkartenzahlungen anbieten. Dann müssen sie direkt mit dem Acquirer die Gebühren aushandeln, während ein PSP mit vielen Händlern Mengenrabatte erhält.

Bei PayPal sind die Gebühren standardisiert: So zahlen kleine Händler bis zu 2,49 Prozent vom Umsatz plus 35 Euro-cent pro Transaktion. Sehr kleine Zahlungen bepreist PayPal günstiger; bei Händlern mit höheren Umsätzen pro Monat sinkt der Umsatzanteil bis auf 1,49 Prozent. Sehr große Händler können nach unseren Informationen bilateral auch deutlich niedrigere Gebühren mit PayPal aushandeln. Über PSPs abgewinkelte Lastschriften wiederum liegen etwa bei einem Prozent, abgesicherte Lastschriften etwa doppelt so hoch.

Seit 2018 dürfen Händler laut der zweiten Europäischen Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) jedoch keine Zuschläge mehr für regulierte elektronische Zahlungsarten verlangen. Daher müssen sie die Kosten für die verschiedenen Zahlungsarten anteilig berechnen und per Mischkalkulation in ihren Preisen berücksichtigen. Der Kunde zahlt den Anteil der Zahlungsgebühren also immer mit – egal ob er die jeweilige Zahlungs-

Und die Daten?

Händler, Händlerbanken und Zahlungsdienstleister benötigen Kundendaten, um den Kauf ordnungsgemäß durchführen und dokumentieren zu können – nicht zuletzt für eine etwaige Rückabwicklung. Kundendaten spielen aber auch eine Rolle dabei, Händler, Kunden und Banken vor Fehlern und Betrug zu schützen. Die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) schreibt eine Prüfung aller Zahlungsvorgänge auf Missbrauchsversuche sogar vor. Dafür benötigen die Analysensysteme Datenpunkte. Aus ihnen ermitteln Algorithmen die Wahrscheinlichkeit, dass tatsächlich der Karten- oder Konteninhaber selbst die Zahlung in Auftrag gegeben hat. Wird ein bestimmter Wert unterschritten, sperrt das System die Zahlung und unter Umständen auch das Konto oder die Karte. Allein die Prüfung des Kunden Namens oder der beteiligten IP-Adressen schließen an dieser Stelle schon erste

Einfallstore für Ganoven; es sind aber nicht an allen Stellen personalisierte Daten erforderlich.

Für diese Prüfungen liefert auch die strenge DSGVO eine Rechtsgrundlage. Für eine elektronische Zahlung gilt insbesondere, dass der Händler und dessen Zahlungsdienstleister vom Kunden alle Daten verarbeiten dürfen, die für die Vertragserfüllung erforderlich sind. Vorvertragliche Maßnahmen wie beispielsweise die Betrugsprävention und IT-Sicherheit fallen ebenso darunter. Umgekehrt verpflichtet die DSGVO zur Datensparsamkeit. Es darf also nicht mehr erfasst und verarbeitet werden als für die Vertragserfüllung notwendig ist – bereits die Telefonnummer ist ein Streitfall. Für nicht notwendige persönliche Daten muss der Kunde nach verständlicher Aufklärung sein Einverständnis zur Speicherung und Verarbeitung geben, etwa bei Bonuspunktprogrammen.

methode tatsächlich in Anspruch nimmt oder nicht.

Händlers Helferlein

Mit der technischen Einrichtung und Wartung der Zugänge (Gateways) zu den verschiedenen Bezahlarten sind Händler schnell überfordert. Ähnlich ist es bei der Verarbeitung und Abrechnung sowie Sicherung elektronischer Geldflüsse. Selbst einfache Bezahlarten wie Vorkasse und Lastschrift lassen sich ab einer bestimmten Anzahl nur noch schwer alleine bewältigen. Deshalb nutzen Händler häufig die Dienste von PSPs und weiterer Zahlungsdienstleister.

PSPs stellen dem Händler Frontend und Backend seiner Bezahlseite oder das Plug-in für seine Shop-Software bereit. Außerdem sorgen sie für die vertragliche Anbindung an die Bezahlarten und helfen bei der Zahlungsabwicklung. PSPs arbeiten meist mit weiteren spezialisierten Software- oder Cloud Providern zusammen, die technische Komponenten wie das Backend eines Zahlungs-Gateways bereitstellen. Auch die Betrugsprävention oder das Risikomanagement liegen oft in der Hand weiterer Unternehmen. Dabei fließen stets Daten – die Prüfung der Bo-

nität des Kunden vor einem Rechnungs- oder Lastschriftkauf wäre anders nicht denkbar.

Gemeinsam mit den Kreditinstituten und den Diensten hinter den Bezahlarten stellen all diese Akteure in einem komplexen Netzwerk sicher, dass der Zahlungsverkehr zuverlässig funktioniert. Das Geld des Kunden soll sicher beim Händler ankommen, der Händler soll keine oder möglichst wenige Zahlungsausfälle durch Betrüger oder säumige Kunden hinnehmen müssen – und Kriminelle sollen abgeschreckt oder abgewehrt werden. Die dafür notwendige Datenweitergabe wird unter anderem durch die DSGVO sanktioniert (siehe Kasten „Und die Daten?“). Manche der beteiligten Akteure sitzen jedoch außerhalb der EU. Deshalb muss man bei jeder Online-Zahlung damit rechnen, dass persönliche Daten an externe Parteien weitergegeben werden. Auch wenn die Händler und Banken meist sorgfältigen Umgang mit Kundendaten versichern, dürften selbst sie kaum in der Lage sein, deren Weitergabe lückenlos zu überwachen. Diese Risiken sind der Preis für die Bequemlichkeit, den das Online-Shopping bietet.

(mon@ct.de) **ct**



PayPal

Beim PayPal-Konto bedient sich der Online-Shopper eines E-Geld-Kontos. Eine Kontonummer hat es nicht; es ist dem Besitzer über eine Mailadresse zugeordnet. Sein PayPal-Konto lädt man via Geldtransfer von seinem Girokonto auf oder lässt Geld von seiner Kreditkarte abbuchen. Ist das PayPal-Konto bei einer Zahlung leer, nutzt PayPal eine der hinterlegten Zahlungsarten, um es auszugleichen. In beiden Fällen wird das „echte“ Geld in sogenanntes E-Geld umgewandelt. Dieses können sich alle Teilnehmer innerhalb des PayPal-Netzwerks gegenseitig in Echtzeit und über Währungsgrenzen hinweg transferieren oder auf ihr Giro- oder Kreditkartenkonto buchen.

Die Händler zahlen Gebühren an PayPal. Dafür genießen sie Verkäuferschutz gegen Ausfälle. Der Kunde erhält einen Käuferschutz und muss seine Konto- oder Kreditkartendaten nicht an den Händler übermitteln.

Beim Datenschutz und der Datenweitergabe müssen Kunden abwägen. PayPal nutzt auch Infrastruktur und Dienste außerhalb der EU, um Daten zu sammeln, zu speichern und zu verarbeiten. Das dient der Zahlungsabwicklung, Bonitäts- und Betrugsprüfung. PayPal kann die Daten mit Einverständnis des Kunden (Opt-out!) aber auch zu Marketingzwecken einsetzen.

Mitunter stoßen Käufer in Shops auch auf PayPal, wenn es um Zahlungsmöglichkeiten mit Kreditkarte, Lastschrift, Ratenzahlung und Rechnung geht. In diesem Fall übernimmt PayPal die Rolle eines PSP und stellt dem Händler die Anbindung an diese Zahlungsarten bereit. Der Kunde braucht dann jedoch kein PayPal-Konto.



Rechnung und Vorkasse

Kauft ein Kunde auf Rechnung, erhält er zunächst die Ware oder Dienstleistung sowie eine elektronische oder papierne Forderung über das fällige Entgelt. Diese soll der Kunde bis zu einem Stichtag (Zahlungsziel) begleichen, normalerweise als Überweisung.

Vorteil für den Kunden: Er muss erst nach Begutachtung der Ware zahlen. So kann er sichergehen, dass der Händler ihm die Ware wie beschrieben liefert. Wer die Ware behält und nicht rechtzeitig bezahlt, in der Regel per Überweisung, muss mit einem Mahn- und Inkassoverfahren rechnen. Weil der Rechnungsbau für Händler ein hohes Ausfallrisiko birgt, lassen viele Anbieter vor dem Versand über ihre Zahlungsdienstleister eine Bonitäts- und Risikoprüfung durchführen. Prinzipiell kann diese Prüfung auch im Nicht-EU-Ausland stattfinden.

Die Vorkasse entspricht einer Banküberweisung, die der Kunde bei vielen Banken auch auf Papier ausführen könnte – daher ist sie genau wie die Rechnung kein reines Online-Verfahren. Sie ist für Händler und Kunden dafür preisgünstig, da die Kosten mit den Kontoführungsgebühren abgegolten sind. Das Risiko ist allerdings anders als bei der Rechnung und Lastschrift verteilt: Der Händler hat sein Geld sicher, sobald er die Überweisung auf dem Konto hat; umfangreiche Betrugs- und Bonitätsprüfungen können entfallen. Der Kunde muss aber darauf vertrauen, die Ware zugesandt zu bekommen.

Echtzeitüberweisungen könnten die Vorkasse zukünftig populärer machen. Das Risiko trägt aber unverändert der Kunde, sofern die Dienste keinen Käuferschutz gewähren.



Lastschrift

Der Lastschrift liegt ein Pull-Verfahren zugrunde: Der Kunde erteilt dem Händler ein (ursprünglich schriftliches) Mandat, mit dem die Händlerbank den fälligen Betrag von seinem Girokonto auf das Händlerkonto einziehen darf.

Die Regeln für eine Lastschrift wurden innerhalb der EU und weiterer europäischer Länder vereinheitlicht (Single Euro Payments Area, SEPA – daher auch SEPA-Lastschrift und SEPA-Mandat). Allerdings findet man die SEPA-Lastschrift häufig nur bei Händlern in Deutschland, der Schweiz und Österreich.

Die Lastschrift ist ein einfaches, eingespieltes und preisgünstiges Zahlungsmittel. Im Onlinehandel ist ein Lastschriftmandat gültig, wenn weder Händler noch Kunde Einwände erheben. In der Regel entstehen für Händler und Kunden über die Kontoführungsgebühren hinaus keine weiteren Kosten. Da der Kunde auch für regelmäßige Abbuchungen ein Lastschriftmandat erteilen kann, ist sie oft beim Ratenkauf oder bei Abonnements anzutreffen.

Der Vorteil für den Kunden liegt darin, dass er ein zeitlich befristetes Rückgaberecht hat (siehe Artikel ab Seite 22). Genau das ist der Nachteil des Händlers. Wenn unehrliche Kunden dieses Instrument missbrauchen oder das Kundenkonto nicht gedeckt ist, entstehen ihm Kosten.

Ein Vorteil für Kunden und Händler liegt darin, dass die Daten innerhalb der EU bleiben, solange keine weiteren Dienstleister außerhalb der EU involviert sind. Zudem ist die Lastschrift von der neuen Pflicht zur Zwei-Faktor-Authentifizierung nicht betroffen.

Nach einem Urteil des EuGH kurz vor Druckschluss ist fraglich, ob Händler die Online-Lastschrift zukünftig noch im gleichen Ausmaß anbieten werden; darüber berichten wir in den nächsten Ausgaben.




Kreditkarte

Eine Kreditkarte ist im Prinzip eine Bezahlkarte, die zusätzlich einen Kredit gewährt. Bei den gängigen Systemen Visa und Mastercard stellt sie das Kreditinstitut des Kunden aus, die „kartenausgebende“ oder „issuing“ Bank. Dafür schließt diese einen Vertrag mit Visa oder Mastercard, die sie in ihr Zahlungsnetzwerk aufnehmen. Der Kunde zahlt für die Nutzung der Karte meist Jahresgebühren und Entgelte beim Einsatz im Ausland.

In Deutschland geben Banken gewöhnlich *Chargekarten* heraus, die sie einmal im Monat per Lastschrift ausgleichen. Zunehmend finden sich auch *klassische Kreditkarten*, bei denen der Kunde Teilzahlungen vereinbaren kann. Der Rest wird zum Kredit, der zum Teil mit sehr hohen Zinsen abbezahlt werden muss. *Prepaid-Kreditkarten* und *Debitkarten* nutzen zwar das gleiche Zahlungsnetzwerk, sind streng genommen aber keine Kreditkarten. Beim Einsatz einer Debitkarte belastet die Bank das Girokonto des Kunden sofort.

Zahlt ein Kunde online mit Kreditkarte, gehen die Kartendaten zunächst an den Acquirer. Er fragt beim Kartennetzwerk, ob die Karte gültig ist; anschließend führt die Issuing Bank eine Deckungs- und Betrugsprüfung sowie die Authentifizierung durch – mittels des dreistelligen Sicherheitscodes auf der Kartenrückseite oder (zukünftig verpflichtend) etwa einer TAN-Abfrage. Genehmigt die Issuing Bank die Zahlung, schickt sie dem Acquirer des Händlers das Geld.

Der größte Vorteil von Kreditkarten ist ihre weltweit hohe Akzeptanz bei Händlern. Das Risiko ist relativ ausgewogen verteilt: Kunden können Zahlungen reklamieren. Die Acquirer prüfen die Händler sehr genau, dafür geben sie ihnen Zahlungsgarantien.




Sofortüberweisung, Giropay, Paydirekt

Der Dienst der deutschen Sofort GmbH gehört seit 2014 zu dem mit Vollbanklizenz ausgestatteten schwedischen Zahlungsdienstleister Klarna. Sofort ist ein nach PSD2 regulierter Zahlungsauslösedienst. Die Shopseite leitet den Kunden bei der Bezahlung zu Sofort oder in die Klarna-App. Hier gibt der Kunde seine Bank sowie den Nutzernamen die PIN für das Onlinebanking an. Sofort loggt sich damit dort im Hintergrund ein – ein separates Nutzerkonto bei Sofort gibt es nicht. Nach einem Check der Kontodaten löst Sofort eine Überweisung an den Händler aus, die der Kunde per Onlinebanking-TAN freigibt. Der Händler bekommt von Sofort die Bestätigung, dass die Überweisung ausgelöst worden ist, und kann die Ware versenden.

Die Weitergabe der Online-Banking-Daten inklusive PIN und TAN stieß bei Banken und Datenschützern lange auf Skepsis. Der Kunde räumt Sofort damit einen Zugriff auf sein Konto ein, inklusive der Abfrage vom Saldo, des Überziehungskreditrahmens, aller Buchungen der letzten 30 Tage sowie noch nicht verbuchter Umsätze. Der Händler erhält nur die Transaktionsdaten der Zahlung selbst zum Abgleich.

Die Dienste Giropay und Paydirekt der Deutschen Kreditwirtschaft funktionieren ähnlich: Bei Giropay wird der Kunde direkt ins Onlinebanking geleitet und überweist mittels vorausgefülltem Formular selbst. Bei dem visuell an eine PayPal-Zahlung erinnernden Paydirekt löst man über ein bankgebundenes Nutzerkonto auf der Paydirekt-Website oder in der App die Überweisung aus. Vorteil hier: Der Händler bekommt nur die Bankleitzahl (Giropay) oder gar keine Bankdaten des Kunden (Paydirekt). Einen Käuferschutz gibt es nur bei Sofort und Paydirekt.



Apple Pay, Google Pay und Amazon Pay

Apple Pay und Google Pay nutzen für die Abwicklung ein Kreditkartenkonto oder ein Mastercard-/Visa-Debitkartenkonto des Kunden.

Bei beiden handelt es sich um Wallets. Die App für Apple Pay heißt auch schlicht „Wallet“. Anders als bei PayPal hinterlegt der Kunde darin aber kein E-Geld, sondern die digitale Version einer echten Kredit- oder Debitkarte. Er kann das Wallet mit dem Smartphone im Laden nutzen und beim Online-Shopping im Browser. Bei Zahlungen mit Google Pay wird der Kunde in sein Google-Pay-Konto oder die App weitergeleitet und bestätigt dort die Zahlung. Apple Pay funktioniert nur auf Apple-Geräten und ist in iOS und macOS integriert. Nach der Auswahl von Apple Pay als Bezahlmethode erfolgt zur Bestätigung eine Abfrage von FaceID oder TouchID.

Auch Amazon Pay funktioniert nach dem Prinzip einer Wallet. Die Shop-Seite leitet den Kunden zu seinem Amazon-Konto im Browser oder in der Amazon-App weiter, wo dieser die Bezahlung mit einer der hinterlegten Bezahlarten Kreditkarte oder Lastschrift bestätigt.

Ein Vorteil aller drei Verfahren besteht darin, dass der Händler entweder keine Zahlungsdaten erhält (Amazon Pay) oder lediglich eine digitale Kreditkartennummer (Google Pay, Apple Pay), mit der eventuelle Betrüger nichts anfangen können. Bei allen drei Bezahlarten kann man seine bereits hinterlegten Daten nutzen, um Bestellformulare des Händlers bequem auszufüllen.

Amazon und Google können Kaufdaten laut Datenschutzerklärung für personalisierte Werbung nutzen. Apple Pay tut dies nicht.



Diebstahlsicherung

Wie Sie online sicher einkaufen und bei Konflikten Ihr Geld zurückbekommen

Wer im Internet auf Shopping-Tour geht, hat einen ganzen Zoo verschiedener Zahlungsmethoden zur Auswahl. Wir erklären, was Sie bei Kreditkarten und PayPal beachten sollten und was an einer direkten Überweisung gefährlich werden kann.

Von Dr. Susanne Grohé

Eine Entwarnung vorweg: Auch wenn Sie Geldüberweisungen und Online-Geschäften im Internet

noch immer misstrauen, sind diese meist sicherer als das Bezahlen mit Bargeld in einem herkömmlichen Laden. Bei letzterem fühlen sich viele Kunden lediglich sicherer, weil es ihnen vertrauter ist. Bei Online-Bezahlungen fehlt erstaunlich vielen Menschen hingegen noch immer die Übung.

Im Unterschied zum Taschendiebstahl, bei denen Ihnen ein Dieb die Geldbörse entwendet, ist es im Internet aus Sicht des Betrügers wesentlich lukrativer, wenn er Zahlungsempfänger, -Dienstleister oder Händler ins Visier nimmt, die Tausende von Zahlungsdaten gespeichert haben. Schafft er es, deren Sicherheitssysteme zu knacken, fallen ihm viele Daten-

sätze mit Kreditkartennummern und Kontodaten in die Hände, die er entweder selber ausnutzen oder über dunkle Kanäle im Internet weiter verkaufen kann.

Gegen solche Einbrüche können Sie sich als Einzelner kaum schützen. Daher sollten Sie sich überlegen, wem Sie Ihre Kreditkarten- und Kontodaten anvertrauen und wem nicht. Sie können die Gefahr eines Datendiebstahls außerdem verringern, wenn Sie Ihre Zahlungsdaten nicht jedem kleinen Online-Shop einzeln übermitteln und ihm womöglich noch erlauben, diese für eine Beschleunigung künftiger Bestellvorgänge zu speichern.

Besser ist es, Internet-Käufe über einen Zahlungsdienstleister wie PayPal,

Sofort, Paydirekt, Amazon Pay, Apple Pay oder Google Pay abzuwickeln, denn diese geben Ihre Kreditkarten- oder Kontodaten gegenüber dem Empfänger nicht preis.

Natürlich sind auch diese Dienstleister nicht gegen Einbrüche gefeit. Aber deren Systeme sind um ein Vielfaches besser geschützt als die eines Wald-und-Wiesen-Online-Shops und im Schadensfall haben Sie bessere Chancen, Ihr Geld zurückzubekommen.

Nicht zuletzt arbeiten Zahlungsdienstleister im Hintergrund mit einer eigenen Fraud-Detektion. Diese überwacht Ihre Zahlungsvorgänge und schlägt bei Unregelmäßigkeiten Alarm. Wenn zum Beispiel Ihre Kreditkarte auf einmal in Indien belastet wird, Sie aber just mit derselben Karte um die Ecke Ihre Tankrechnung bezahlt haben, dann merken Kreditkarten-Unternehmen das, rufen Sie zur Kontrolle an, sperren Ihre Karte und schicken Ihnen kostenlos eine neue.

Selbstschutz

Um einen Bezahlvorgang über einen solchen Dienstleister zu autorisieren, müssen Sie ein Passwort oder eine PIN und gegebenenfalls eine TAN als zweiten Sicherheitsfaktor eingeben.

In den AGB schreiben die Dienstleister Ihnen vor, wie Sie mit Ihren Sicherheitsmerkmalen umgehen sollten (siehe Kasten „Ihre Pflichten als Kunde“). Wenn Sie diese Punkte nicht beachten, bleiben Sie womöglich auf einem Schaden sitzen. Dazu kommt es darauf an, ob Ihnen die Bank Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachweisen kann – was oft schwierig ist. Gerichten genügte es in der Vergangenheit bei typischen Betrugsabläufen jedoch häufig, wenn allein der Anschein dafür sprach, dass der Kunde etwa seine Karte und Geheimzahl zusammen aufbewahrt oder seinen Geldbeutel mit Karte offen im Auto oder am Arbeitsplatz liegen gelassen hatte. Dann muss man vor Gericht gute Argumente vorbringen, wie ein alternativer Handlungsablauf ausgesehen haben könnte.

Grob fahrlässig handelt auch, wer einen Betrug zwar bemerkt, aber seiner Bank nicht sofort meldet. Nach dieser sogenannten Sperranzeige haften Sie als Kunde nicht mehr für weitere unberechtigte Abbuchungen. Bis zur Sperranzeige ist Ihre Haftung bei nur leichter Fahrlässigkeit auf 50 Euro begrenzt, wobei viele Banken selbst dies nicht einfordern.

Phishing und Biometrie

Besonders gefährlich sind Phishing-Mails, die Sie auffordern, Ihr Konto zu verifizieren oder zur Erfüllung irgendeiner Vorschrift weitere Informationen anzugeben. Diese Mails sehen mittlerweile oft täuschend echt aus und suggerieren, dass sie direkt von Ihrer Hausbank, Versicherung, von PayPal oder einem bekannten Online-Händler stammen.

Eigentlich sollten insbesondere Versicherungen und Zahlungsdienstleister keine Mails mit wichtigen Dokumenten verschicken und niemals Zahlungsdaten auf diesem Weg abfragen. Doch uns sind vereinzelte Fälle bekannt, in denen Finanzinstitute offizielle Mails mit eingebetteten Links verschickten, auf deren verknüpften Webseiten man anschließend seine Kreditkartennummer eingeben soll. Als Kunde sollte man in solchen Fällen seine Bank auf die Verwechslungsgefahr mit Phishing-Mails hinweisen.

Unser Tipp: Klicken Sie niemals auf solche in Mails eingebettete Links, sondern loggen Sie sich im Zweifel manuell auf der Webseite Ihrer Bank ein und fragen im dortigen Support nach, was los ist.

Ebenso sollten Sie darauf achten, dass kein Freund oder Familienmitglied auf Ihrem Smartphone per Fingerabdruck, Gesichts-Scan oder dem Hauptpasswort Ihre Banking-App öffnen oder Bezahlvorgänge autorisieren kann. „Friendly Fraud“ nennen Finanzdienstleister solche Fälle und können eine Rückzahlung verweigern, wenn sie Ihnen ein solch fahrlässiges Verhalten nachweisen.

Doppelt hält besser

Eigentlich ist ab dem 14. September 2019 gesetzlich vorgeschrieben, dass bei elektronischen Zahlungsvorgängen stets eine „starke Kundenauthentifizierung“ eingesetzt werden muss. Für eine dazu nötige Zwei-Faktor-Authentifizierung können Zahlungsdienstleister wählen, welche zwei Sicherheitselemente sie aus drei Möglichkeiten einsetzen: Wissen (etwa ein Passwort), Besitz (etwa ein Smartphone oder eine Karte) oder ein biometrisches Merkmal des Nutzers (etwa ein Fingerabdruck oder Gesichts-Scan).

Viele Finanzunternehmen stehen der Zwei-Faktor-Authentifizierung jedoch kritisch gegenüber, da sie Betrugsfällen sowieso per Fraud-Detektion und einem ausgeklügelten Risikomanagement begegnen. Zudem hinken viele Online-

Händler und Zahlungsdienstleister bei der technischen Umsetzung noch hinterher, sodass die gesetzliche Pflicht vorerst auf Eis gelegt wird. Wie lang der Aufschub ist, soll auf europäischer Ebene festgelegt werden – und das kann dauern.

Immerhin bieten viele Banken und Zahlungsinstitute bereits heute ohne gesetzliche Verpflichtung eine Zwei-Faktor-Authentifizierung an. Beim sogenannten 3-D-Secure-Verfahren wird eine Kreditkartenzahlung beispielsweise außer mit der unsicheren Kartennummer samt Sicherheitscode auf der Rückseite zusätzlich mit einem Passwort oder einer TAN gesichert. Ebenso können Sie bei PayPal oder Amazon eine Zwei-Faktor-Sicherung in den Einstellungen auf der Kundenkonto-Webseite einrichten. Zur Wahl stehen SMS und die Authentifizierung per QR-Code, den Sie mit einer kostenlosen Sicherheits-App wie dem „Google Authenticator“ auf Ihrem Smartphone einscannen. Fortan müssen Sie neben Ihrem Passwort eine 6-stellige PIN eingeben, die

Ihre Pflichten als Kunde

Banken und Zahlungsdienste legen in ihren AGB meist fest, welche Sicherheitsmaßnahmen Sie als Kunde beachten müssen, damit Sie im Betrugsfall nicht auf dem Schaden sitzen bleiben:

- Passwörter geheim halten
- Passwörter nicht ungesichert/im Klartext auf dem Computer oder Smartphone speichern.
- Passwörter nicht per E-Mail oder Messenger-Dienst versenden.
- Das Smartphone vor dem ungewollten Zugriff anderer Personen schützen.
- Keinen anderen Personen Zugang zu Zahlungs-Apps oder Karten-Apps geben.
- Bei Weitergabe des Smartphones Zahlungs-Apps deaktivieren.
- TANs oder andere mobile Codes nicht telefonisch, per E-Mail oder Messenger-Dienst weitergeben.
- Auf dem Smartphone nur biometrische Daten einer Person speichern, nicht die von mehreren.
- Bei Verdacht unberechtigter Zahlungen sofort eine Sperranzeige bei der Bank respektive beim Zahlungsdienstleister machen.



Banking > Zahlungsaufträge > Weitere Aufträge > Lastschriftrückgabe

Übersicht zurückgegebener Lastschriften

Die folgende Aufstellung beinhaltet nur ausgewählte Lastschriften. Bitte geben Sie nur Lastschriften zurück, die dem Konto nicht rechtmäßig belastet wurden. Wenn Sie einer Lastschrift widersprechen möchten, die hier nicht aufgeführt ist, wenden Sie sich bitte an Ihre Bank.

Konto: DE Kontokorrent

Saldo in EUR: 459,25 H online-verfügl. Betrag in EUR: 1.511,84 H

Lastschriftdaten	Buchungstag	Betrag	Aktionen
Wohnungsgen. Gartenheim e. SEPA Basislastschrift 0070111607 01.09.19 BELAST. / 2000.00037667	02.09.2019	464,22 S	Zurückgeben
IKANO BANK AB (publ) SEPA Basislastschrift VISA-ABRECHNUNG 432074XXXXX6896	02.09.2019	125,00 S	Zurückgeben
Versorgungswerk der Presse SEPA Basislastschrift 6/784181/1112 0919	02.09.2019	186,72 S	Zurückgeben
KlickEnergie GmbH Co. KG SEPA Basislastschrift 3431541 x 229362/Krausenstr. 43, 30171 Hannover	02.09.2019	27,00 S	Zurückgeben

Viele Banken bieten die Möglichkeit an, eine Lastschrift innerhalb von acht Wochen zu stornieren – doch das sollte man sich gut überlegen.

zum Beispiel bei Flugbuchungen oder verderblichen Waren.

Doch auch bei bester Umsicht können Sie als Kunde Opfer eines Betrugs werden, entweder durch jemanden, der sich der Zahlungsdaten bemächtigt, oder durch einen unehrlichen Händler, der die bezahlte Ware gar nicht erst losschickt. Dann kommt es auf die Zahlungsmethode an, ob und wie Sie Ihr Geld wieder zurückbekommen.

Wer per **Überweisung** bezahlt, sollte seinen Vertragspartner im Internet schon sehr gut kennen. Denn bei einer Überweisung ist das Geld weg und kann nicht zurückgerufen werden. Bei **Vorkasse**, die auch als Echtzeit-Überweisung oder über einen Zahlungsauslösedienst ablaufen kann, heißt es also Vorsicht. Andernfalls bleibt nur der Rechtsweg, bei dem die Aussichten häufig gering sind oder der Aufwand nicht im Verhältnis zum Schaden steht.

Bei einer **Lastschrift** sieht das schon anders aus. Jeder Zahler kann eine Lastschrift bei seiner Bank stornieren. Dies ist bis zu acht Wochen nach Einzug des Geldes möglich – ohne Angabe von Gründen. Wenn Sie als Kontoinhaber das Mandat gar nicht erteilt haben und ein Betrüger Ihre Kontodaten genutzt hat, haben Sie sogar 13 Monate nach dem Belastungstag Zeit, sich das Geld zurückzuholen.

Als Zahler können Sie den Lastschriftwiderruf bei Ihrer Bankfiliale oder oft auch im Online-Banking einreichen. Die Bank holt anschließend das Geld zurück und schreibt es Ihrem Konto wieder gut. Das geht sehr einfach, doch Vorsicht: Wenn der Händler berechnete Ansprüche auf die Zahlung hat, darf er diese weiterhin durchsetzen und dafür beispielsweise Mahngebühren erheben oder ein Inkassobüro beauftragen – und das kann teuer werden.

Von der geplanten Pflicht zur starken Authentifizierung sind die Lastschrift und ähnliche Verfahren zur späteren Abbuchung übrigens nicht betroffen, da sie bei einer Fehlbuchung ja widerrufen werden können. Zahlungsdienstleister gehen deshalb davon aus, dass viele Kunden aus Bequemlichkeit künftig zu Lastschriftverfahren wechseln, wenn Ihnen die sonst vorgeschriebene Zwei-Faktor-Authentifizierung zu umständlich wird.

Kreditkarten und PayPal

Bei falschen Zahlungen per **Kreditkarte** können Sie sich an die herausgebende

Sie per SMS erhalten oder die der Google Authenticator generiert.

Die Nutzung einer starken Kundenauthentifizierung hat jedoch Auswirkungen auf die Haftungsfrage im Schadensfall. Die Beweislast, ob der Kunde grob fahrlässig gehandelt hat, bleibt zwar weiterhin beim Dienstleister. Es könnte jedoch schwieriger werden, vor Gericht Gründe für die zuvor erwähnten plausiblen Alternativszenarien zu finden. Deshalb Vorsicht: Wenn Sie selbst mit den Sicherheitsmerkmalen nicht sorgfältig umgehen, dann wendet sich das Blatt und Sie sind in der Haftung. Sollte ein Zahlungsdienstleister nach Einführung einer ge-

setzlichen Pflicht jedoch keine Zwei-Faktor-Authentifizierung anbieten, so ist der Kunde dann für unberechtigte Zahlungen grundsätzlich nicht mehr haftbar.

Das Geld zurückholen

Bei Online-Händlern können Sie eine Ware ohne Angabe von Gründen innerhalb von 14 Tagen zurückschicken. Viele Händler erstatten Ihnen nicht nur unabhängig von der Bezahlmethode den Kaufpreis, sondern zahlen darüber hinaus sogar den Rückversand – ohne gesetzlich dazu verpflichtet zu sein. Nur bei bestimmten Waren- und Dienstleistungen ist das Widerrufsrecht ausgeschlossen,

Übersicht Aktivitäten Geld senden E-Börse Gutscheine Hilfe AUSLOGGEN

Welche Art von Problem wollen Sie melden?

- Ich habe einen gekauften Artikel nicht erhalten**
Der Artikel oder die Dienstleistung wurde nicht geliefert.
- Der erhaltene Artikel entspricht nicht der Beschreibung**
Der Artikel oder die Dienstleistung entspricht eindeutig nicht der Beschreibung.
- Ich möchte einen unbefugten Kontozugriff melden**
Melden Sie verdächtige Aktivitäten, Transaktionen und Kontoänderungen, die Sie nicht autorisiert haben.
- Ich habe ein Problem mit einer Abrechnung**
Melden Sie Probleme mit dem Transaktionsbetrag, eine doppelte Abrechnung, Rückzahlungen und stornierte Abonnementzahlungen.

Den PayPal-Käuferschutz finden Sie, wenn Sie unter „Aktivitäten“ eine einzelne Zahlung anklicken. Dort können Sie Kontakt zum Händler aufnehmen oder PayPal einen Vorgang als Problem melden, wenn Sie im direkten Austausch mit dem Händler nicht weiterkommen.

Bank oder – im Fall von American Express – direkt an das Kreditkartenunternehmen wenden. Dort erhalten Sie (in der Filiale oder online) ein Reklamationsformular, mit dem Sie eine Rückbuchung des Geldes verlangen.

Wenn Sie die Zahlung nicht autorisiert haben, die Ware im Wesentlichen nicht der Beschreibung entspricht oder gar nicht angekommen ist, besteht nach den Regeln der Kreditkartenorganisationen ein Reklamationsgrund, der zur Rückbuchung führen kann. Dazu müssen Sie Dokumente und gegebenenfalls Fotos bereitstellen, die Ihre Forderung untermauern. Doch Vorsicht: Bei falschen Behauptungen müssen Sie womöglich die Kosten des Reklamationsverfahrens zahlen.

PayPal bietet für Zahlungen einen Käuferschutz an. Dieser deckt Fälle ab, in denen Sie als Kunde eine Ware nicht erhalten haben oder diese erheblich von der Beschreibung abweicht. Im PayPal-Konto können Sie unter „Konfliktlösungen“ auch nicht autorisierte Zahlungen und Fehlbelastungen melden und zurück abwickeln. Bei PayPal lässt sich übrigens zusätzlich ein Schutz für Retouren aktivieren, für die der Händler die Rücksendekosten nicht übernimmt.

Im Streitfall zwischen Händler und Kunde entscheidet PayPal wie auch andere Zahlungsdienstleister, ob im Rahmen des Käuferschutzes eine Zahlung zurück-

Zahlungsdienstleister wie Google Pay oder PayPal arbeiten mit einer aufwendigen Fraud-Detektion, um Betrüger abzuwehren und geben an den Händler weder Konto- noch Kreditkartendaten weiter.

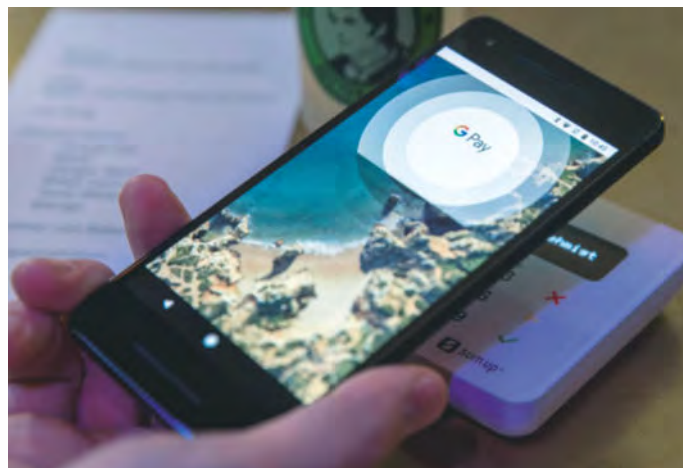


Bild: Jens Büttner/ZB/dpa

geholt wird oder nicht. Zahlungsdienstleister können jedoch nicht darüber entscheiden, ob Sie dem Händler tatsächlich Geld schulden. Darüber muss dann gegebenenfalls vor Gericht gestritten werden, wie der Bundesgerichtshof Ende 2017 klargestellt hatte.

Bei **Sofort** gilt der Klarna-Käuferschutz, der ähnlich wie bei PayPal funktioniert. Dieser greift dann, wenn entweder die Ware nicht ankommt oder fehlerhaft ist. Beantragt werden kann der Käuferschutz beim Klarna-Kundenservice.

Auch **Paydirekt** hat einen Käuferschutz, den Sie in Anspruch nehmen können, wenn die Ware nicht ankommt. Einen Käuferschutzantrag können Sie im Paydirekt-Portal oder auf der Webseite

stellen. Haben Sie eine Paydirekt-Zahlung gar nicht autorisiert, können Sie bei Ihrer Bank den Transfer reklamieren sowie – ganz wichtig – eine Sperranzeige für das Paydirekt-Konto einreichen.

Amazon Pay bietet ähnlich wie PayPal einen Käuferschutz an, der nicht nur für bei Amazon gekaufte physische Waren gilt, sondern auch für die Kunden von Drittanbietern, die Amazon Pay als Zahlungsmethode nutzen.

Smartphone-Dienste

Da Zahlungen per **Google Pay** und **Apple Pay** letztlich Kreditkartenzahlungen sind, besteht im Falle von Fehlbuchungen oder missbräuchlichen Abbuchungen auch hier die Möglichkeit, bei der kartenausgebenden Bank eine Reklamation einzureichen.

Haben Sie Ihr Smartphone verloren oder ist es gestohlen worden, besteht die Gefahr, dass jemand die dort gespeicherten Zahlungsmethoden unberechtigt nutzt. Sicherheitsvorkehrungen wie ein kurzer Freigabecode, FaceID oder FingerID stellen für Betrüger zwar eine Hürde dar, die aber keinesfalls unüberwindlich ist.

Bei Apple sollten Sie, wenn Ihr iPhone weg ist, deshalb sofort auf die Webseite Ihres Apple-ID-Kontos oder in die App „Mein iPhone suchen“ gehen, und dort Apple Pay deaktivieren. Dies funktioniert auch, wenn das verlorene Smartphone offline ist. Zudem sollten Sie den Verlust Ihrer Bank mitteilen und um Sperrung bitten.

Bei Google Pay funktioniert die Deaktivierung über den Android Device Manager. Sie setzt aber voraus, dass eine aktive Datenverbindung mit dem Android-Phone besteht. PayPal-Kunden, die Google Pay nutzen, sollten die Abbuchungsvereinbarung mit Google Inc. zudem auf ihrem PayPal-Konto stornieren. (mon@ct.de) **ct**

Die Notrufnummer 116 116

Unter der Telefonnummer 116 116 – aus dem Ausland mit Landesvorwahl **+49 116 116** – kann man gestohlene oder abhanden gekommene Girocards sowie Debit- und Kreditkarten der meisten deutschen Banken sperren lassen. Das gilt auch für virtuelle und digitale Karten, die eine Bezahl-App auf dem Smartphone hinterlegt hat. Der Notruf kümmert sich außerdem um weitere Kundenkarten teilnehmender Banken sowie um Onlinebanking-Accounts, SIM-Karten und mehr, zum Beispiel Personalausweise.

Hinter der Nummer steht der gemeinnützige Sperr-Notruf 116 116 e.V., Verein zur Förderung der Sicherheit in der Informationsgesellschaft. Die Telefone sind rund um die Uhr besetzt und

der Anruf ist aus Deutschland gebührenfrei. Nach unseren Informationen kann es allerdings in seltenen Fällen Schwierigkeiten geben, die Nummer aus dem Ausland zu erreichen. Dafür hat der Verein zusätzlich die Rufnummer **+49 (0)30 4050 4050** geschaltet. Außerdem besteht natürlich immer die Möglichkeit, Ihre Bank direkt zu kontaktieren – normalerweise aber nicht rund um die Uhr und sieben Tage die Woche.

Für Zahlungsdienstleister gibt es leider keine permanent besetzten Sperr-Notrufe. Anbieter wie PayPal arbeiten jedoch an verbesserten Sicherheitslösungen, die künftig einfacher funktionieren sollen als eine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

USB, die Vierte

Spezifikation für USB 4 finalisiert

Das neue USB 4 basiert zwar auf Thunderbolt 3, doch eine Abwärtskompatibilität ist nicht verpflichtend. Nicht nur deshalb wird es für Hersteller komplexer und für Nutzer verwirrender.

Von Florian Müssig

Im Frühjahr 2019 hatte das Standardisierungsgremium USB-IF bekanntgegeben, dass das kommende USB 4 auf dem bekannten Thunderbolt-3-Standard aufbauen wird. Rund ein halbes Jahr später ist jetzt die finale Spezifikation verabschiedet worden und zeigt größere Abweichungen vom Technikspender. So müssen weder USB-4-Hosts noch USB-4-Geräte zwingend die von Thunderbolt 3 bekannten 40 GBit/s unterstützen. Kleinsten gemeinsamen Nenner ist eine Stufe darunter, nämlich die von USB 3.2 bekannten

20 GBit/s alias Gen 2x2. Zur Erinnerung: Die 5 GBit/s von USB 3.0 hören in der Spezifikation auf den Namen Gen 1, die 10 GBit/s von USB 3.1 auf den Namen Gen 2. Die 40 GBit/s von USB 4 wurden übrigens auf Gen 3x2 getauft.

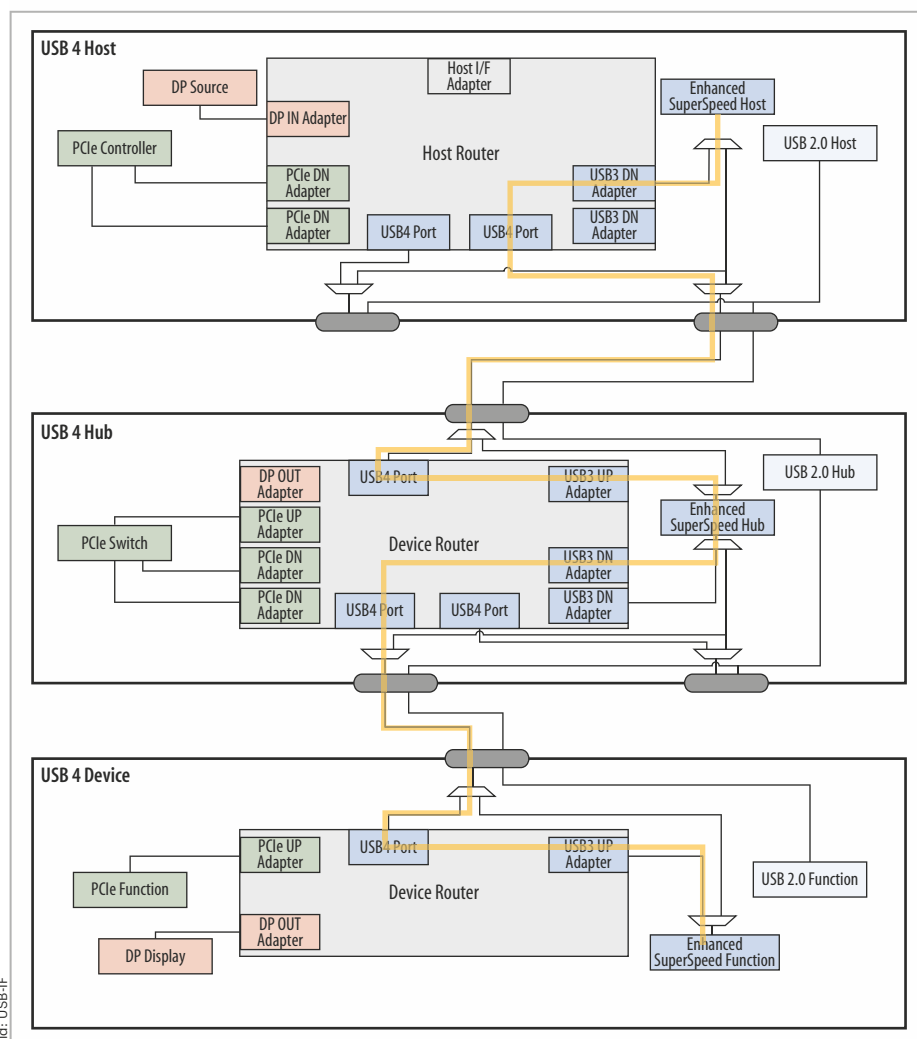
Technisch mögen diese Bezeichnungen logisch und eindeutig sein: Die erste Ziffer bezeichnet die Geschwindigkeit pro Highspeed-Adernpaar, die zweite Ziffer, wie viele solcher Adernpaare gekoppelt werden. Nutzern sind diese Details aber im Allgemeinen ziemlich egal. Bei ihnen entsteht stattdessen Verwirrung, weil seit USB 3.1 zwar die Versionsnummern ansteigen, die neu hinzugekommene Geschwindigkeitsstufen aber nicht verpflichtend sind. Wirbt ein Hersteller mit augenscheinlich hochmodernem USB 3.2 und schreibt in der Fußnote dann USB 3.2 Gen 1, so bedeutet das nichts anderes als die seit zehn Jahren mögliche USB-3.0-Geschwindigkeit von 5 GBit/s.

Schon wegen der geringeren verpflichtenden Basisgeschwindigkeit von USB 4 ist klar, dass eine Abwärtskompatibilität zu Thunderbolt 3 nicht zwingend gegeben ist. USB 4 weicht aber auch in anderen Punkten von Thunderbolt 3 ab. Es verwendet zwar weiterhin USB-C-Stecker und sieht zwingend vor, dass Hosts DisplayPort-Signale ausgeben können, doch das alternative Durchreichen von PCIe-Paketen ist nur optional vorgesehen. Des Weiteren setzt USB 4 an der Topologie an: Mit Thunderbolt 3 konnte man mehrere Geräte nur in einer langen Kette betreiben, während USB 4 weiterhin an der von USB bekannten Hub-Baumstruktur festhält.

Hub des Grauens

Bei USB-4-Hubs sind deshalb wesentlich komplexere Strukturen als bislang nötig. Sie benötigen einen Baustein, den das USB-IF nicht von ungefähr als Router bezeichnet: Er nimmt eingehende Pakete entgegen und schiebt deren Daten an separate Bausteine wie einen USB-Hub oder einen PCIe-Switch weiter. Diese beiden kümmern sich um protokollspezifische Arbeiten und geben die verarbeiteten Daten an den Router zurück, der sie dann auf den weiteren Weg bringt.

Weil an den Ausgängen aber nicht immer USB-4-fähige Gegenstellen angeschlossen sein müssen, sind Multiplexer eingebaut, die die Leitungen auch direkt auf den USB-Hub-Chip schalten können – so wird Abwärtskompatibilität zu beste-



Komplexe USB-4-Hubs: USB-Daten müssen in einem USB-4-Fabric den eingezeichneten Weg vom Gerät über den Hub zum Host nehmen.

hender USB-Peripherie sichergestellt. USB bezog sich in den letzten Sätzen übrigens auf Geschwindigkeiten von 3.0 und höher – also all das, was über die Highspeed-Leitungen eines USB-C-Kabels fließt. Klassisches USB 2.0 läuft weiterhin logisch und physisch getrennt davon ab: Hierfür gibt es eigene Leitungen im USB-Kabel und einen eigenen Hub-Controller.

Damit es nun nicht wegen Optionalitäten zu Problemen und Frustrationen beim Nutzer kommt, ist die Hub-Spezifikation deutlich enger gefasst als die von Hosts oder Geräten: Ein USB-4-Hub muss zwingend 20-GBit/s- und 40-GBit/s-Geschwindigkeiten durchleiten, neben einem USB-Hub auch einen PCIe-Switch enthalten und zudem an sämtlichen Ausgängen DisplayPort-Signale weiterreichen können. Kurzum: einmal alles, was die USB-4-Spezifikation hergibt.

Vom Hub zum Dock ist es vom Aufbau her dann nur noch ein kleiner Schritt, nämlich wenn Buchsen wie USB-A oder

DisplayPort gezielt herausgeführt werden oder intern weitere Bausteine (Audio, LAN, ...) an USB-Hub oder PCIe-Switch hängen. Die USB-4-Spezifikation unterscheidet Hub und Dock allerdings hinsichtlich ihrer Thunderbolt-Kompatibilität: Ein Hub muss Thunderbolt nur an seinen Ausgängen unterstützen, ein Dock hingegen auch in Richtung Host.

Zur Stromversorgung sagt die USB-4-Spezifikation nichts, sondern verweist stattdessen auf die separat gepflegte Spezifikation zu USB-PD (Power Delivery).

Unklare Verfügbarkeit

Aufgrund der starken Abweichungen von USB 4 zu Thunderbolt 3 dürfte es noch einige Zeit dauern, bis USB-4-Produkte im Handel auftauchen werden. Bislang sind schließlich noch nicht einmal USB-3.2-Controller als Steckkarten oder auf Mainboards erhältlich.

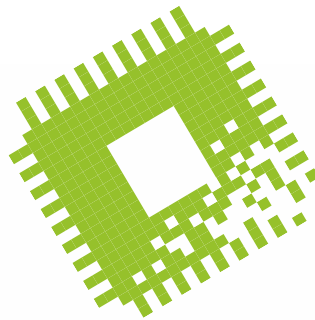
Alle bisherigen Thunderbolt-Bausteine unterstützen zwar 40 GBit/s alias Gen 3x2 und 10-GBit/s-USB (Gen 2), aber

nicht den mit USB 3.2 eingeführten Gen-2x2-Modus, der wie geschrieben das verpflichtende Minimum für USB 4 darstellt. Die ersten als USB 4 beworbenen Geräte dürften deshalb Notebooks sein, deren 20-GBit/s-fähigen USB-C-Buchsen an einem zusätzlichen USB-3.2-Controller hängen und alternativ DisplayPort-Signale darüber ausgeben. Bis USB mit Gen 2x2 und Gen 3x2 in Chipsätzen von AMD und Intel integriert ist, werden wohl Jahre ins Land gehen.

In dieser Größenordnung dürften wir uns auch bewegen, was USB-4-Hubs angeht. Hier können sich die Entwickler zwar bei bestehenden Controllern aus Thunderbolt-Docks bedienen, müssen aber die USB-4-Spezialitäten beachten und zudem wie oben geschrieben einen komplexeren Anforderungskatalog erfüllen. Zudem müssen USB-4-Controller und -Geräte einen gewissen Verbreitungsgrad erreicht haben, damit sich überhaupt erst ein Markt für USB-4-Hubs und -Docks entwickelt. (mue@ct.de) **ct**

Bit-Rauschen

Transistor-Wettrüsten bei Prozessoren und Patentstreit



Xilinx protzt mit gewaltigen Transistormengen, Huawei zieht mit einem eigenen KI-Chip an der Nvidia Tesla vorbei. Bei ARM gibt man sich offen und Globalfoundries verklagt TSMC.

Von Christof Windeck

Satte 35 Milliarden Transistoren quetscht Xilinx auf das Silizium-Die des kommenden FPGA Virtex UltraScale+ VU19P. Das ist der Rekordwert für einen „normalen“ Prozessor, also einen Logikchip. Bei DRAM lassen sich Transistoren zwar noch dichter packen, aber die Silizium-Dies sind kleiner, sonst würden sie zu teuer. Mit Die-Stapeln und Chiplets bekommt man jedoch viel mehr Transistoren in ein Bauelement – und dann gibt es noch Spezialkonstruktionen, die komplette Wafer nutzen, etwa im Heidelberger BrainScaleS-Computer oder beim KI-Monster von Cerebras mit 400.000 Rechenkernen aus 1,2 Billionen Transistoren.

Einen dicken Chip kündigte auch Huawei an, nämlich den Ascend 910 aus der 7-nm-Fertigung mit EUV-Lithografie. Der soll als KI-Beschleuniger wohl nicht zufällig genau doppelt so schnell rechnen wie die Nvidia Tesla V100 und spielt auch kohärent (per CCIX) mit künftigen ARM-Serverprozessoren zusammen. 16 ARM-Kerne für allgemeine Aufgaben stecken ebenfalls im Ascend 910. Im Hinblick auf die aktuellen US-Sanktionen gegen China erwies es sich dabei als heilsichtig, dass der japanische ARM-Besitzer SoftBank schon 2018 die China-Sparte von ARM in eine unabhängige Tochter mit 51 Prozent chinesischen Eigentümern abgespaltete.

ARM-Transparenz

ARM zeigt außerdem mehr Transparenz: Man legt nun CPU-Bugs offen, nach Intels Vorbild der „Specification Updates“ als „Errata“ verniedlicht. ARMs Software De-

veloper Errata Notice (SDEN) für den Cortex-A76 alias Neoverse N1 listet 60 Fehler auf – die meisten davon sind aber in jüngeren Kern-Versionen geflickt. Hintergrund der neuen Offenheit dürfte sein, dass die mächtigsten Server-Käufer darauf drängen, also Cloud-Giganten wie Amazon, Google und Facebook. Alle stecken bekanntlich Unsummen in die Entwicklung eigener Sicherheitschips, die sie teilweise sogar offenlegen – und dazu passt dann ein „Closed Source“-Hauptprozessor mit unbekannten Bugs ziemlich schlecht.

Intels Management Engine

Beim Thema Offenlegung liegt der Gedanke an Intels mysteriöse Management Engine (ME) nahe, die Intel mittlerweile Converged Security and Management Engine (CSME) getauft hat. Auch hier scheint der Druck auf Transparenz zu wachsen, auf Open-Compute-, Open-Source- und Firmware-Konferenzen hört man jedenfalls von Intel immer häufiger konziliante Töne. Da die ME/CSME aber bei vielen Chipsätzen auch deren konkreten Funktionsumfang festlegt und somit letztlich den Verkaufspreis – das Die eines Z370, B350 und Q370 ist identisch –, wird Intel wohl nie die gesamte Firmware of-

fenlegen, die ein solcher Plattform Controller Hub (PCH) ausführt.

Intel mit PCIe 5.0

PCI Express 4.0 wird bei Intel zum Treppenwitz: Nachdem man sich dabei nach Jahren als PCIe-Vorreiter zuerst von IBM und dann von AMD überholen lassen musste, spricht Intel nun von PCIe 5.0. An Pilotkunden liefert man demnach schon erste 10-nm-FPGAs von Typ Agilex, von denen es künftig welche mit PCIe 5.0 geben soll. „Überholen ohne einzuholen“ nannte man das einst in der DDR. Noch 2019 will Intel jedenfalls PCIe-4.0-Chips bringen – aber nicht etwa neue Xeons, sondern zunächst den KI-Prozessor Nervana NNP-T. In diesem stecken aber keine hauseigenen Transistoren, sondern er hat 16-nm-Technik von TSMC unter der Haube.

Schwachen Trost zieht Intel vielleicht aus dem Umstand, 2019 wieder Halbleiter-Branchenprimus zu werden – trotz sinkender Einnahmen. Doch nachdem Samsung 2017 vorbeizog, schrumpfte hier der Umsatz deutlich, weil die SDRAM- und Flash-Preise fallen. Das wiederum freut Hardware-Käufer, eine 1-TByte-SSD gibts derzeit für 100 Euro.

Zwischen den Auftragsfertigern TSMC – dem größten der Welt – und Globalfoundries (Nummer 3) ist unterdessen ein Streit um Patentrechte ausgebrochen: Globalfoundries hat die taiwanische TSMC verklagt und will den Import von Apple-, Nvidia- und auch Qualcomm-Chips in die USA sowie nach Deutschland unterbinden lassen. TSMC weist die Vorwürfe zurück. Branchenkenner vermuten, dass das US-Unternehmen Globalfoundries (mit arabischen Eignern) noch immer mit Verlust arbeitet und die „America first“-Stimmung in den USA für sich nutzen will, um die Einnahmen etwas aufzupolieren.

Eine bizarre Entscheidung fällt Microsoft: Kurz bevor im Januar 2020 die Sicherheitsupdates für Windows 7 auslaufen, sollen PC-Spiele nun doch auch unter Windows 7 noch DirectX 12 nutzen können, falls Programmierer sie dafür anpassen. Wieso sich das noch lohnt, bleibt Microsofts Geheimnis. Zwar ist Windows 7 noch auf mehr als 30 Prozent aller Windows-Rechner im Einsatz, aber eher in Firmen als bei Gamern. Für bestimmte Windows-7-Installationen kann man jedoch bis 2023 noch Extended Security Updates (ESU) bekommen. (ciw@ct.de) **ct**



Bild: Xilinx

Mit 35 Milliarden Transistoren hält Xilinx' Virtex UltraScale+ VU19P derzeit den Transistor-Rekord – abgesehen von Chiplet-Designs.

Gaming zum Mitnehmen

MSI und Razer bauen kompakte, leichte Gaming-Notebooks mit Intels U-Prozessoren der zehnten Generation und Nvidias GeForce GTX 1650.

Die Mittelklasse-GPU genügt für meist flüssiges Spielen in Full HD (1920 × 1080 Pixel). Trotz identischer Core-i-Generation unterscheidet sich allerdings das In-

nenleben der von MSI und Razer verwendeten Prozessoren. Razer nutzt beim Blade Stealth 13 den Core i7-1065G7 aus Intels Ice-Lake-U-Familie in der 10-Nanometer-Fertigung. Darin sitzen vier Rechenkerne mit moderner Sunny-Cove-Architektur. MSI hingegen lötet ins Prestige 14 den sechskernigen Core i7-10710U alias Comet Lake-U mit gut abgehangener 14-nm-Technik. Das Prestige

14 ist mit 1,29 Kilogramm knapp das leichtere der beiden Notebooks. Das Razer-Gegenstück wiegt 1,42 Kilogramm, die Variante mit UHD-Touchscreen (3820 × 2160 Pixel) ist minimal schwerer. MSI möchte das Prestige 14 ab Oktober je nach Konfiguration für 1450 bis 1900 Euro verkaufen. Razer bringt das Blade Stealth 13 voraussichtlich Ende September in den Handel. Die Full-HD-Variante mit 16 GByte LPDDR4-3733-RAM und einer 512 GByte großen NVMe-SSD kostet 2000 Euro.

Zusätzlich verkauft Razer das Blade Stealth 13 auch in der Sonderedition Mercury White mit silbernem statt schwarzem Gehäuse und verzichtet dort auf die Nvidia-GPU. Im Gegenzug genehmigt Razer dem Core i7-1065G7 25 statt 15 Watt Abwärmebudget (TDP), wodurch der Prozessor unter Last länger in den hohen Turbo-Taktraten verweilen kann. Für flüssiges Gaming in nativer Bildschirmauflösung genügt die integrierte GPU Iris Plus 940 allerdings nur, wenn man die 3D-Details deutlich runterschraubt. Das Blade Stealth 13 Mercury White wird es ebenfalls mit 16 GByte LPDDR4-3733-RAM, aber nur mit einer 256 GByte großen NVMe-SSD für 1680 Euro geben. (mue@ct.de)



MSI (im Bild das Prestige 14) und Razer bringen flache und leichte Notebooks mit Core-i-Prozessoren der zehnten Generation auch für Gamer.

Langläufer-Notebooks

Lenovos Yoga S740 und Yoga C940 erreichen laut Hersteller Akkulaufzeiten von 15 beziehungsweise 17 Stunden. Beim Yoga C940 handelt es sich um ein Convertible mit Touch-Display und 360-Grad-Scharnier. Die 14-Zoll-Version ist mit Core-i5- und -i7-Prozessoren der Ice-Lake-U-Serie ausgestattet. Die 15-Zoll-Variante nutzt stärkere Coffee-Lake-H-Prozessoren.

Das Yoga S740 stellt ein klassisches Notebook dar, bei dem ebenfalls nur die Version mit 14-Zoll-Display auf Ice Lake-U setzt. Anders als beim Yoga C940 baut Lenovo trotz der starken Grafikeinheit im Prozessor eine zusätzliche GeForce MX250 von Nvidia ein.

Die angegebenen langen Laufzeiten gelten nur für Ausstattungsvarianten mit Full-HD-Displays (1920 × 1080 Pixel). Die Konfigurationen mit Ultra-HD-Bildschirmen (3840 × 2160 Pixel) laufen mit

9,5 (C940) beziehungsweise 10 Stunden (S740) deutlich kürzer.

Lenovo will beide Notebooks im September ab 1500 Euro (C940) respektive 900 Euro (S740) verkaufen. (mue@ct.de)



Lenovo setzt im lange laufenden Yoga S740 trotz starker Prozessorgrafik auf eine GeForce MX250.

300 Hertz für Gamer

Acer und Asus haben **Gaming-Notebooks** angekündigt, deren Full-HD-Displays bis zu 300 Bilder pro Sekunde zeigen. Für Spieler verringern sich dadurch die Latenzen von der Eingabe bis zum optischen Feedback und auch bei schneller Bildbewegung bleiben die Inhalte noch scharf sichtbar. Üblich sind bei Gaming-Notebooks derzeit 144 Hz, das Maximum beträgt bisher 240 Hz.

Das Acer Predator Triton 500 und Asus Zephyrus S GX701 werden ab dem vierten Quartal selbst in Einstiegskonfigurationen deutlich über 2000 Euro kosten. Bei beiden sorgt eine leistungsstarke GeForce-RTX-GPU mit G-Sync für möglichst viele Bilder pro Sekunde; die Prozessoren stammen aus Intels neunter Core-i-Generation. (mue@ct.de)

Turbo-Fix: Update für Ryzen 3000

AMDs aktuelle Ryzen-3000-Prozessoren haben nicht nur viele Kerne, sondern sind auch beim Singlethreading schnell. Ein Faktor dabei ist der **Turbo-Takt, der bei bestimmten CPU-/Mainboard-Konfigurationen circa 5 Prozent unter den von AMD beworbenen Werten** bleibt. AMD will das per BIOS-Update beheben.

Bei einer Online-Umfrage des Extrem-Übertakters Roman Hartung, bekannt als „der8auer“, auf seinem Youtube-Channel kam nur ein Teil der Ryzen-3000-Prozessoren auf die beworbenen Taktraten. Die 2726 berücksichtigten Teilnehmer gaben den im Singlecore-Test des Cinebench R20 erreichten Maximaltakt, den CPU-Typ, Mainboard und BIOS-Version an.

Je höher der maximale Boost-Takt des Prozessors, umso unwahrscheinlicher ist

es, dass dieser in der täglichen Praxis auch tatsächlich anliegt. Beim Ryzen 5 3600 erreichten beispielsweise noch knapp 50 Prozent mindestens die avisierten 4,2 GHz Turbo-Takt, beim 3600X schafften nur noch 10 Prozent die dort beworbenen 4,4 GHz. Auch unser Ryzen 7 3800X (s. Seite 80) verfehlte sein Turbo-Ziel, wenn auch nur knapp um 41 MHz.

AMD bestätigte indirekt die Ergebnisse der Umfrage, auch wenn man einschränkt, dass die Turbo-Takte von vielen Variablen abhängen. Man arbeite an einem neuen Referenz-BIOS für die Mainboard-Hersteller, welches für höhere Taktraten im Single-Core-Turbo Sorge. Am 10. September – nach Redaktionsschluss dieser Ausgabe – will man weitere Details veröffentlichen. (csp@ct.de)

Kurz & knapp

Im GPU-Gesamtmarkt, der inklusive integrierter Prozessorgrafik minimal zulegen, **überholte AMD Nvidia** und ist nun auf Platz zwei hinter Intel. Im Teilbereich der dedizierten Grafikkarten legte AMD im 2. Quartal um 41 Prozent gegenüber dem Vorquartal zu und kam auf einen Marktanteil von 32,1 Prozent, wie Jon Peddie Research berichtet. Die absoluten Verkaufszahlen sanken dort jedoch deutlich.

Intels auf der Computex angekündigter Achtkern-Prozessor **Core i9-9900KS** soll im Oktober auf den Markt kommen und im Turbo 5 GHz auf allen Kernen erreichen.

Mit der neuen Grafik-Treiberversion 25.20.100.7155 bringt Intel sogenanntes **Retro Scaling für ältere Spiele** mit Pixel-Art-Grafik, bei der eine Interpolation unerwünscht ist. Aufgrund von Hardware-Limitierungen wird es allerdings nur für die Prozessorgrafik Gen11 in Ice-Lake-CPUs (Core-i-1000G) verfügbar sein. Nvidia hatte dieselbe Funktion bereits vor einiger Zeit in seine GeForce-Treiber eingebaut, schaltet sie aber ebenfalls nur auf der neuesten Hardware-Generation (Turing) frei.



Mit AMDs Tuning-Tool Ryzen Master lässt sich bei aktuellen AMD-Prozessoren unter anderem prüfen, ob die Ryzen-CPU bis zu ihrem Maximum taktet.

Netzwerksspeicher fürs 5-GBit/s-LAN

Große Netzwerksspeicher mit sechs oder acht Festplattenslots: Die NAS-Serie TVS-x72N von QNAP ist gut erweiterbar und überträgt bis zu 600 MByte/s.

QNAPs frische TVS-x72N-Serie richtet sich an kleine und mittlere Unternehmen und bietet je nach Modell sechs oder acht Slots für 2,5- oder 3,5-Zoll-SATA-Festplatten.

Herzstück ist Intels Core i3-8100T (8. Generation), der vier Kerne à 3,1 GHz mitbringt. QNAP bestückt die 6-Bay-Variante mit 4 GByte DDR4-RAM, der größere Bruder kommt mit 8 GByte. Wer mehr benötigt, kann die beiden SODIMM-Slots mit jeweils maximal 16 GByte bestücken.

Als erste QNAP-Serie haben die TVS-x72N einen NBase-T-Netzwerkport bis 5 GBit/s ab Werk installiert, womit rund 600 MByte/s Datenübertragungsrate möglich sind. Liefern die eingesteckten Massenspeicher diese nicht, können zwei M.2-NVME-SSDs auch als Cache arbeiten. Beide Modelle besitzen zusätzlich zwei Gigabit-Ethernet-Ports, über die per Link-Aggregation 7 GBit/s akkumulierte Bandbreite möglich sind.

Innen wie außen zeigen die TVS-x72N gute Erweiterbarkeit: USB 3.1 Gen. 2 (10 GBit/s) führt QNAP über zwei USB-C- und zwei USB-A-Ports heraus, ein weiterer A-Port bietet USB 3.0. Zwei PCIe-Slots lassen Platz für M.2-Erweiterungs-

karten, Netzwerkadapter oder eine Grafikkarte. Letztere ist aber nicht zwangsläufig nötig, um die TVS-x72N als Mediaplayer oder Überwachungskamera-Anzeige zu verwenden: Bildschirme schließt man über HDMI 2.0 an Intels Prozessorgrafik UHD Graphics 630 an. Sie gibt 4K-Auflösung mit bis zu 60 Hertz aus und dekodiert auch H.265. Eine Fernbedienung legt QNAP nicht bei, der nötige Infrarot-Empfänger ist jedoch bereits eingebaut.

Die TVS-x72N sollen ab Mitte September erhältlich sein. Preise für die unbestückten Geräte stehen noch nicht fest. QNAP verriet aber vorab, dass die Serie zwischen 1370 Euro und 1850 Euro kosten wird. (amo@ct.de)



QNAPs NAS-Serie TVS-x72N richtet sich an kleine und mittlere Unternehmen, die wesentlich mehr als 1 GBit/s aus ihrem NAS holen wollen.

DECT-Telefon mit langer Laufzeit

Mehr als drei Jahre nach dem Erscheinen des FritzFon C5 hat AVMs DECT-Handgeräte-Familie wieder Nachwuchs bekommen: Wie sein Vorgänger arbeitet das **FritzFon C6** nach dem handelsüblichen DECT-GAP-Standard, was den Einsatz an allen ebenso fähigen Basisstationen beliebiger Hersteller ermöglicht. Den größten Funktionsumfang bietet das Handset aber an der Fritzbox: AVM verspricht unter anderem HD-Telefonie (G.722), Bedienung der auf der Fritzbox laufenden Anrufbeantworter, Handset-übergreifende Telefonbücher inklusive Kontaktbilder, RSS-Feeds, Internetradio und Podcasts.

Zwar gleichen die Funktionen und die technische Ausstattung dem Vorgänger C5, einige Verbesserungen hebt AVM jedoch hervor: Das C6 soll ergonomischer in der Hand liegen und eine angenehmere Tastenhaptik bieten. Der neue Akku hat

1000 mAh, 250 mAh mehr als der des C5. Laut AVM sind damit 16 Stunden Gesprächsdauer oder 16 Tage Stand-By-Zeit möglich.

Das FritzFon C6 ist ab sofort für 80 Euro im Handel erhältlich. (amo@ct.de)

AVMs FritzFon C6 gleicht größtenteils dem Vorgänger FritzFon C5, es hat aber ein neues Gehäuse und einen größeren Akku bekommen.



Kurz & knapp: Netze

Buffalos neue **TeraStation-6000-NAS-Serie** beinhaltet zwei Desktop- und ein Rack-Modell mit zwei oder vier 3,5"-Bays. Alle kommen mit einem Intel Atom C3538 (4 x 2,4 GHz), 8 GByte ECC-RAM, einem 10-GBit/s- und zwei 1-GBit/s-Ethernet-Ports. Die Geräte kosten zwischen 840 und 2650 Euro.

Microchips neuer Gigabit-Switch PDS-408G liefert bis zu 480 Watt PoE-Gesamtleistung. Der Switch arbeitet nach IEEE 802.3bt, sodass **pro Port bis zu 90 Watt** möglich sind. Der Switch ist managebar und versteht sich somit unter anderem mit VLANs, Spanning-Tree-Protokollen sowie SNMP. Der Preis des PDS-408G beträgt derzeit rund 800 Euro.

5-Dollar-Entwicklerboard mit RISC-V

Der chinesische Hersteller Sipeed bringt das **erste billige Entwicklerboard mit RISC-V-Chip** auf den Markt: Das Longan Nano im Arduino-Nano-Format ist mit dem Mikrocontroller GD32V von GigaDevice bestückt. Bei der Verkaufsplattform Seeedstudio aus Shenzhen ist die Platine für 4,90 US-Dollar bestellbar; im Preis enthalten sind ein kleines LC-Display mit 160 × 80 Pixeln sowie ein einfaches Gehäuse.

Laut GigaDevice arbeitet der von Sipeed verwendete GD32VF103CBT6 mit 108 MHz Taktfrequenz schneller als ein vergleichbarer Mikrocontroller mit ARM Cortex-M3, aber deutlich sparsamer. Der gemeinsam mit Nuclei entwickelte RISC-V-Kern „Bumblebee“ erfüllt die Spezifikation RV32IMAC; er kann 32 KByte integriertes SRAM sowie 128 KByte Flash-Speicher nutzen. Außer den Schnittstellen USB und

JTAG zum Programmieren sind mehrere UART/USART, SPI, I²C, I²S, CAN-Bus, ADC, DAC, Timer und GPIOs eingebaut. Auch ein MicroSD-Kartenleser ist an Bord.

Für einfache Stromversorgung gibt es die auch zum Programmieren nutzbare USB-C-Buchse. Sipeed stellt via GitHub einige Datenblätter sowie Software zur Einbindung in die IoT-Programmierungsumgebung PlatformIO bereit. Auch die Echtzeitbetriebssysteme RT-Thread und Huawei LiteOS laufen auf dem Longan Nano, später soll es sich auch mit der Arduino-IDE programmieren lassen.

Das Board ähnelt dem beliebten und ähnlich billigen „Blue Pill“ mit STMicroelectronics STM32F103C8T6. Darin wiederum steckt ein ARM Cortex-M3 mit 72 MHz, 20 KByte SRAM und 64 oder 128 KByte Flash. (ciw@ct.de)

Sipeed verkauft das vermutlich erste Billig-Entwicklerboard mit RISC-V-Mikrocontroller namens Longan Nano.

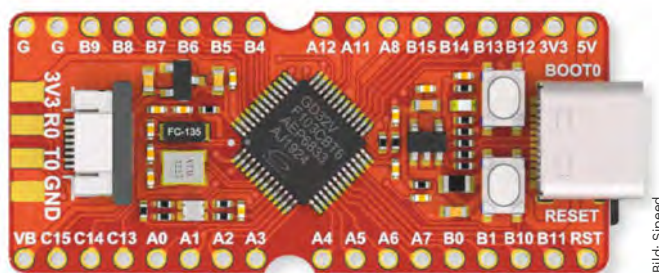


Bild: Sipeed

Festplatten mit 14 bis 20 TByte im Anmarsch

Western Digital (WD) kündigt für das erste Halbjahr 2020 eine **Festplatte mit 20 TByte Kapazität** an, nämlich die Ultrastar DC HC650 mit Heliumfüllung, neun Scheiben (Platters) und Shingled Magnetic Recording (SMR). Um Daten enger zu packen, kommt eine punktuelle Mikrowellenheizung zum Einsatz (Microwave Assisted Magnetic Recording/MAMR). Die Ultrastar DC HC550 mit ebenfalls neun Platters

und Helium, aber konventioneller Aufzeichnungstechnik (CMR), soll 18 TByte fassen.

Die Neulinge sind für Dauerbetrieb in Rechenzentren gedacht, daher das „DC“ für Datacenter in der Produktbezeichnung. Die für rund 480 Euro bereits erhältliche 14-TByte-Version Ultrastar DC HC530 aus derselben Baureihe ist für ein jährliches Datenvolumen von 550 TByte ausgelegt (rund 1,5 TByte pro Tag) und mit höchstens einem unkorrigierbaren Lesefehler pro 10¹⁵ Bit spezifiziert. WD will SATA-6G- und SAS-12G-Versionen der Platten liefern, letztere auch mit Verschlüsselungsfunktionen.

Toshiba wiederum hat jetzt auch zwei 16-TByte-Heliumfestplatten im Angebot: Die X300-Version für Desktop-PCs und die N300 für NAS mit bis zu acht Laufwerken. Für beide nennt Toshiba höchstens einen unkorrigierbaren Lesefehler pro 10¹⁴ Bit, also den üblichen Wert für Client-Platten. Preise wurden nicht verraten. (ciw@ct.de)



Für 2020 verspricht Western Digital die 20-TByte-Festplatte Ultrastar DC HC650 mit Heliumfüllung und neun Scheiben.

Bild: Western Digital



Aufpoliert

Nature Climate Change veröffentlicht Widerspruch zu Erderwärmung durch Bitcoin

Zwei Grad Erderwärmung allein durch den Einsatz von Bitcoin prognostizierten Forscher der Uni Hawaii vor einem Jahr. Nicht nur der plakative Titel der Studie, auch ihre Veröffentlichung im Magazin Nature Climate Change sorgte weltweit für Furore. In der September-Ausgabe veröffentlichte das Magazin nun einen Widerspruch deutscher Wissenschaftler.

Gastbeitrag von Lars Dittmar und Prof. Dr. Aaron Praktiknjo

In der Oktober-Ausgabe 2018 des renommierten Magazins Nature Climate Change stand es schwarz auf weiß: Sollte sich Bitcoin als Zahlungsmittel ähnlich wie zuvor Kreditkarten im Alltag durch-

setzen, würde allein der Stromverbrauch dieser Kryptowährung eine Erderwärmung von zwei Grad Celsius verursachen. Zu diesem medienwirksamen Ergebnis kam ein siebenköpfiges Forscher-Team um Professor Camilo Mora der Uni Hawaii – und wurde eifrig von der Welt-
presse zitiert.

Die Studie blieb nicht unangefochten: Nicht nur c't wies den hawaiianischen Forschern in Ausgabe 26/2018 eklatante Fehler in ihren Annahmen nach, auch wir reichten einen Widerspruch (Replik) bei Nature Climate Change ein, in dem wir die Zahlen der hawaiianischen Forscher widerlegten. Diesen Artikel und die Antwort des Mora-Teams veröffentlichte das Magazin jetzt in seiner September-Ausgabe 2019. c't bot uns an, die Kernpunkte unserer Arbeit der deutschen Öffentlichkeit vorzustellen.

Schon bei der Überprüfung, ob die Prognosen überhaupt realistisch sind, zeigten sich große Probleme. Der hawaiiani-

schen Studie zufolge soll Bitcoin innerhalb der nächsten 16 Jahre Treibhausgas-Emissionen von durchschnittlich 53 Milliarden Tonnen CO₂ pro Jahr verursachen, was zu einem Anstieg der globalen Temperatur um zwei Grad Celsius führen soll. 2017 wurden aber insgesamt nur rund 40 Milliarden Tonnen CO₂ weltweit freigesetzt. Die hawaiianischen Forscher gehen also davon aus, dass Bitcoin ein Drittel mehr CO₂ produzieren wird als sämtliche bisherigen Verursacher weltweit.

Wenig realistische Annahmen

Eine Betrachtung des Stromverbrauchs anstatt der Emissionen zeigt, dass die Studie wenig realistisch ist: Sie prognostiziert mehr als eine Verdreifachung des globalen Stromverbrauchs innerhalb der nächsten fünf Jahre aufgrund von Bitcoin. Der aktuelle World Energy Outlook der Internationalen Energieagentur sagt jedoch nur einen Anstieg von maximal 60 Prozent bis zum Jahr 2040 voraus. Den vom Mora-Team skizzierten Stromverbrauch würde auch die Energieinfrastruktur nicht verkraften und deren Ausbau benötigt viel Vorlauf – eine Verdreifachung der Erzeugungs- und Durchleitungskapazitäten in nur fünf Jahren ist gänzlich ausgeschlossen.

Die Mora-Studie basiert im Wesentlichen auf einer Schätzung des Energieverbrauchs für 2017 und entwickelt diese analog zur früheren Verbreitung von Kreditkarten für die Folgejahre weiter. Auch wenn die Prognosen der Studie zum künftigen Stromverbrauch aus unserer Sicht völlig unrealistisch sind, wäre es theoretisch denkbar, dass die Schätzungen für den aktuellen Stromverbrauch einen relevanten Beitrag zur Diskussion leisten. Doch schon mit den Schätzungen für 2017 lag das Forscher-Team weit daneben, sie kommt auf einen Jahresverbrauch von 114 Milliarden Kilowattstunden. Das ist sogar fünf Mal mehr als die umstrittenen Schätzungen des Digiconomists, die den Ruf haben, übertrieben zu sein. Ein Blick in die Studiendaten zeigt, dass das Mora-Team überwiegend veraltete Mining-Hardware betrachtet hat und deshalb einen viel höheren Stromverbrauch annimmt. So rechnet die Mora-Studie mit einem bis ins Jahr 2100 gleichbleibenden durchschnittlichen Energieaufwand von 2,15 J/GHash für die Bitcoin-Miner. Doch schon die ersten Ant-Miner aus 2013 des Quasi-Monopolisten Bitmain waren mit nur 2 J/GHash sparsamer, die aktuelle Ge-

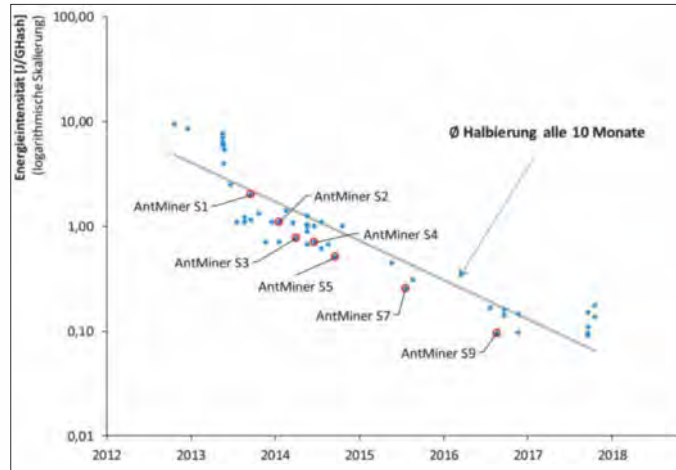
neration ist mit weniger als 0,1 J/GHash über 20 Mal so effizient.

Methodische Fehler

Eine Kostenrechnung zeigt ebenfalls, dass die Aussagen der Studie unhaltbar sind. So schürften die Miner 2017 Bitcoins im Wert von rund 3,3 Milliarden US-Dollar. Wären die Annahmen der Mora-Studie zutreffend, so hätten die Miner 2017 etwa 114 Milliarden Kilowattstunden verbraucht, was selbst bei chinesischen Strompreisen von nur 4 Cent pro Kilowattstunde einen Verlust von etwa 1 Milliarde Dollar bedeuten würde. Es ist kaum anzunehmen, dass die Miner die Kryptowährung Bitcoin derart subventionieren.

Außerdem trifft das Mora-Team in seiner Studie Annahmen, die im Widerspruch zum Bitcoin-Protokoll stehen, also heute mit Bitcoin gar nicht umzusetzen wären. So rechnen die Forscher mit bis zu 314 Milliarden Bitcoin-Transaktionen pro Jahr, also etwa 10.000 Transaktionen pro Sekunde. Das ist 500 Mal so viel wie die Bitcoin-Blockchain aktuell bewältigen kann. Derzeit wäre nur abseits der Blockchain, etwa im Lightning Network, eine so hohe Anzahl an Bitcoin-Transaktionen denkbar – das thematisiert die Studie jedoch nicht.

Ein fundamentaler methodischer Fehler der Mora-Studie ist jedoch, den vielfach überschätzten Energieverbrauch der Miner und die Zahl der Transaktionen aus dem Jahr 2017 auf die prognostizierte



Anzahl von 314 Milliarden Transaktionen pro Jahr hochzurechnen. Dabei verändert sich der Stromverbrauch der Miner gar nicht proportional zur Anzahl der Transaktionen. In Wirklichkeit steigt der Stromverbrauch proportional zur Rechenleistung des gesamten Bitcoin-Netzwerks, der Hashrate. Eine Zunahme an Transaktionen führt im Gegenteil sogar zu einem proportionalen Rückgang des Stromverbrauchs pro Transaktion, wie die Einführung von SegWit im Bitcoin-Protokoll bewiesen hat. Obwohl sich das Transaktionsvolumen pro Block nahezu verdoppelte, änderte sich am Stromverbrauch des Miner-Netztes nichts.

Unsere Kritik zu diesen Annahmen zur Skalierung des Energieverbrauchs anhand der Anzahl der Transaktionen verdeutlicht, dass das Forscher-Team die Bit-

coin-Technologie leider nicht verstanden hat. An der Tatsache, dass der zum Schutz vor Manipulationen verwendete Proof-of-Work-Algorithmus von Bitcoin weder umweltfreundlich noch nachhaltig ist, ändert das nichts.

(mid@ct.de) **ct**

Der Diplom-Wirtschaftsingenieur Lars Dittmar ist wissenschaftlicher Referent und Projektleiter am unabhängigen Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (IKEM) in Berlin. Prof. Dr. Aaron Praktiknjo ist Leiter der Juniorprofessur für Energieressourcen- und Innovationsökonomik an der Technischen Hochschule Aachen (RWTH). Ihre Replik zur Studie des Mora-Teams stellten die Autoren erstmals im Rahmen der Blockchain-Night am Weizenbaum-Institut im Oktober 2018 der Öffentlichkeit vor.

Bitcoin-Miner sind in den letzten fünf Jahren um ein Vielfaches effizienter geworden. Die hawaiianische Studie rechnet jedoch mit einer Effizienz, die Miner vor dem Jahr 2013 aufwiesen.

Kleinsten Beschleunigungssensor der Welt

Ein internationales Forscherteam hat einen G-Sensor auf Graphen-Basis entwickelt, der mit einem Bruchteil der Größe bisheriger Mikro-Beschleunigungssensoren auskommt.

Der neuartige Sensor benötigt eine Fläche von nur 60 Mikrometer $\times$ 80 Mikrometer. Das nanoelektromechanische System (NEMS) schlägt bei Beschleunigungen ab 1 g sicher an, wie die beteiligten Forscher an der Königlichen Technischen Hochschule (KTH) Stockholm, an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen und beim Aachener Nanospezialisten AMO belegen. Damit sei die Technik ebenso empfindlich und zuverlässig wie bisherige mikroelektromechanische Systeme (MEMS).

Die erforderlichen Komponenten konnten die Forscher durch den Einsatz von Graphen verkleinern. Entscheidend ist, dass Graphen wegen seiner zweidimensionalen Gitterstruktur bereits in der Dicke von nur einer Atomlage hoch leitend ist, wie KTH-Doktorand Xuge Fan erklärt. Zudem weist Graphen einen **piezo-**

resistiven Effekt auf, das Material verändert also seinen Widerstand **bei Druck oder Dehnung**. Dafür nutzt der neue Sensor eine Silizium-Schwingmasse von 20 Mikrometer $\times$ 20 Mikrometer $\times$ 16,4 Mikrometer. Diese staucht oder dehnt einen Graphenstreifen in einer Richtung und verändert so bei Bewegungsänderungen dessen elektrischen Widerstand.

Als Nächstes wollen die Forscher daran arbeiten, den Herstellungsprozess

ihrer Sensoren auf eine industrielle Serienfertigung umzustellen. Die winzigen Beschleunigungssensoren könnten in Smartphones die Navigation verbessern und ebenso das Mobile Gaming. In Fitness-Trackern könnten die Sensoren als Schrittzähler dienen und bei ihrer Größe könnten sie sogar kleinste Bewegungen direkt im menschlichen Körper beobachten, beispielsweise bei der Überwachung des Herzens. (agr@ct.de)

Der neue Nano-Bewegungssensor umfasst selbst mit Anschlüssen nur 350 Mikrometer $\times$ 500 Mikrometer.



Bild: KTH

Roboter windet sich durchs Hirn

Ein neuartiger Medizinroboter in der Form eines dünnen Fadens verspricht schnellere Hilfe nach Schlaganfällen. Der Roboterwurm besteht aus einer Nickel-Titan-Legierung mit Formgedächtnis. Das bedeutet, dass er sich einerseits durch Magnetfelder von außen steuern lässt und andererseits nach jeder Bewegung in seine Ausgangsstellung zurückkehrt. Ein chemisch dauerfeuchter Hydrogel-Überzug vermindert die Reibung an Gewebestrukturen wie etwa Blutgefäßen um 90 Prozent. Trotzdem misst der **Minirobster im Querschnitt nur 0,6 Millimeter**.

Am MIT zeigten Forscher im Team von Xuanhe Zhao, dass sich ihr Roboter im Magnetfeld zielsicher durch einen Nadelöhrparcours steuern lässt. Dann bauten sie aus Silikonröhrchen das Gefäßsystem eines menschlichen Gehirns nach. Auch hier gelang es, angestrebte Stellen schneller zu erreichen als mit bisherigen Techniken. Im Ernstfall könnten Ärzte damit Ver-

stopfungen in den Hirngefäßen gezielt lösen. Die Forscher haben zudem gezeigt, dass ihr Roboterwurm zusätzliche Spezialwerkzeuge wie beispielsweise einen Laser tragen kann, um vor Ort einzugreifen. Ebenso lasse sich ein Medikamententransport realisieren. (agr@ct.de)



Bild: MIT

Im Modell eines Hirngefäßsystems zeigten Forscher, wie sich ihr Roboterwurm schnell durch Blutbahnen schlängelt.

Getunte Mäuse sehen Infrarot

Ganz ohne Nachtsichtgeräte, sondern einfach mit Nanopartikeln ist es gelungen, Mäusen Sehfähigkeit für nahes Infrarot zu verleihen. Die Partikel werden durch Licht im Nahinfrarotspektrum angeregt und leuchten sichtbar grün auf. Der Forscher Gang Han von der University of Massachusetts Medical School und sein Team injizierten ihre Lösung mit **Nanopartikeln unter die Netzhaut**, wo sie sich in der Nähe der Sehzellen anlagerten. Die so behandelten Mäuse waren anschließend in der Lage, das zusätzliche Spektrum wahrzunehmen. In Verhaltenstests bewiesen die Tiere sogar, dass sie damit selbst komplexe Symbole außerhalb des sonst sichtbaren Spektrums erkennen konnten. Die Forscher wollen künftig Nachtsicht auch für Menschen ermöglichen und mit ihrem Verfahren ebenso Farbenblindheit behandeln. (agr@ct.de)

Magneteffekt für Speicherdichte

Selbst in gebräuchlichen magnetischen Materialien haben Forscher einen bisher nicht beobachteten Effekt entdeckt: die Chiralität. Das bedeutet, dass im Gefüge der Moleküle spiegelbildliche Strukturen bestehen, die sich unterschiedlich auswirken. Im konkreten Fall arbeitete ein Team um Denys Makarov am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf mit einer Legierung aus 80 Prozent Nickel und 20 Prozent Eisen. Lithografisch formten die Materialforscher dünne Streifen zu Parabeln von nur einem Mikrometer Seitenlänge. Sie magnetisierten die feinen Strukturen und polten dann das äußere Magnetfeld allmählich um. Die magnetischen Momente in den Parabeln verharrten überraschend lange in ihrer Richtung. Die Forscher erklären dieses Verhalten durch chirale Effekte, ausgelöst durch die geometrische Krümmung.

Der theoretisch schon lange vorhergesagte Effekt erwies sich als relativ stark,



Bild: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Parabeln im Mikrometermaßstab zeigen eine bevorzugte Magnetisierungsrichtung. Mikroskopische Schalter können diesen Effekt nutzen.

selbst bei Raumtemperatur. Die Physiker erwarten, dass ihre Entdeckung die Entwicklung **neuartiger, mikroskopischer Schalter und Datenspeicher** ermöglicht. Ebenso könnte dieser Effekt den Bau hochempfindlicher Magnetfeldsensoren vereinfachen.

(agr@ct.de)

Blockchain-Konferenz Block Connect

Die Blockchain-Technik soll Logistik, Handel, Industrie und den Finanzsektor revolutionieren. Doch welche Probleme lösen die **manipulationssicheren Datenspeicher** wirklich? Was ist sinnvoll, was ist Hype? Diese Fragen stehen im Mittelpunkt der Konferenz „Block Connect“, die c't zusammen mit dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung veranstaltet.

Experten aus Wirtschaft und Forschung klären auf, was hinter dem Hype-Begriff steckt und welche Sicherheits- und Datenschutzprobleme die Technik mitbringt. Die Konferenz findet am 6. November 2019 im hannöverschen Coworking Space und Innovation Hub Hafven statt. Infos: www.heise-events.de/blockconnect

Gesichtserkennung und Social-Media-Leitfaden

Facebook führt die Gesichtserkennung für Fotos und Videos auch in Europa wieder ein, nachdem das Unternehmen sie vor acht Jahren nach Protesten gesperrt hatte.

Bei Nutzern, die der **Gesichtserkennung** zustimmen, erzeugt Facebook aus Fotos und Videos, in denen sie markiert worden sind, eine Art digitalen Fingerabdruck. Damit versucht Facebook, sie in anderen hochgeladenen Bildern und Videos zu erkennen.

Im vergangenen Jahr wurden die Nutzer auf der Plattform im Rahmen der DSGVO-Umstellungen gefragt, ob sie die Gesichtserkennung einsetzen wollen. Die Einstellung lässt sich auch nachträglich unter dem Punkt „Gesichtserkennung“ ändern. Widerspricht ein Anwender der Gesichtserkennung, so löscht Facebook den „Fingerabdruck“ und kann ihn nicht mehr erkennen. Dann wird man laut Facebook auch nicht mehr bei hochgeladenen Fotos von Dritten zum Taggen vorgeschlagen.

Gemeinsam mit den Vereinen „Freiwillige Selbstkontrolle Multimedia-Diensteanbieter“ und „Deutschland sicher im Netz“ hat Facebook einen **Leitfaden**

zum Umgang mit seinen Diensten für Lehrerinnen und Lehrer entwickelt. Neben Facebook behandelt der Leitfaden auch Instagram und WhatsApp.

Der Leitfaden gibt recht allgemeine Empfehlungen zur Nutzung der Facebook-Dienste und liest sich streckenweise wie Werbung. Wie das Unternehmen Daten sammelt, verarbeitet und gegebenenfalls weiterreicht, thematisiert er zum Beispiel nicht. Immerhin enthält er Links auf Quellen im Netz, die detaillierte An-

leitungen bereithalten, etwa [klicksafe.de](https://www.klicksafe.de) und [elternguide.online](https://www.elternguide.online).

Eines der Kapitel ist betitelt mit: „Soziale Medien gehören in den Unterricht – zumindest thematisch“. Insbesondere den einschränkenden Zusatz sollte jeder Lehrer beherzigen, denn ob WhatsApp und Co. in der Schule genutzt werden dürfen, ist in jedem Bundesland individuell geregelt. (jo@ct.de)

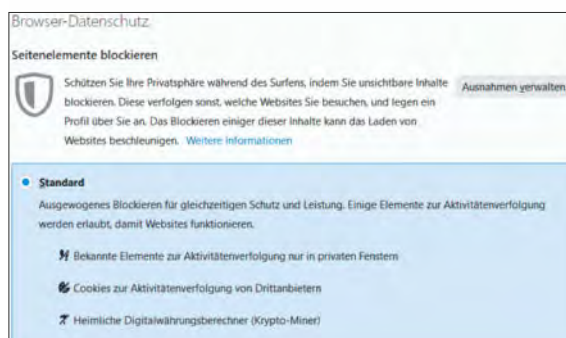
Leitfaden und Alternativen: ct.de/y1fv

Besser als der Facebook-eigene Leitfaden: Pädagogen und Eltern finden bei klicksafe reichlich Unterrichtsmaterialien zu Facebook und Co.



Firefox 69: Flotter, sparsamer und sicherer

Der quelloffene Browser schützt Nutzer nun standardmäßig gegen Krypto-Miner. Ebenso blockiert **Firefox** Cookies zur Aktivitätenverfolgung von Drittanbietern.



Firefox blockiert nun standardmäßig Schnüffler und Miner.

Unter Windows teilt der Browser dem System mit, welche seiner Prozesse es priorisieren soll: Aktivitäten, die im Vordergrund passieren, also all das, was der Anwender gerade macht, sollen so mehr Prozessorzeit erhalten. Auf macOS-Geräten mit zwei Grafikkarten, etwa dem MacBook Pro, soll Firefox häufiger die schwächere nutzen, was Strom spart. Flash aktiviert Firefox nicht mehr automatisch; stattdessen fragt der Browser den Nutzer künftig jedes Mal, ob er das Plug-in für die gerade besuchte Webseite wirklich aktivieren soll.

(jo@ct.de)

Kurz & knapp

Der bislang nur für Windows, macOS und Linux verfügbare Alternativ-Browser **Vivaldi** (s. S. 92) ist jetzt auch für Android erhältlich. Die Variante für das Mobilsystem erhält viele Funktionen der Desktop-Versionen, etwa die Schnellwahlen und die Tab-Verwaltung.

Im Streit um das Jugendschutzprogramm **JusProg** (siehe c't 13/19, S. 48) hat das Verwaltungsgericht Berlin im Eilverfahren den aktuellen Status quo der Jugendschutzregulierung in Deutschland vorläufig erhalten. Inhalteanbieter im Internet genießen also bis auf Weiteres Rechtssicherheit und müssen ihre Angebote nicht gegen den Zugriff Minderjähriger absichern.

Schöner, aber strenger

Thunderbird 68 schaltet inkompatible Add-ons ab

Der neue Thunderbird ist hübscher und übersichtlicher geworden – allerdings kommt es zu Problemen mit älteren Add-ons.

Von Daniel Berger

Die Designer und Entwickler haben im neuen Thunderbird 68 weiter an der Bedienoberfläche gefeilt. Mit Version 60 hatte der Mail-Client das neue „Photon Design“ übergestreift bekommen und ähnelt dadurch stärker als bisher dem Firefox-Browser. Die Tabs sind eckig und ein Dunkel-Theme färbt die Bedienoberfläche auf Wunsch düster ein. Das Theme haben die Designer im Vergleich zu Firefox in Version 68 weiter angepasst, sodass nun auch die linke Seitenleiste und die Nachrichtenliste dunkelgrau eingefärbt sind. Außerdem wandern die Einstellungen aus einem eigenen Fenster in ein Tab – ebenfalls wie bei Firefox. Das neue Tab bietet mehr Platz für die Optionen und kann ständig nebenbei geöffnet bleiben.

Eine neue Policy-Engine erleichtert Admins die Arbeit, weil sie individuell konfigurierte Thunderbird-Fassungen in Unternehmen verteilen können. Die Richtlinien-Engine liest – egal auf welcher Plattform – JSON-Config-Dateien aus. Außerdem unterstützt sie Windows-Gruppenrichtlinien. Thunderbird schützt die Nutzer-Profile künftig vor einem versehentlichen Downgrade. Öffnet ein Anwender eine alte Version des Mailclients, erscheint eine Warnmeldung. Der Schutzmechanismus lässt

sich auf Wunsch mit dem Parameter `-allow-downgrade` umgehen.

Alte Add-ons stillgelegt

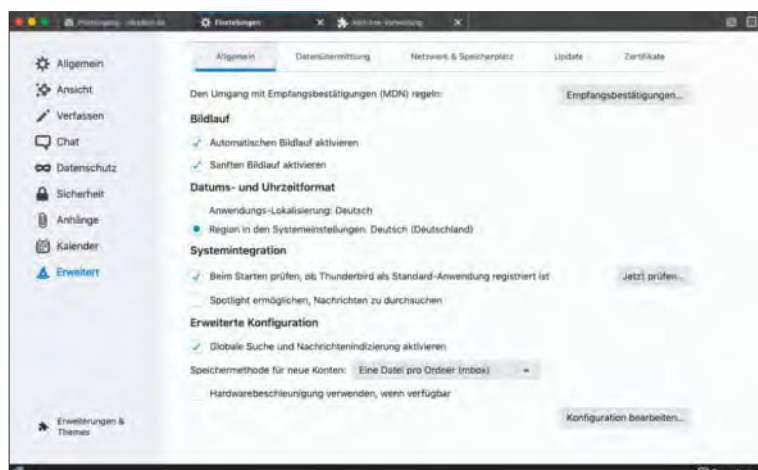
Wer ältere Erweiterungen (darunter auch Wörterbücher) in Thunderbird verwendet, kann Probleme bekommen: Version 68 deaktiviert automatisch bestimmte Fassungen. Davon betroffen sind vor allem Erweiterungen für Spezialfälle, etwa das beliebte Ordner-Sortier-Add-on „Manually Sort Folders“. Weil es noch kein Update erhielt, ist es offiziell nicht mehr kompatibel. Ob ein Add-on mit Version 68 funktioniert, steht im offiziellen Add-on-Verzeichnis von Thunderbird.

Hintergrund: Das Mail-Programm akzeptiert seit Version 60 nur noch Add-ons als sogenannte WebExtensions, Gleiches gilt nun auch für Wörterbücher und Themes. Anders als die früheren „Legacy-Add-ons“ haben WebExtensions aus Sicherheitsgründen keinen Zugriff mehr auf interne Komponenten von Thunderbird, stattdessen nutzen sie APIs. Entwickler mussten und müssen ihre Add-ons daher aktualisieren und als kompatibel markieren, damit die Nutzer sie auch in der aktuellen Thunderbird-Version verwenden können.

Das Thunderbird-Update von Version 60.8 zu 68 wird nicht automatisch verteilt – die Nutzer müssen das Programm auf thunderbird.net manuell herunterladen. Erst eine nachfolgende Version soll „in den kommenden Wochen“ automatisch verteilt werden. (hob@ct.de) **ct**

Thunderbird-Download: ct.de/yzak

Die Einstellungen von Thunderbird sind nun in einem eigenen Tab zu finden – und nicht mehr in einem Fenster. Vorteil: Die Optionen können stets geöffnet bleiben.



Finereader 15 für PDF und Scans

Das OCR-Paket Finereader hat in Version 15 für Windows vor allem bei der Interpretation und Verarbeitung von PDF-Dokumenten dazugelernt.

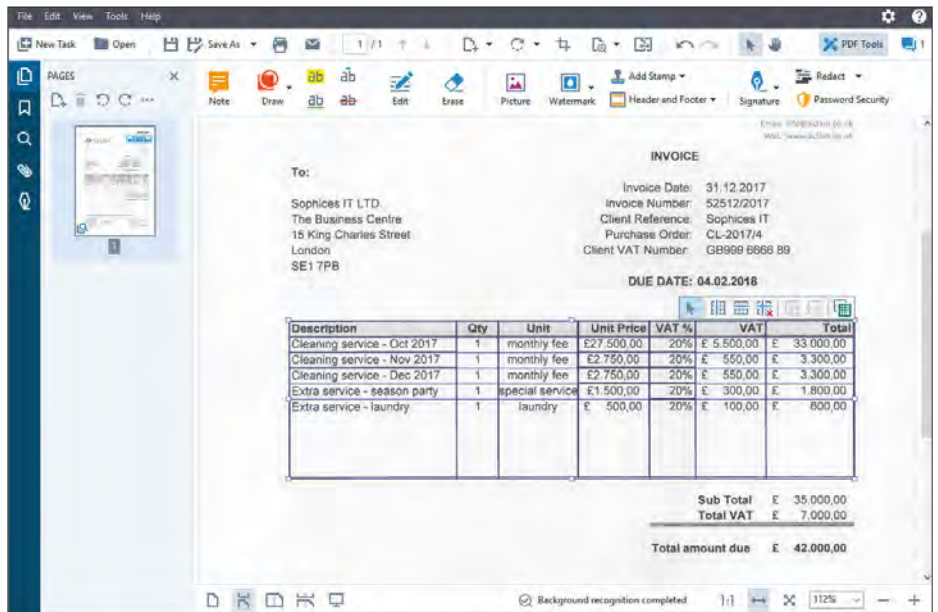
Laut Hersteller Abbyy differenziert Finereader 15 in PDF-Dokumenten zwischen Fließtext und Text als Bestandteil eines eingebundenen Bildes. Mit künstlicher Intelligenz soll die neue Version erkennen können, welche Texte zur Kopf- oder Fußzeile eines Dokuments gehören und welchen Zellen die Texte aus einer Tabelle entsprechen. Insgesamt soll das Programm Dokumente um 15 bis 55 Prozent schneller verarbeiten als zuvor.

Im Ergebnis kann man mit Finereader 15 PDF-Dokumente auf ähnliche Weise bearbeiten wie Word-Dokumente in einer Textverarbeitung: Anwender können Absätze und Bilder arrangieren. Dabei soll sich der Textumbruch automatisch anpassen. Im Teamwork profitieren Nutzer von neuen Funktionen zum Kommentieren und Signieren von Dokumenten. Mehrere Anwender können Feedback miteinander austauschen. Außerdem kann die Software virtuelle Stempel an-

bringen, um dem Dokument einen Status zuzuordnen.

Finereader 15 kostet in der Standard-Edition 149 Euro. Für die Corporate-Edition sind 219 Euro fällig. Dafür erhält man zusätzliche Funktionen (jeweils Straßen-

preis) automatisch zur Verarbeitung von bis zu 5000 Druckseiten pro Monat. Unternehmenkunden bietet Abbyy auf Anfrage netzwerktaugliche Volumenlizenzen, außerdem kann man das Paket 30 Tage lang kostenlos testen. (hps@ct.de)



Finereader 15 soll Tabellenstrukturen besser erkennen können als frühere Programmversionen.

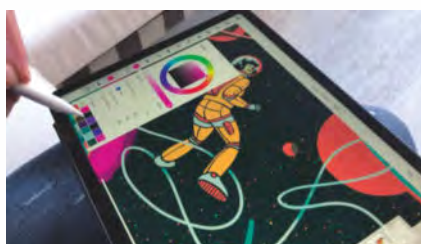
Malprogramm Fresco von Adobe

Adobe möchte mit dem **Malprogramm Fresco** das digitale Malen neu erfinden. Zielgruppe sind die Nutzer von iPad Pro, Microsoft Surface und Wacom Mobile Studio Pro. Frescos Werkzeuge simulieren Bleistift, Wasserfarben und Öl. Sie reagieren auf Druck und Neigung des Stifts und reproduzieren spezifische Eigenschaften. Beim Wasserfarbenwerkzeug fließen beispielsweise Pigmente und Wasser in Echtzeit ineinander.

Fresco unterstützt Photoshops Pinsel-Engine und soll Pinselspitzen in gängigen Formaten importieren können. Die App arbeitet in einer Auflösung von bis zu 8K. Neben Pixel-Werkzeugen unterstützt die App auch Vektorpinsel. Eine Glättungsfunktion zieht Vektorlinien gerade. Vektorzeichnungen lassen sich in den Formaten JPEG, PNG, PDF und PSD exportieren. Beim PDF-Export bewahrt Adobe Ebenen und Vektoren, sodass sich diese

nach Import in Illustrator weiterverarbeiten lassen. Außerdem exportiert Fresco Timelapse-Videos, die das Entstehen einer Zeichnung dokumentieren. Die App soll auch Live-Streaming ermöglichen.

Adobe hat Fresco noch für dieses Jahr zunächst als iPad-Version in Aussicht gestellt. Der volle Funktionsumfang bleibt Creative-Cloud-Kunden vorbehalten. Adobe plant aber auch eine Version für Einsteiger. (akr@ct.de)



Adobe Fresco soll Malwerkzeuge realistisch simulieren.

Reason 11

Für Nutzer von Cubase, Ableton & Co. war es bislang schwierig, auf die exzellenten Software-Synthesizer und Effekte von Reason zuzugreifen. Künftig ist eine Synchronisation über das Software-Protokoll ReWire jedoch nicht mehr nötig, denn das **Synthesizer-Rack** des kommenden Reason 11 lässt sich als **VST3-Plug-in** in viele andere Digital-Audio-Workstations einbinden – inklusive der Rack-Extensions anderer Hersteller.

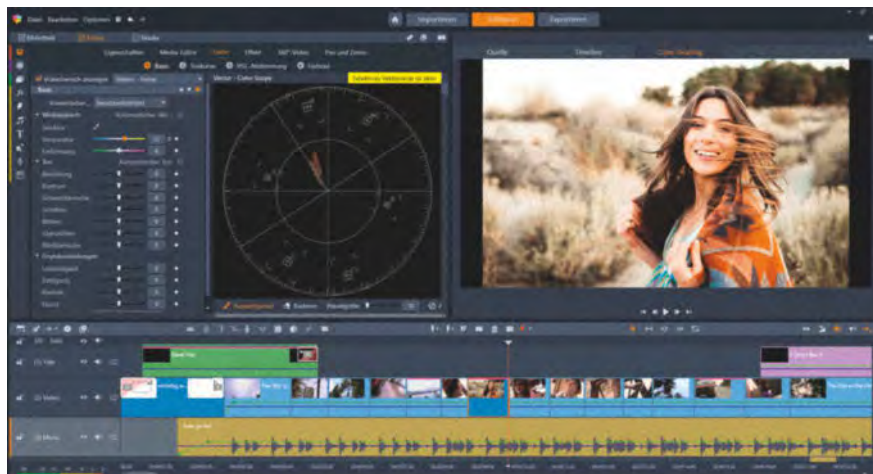
Interessierte Musiker können sich auf www.propellerheads.com für eine **Beta-Phase** anmelden, bevor die neue Version am 25. September in den Handel kommt. Dort sind auch die zahlreichen Neuerungen der Standalone-Software aufgelistet. Für Logic-Nutzer soll bis zum Ende des Jahres eine AU-Version des Reason-Racks folgen. Preise schwanken je nach Ausstattung zwischen 79 und 549 Euro, Upgrades fangen bei 129 Euro an. (hag@ct.de)

Pinnacle Studio 23 Ultimate

Corel hat das **Videoschnittprogramm** Pinnacle Studio 23 Ultimate veröffentlicht. Mit der neuen Videomaskierung lassen sich Elemente retuschieren, klonen oder unkenntlich machen, indem man Effekte lokal anwendet oder mit Formen überlagert. Über Clip-Verschachtelung lassen sich Clips in Gruppen zusammenfassen, um die Zeitleiste übersichtlicher zu gestalten. Übergänge und Effekte soll man jetzt über Keyframes exakter steuern können.

Die Color-Grading-Werkzeuge enthalten nun Voreinstellungen für LUT-Profil (Look-up-Table). Farbeinstellungen eines Clips kann man kopieren und in andere Clips einfügen. Eine neue Funktion des „Selective Vectorscope“ soll die Korrektur ausgewählter Farbbereiche wie von Hauttönen erleichtern.

Dank Alphakanalunterstützung kann Pinnacle Studio nun Projekte mit transpa-



Mit dem Selective Vectorscope von Pinnacle Studio 23 lassen sich Farbbereiche selektiv bearbeiten, beispielsweise Hauttöne.

rentem Hintergrund exportieren. Außerdem kann es Videos als animiertes GIF exportieren. Audiospuren lassen sich mit den Audio-Essentials-Effekten von NewBlue versehen. Außerdem enthält die Ultimate-Version die Videoeffekte NewBlueFX.

Die Basisversion Pinnacle Studio kostet 59,95 Euro. Keyframes und Audio-Ducking gibts in der Plus-Version für 99,95 Euro. Die Ultimate-Ausgabe für 129,95 Euro bringt Videomasken und Effekte von NewBlueFX. (akr@ct.de)

Signalhoheit

Der neue Medienstaatsvertrag soll Rundfunk-Angebote gegen die Internet-Konkurrenz schützen

Die Länder wollen gängige Smart-TV-Funktionen wie Bild-in-Bild oder Splitscreen nur noch mit Erlaubnis der Sender zulassen. Außerdem sollen die Öffentlich-Rechtlichen und bestimmte Private bevorzugt auffindbar sein. Nun läuft die Geräte- und die Internetindustrie Sturm gegen diesen Plan.

Von Stefan Krempf

Der aktuelle Entwurf für einen Medienstaatsvertrag der Länder hat eine heftige Debatte über die Regulierung der digital vernetzten Medienwelt ausgelöst. Auf der einen Seite stehen die etablierten TV-Sender, die zunehmend durch große, meist aus den USA stammende Streaming-Anbieter sowie soziale Netzwerke unter Druck geraten. Ihnen gegenüber haben sich der Kabelverband Anga, die Digitalverbände Bitkom und eco sowie der Elektrotechnikverband ZVEI verbündet, die die Entwicklung der schönen bunten Medienwelt in Gefahr sehen.

Mit dem Medienstaatsvertrag, der den bislang gültigen Rundfunkstaatsvertrag ablösen soll, reagieren die Bundesländer auf die zunehmende Medienkonvergenz. Es geht darin um einen neuen Rundfunkbegriff und um Plattformregulierung [1]. Strittig ist insbesondere, wie neuere Techniken behandelt werden sollen, beispielsweise HbbTV, Smart TV sowie alternative Oberflächen wie Mediatheken, Settop-Boxen oder auch YouTube.

Größter Stein des Anstoßes sind die in Paragraph 52a des Entwurfs vorgesehenen Vorschriften für solche Medienplattformen und Benutzeroberflächen: Ohne Erlaubnis des jeweiligen Senders oder „Anbieters rundfunkähnlicher Telemedien“ dürfen dessen Programme inklusive des HbbTV-Signals vom Empfänger „in-

haltlich und technisch nicht verändert“ oder skaliert werden.

Im Klartext: Die Sender sollen die alleinige Hoheit darüber haben, wie ihr Signal auf dem Smart TV und anderswo dargestellt wird. Das Interesse daran ist klar: Gerade Werbung über HbbTV wird zur immer größeren Einnahmequelle in einem schwierigen Markt. Längst experimentieren die Sender mit personalisierter Reklame, die ins laufende Programm platziert wird [2]. Da würde alles, was derlei Werbung ausblenden könnte, zum Störfaktor. Man denke beispielsweise an einen heimnetzweiten Adblocker, etwa den DNS-Filter Pi-hole [3].

Ausnahmen sieht der Entwurf nur für technische Veränderungen vor, die „ausschließlich einer effizienten Kapazitätsnutzung dienen“ oder „durch den Nutzer im Einzelfall veranlasst sind“. Selbst gängige Features wie Bild-in-Bild oder Splitscreen, bei denen Anwender zwei Programme gleichzeitig ansehen können, sollen so ohne Erlaubnis der Sender nicht mehr zulässig sein. Kein Wunder, dass der Herstellerverband ZVEI derlei geplante Verbote gängiger Funktionen scharf kritisiert.

Um ihre Kritik an diesen Regelungen zu untermauern, haben Anga, Bitkom, eco und ZVEI ein Gutachten bei Prof. Mark D. Cole bestellt, dem Direktor des Instituts für Europäisches Medienrecht (EMR) in Saarbrücken. Dieser kommt zu dem

Schluss, dass die Länder mit den geplanten Verboten über die Vorgaben in der neuen EU-Richtlinie zu audiovisuellen Mediendiensten hinausgehen. Genau diese Richtlinie soll der Vertrag aber eigentlich umsetzen.

Mitgliedstaaten müssen laut den Normen aus Brüssel zwar sicherstellen, dass Inhalte von Rundfunkanstalten oder ähnlichen Produzenten nicht ohne deren ausdrückliche Zustimmung „zu kommerziellen Zwecken“ überblendet oder verändert werden. Die Länder könnten und sollten laut Cole aber Ausnahmen von diesem grundsätzlichen Verbot von „Overlay-Techniken“ einführen, wobei sie insbesondere „die berechtigten Interessen der Nutzer“ zu berücksichtigen hätten. Wenn ein Anwender selbst ausschließlich zum privaten Gebrauch eine Bildskalierung vornehme oder ein Signal überblende, wäre dies mit der Richtlinie vereinbar.

Gatekeeper-Freiheiten

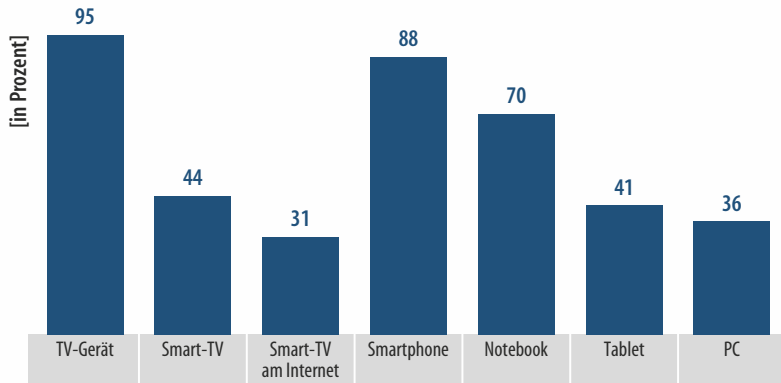
Übel stößt dem Verbände-Verband auch Paragraph 52e in dem Entwurf auf. Demnach müssen die beitragsfinanzierten Programme sowie private Sender, „die in besonderem Maß einen Beitrag zur Meinungs- und Angebotsvielfalt im Bundesgebiet leisten“ oder Regionalfenster aufnehmen, in Benutzeroberflächen „leicht auffindbar“ sein. Das stärkt etablierte Fernsehsender, Ni-

Solche „L-Banner“ sehen Smart-TV-Besitzer immer öfter: Privatsender schieben Ihr Bild zusammen und blenden über HbbTV 2.0 lokalisierte Reklame ein.



Geräteausstattung deutscher Haushalte 2019

31 Prozent der deutschsprachigen Haushalte zwischen 14 und 69 Jahren haben bereits einen Fernseher an das Internet angeschlossen – Tendenz stark steigend.



Quelle: Convergence-Monitor (ARD Werbung / RTL Group)

ergebnissen oder im YouTube-Portal seien Ergebnis mathematischer Gleichungen, die von Medienregulierern höchstens kontrolliert werden könnten, wenn sie die Algorithmen im Einzelnen prüften. Die seien jedoch Geschäftsgeheimnis und würden Medienregulierern sowieso nicht weiterhelfen.

Die Länder haben es nach zwei Konsultationsrunden eilig: „Wir wollen noch in diesem Jahr über den fertigen Medienstaatsvertrag entscheiden“, unterstreicht Heike Raab, die in der Rundfunkkommission die Medienpolitik koordiniert. Die SPD-Staatssekretärin aus Rheinland-Pfalz geht davon aus, ein „konstruktives und allgemein akzeptiertes Verfahren gefunden“ zu haben.

Dem Vernehmen nach will die Kommission das Paket nicht noch einmal öffnen, da sie auf die Zustimmung der Ministerpräsidenten und der Länderparlamente angewiesen ist. Neue Verhandlungen würden weitere Verzögerungen bedeuten, aber bis Mitte 2020 muss die einschlägige EU-Richtlinie zu audiovisuellen Mediendiensten umgesetzt sein.

(hob@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Holger Bleich, Servus Rundfunk, Was der neue Medienstaatsvertrag für Nutzer und Anbieter bedeutet, c't 23/2018, S. 170
- [2] Nico Jurrán, Alles auf dem Schirm, Die Zukunft des Fernsehens, c't 16/2018, S. 60
- [3] Ronald Eikenberg, Filterbeere, Schadcode und Werbung mit Raspberry Pi und Pi-hole filtern, c't 11/2018, S. 144

schenanbieter fallen eher unter den Tisch, so lautet die Kritik. Die Vorschrift soll dem Entstehen von Filterblasen durch algorithmengesteuerte Platzierung entgegenwirken.

Die Plattformbetreiber sehen solche Ansinnen kritisch. Alexander Scheuer, Leiter Medienpolitik und Medienregulierung der Deutschen Telekom, stellte die Frage, welche Inhalte da überhaupt privilegiert werden sollen: „Rote Rosen sehe ich nicht als public value. Frauentausch sehe ich nicht als public value. RTL gesamt sehe ich nicht als public value.“ Einen Regelungsbedarf gebe es hier gar

nicht: Schon aus Eigeninteresse seien die großen Fernsehsender auf den Plattformen des Telekommunikationskonzerns prominent platziert. Zudem seien die mündigen Bürger sehr wohl fähig, gewünschte Inhalte zu finden.

Zudem werden Plattformen – egal ob der EPG-Guide des TV-Geräts oder das YouTube-Portal – per Paragraph 52f im Medienstaatsvertrag verpflichtet, die Kriterien transparent zu machen, nach denen sie Inhalte sortieren, anordnen, präsentieren oder personalisieren. Kritik zu dieser geplanten Regelung kommt beispielsweise von Google. Die Platzierungen in Such-

Wiederbelebung

UWB: Autoschlüssel gegen Diebstahl und fürs Smart Home

NXP und VW geben Gas bei der Implementierung des Ultra-Breitbandfunks – die Technik hat nicht nur das Potenzial, die Zahl der Autodiebstähle zu senken, sondern könnte auch etablierten Smart-Home-Anwendungen Konkurrenz machen. Dabei galt UWB vor rund zehn Jahren schon als tot.

Von Dušan Živadinović

Die Chip-Schmiede NXP und der Automobilkonzern VW haben in Hamburg Ende August ein Prototypauto auf Basis des Arteon vorgestellt, das sich per Funkschlüssel und Gestensteuerung öffnen lässt. Dafür setzt VW die unter anderem von NXP vorangetriebene Ultra-Wideband-Technik ein (UWB, Ultra-Breitband). Das Schlüsselsystem gilt als so gut abgesichert, dass es vor dem berechtigten Autodiebstahl per Relay-Attacke effektiv schützen soll und überdies generell zur Authentifizierung eingesetzt werden kann – das kann man prima im Smart-Home-Bereich nutzen.

Ein mit UWB ausgerüstetes Auto soll nicht mehr mittels einfacher Funk-Relays von Dieben zu stehlen sein. Das kommt seit Jahren immer wieder bei höherpreisigen Modellen vor, die mit der komfortablen Funkschlüsseltechnik Keyless Go ausgestattet sind.

Beim herkömmlichen Keyless Go kann der Besitzer das Fahrzeug öffnen, ohne dazu den Schlüssel aus der Tasche zu nehmen. Dafür misst das Auto fortlaufend den Empfangspegel des Schlüsselsignals. Ist es ausreichend hoch, geht es davon aus, dass sich der Schlüssel in einem Umkreis von maximal zehn Metern befindet und entriegelt die Türen, wenn man an einer der Klinken zieht.

Damit das Auto nur auf den richtigen Schlüssel hört, haben Chip-Schmieden

die Kommunikation mittels gängiger Kryptografieverfahren abgesichert. Einige davon lassen sich zwar knacken, aber nur mit erheblichem Aufwand. Der weit größere Schwachpunkt besteht darin, dass das Auto nicht prüfen kann, ob der gemessene Empfangspegel plausibel ist.

Deshalb lassen sich Autos mit Keyless-Go-Technik verblüffend einfach öffnen und auch entführen: Diebespaare übertragen dafür das Signal eines entfernten Schlüssels mittels einer simplen analogen Funkbrücke über Dutzende Meter zum Auto: Der erste Dieb nähert sich dem Autobesitzer bis auf einige Meter und nimmt das komplette Schlüsselsignal mit seinem zum Beispiel in einem Aktenkoffer versteckten Relay auf. Das Relay gibt es lediglich verstärkt weiter, sodass es mehrere Dutzend Meter zum zweiten Relay und von dort zum Auto überbrücken kann.

Zieht der zweite Dieb die Türklinke, entriegelt sich das Auto.

Entfernungs-Check

Der Ultra-Breitbandfunk erscheint gegen solche Angriffe immun, weil er sich sehr gut für Positionsbestimmungen eignet. Damit kann das Auto die Entfernung zum Schlüssel nicht nur anhand des Signalpegels prüfen, sondern auch mittels einer sehr genauen Distanzmessung per UWB. Ist die ermittelte Distanz größer als etwa zehn Meter, bleibt das Auto verschlossen.

Im Prinzip lässt sich die Distanz mit diversen Methoden messen, etwa per Infrarot, RFID, WLAN oder Bluetooth. Beispielsweise nutzen Geräte mit dem billigen und stromsparenden Bluetooth 5.1 Antennen-Arrays, um anhand von Phasenverschiebungen die Richtung des Senders zu ermitteln und messen die Signalamplitude, um die Distanz zu berechnen. So erzielt Bluetooth eine Genauigkeit von maximal zehn Zentimetern und eine zeitliche Auflösung von zehn Nanosekunden. Aber diese Werte gelten nur in einem Umkreis von zehn bis zwanzig Metern.

UWB dürfte sich für die Zwecke der Autoindustrie besser eignen. Es erreicht eine Genauigkeit von ein bis zwei Zentimetern auf Entfernungen von rund hundert Metern und liefert eine zeitliche Auflösung von ein bis zwei Nanosekunden.

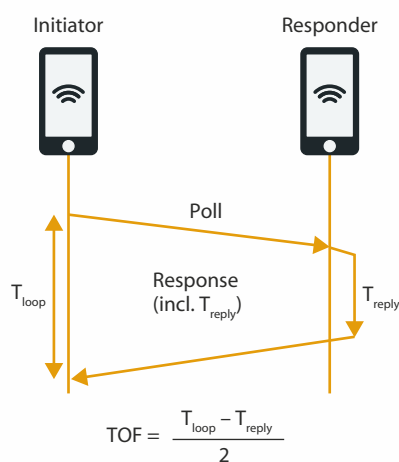
Dabei wird die Distanz zwischen Sender und Empfänger anhand der Signallaufzeit ermittelt (siehe Grafik). Vereinfacht dargestellt misst der Initiator die Zeit (Tloop), die zwischen dem Versenden seines Signals (Poll) bis zum Empfang der Antwort (Reply) des Responders verstreicht subtrahiert Treply von Tloop. Multipliziert man das Ergebnis (Time of Flight, ToF) mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwellen (Lichtgeschwindigkeit), bekommt man die Distanz. Zum Beispiel muss der Responder rund drei Meter entfernt sein, wenn die ToF zehn Nanosekunden beträgt.

Um die relative Position im Raum zu bestimmen, nutzt man ähnlich wie bei GPS die Trilaterationstechnik mit mindestens drei Empfängern. NXP verwendet bis zu 500 MHz breite Funkkanäle, die Impulsdauer beträgt etwa 2 ns. So erzielt das System eine Genauigkeit im Zentimeterbereich. Die Standortbestimmung startet automatisch, sobald der Schlüssel in einem Umkreis von etwa zehn Metern auftaucht.

Um gegen Keyless-Go-Angriffe gewappnet zu sein, sollte das Auto nach

Distanzmessung

Positionsbestimmung per Funk: Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Funkwellen bekannt ist, lässt sich die Distanz zwischen Sender und Empfänger mittels einer präzisen Zeitmessung ermitteln.



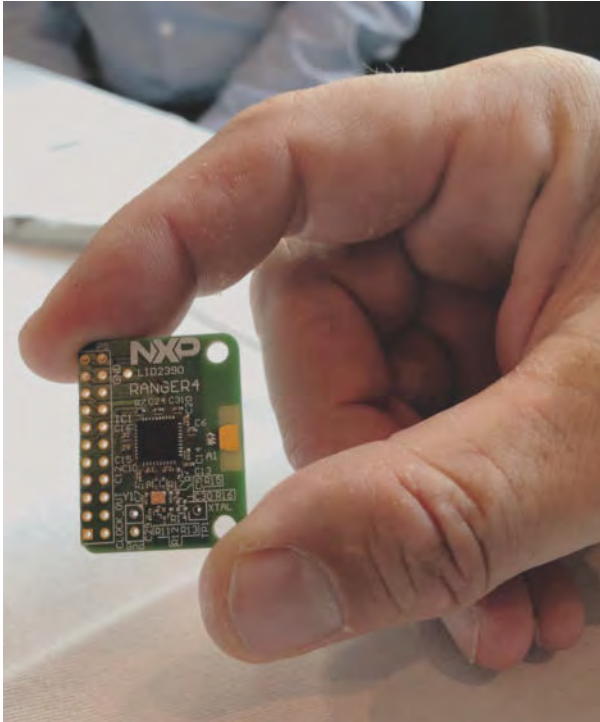


Bild: Dušan Živadinović

Auf dieser Platine gründen die ersten Prototypen des Funkschlüssels, der per Ultra-Breitbandfunk mit einem speziell entwickelten VW Arteon kommuniziert. Auf die miniaturisierte Breitbandantenne (rechter Rand, Mitte) ist man bei NXP und VW besonders stolz.

Adam Riese nur dann entriegeln, wenn die ToF etwa bis zu 33 Nanosekunden beträgt (rund zehn Meter). Werte darüber hinaus deuten darauf hin, dass der Schlüssel weiter weg ist als der vorgesehene Zutrittsradius, sodass das Auto von einer Attacke ausgehen sollte.

UWB eignet sich für solche Anwendungen auch deshalb sehr gut, weil es für Messungen mit nur wenigen Funkimpulsen auskommt und die Systeme daher wenig Strom benötigen. Typischerweise wenden UWB-Systeme Sendeleistungen von weniger als 1 mW auf und überbrücken je nach Anwendung zehn bis 150 Meter.

Laut Lars Reger, Chief Technology Officer bei NXP Semiconductors, ist der Prototypschlüssel für Reichweiten bis zehn Metern ausgelegt und nimmt pro Positionsbestimmung rund 200 mW auf. Diesen Wert wollen NXP und VW noch drücken, um mit einer Knopfzelle ähnliche Laufzeiten wie mit herkömmlichen Funkschlüsseln zu erzielen.

Das ConceptCar hat VW mit fünf fest montierten UWB-Tags ausgerüstet. Sie bestimmen den Standort des Schlüssels eine Weile lang fortlaufend und ermitteln dabei auch dessen Lage im Raum. Die Auflösung ist hinreichend genau für Gestensteuerungen, gibt aber auch Anhaltspunkte über Atem- oder Herzfrequenz von Insassen, sodass sie künftig vielleicht auch zur Müdigkeitserkennung des Fahrers genutzt werden könnte.

Einstweilen führte VW in der Demo vier Anwendungen vor: Fahrzeugentriegelung, automatische Aktivierung und Positionierung der Anhängerkupplung, Unterstützung beim Anbringen von Kindersitzen und die Erkennung des Bewegungsmusters von Personen – also Gestensteuerung. Für Schlüssel,

Tags und bisherige Anwendungen hat VW rund zwölf Monate Entwicklungszeit aufgewendet.

Hex-hex!

Die Gestensteuerung läuft KI-gestützt, so dass man dem Auto beibringen kann, den Kofferraum zu öffnen, wenn man mit dem Schlüssel in der Hand wedelt oder den Fuß in die Nähe des Kofferraums führt – das Prinzip kennt man zwar schon, aber bisherige Implementierungen gründen auf zusätzlichen Sensoren in der Nähe der hinteren Stoßstange und zugehörigen Leitungen. Das UWB-basierte Schließsystem erspart beides, Sensoren und Leitungen.

Weitere Anwendungsbeispiele, die man bald implementieren könnte, sind laut VW und NXP automatisiertes Valet-Parking, Zugangskontrolle zu Parkplätzen oder auch automatische Bezahlung bei der Durchfahrt. Laut Maik Rohde, Leiter Karosserie, Elektronik, Komponenten bei VW, will der Konzern seinen ersten Volkswagen mit UWB bereits auf der Frankfurter IAA 2019 vorstellen. Die Produktion soll gegen Ende des Jahres starten.

UWB-Spielarten

Die UWB-basierte Distanzmessung ist nicht neu. Beispielsweise hat der Chip-Hersteller BeSpoon bereits 2014 einen Handy-Prototypen mit UWB-Chip vorgestellt. Chips und Module von BeSpoon werden bisher hauptsächlich als UWB-Tags im industriellen Umfeld etwa in der Lagerhaltung eingesetzt. Sie gründen ebenso wie die Module von Decawave auf der älteren Spezifikation IEEE 802.15.4a (auch als 802.15.4-2011 bezeichnet).

Das Decawave-Modul DW1000 hat unter anderem Interesse bei Bastlern geweckt. Es lässt sich mittels einer quelloffenen Bibliothek mit dem kostengünstigen Arduino-Chip steuern und kostet nur rund 30 Euro (siehe ct.de/y4kn).

NXP und VW stellen auf Basis des Funkschlüssels noch diverse weitere Anwendungen vor. Grundlage dafür ist, dass ein Funkschlüssel mit anderen UWB-Geräten kommuniziert. Das kann ein Smartphone sein, ein Armband oder eine Plakette (engl. Tag), die man etwa an einem Laptop anbringen kann.

The Possibilities ...

So könnte ein Smartphone montags bis freitags alarmieren, wenn man sich ohne Laptop ans Lenkrad setzt, um zur Arbeit zu fahren. Auch sind mittels fest montier-



Bild: Dušan Živadinović

VW kombiniert UWB für die Gestensteuerung mit einem Gyroskop, um etwa Autotür oder Kofferraum zu öffnen.

ter UWB-Tags Indoor-Navigationsdienste vorstellbar und der Autoschlüssel könnte den Haustürschlüssel ersetzen, Drohnen den Weg zum Besitzer weisen, die Gepäckposition an einer Ausgabe anzeigen, bestimmte Maschinen anhalten, wenn Arbeiter einen Gefahrenumkreis betreten oder auch Musikanlagen die optimale Beschallungsrichtung vorgeben – an Ideen mangelt es den UWB-Entwicklern nicht.

Derzeit wird UWB-Technik bereits in diversen Industrieenanwendungen eingesetzt. An der Spezifikation arbeitet vornehmlich die IEEE in der Arbeitsgruppe 802.15.4z. Zu den Mitgliedern gehören die Smartphone-Hersteller Apple und Samsung, aber auch BMW, Continental, Daimler, Huawei, NXP, Toyota und VW.

Daneben haben einige Unternehmen die UWB Alliance gegründet (<https://uwballiance.org>), um die Technik gemeinsam voranzutreiben und zu vermarkten. Die ersten Anläufe, UWB für ein Personal Area Network als „Wireless USB“ zu verwenden, endeten erfolglos vor rund zehn Jahren (ct.de/-215151). Die 2018 gegründete Alliance interessiert sich nicht mehr für die Vernetzung und hat auch nicht den klangvollen Mentor wie damals die WiMedia Alliance mit Intel, aber mit Hyundai und Kia zählen zu den Gründungsmitgliedern zwei bedeutsame Mitspieler der Autobranche.

Um die speziellen Belange der Unternehmen, die die UWB-Positionsbestim-

mung nutzen wollen, kümmert sich zusätzlich das FiRa-Consortium (Fine Ranging, Feinmessung). Die FiRa-Mitglieder wollen die Technik gemeinsam vorantreiben und einen Markt für interoperable Geräte entwickeln. Zu den Mitspielern gehören Bosch, NXP, Samsung und Sony.

Allerdings wird sich UWB wiederum gegen andere Funktechniken behaupten müssen. Zumindest bisher sind die UWB-Baken etwa für den Betrieb in Gebäuden bis zu zehn Mal so teuer wie Bluetooth-Systeme und für die Positionsbestimmung sind mindestens drei Empfänger erforderlich. Je nach Anwendung müssen die Empfänger für die Zeitsynchronisierung verkabelt werden, was die Kosten erhöht.

Wenn es nicht auf die hohe Genauigkeit ankommt, sondern eine grobe Positionsangabe mit ein bis zwei Metern Abweichung genügt, wird man also aus Kostengründen eher zu Bluetooth greifen.

Das FiRa-Consortium steigt jedenfalls spät in den Kampf um Smart-Home-Marktanteile ein und wird Geld und Überzeugungskraft brauchen, um sich gegen etablierte Smart-Home-Systeme durchzusetzen. Die Authentifizierungstechnik hat aber Charme und Potenzial. Außerste Mitspieler könnte ein UWB-Schlüssel ab 2020 treffen – dann erwarten Fachleute erste Smartphones mit UWB auf dem Markt.

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

UWB-Infos: ct.de/y4kn

Kombi aus Drohne und AR-Brille

Der französische Drohnenhersteller Parrot kombiniert sein Anafi-Modell mit einer eigenen AR-Brille und bietet beides mit weiterem Zubehör im Paket an.

Zwar lassen sich Drohnen mit etwas Know-how mit beliebigen AR-Brillen für das beliebte First-Person View nutzen (FPV) indem man einfach das Smartphone, das zur Drohnensteuerung erforderlich ist, als Eingabebildschirm für die AR-Brille verwendet. Für die üblichen Fingertipp-Eingaben, etwa für Flugmanöver, muss man das Smartphone jedoch wieder in die Hand nehmen.

Das kann man sich sparen, wenn man den **Anafi-Quadrocopter** mit der ebenfalls im Paket enthaltenen Konsole „Skycontroller 3“ steuert. Schließt man diese am Smartphone an, kann der Pilot die Cockpitbrille während des gesamten Flugs aufgesetzt lassen und Drohne und Kamera über die zwei Joysticks des Skycontrollers steuern. Voraussetzung dafür ist die neue

kostenlose Version 6.6 der FreeFlight-App mit FPV-Schnittstelle für Android und iOS.

Mit FreeFlight 6.6 bringt Parrot auch neue Flugvoreinstellungen auf die Anafi-Drohne, nämlich das Cinematic Preset für ruhige oder dynamische Aufnahmen, das Racing Preset für zackigen bis scharfen Bewegungseindruck sowie den Arcade Flight, der das Fliegen vereinfacht. Die neuen Presets und der Flugmodus lassen sich kombinieren, etwa für assistierte Aufnahmen aus der Vogelperspektive.

Die Hardware-Merkmale der Drohne sind unverändert (u. A. 4K-HDR-Videos, 21-Megapixel-Fotos, 180-Grad-Kamera, 2-Achsen-Gimball, 3-fach-Zoom, Geschwindigkeiten bis 50 km/h). Zwar steht die Software sämtlichen Anafi-Exemplaren seit Anfang September gratis zur Verfügung; Parrots AR-Brille ist bisher aber nicht einzeln erhältlich, sondern nur im Paket.

Zum Lieferumfang des rund 800 Euro teuren Pakets gehört ein Rucksack, den

man für die Flugvorbereitung stehend ausklappen kann – wie einen Bauchladen. Im Rucksack stecken die FPV-Drohne, Akku, Skycontroller 3, Brille, eine SD-Speicherkarte mit 16 GByte Kapazität, USB-C-Kabel und Ersatzpropeller. (dz@ct.de)



Dickes Paket: Parrot liefert neben der Drohne und weiterem Zubehör auch einen Controller und eine spezielle AR-Brille im Rucksack mit.

Größer und schöner?

Was bringt 8K und wer braucht Riesen-TV-Displays?

Die TV-Hersteller bieten immer größere Geräte mit immer besserer Ausstattung an, um den Verkauf anzukurbeln. Dabei steht 8K im Fokus. Für wen bringt die hohe Auflösung Vorteile?

Von Ulrike Kuhlmann

Noch größer, noch mehr Pixel, noch smarter – so präsentieren die Fernsehhersteller ihre aktuellen Geräte. Sie scheinen dabei zuweilen zu übersehen, dass sich viele Nutzer dies überhaupt nicht wünschen und TV-Displays mit mehr als 1,65 Metern Diagonale (65 Zoll) in viele Wohnzimmer gar nicht hineinpassen. Die mittlere Bildschirmdiagonale der Neugeräte in Deutschland liegt weiterhin unter 50 Zoll, genauer bei 45 Zoll, also 1,14 Metern.

2018 waren nur 11,7 Prozent der verkauften TVs größer als 55 Zoll. Und auch wenn der Absatz bei größeren Diagonalen rasant steigt: Das Mehrfache von wenig ist immer noch wenig.

Dass Unternehmen wie Samsung, LG, Sony & Co. trotzdem wie jüngst auf der IFA Topgeräte mit über 2,50 Metern Diagonale präsentieren, hat mehrere Gründe. Sie wollen beweisen, dass sie derartige Riesenschirme produzieren können und hoffen dabei auf eine kleine, aber zahlungskräftige Kundschaft. Außerdem steigern die Top-

modelle das Image der Hersteller und erhöhen so auch die Chancen bei den potenziellen Kunden kleinerer Fernseher.

Insgesamt geht die Anzahl der verkauften TV-Geräte jedoch zurück, im ersten Halbjahr 2019 wurden 1,5 Prozent weniger Geräte verkauft. Der Umsatz fiel sogar um 10 Prozent. Die meisten Kunden sind nicht bereit oder in der Lage, die für Großbildschirme und Topgeräte fälligen Preise zu zahlen: Im Mittel gaben Käufer hierzulande im ersten Halbjahr gerade einmal 564 Euro für ein neues TV aus – fast neun Prozent weniger als im Jahr zuvor. Dafür gibt es weder Bilddiagonalen über 70 Zoll noch 8K-Auflösung.

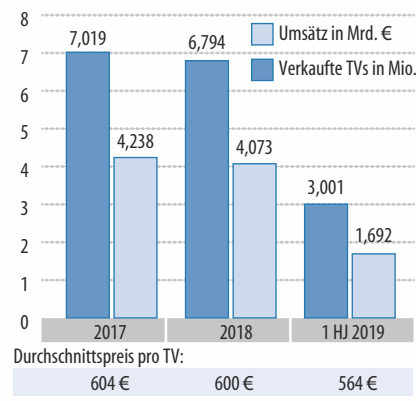
Hinzu kommt: Für die 7680 × 4320 Bildpunkte der ultrahohen Auflösung existieren derzeit (fast) keine Inhalte, TV-Signale gehen bislang nur selten über Full HD hinaus. Deshalb müssen 8K-Displays die Bilder auf ihre höhere Pixelzahl umrechnen. Diese Interpolation erledigt eine künstliche Intelligenz (KI) – die smarten Fernseher lernen aber nicht selbst, sondern Samsung & Co. werten im Labor riesige Bildmengen aus und übergeben die Daten per Firmware-Update ans TV.

Wie viele Pixel fürs Auge

Für das Verhältnis von Auflösung zur Bild-diagonale hat Apple vor Jahren den Marketingbegriff „Retina“ eingeführt. Damit wollte der iPhone-Hersteller festlegen,

TV-Verkäufe

Die TV-Branche in Deutschland: Trotz steigender Bildschirmdiagonalen sinkt der mittlere Preis pro verkauftem Fernsehgerät und auch der Absatz insgesamt.



welche Auflösung für welche Displaydiagonale ausreicht, damit die Nutzer kein störendes Pixelraster mehr wahrnehmen. Die Retina-Auflösung hat sich im Laufe der Zeit allerdings zu immer höheren Pixeldichten verschoben.

Rechnerisch setzt man dafür die Pixeldichte in Bildpunkten pro Zoll (dots per inch, dpi) ins Verhältnis zum Betrachtungsabstand. Bei den neuen Top-TVs stellt sich die Frage, ob der Zuschauer am Display überhaupt einen Unterschied zwischen 4K- und 8K-Auflösung sieht.

Aus dem im Wohnzimmer üblichen Betrachtungsabstand von zwei bis drei Metern kann der normalsichtige Mensch gerade mal 0,6 bis 0,9 Millimeter unterscheiden. Ein 70-zölliges 8K-Display hat 0,2 Millimeter große Pixel, beim 4K-TV gleicher Diagonale haben die Pixel eine Kantenlänge von 0,4 Millimeter; in der Pixeldiagonalen sind es knapp 0,3 beziehungsweise 0,55 Millimeter. Aus zwei Metern Abstand dürfte der Zuschauer das Pixelraster also weder auf dem einen noch auf dem anderen 70-Zoll-TV wahrnehmen – geschweige denn auf noch kleineren Displays.

Samsung stellte sogar einen 55"-TV mit 8K-Auflösung vor. Ein solcher 33-Millionen-Pixel-Schirm mit 1,40 Meter Diagonale ist eventuell für Fotografen interessant, die ihre Bilder am großen Display begutachten, bearbeiten und präsentieren wollen. Im Wohnzimmer dürften sich für solche TVs allenfalls Cineasten mit Adleraugen und einem Hang zu teurem Equipment begeistern können. Alle anderen sollten vorerst bei 4K bleiben. (uk@ct.de) **ct**



LG will künftig 88-zöllige OLED-TVs mit 8K-Auflösung anbieten.

Dolby scheitert mit Verbot konkurrierender Upmixer

Der Surround-Spezialist wollte Hersteller von Audio/Video-Receivern verpflichten, die Nutzung von Algorithmen anderer Firmen wie Auro und DTX einzuschränken – zu Lasten der Konsumenten. Doch Dolby hat die Rechnung ohne Konkurrenten und EU-Kommission gemacht.

Zu Hollywoods Lieblingsmotiven gehört der Kampf David gegen Goliath, bei dem sich am Ende der Schwächere durchsetzt. (Heim-)kinogröße Dolby musste nun erleben, dass dies auch in der Realität geschehen kann. Das Unternehmen sah sich letztlich gezwungen, die Erklärung abzugeben, künftig von Herstellern von Audio/Video-Receivern nicht mehr zu verlangen, bei ihren Geräten das sogenannte „**Cross-Format-Upmixing**“ auf Dolby-Formaten zu unterbinden.

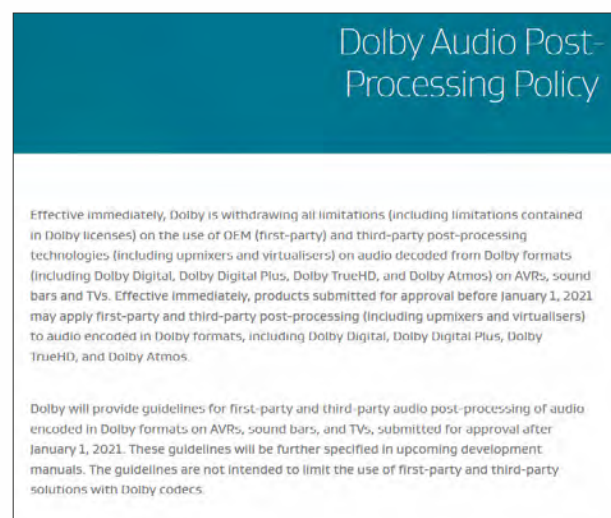
Um die Hintergründe zu verstehen, muss man wissen, dass alle Receiver für 3D-Sound-Formate wie Dolby Atmos, DTS:X oder Auro-3D auch stets einen dazugehörigen „Upmixer“ mit an Bord haben, der bei Quellen mit gewöhnlichen Surround-Abmischungen über ausgefeilte Algorithmen Höhenkanäle hinzurechnet. Solche Upmixer sind so lange unverzichtbar, wie die Auswahl an Titeln mit echten 3D-Ton-Spuren gering ist beziehungsweise Abmischungen nicht immer optimal sind.

Blöd für Dolby: In Vergleichen kam meist heraus, dass Dolbys eigener Upmixer Dolby-kodierte Surround-Tracks mit weniger Höheneffekten anreichert als die „AuroMatic“ von Auro Technologies und der „DTS Neural:X“-Upmixer von Xperi-Tochter DTS. Dolby verpflichtete daraufhin die Hersteller von AV-Receivern, die Nutzung fremder Upmixer auf den „eigenen Spuren“ (das „Cross-Format-Upmixing“) künftig zu unterbinden (siehe c't 14/18, S. 46); Kritiker deuten dies als Versuch, solche Vergleiche zu verhindern. In einer Art vorausseilendem Gehorsam setzte Yamaha diese Vorgabe bei Receivern des Modelljahres 2018 sogar bereits um.

Doch Auro und Xperi nahmen dies nicht hin und beschwerten sich bei der Europäischen Kommission wegen des Versuchs der Einschränkung von Konsumentenrechten, der Wettbewerbsverzerrung und des Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung. Laut Auro rechtfertigte sich Dolby mit einer angeblichen „Qualitätssicherung“ – offenbar ohne

Erfolg: Nach Gesprächen mit der Kommission reagierte das Unternehmen mit dem Rückzieher.

Spannend ist nun noch die Frage, ob und wann Yamaha ein Firmware-Update liefert, um die bereits gesetzte Sperre (kein DTS Neural:X bei Dolby-Digital-Plus und Dolby-TrueHD-Spuren) wieder zu entfernen. Auf mehrfache Nachfrage erhielt c't hierzu keine Antwort vom Hersteller. (nij@ct.de)



Dolby teilte Ende August überraschend auf seiner Website mit, auf bereits ausgehandelte Upmixing-Restriktionen zu verzichten und künftig solche auch nicht mehr zu verlangen.

Unerkanntes Absaugen

Google deckt Attacken auf iOS über bisher unbekannte Lücken auf

Die Meldung schlug verzögert ein, aber dennoch wie eine Bombe: Google-Mitarbeiter haben Ende August veröffentlicht, dass iOS-Geräte offenbar jahrelang unerkannt ausspioniert werden konnten. Jeder, der bestimmte Webseiten aufsuchte, wurde zum Opfer.

Von Dušan Živadinović

Ob für PC, Laptop, Tablet oder Smartphone – praktisch alle Betriebssysteme weisen gravierende, aber öffentlich nicht bekannte Sicherheitslücken auf (Zero-Day). Besonders die unbekannten Lücken von Smartphones sind für Angreifer interessant, weil sie Passwörter oder andere für Strafverfolger und Spione interessante Daten enthalten.

Im Februar 2019 haben Mitarbeiter von Googles Security-Abteilung Project Zero einer vermutlich staatlich organisierten Angreifertruppe einen Strich durch die Rechnung gemacht: Sie entdeckten zahlreiche aktiv genutzte und bis dahin nicht bekannte Zero-Day-Angriffspunkte in iOS.

Alle Attacken führten bestimmte Websites offenbar ohne Kenntnis ihrer Administratoren oder Besitzer aus. Offen ist, auf welche Weise die Websites gehackt wurden und welche Werkzeuge die Angreifer darauf deponierten, um iOS-Geräte anzugreifen.

Es dürfte sich aber um eine ganze Reihe von Werkzeugen handeln, denn sie haben nicht nur 14 Lücken ausgenutzt, sondern damit auch insgesamt fünf verschiedene Angriffsroutinen für iOS 10, 11 und 12 gebaut (Exploit-Chains).

Googles Sicherheitsforscher Ian Beer schreibt dazu: „Schon der Besuch der Website genügte, um das Gerät anzugrei-

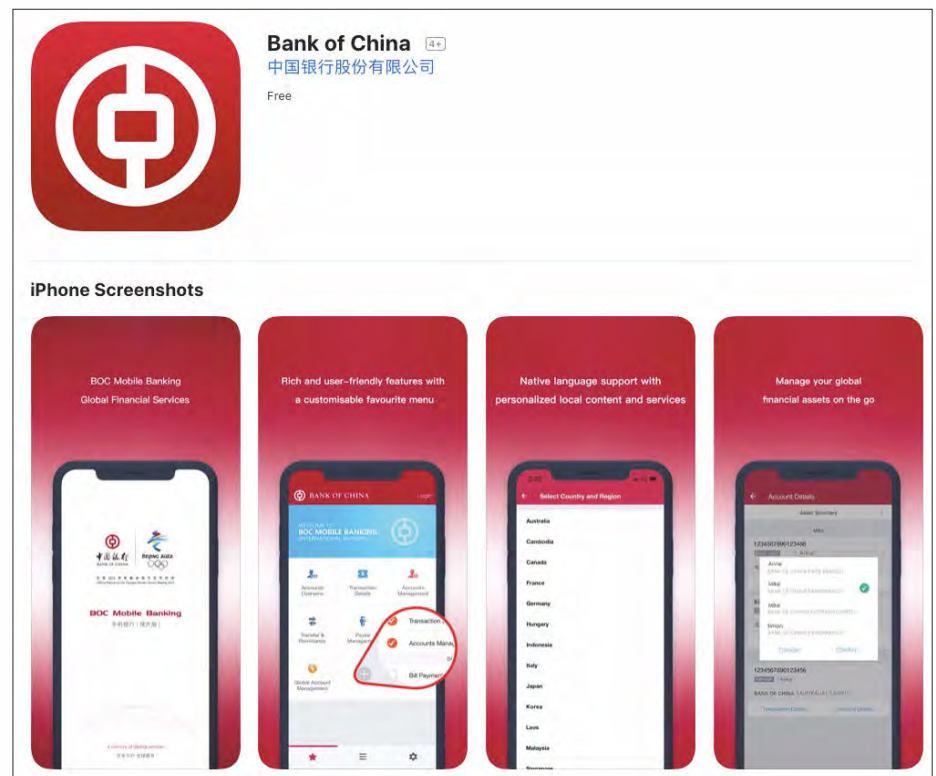
fen und ein Abhörimplantat zu installieren“.

War das iPhone erstmal geknackt, ließ sich weitere Schadsoftware unerkannt nachladen. Auch konnten die Angreifer die iOS-Keychain mitsamt sämtlichen darin gespeicherten Passwörtern auslesen. Je nach Gewohnheiten oder Vorlieben der Nutzer stecken in der Keychain Zugangsdaten für Mail- und Websites oder auch für Online-Banken. Außerdem ließen sich Foto-, Kontakt- und Messaging-Datenbanken sowie der aktuelle Standort auslesen und versenden. Dazu nahm die Spionagesoftware alle 60 Sekunden Kontakt mit einem Kontrollserver auf.

Das Sicherheitsgefühl der Angreifer

Für die Programmierung dieser Kommunikation wandten die Angreifer anscheinend nur wenig Mühe auf – möglicherweise, weil sie sich sicher vor Entdeckung wähnten. Die iPhone-Daten wurden im Klartext, also ohne HTTPS-Verschlüsselung übertragen und die IP-Adressen der Zielserver waren fest kodiert.

Insgesamt gelten die Angriffe aber als hochkomplex und daher selten. Eine ähnlich komplexe, mehrstufige Angriffstechnik hat beispielsweise Cisco beschrieben. Damit wurden Mail- und VPN-Passwörter von Institutionen und Firmen in zwölf Ländern abgegriffen. Experten mutma-



Heikel: Strafverfolger und Sicherheitsbehörden behalten Sicherheitslücken für sich. Solange sie aber ungepatcht sind, können sie auch kriminellen Angreifern in die Hände fallen. Dann sind prinzipiell auch Online-Banking-Zugänge gefährdet.

ßen, dass die Angriffe von staatlich organisierten iranischen Gruppen ausgingen.

Die Attacken auf iOS-Geräte schreiben Fachleute ebenfalls staatlichen Akteuren zu. Ungewohnt ist jedoch, dass die Angreifer mit den wertvollen Zero-Day-Lücken eine nur diffus definierte Gruppe an Nutzern attackierten. Bisher setzte man solche Lücken nur gezielt für Angriffe auf einzelne Personen oder kleine Gruppen ein.

Das Project Zero von Google machte weder Angaben über die präparierten Websites, noch über die Herkunft der Angriffe. Laut dem IT-Blog TechCrunch und dem Wirtschaftsmagazin Forbes soll der Ausgangspunkt in China liegen. Ziel seien uigurische Muslime gewesen, die in der chinesischen Provinz Xinjiang leben.

Zwar wurde eine Handy-Überwachung in Xinjiang mittels Schadcode schon beschrieben. Sie richtete sich jedoch vor allem gegen Android-Nutzer. Chinesische Zollbeamte sollen beim Grenzübergang Malware auf Geräte aufgespielt haben. Zudem gab es Durchsuchungen von iPhones mit spezieller Hardware. iOS-Angriffe per Drive-by-Download sind hingegen neu und gerade deshalb bedenklich – denn weltweit jedes iPhone, das eine solche Website öffnete, wurde geknackt und ließ sich auslesen.

Gegenmaßnahmen

Das Auslesen lässt sich immerhin leicht stoppen: Die aktuellen Implantate sind

nach einem Neustart des iPhones aus dem Arbeitsspeicher getilgt; auf dem Festspeicher lassen sie sich laut Google nicht nieder. Über die zuvor abgesaugten Daten hat man natürlich keine Kontrolle mehr. Deshalb empfiehlt es sich, möglichst alle Passwörter zu ändern.

Im Februar gab Apple mit der Version 12.1.4 ein iOS-Update heraus, das die bis dahin von Project Zero aufgedeckten Lücken schließt. Sollten Sie das noch nicht eingespielt haben: Tun Sie es umgehend.

So weit bisher bekannt, starteten alle Angriffe mit einer Attacke auf Apples Safari-Browser. Diese waren so spezifisch auf Safari zugeschnitten, dass Firefox- oder Brave-Nutzer ungeschoren davorkamen. Allerdings gründen auch diese Browser auf dem iOS-Webkit und sind daher prinzipiell anfällig. Die Angreifer könnten das künftig für ihre Zwecke nutzen.

In Mails oder Messaging-Apps eingebetteten Links sollte man nicht per Antippen folgen, weil sie in der iOS-Werkeinstellung per Safari-Browser geöffnet werden. Um das zu verhindern, müsste man entweder Copy-and-paste verwenden oder die Standard-Browsereinstellung umkonfigurieren.

Auch sind iPhones mit A12- oder A12X-CPUs nicht betroffen, also etwa die Modelle XS und XR. Angesichts des geballten Know-hows der Angreifer sollte man sich aber nicht darauf verlassen, dass das so bleiben wird.

Derweil melden die umstrittenen Sicherheitslückenhändler Crowdfense und Zerodium, dass der Markt neuerdings von Angeboten „überflutet“ sei.

Handel mit Exploits

Laut Chaouki Bekrar, Gründer von Zerodium, betreffen die zuletzt angebotenen Exploits vor allem Safari und Apples verschlüsselten Kommunikationsdienst iMessage. Der Grund für das erhöhte Angebot sei, dass sich viele Forscher der iOS-Analyse inzwischen in Vollzeit widmeten. Bekrar gab gegenüber dem IT-Blog Motherboard an, es gebe „so viele iOS-Exploits, dass wir begonnen haben, einige zurückweisen“.

Außerdem hat seine Firma die Preise für Exploits gesenkt. Eine Chain, mit der sich iOS-Geräte vollständig übernehmen lassen, ohne dass Nutzer einen Finger rühren, ist „nur“ 2 Millionen US-Dollar wert. Für 1-Click-iOS-Chains müssen Angreifer das Opfer dazu bringen, einen Klick durchzuführen, um sich zu infizieren. Dafür zahlt der Exploit-Broker 1 Million US-Dollar. Zuvor waren es 1,5 Millionen US-Dollar.

Auf Android schränken die zahlreichen Betriebssystemvarianten die Zahl an weitläufig einsetzbaren Exploits ein, meint Bekrar. Für eine Exploit-Chain, mit der sich Android-Geräte ohne Nutzerinteraktion übernehmen lassen, will Zerodium nun 2,5 Millionen US-Dollar zahlen.

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

Analyse von Project Zero: ct.de/y7ps

Googles nette Geste

Die Neuerungen von Android 10

Die neueste Android-Version bringt viele Änderungen an der Optik und Bedienung. Einige davon sind gelungen, an andere muss man sich gewöhnen. Wir haben uns alle Neuerungen angeschaut.

Von Stefan Porteck

Wenige Wochen nach der sechsten und letzten Vorabversion der kommenden Android-Version hat Google nun Android 10 veröffentlicht. Die größte Veränderung ist die neue Gestensteuerung – oder besser gesagt, Googles zweiter Versuch einer Gestensteuerung. Schon mit Android 9 musste das klassische 3-Button-Menü am unteren Bildrand weichen. Heraus kam aber nur eine halbge Mischung aus Gesten und Buttons, die bei vielen Nutzern auf Ablehnung stieß.

Mit Android 10 wagt Google einen neuen Versuch und setzt die Gestensteuerung konsequenter um: Die Schaltflächen am unteren Bildrand fehlen nun ganz. Davon profitieren besonders Smartphones mit kleineren Bildschirmen.

Der untere Rand ist der Dreh- und Angelpunkt der neuen Wischgesten. Um eine App zu beenden und zurück auf den Homescreen zu gelangen, wischt man von dort nach oben. Befindet man sich bereits auf dem Startbildschirm, öffnet dieselbe Geste die App-Übersicht. Schon nach wenigen Minuten fühlt sich das gewohnt und intuitiv an. Ähnliches gilt für den Wechsel zwischen aktiven Apps, wofür man am unteren Rand waagrecht nach rechts wischt. Durch Wiederholung der Geste lässt sich der Reihe nach durch alle unlängst genutzten Apps blättern.

Ganz abgeschlossen scheint Googles Arbeit an der Gestensteuerung aber noch

nicht zu sein, denn die Zurück-Geste funktioniert bislang nicht besonders geschmeidig – und das trotz etlicher Anpassungen: Mit jeder Vorabversion von Android 10 hatte Google ein wenig daran geschraubt, aber ohne eine Lösung zu finden, die alle Nutzer zufriedenstellt. Die Geste selbst ist eigentlich simpel: Für „zurück“ wischt man einfach vom rechten oder linken Bildrand nach innen. Das Problem dabei ist aber, dass man bei vielen neueren Apps auf diese Weise deren Einstellungs Menü aufruft. Die Zurück-Geste führt nun dazu,



Wer die bisherige Steuerung bevorzugt, aktiviert sie einfach in den Android-Einstellungen.



dass wir viele Apps versehentlich beenden statt mit ihr zu interagieren, weil das Android-System das Swipen als Zurück-Geste interpretierte.

Googles derzeitige Lösung: Lässt man den Finger zunächst am Bildrand kurz ruhen und wischt erst dann, wird die Geste von der jeweiligen App interpretiert. Wischt man sofort ohne Pause, erkennt Android das als Zurück-Geste. Wie lange der Finger am Rand zunächst verharren muss, lässt sich seit der letzten Vorabversion von Android 10 in den Android-Einstellungen anpassen. Trotzdem empfanden wir die Bedienung weder als besonders flüssig noch wurden falsche Aktionen zuverlässig verhindert. Google gibt zu, dass die neue Steuerung ein paar Tage Eingewöhnungszeit benötigt.

Wer das nicht will, schaltet die Bedienung wieder auf die Steuerung mit Gesten und zwei Schaltflächen von Android 9 oder das klassische 3-Button-Menü zurück. Nutzer alternativer Launcher wie Nova Launcher oder Action Launcher müssen die Gesten sogar ausschalten, da sie bislang nur mit dem originalen Pixel-Launcher funktionieren. Die Unterstützung anderer Launcher soll später mit einem separaten Update nachgereicht werden.

Mehr Licht und gewollter Schatten

Schon seit Monaten rüstet Google bei eigenen Apps per Update einen Dark Mode nach, der statt weißem Hintergrund eine grau-schwarze Ansicht verwendet. Die dunklere Darstellung blendet nachts weniger und spart bei Geräten mit OLED-Displays zudem einige Energie, da nur die leuchtenden Pixel aktiv mit Strom versorgt werden müssen.

So ist es keine Überraschung, dass nun auch Android selbst einen Dark Mode spendiert bekommen hat. Er färbt auf

Wunsch die App-Übersicht, den Google Feed, die Benachrichtigungsansicht und alle System- und Einstellungsmenüs dunkel. Leider lässt sich der Modus nur manuell ein- und ausschalten. Viele Nutzer hätten sich sicher einen Automatismus gewünscht, der je nach Tageszeit selbstständig zwischen heller und dunkler Ansicht wechselt.

Mit den überarbeiteten Benachrichtigungen nähert sich eine weitere Android-Dauerbaustelle offenbar dem Abschluss: Die Notifications tauchen in der Benachrichtigungsleiste künftig sortiert auf. Oben finden sich solche mit hoher Priori-

tät, weniger wichtige Nachrichten landen automatisch weiter unten. Die Unterscheidung, was wichtig ist und was nicht, lässt sich mit zwei Fingertipps direkt in der Benachrichtigungsleiste ändern. Darüber hinaus wurden Silent-Notifications eingeführt, um die Nutzer weniger abzulenken. Sie erzeugen weder einen Benachrichtigungston noch ein -Icon. Bei ausgeklappter Benachrichtigungsleiste fasst Android alle Silent-Notifications zu einem Eintrag zusammen, sodass sie sich in einem Rutsch löschen lassen.

Die verbesserte Priorisierung der Benachrichtigungen soll vor allem dafür

sorgen, dass Nutzer sich von ihrem Smartphone weniger gestört fühlen. Dass Handys mittlerweile zum Stressfaktor geworden sind, ist kein Geheimnis mehr – schon vergangenes Jahr hatte Google deshalb das Tool Digital Wellbeing eingeführt, mit dem man seine Handy-Nutzung kontrollieren und einschränken kann.

Hier bekommen die Nutzer nun etwas feiner einstellbare Optionen als ein simples „ganz oder gar nicht“. Der sogenannte Focus Mode erlaubt es, einzelne Apps aus vom „Bitte nicht stören“-Modus auszuschließen. So bleibt das Handy lautlos, wichtige Nachrichten einzelner wich-

tiger Apps kommen aber weiterhin durch. Zudem wird Digital Wellbeing um die Family-Link-Funktion erweitert, mit der Eltern die Smartphone-Nutzung ihrer Sprösslinge überwachen und reglementieren können.

Besser teilen

Den Dialog zum Teilen von Fotos, Webseiten und anderen Inhalten hat Google ebenfalls überarbeitet. Der neue Teilen-Dialog zeigt mit kleineren Icons alle Apps an, über die sich der Inhalt weitergeben lässt. Das ist übersichtlicher, geht schneller und verhindert Irrläufer.

Für das schnelle Teilen von Dateien zwischen zwei Android-Telefonen ohne Internet oder Kabel stand bislang die Funktion Android-Beam bereit. Nun wurde Beam eingestellt und durch Fast Share ersetzt. Die Funktionsweise bleibt ähnlich: Statt über NFC und Wi-Fi Direct initiiert Fast Share den Datenaustausch über Bluetooth und Wi-Fi Direct, was etwas mehr Komfort bietet, da sich etwa vertrauenswürdige Tauschpartner festlegen lassen und die Smartphones zum Transferbeginn nicht auf wenige Zentimeter aneinander gehalten werden müssen.

Durch einen langen Druck auf den Ausschaltknopf öffnet sich weiterhin das Power-Menü, das Herunterfahren und Neustarten des Smartphones anbietet. Seit Android 9 platziert Google hier zusätzliche Funktionen wie die Schaltfläche zum Knipsen von Screenshots. Hinzugekommen ist die Anzeige von Notfallinformationen. Die Idee dahinter: Im Falle eines Unglücks erhalten Ersthelfer durch einen langen Druck auf die Power-Taste auch ohne Entsperren des Handys Informationen, wer in Notfällen zu kontaktieren ist.

Sicher und bequem

Unlängst hatte Google angekündigt, dass die Pixel-Smartphones der vierten Generation oberhalb des Bildschirms ein ganzes Sensoren-Array zur Gesichtserkennung haben werden: Neben der Kamera und den obligatorischen Helligkeits- und Distanzsensoren werden sich dort zwei Infrarot-Kameras, ein Radar-Chip sowie ein Projektor, der Infrarot-Punkte auf das Gesicht des Users wirft, befinden.

Damit sollen sich Pixel-4-Smartphones per Gesichtserkennung entsperren lassen – so wie man es schon heute von iPhones kennt. Google verspricht aber mehr: Die Soli-Chip genannte Radarein-



Am oberen Rand der Einstellungen zeigt Android 10 verbundene Geräte an.

heit soll die Gesichtserkennung automatisch triggern, sobald der User zum Handy greift. Sie funktioniert dann bei fast jeder Geräteorientierung und soll sich nicht durch simple Tricks wie das Vorhalten eines Fotos austricksen lassen. Einfach Handy nehmen und zack, entsperrt.

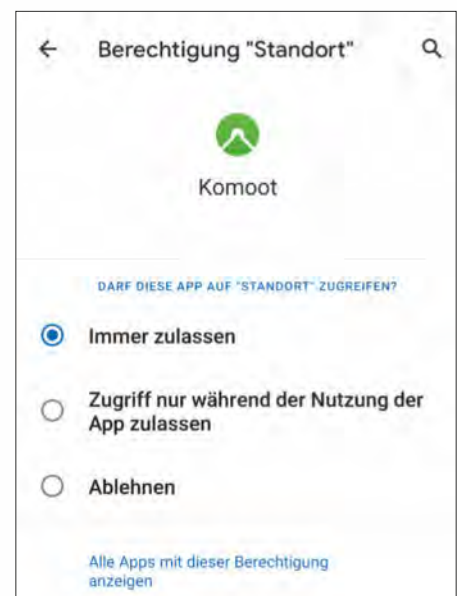
Google scheint von der Sicherheit und Zuverlässigkeit offenbar sehr überzeugt zu sein, denn die Pixel-Phones werden nach derzeitigem Stand ohne Fingerabdruck-Sensor auf den Markt kommen. Google versichert, dass die für die Gesichtserkennung genutzten Fotos ausschließlich auf dem Pixel 4 gespeichert und nicht in der Cloud landen oder mit anderen Google-Diensten geteilt werden.

Bei der Gesichtserkennung bleibt es aber nicht: Der Soli-Chip erfasst auch feinste Fingergesten, die es ermöglichen, das Gerät berührungsfrei zu bedienen – Google nennt das Motion Sense. Das soll beispielsweise erlauben, per Handbewegung während der Musikwiedergabe in der Playlist zu springen oder den Wecker und das Telefonläuten stummzuschalten. In der finalen Version von Android 10 ließ sich mangels geeigneter Smartphones in den Einstellungen und Entwickleroptionen kein Hinweis auf Motion Sense finden. Es bleibt also spannend, ob Google die Softwareschnittstellen später auch für andere Hersteller freigibt oder ob Motion Sense eine exklusive Funktion für Pixel-Smartphones bleiben wird.

Das Teilen von WLAN-Verbindungen und das Nachschlagen von Passwörtern gespeicherter WLANs wird mit Android 10 deutlich bequemer. Wer einem Besucher den Zugang zum heimischen Netzwerk verschaffen will, tippt in den WLAN-Einstellungen einfach auf das gewünschte Netzwerk und anschließend auf Teilen. Nach einer Sicherheitsabfrage der Gerä-

te-PIN oder dem Fingerabdruck zeigt Android einen QR-Code, den der Gast mit der Kamera-App scannt, worauf er mit dem WLAN verbunden wird. Darüber hinaus steht das WLAN-Passwort im Klartext darunter. Die Funktion ist einerseits sehr praktisch, birgt aber auch die Gefahr, dass zugelassene Nutzer des eigenen WLANs die Zugänge von sich aus an Dritte weitergeben. Deshalb sollte man nur zuverlässige Freunde ins eigene WLAN lassen oder ein Gastnetz einrichten.

Unter der Haube haben die Android-Entwickler vor allem an der Android-Run-time (ART) gefeilt, die (wieder mal) die Installation und den Start von Apps beschleunigen sollen. Eine Maßnahme ist clever: Statt bei der Installation einer App den zugehörigen Maschinencode lokal auf dem Handy zu erzeugen, landen kompilierte ART-Fragmente generischer Funktionen aller Apps in der Cloud – und zwar von anderen ARTs oder dem Play Store selbst erzeugt, nicht vom Compiler des Entwicklers. Bei der Installation einer App wird zur App der für den eigenen Prozessor vorkompilierte Code aus der Cloud geladen. So muss nach der Installation nicht mehr jedes Handy für sich den gesamten App-Code in Binärcode umwandeln, was die Installation und den ersten Start beschleunigt. Zudem sollen Apps unter Android 10 dank Optimierungen von ART etwa bei der Garbage Collection generell rund 15 Prozent schneller starten.



Auf Wunsch beschränkt Android 10 den Standortzugriff, wenn eine App nicht im Vordergrund läuft.

In puncto Datenschutz wurde zudem eine kleine Änderung an den App-Berechtigungen vorgenommen: Sobald eine Anwendung den Zugriff auf den Nutzerstandort anfordert, muss man diesen nicht mehr generell erlauben. Android 10 bietet zusätzlich die Option, den Standortzugriff nur dann zu gewähren, wenn die App aktiv im Vordergrund läuft. Das soll verhindern, dass im Hintergrund laufende Apps Bewegungsprotokolle aufzeichnen.

Für jeden, aber nicht für alle

Das Thema Android-Fragmentierung gehört zu den Dauerbrennern. Mit Project Treble hatte Google bereits die Treiberschicht vom übrigen Betriebssystem getrennt, was es Smartphone-Herstellern erleichtern soll, neue Android-Versionen zeitnah auf eigene Geräte zu portieren. Diese Bemühungen tragen so langsam erste Früchte. So haben bei der Beta-Phase von Android Q nicht nur die Google-eigenen Pixel-Phones teilgenommen, sondern insgesamt 15 Smartphone-Modelle – unter anderem Geräte von LG, OnePlus, Oppo, Sony, Nokia, Huawei, Xiaomi und Asus. Diese Telefone dürften mit die ersten sein, die innerhalb kürzester Zeit eine Aktualisierung auf Android 10 erhalten.

Grundsätzlich bleibt aber das Problem bestehen, dass viele Hersteller sich zu lange Zeit lassen, bis sie an die Geräte angepasste Updates herausbringen – offenbar unabhängig davon, wie leicht es Google ihnen technisch macht. Sogar die mitunter kritischen monatlichen Sicherheitsupdates bekommt man praktisch nur auf Pixel- und Android-One-Telefonen ohne wochenlange Verzögerungen.

An dieser Stelle setzt Google bei Android 10 den Hebel an und erweitert Project Treble um das auf der diesjährigen Google I/O vorgestellte Project Mainline. Die Idee dahinter ist nicht ganz neu, wird aber nun offener und konsequenter umgesetzt: Künftig wandern viele weitere Android-Module, die Sicherheit, Kompatibilität, Stabilität und Privatsphäre betreffen, aus dem Betriebssystem heraus in die Google-Play-Dienste. Damit ist Google in der Lage, einzelne Komponenten von Android an den Geräteherstellern vorbei einfach über den Play Store zu aktualisieren.

So will man erreichen, dass, wenn die im Umlauf befindlichen Android-Phones schon nicht mit der neuesten Version laufen, wenigstens ihr Unterbau in puncto Sicherheit stets aktuell ist. Damit dürften allerdings Geräte von Updates abgehängt sein, die ohne Play Store laufen ...

Bis Project Mainline erste Früchte trägt, dürfte aber wie bei Project Treble einige Zeit ins Land gehen: Das eigentliche Problem an der Fragmentierung ist ja schließlich, dass erstmal alle Geräte auf neue Versionen aktualisiert sein müssen, bevor die damit eingeführten Maßnahmen gegen lahme Updates überhaupt zum Tragen kommen.

Zwischenzeitlich hat Google wie üblich auch das große Rätsel gelöst, für welche Süßspeise das Q steht – jedoch nicht wie erwartet: Wäre es nach Dave Burke (VP Engineering Android) gegangen, hätte Android 10 Queen Cake geheißen. Man habe sich mit Android Q jedoch entschieden, auf Versionsnummern umzustellen, weil viele der bisherigen Süßspeisen außerhalb der USA wenig verbreitet oder gar unbekannt waren. Die neue Version heißt somit offiziell Android 10. Doch an den traditionellen Android-Statuen vor dem Google Hauptquartier will man auch ohne Süßspeise festhalten. (spo@ct.de) **ct**

Fremder Urlaub

Alltours: Opfer soll für Identitätsmissbrauch zahlen



Reisen online zu buchen ist unkompliziert. Doch mitunter machen es sich die Anbieter zu einfach und verzichten auf jegliche Form der Legitimierung des Buchenden – mit unerfreulichen Folgen, wie der Fall von Thorsten L. zeigt.

Von Georg Schnurer

Am 10. Juli 2019 fand Thorsten L. einen irritierenden Brief im Postkasten: Die Firma Alltours bedankte sich für die Buchung einer Pauschalreise ab dem 14. September. Die Buchung sei am 18. Juni erfolgt, doch die fällige Anzahlung in Höhe von 270 Euro sei noch zu begleichen, ließ Alltours den überraschten Kunden wissen. Der Buchungscode verwies auf einen Pauschalurlaub auf Mallorca.

Nanu, wunderte sich Thorsten L., was soll das für eine Buchung sein? Zwar hatte seine Frau im nahegelegenen Alltours-Reisebüro eine Schiffsreise mit der Aida nach St. Petersburg gebucht, doch dieser Urlaub war Ende Juli vorgesehen und obendrein bereits vollständig bezahlt. Wie

kam Alltours nun darauf, dass er eine weitere Reise gebucht hätte?

Telefonisch wandte sich an die Alltours-Hotline. Man möge ihm doch bitte erklären, wie diese Buchung zustande gekommen sei. Doch so recht verraten wollte die Dame ihm das nicht. Die Buchung sei online erfolgt, Herr L. möge doch bitte seine E-Mail-Adresse nennen. Thorsten L. gab mit leichten Bauchschmerzen seine Dienst- und Privat-E-Mail-Adresse preis, doch mit den beiden Adressen konnte die Alltours-Mitarbeiterin nichts anfangen. Ob er nicht auch eine E-Mail bei Web.de hätte, fragte sie nach, doch dem war nicht so.

Damit war für Thorsten L. klar, dass es sich um eine Fehlbuchung oder um

einen Identitätsmissbrauch handelt. Alltours möge die Buchung stornieren. So einfach ginge das nicht, belehrte ihn die Hotlinerin. Er müsse den Vorgang schriftlich per E-Mail melden.

Umwege

Also setzte Thorsten L. ein passendes Schreiben auf und übermittelte es per E-Mail an Alltours. Das Unternehmen bestätigte den Eingang der Nachricht und wies den Kunden darauf hin, dass man zunächst die anfallenden Reiserücktrittskosten ermitteln müsse. Diese benötige der Kunde ohnehin für die fällige Anzeige bei der Polizei. Sobald die Kosten feststünden, werde man sich wieder melden.

Einen Tag später erfuhr Thorsten L., dass die Rücktrittsgebühr 337 Euro betrage. Um die Stornierung vornehmen zu können, benötige Alltours nun eine Kopie der Anzeige bei der Polizei, die dann an die Rechtsabteilung übergeben würde.

Musste er tatsächlich zur Polizei, wenn Alltours durch die Buchung eines Unbekannten geschädigt worden war? Thorsten L. erinnerte sich noch gut daran, wie viel Zeit es ihn gekostet hatte, als es unberechtigte Abbuchungen vom Konto seiner Frau gab. Diesen Zirkus wollte er nicht noch einmal mitmachen: Stundenlang hatte er damals auf der örtlichen Polizeistation warten müssen, bis er die Anzeige gegen Unbekannt erstatten konnte. Herausgekommen war seinerzeit nichts, das Verfahren wurde ohne Ergebnis eingestellt. Nun sollte er erneut so viel Aufwand treiben, nur weil sich Alltours bei Online-Buchungen eine stichhaltige Identitätsprüfung erspart?

Thorsten L. holte sich Rat bei einer Anwalts-Hotline, die seine Sicht der Dinge bestätigte: Geschädigter sei in diesem Fall eindeutig Alltours und nicht er. Mit der Meldung des Identitätsmissbrauchs sei der Kunde seinen Pflichten nachgekommen.

Per E-Mail teilte Thorsten L. Alltours also mit, dass er nicht gewillt sei, Anzeige zu erstatten. Das Unternehmen schaltete daraufhin auf stur: Ohne Kopie einer Anzeige könne man den Vorgang nicht stornieren, ließ ihn Stephanie S. von der Alltours-Rechtsabteilung wissen. Alltours könne schließlich nicht nachvollziehen, ob es sich bei der zur Buchung verwendeten E-Mail-Adresse um die von Thorsten L. handle oder nicht. Daher würden nun weitere Zahlungsaufforderungen folgen und gegebenenfalls ein Mahnverfahren eingeleitet.

Nun war Thorsten L. ebenso ratlos wie sauer. Sollte er jetzt doch zur Polizei gehen und Anzeige erstatten, oder lieber abwarten, ob Alltours tatsächlich härtere Geschützte auffährt? Rat suchend wandte er sich an die c't-Redaktion.

Nötigung?

Wir prüften den Fall zunächst anhand der übermittelten Unterlagen. Letztlich kamen wir aber zum gleichen Schluss wie die vom Kunden konsultierte Anwalts-Hotline: Alltours kann Thorsten L. nicht zwingen, Anzeige zu erstatten. Der Geschädigte ist hier eindeutig das Reiseunternehmen. Es ist dem vermeintlichen Kunden nicht zuzumuten, die mangelhafte Identitätsprüfung bei der Online-Buchung bei Alltours zu kompensieren. Wenn Alltours meint, Forderungen gegen Thorsten L. zu haben, muss die Firma diese genau belegen. Doch im Gegenteil: Alltours nannte dem vermeintlichen Kunden weder die bei der Buchung angeblich verwendete E-Mail-Adresse, noch erfuhr Thorsten L. die übrigen bei der Buchung angegebenen Daten.

Wir baten deshalb Dr. Thomas Dauenbüchel, Leiter Unternehmenskommunikation und Pressesprecher bei Alltours, uns zu erklären, wie die angebliche Buchung von Thorsten L. nach Auffassung von Alltours zustande gekommen ist. Zudem interessierte uns, woher Alltours

die Postanschrift des Kunden hat. Wurde die Adresse bereits bei der Buchung angegeben, oder hat das Unternehmen diese durch Datenzusammenführung ermittelt? Schließlich hatte Alltours ja die Daten von Frau L. von der Buchung der Schiffsreise im Juli über das Alltours-Reisebüro. Zu guter Letzt interessierte uns noch, wie sich Alltours im Falle von Thorsten L. weiter verhalten wird. Besteht man tatsächlich darauf, dass der Kunde Anzeige erstattet und ist man gegebenenfalls bereit, die Rücktrittsgebühren gerichtlich einzuklagen?

Leider wollte Alltours unsere Fragen nicht beantworten. Man werde sich zu der Angelegenheit nicht äußern, schrieb der Pressesprecher – so kann man sich als Unternehmern natürlich auch aus der Verantwortung stehlen.

Für Thorsten L. heißt es nun abwarten, ob Alltours weiterhin auf Zahlung der Rücktrittsgebühren besteht. Angesichts der äußerst wackeligen Basis dieser Forderung haben wir da allerdings so unsere Zweifel. Bis zum Redaktionsschluss hat der Kunde jedenfalls nichts mehr von Alltours gehört. Fatal wäre es freilich, wenn es das Unternehmen trotz des Hinweises von Thorsten L. nicht geschafft hätte, die gebuchte Reise zu stornieren. Dann macht ein Betrüger jetzt womöglich Urlaub auf Mallorca – ganz ohne irgendetwas bezahlt zu haben. (gs@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Ihre Reisebuchung						Düsseldorf, 08.07.19
Lieber Reisegast,						
vielen Dank für Ihre Buchung und für das Vertrauen, dass wir Sie in der schönsten Zeit des Jahres betreuen dürfen.						
Vor einiger Zeit haben wir Ihnen Ihre Reisebestätigung und Rechnung zugesandt.						
Sicherlich ist es Ihrer Aufmerksamkeit entgangen, dass die Anzahlung für Ihre Reise bis 10 Tage nach Buchungsdatum bei uns eingegangen sein sollte.						
Wir möchten Sie deshalb bitten, den Betrag unter Angabe der Rechnungsnummer an o.g. Bankverbindung in den nächsten Tagen anzuweisen.						
Sollten Sie bereits überwiesen haben, erachten Sie dieses Schreiben bitte als gegenstandslos.						
Rechnungs-nr.	Kundenname	Leistung	Reisedatum	Rech. Datum	Betrag	
18	L. Thorsten	PMI306DSDP=	14.08.19 A	18.06.19	270,00 €	
		*** Pauschalreise ***				
noch zu zahlen						270,00 €
Zahlungseingänge sind bis zum 08.07.19 berücksichtigt.						
Mit freundlichen Grüßen alltours flugreisen gmbh						

Der Ärger beginnt: Alltours will Anzahlung für eine nie gebuchte Reise kassieren.

Lehrreicher Acker

2000m2.eu

mym2.de

Auf der Erde leben aktuell gut 7,5 Milliarden Menschen. 1,5 Milliarden Hektar der Erdoberfläche werden derzeit als Ackerfläche genutzt. Teilt man diese Fläche durch die Zahl der Menschen, ergibt das 2000 m² pro Person. Weltweit versuchen Bildungsinitiativen diese theoretische Überlegung für Menschen greifbar und nachvollziehbar zu machen. Auf sogenannten Weltäckern kultivieren sie die 45 wichtigsten Ackerfrüchte, darunter Getreide, Gemüse, Hülsen-, Wurzel- und Ölfrüchte, aber auch Fasern, Genussmittel und Viehfutter.

Seit 2013 bestellt die Zukunftsstiftung Landwirtschaft in Berlin einen dieser Weltäcker. Das **2000 m²-Projekt** war 2017 Teil der Internationalen Gartenausstellung und ist inzwischen in den Botanischen Volkspark in Pankow umgezogen. Hier wachsen alle Ackerkulturen in dem Mengenverhältnis, in dem sie auch weltweit angebaut werden. Infotafeln und Exponate erklären, wie viel Ackerfläche für eine Schüssel Müsli oder ein Schnitzel mit Pommes und Salat benötigt wird. Mit dem **Online-Flächenrechner** des Projekts kann man das für sein Lieblingsgericht auch selbst berechnen. Dazu gibt man alle Zutaten in der benötigten Menge ein. Der Rechner ermittelt die für das Gericht nötige Ackerfläche und zeigt auch, wie viel Prozent der täglich für jeden Menschen verfügbaren Fläche von 4,2 m² das sind. (dwi@ct.de)



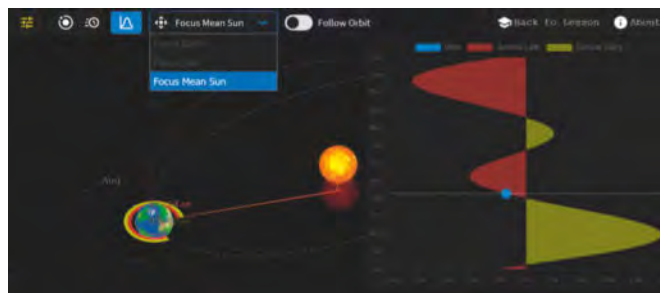
Gesteigertes Problembewusstsein

labs.minutelabs.io/what-is-a-day

youtube.com/watch?v=hDAuld7VuW4

Seit 2014 erklärt die Webseite MinuteLabs.io naturwissenschaftliche Phänomene. In wohldurchdachten, interaktiven Seiten, den sogenannten Labs, kann der Besucher mit kleinen Modellen herumspielen, beispielsweise von Planeten, Pendeln oder Brownschen Partikeln. Das jüngste Lab widmet sich nun der Frage **What is a Day?**

Zu Beginn der ebenso verständlichen wie unterhaltsamen Erklärungen zum Tag-und-Nacht-Rhythmus auf der Erde meint man als Betrachter noch genau zu wissen, worum es geht. Aber je länger man der Beschreibung von Sternentag, Sonnentag und mittlerem Sonnentag folgt, desto mehr weicht diese Gewissheit dem Staunen darüber, aus wie vielen Blickwinkeln man auf das Geschehen schauen kann und wie unterschiedlich sich die Abläufe auf der um die Sonne kreisenden Erde dabei



darstellen. Der großartige didaktische Ansatz der Seite hilft beim Verständnis: Der Betrachter sieht die Animation und hört dazu Erklärungen, kann beides aber jederzeit stoppen, um auf eigene Faust mit dem gezeigten Modell zu experimentieren. Im gleichnamigen **YouTube-Video von Jasper Palfree** beschreibt er, wie er auf die Idee zu „What is a Day?“ kam und wie das Lab entstand. (dwi@ct.de)

Literarische Orte

de.lit-cities.com

youtube.com/watch?v=hDAuld7VuW4

Im **LitCities Literaturatlas** findet man nach Schauplätzen sortierte Buchtipps. Zu knapp 100 Städten von Accra bis Zürich kennt die Webseite passende Empfehlungen – 7 Titel zu London beispielsweise und 22 zu New York. Die Orte klickt man entweder in einer alphabetischen Liste oder in einer schicken schwarz-weißen Weltkarte an und gelangt so zu Buchcovern und Inhaltsangaben der Bücher. Es sind größtenteils keine Neuerscheinungen, sondern moderne Klassiker, die hier von neun Buchliebhabern aus Kunst, Kultur und Politik vorgestellt werden. Die Tippgeber ergänzen die Beschreibungen der Titel um ihre ganz persönliche Sicht auf das Werk. (dwi@ct.de)

Kostenlose Datenschutzerklärung

datenschutz-generator.de

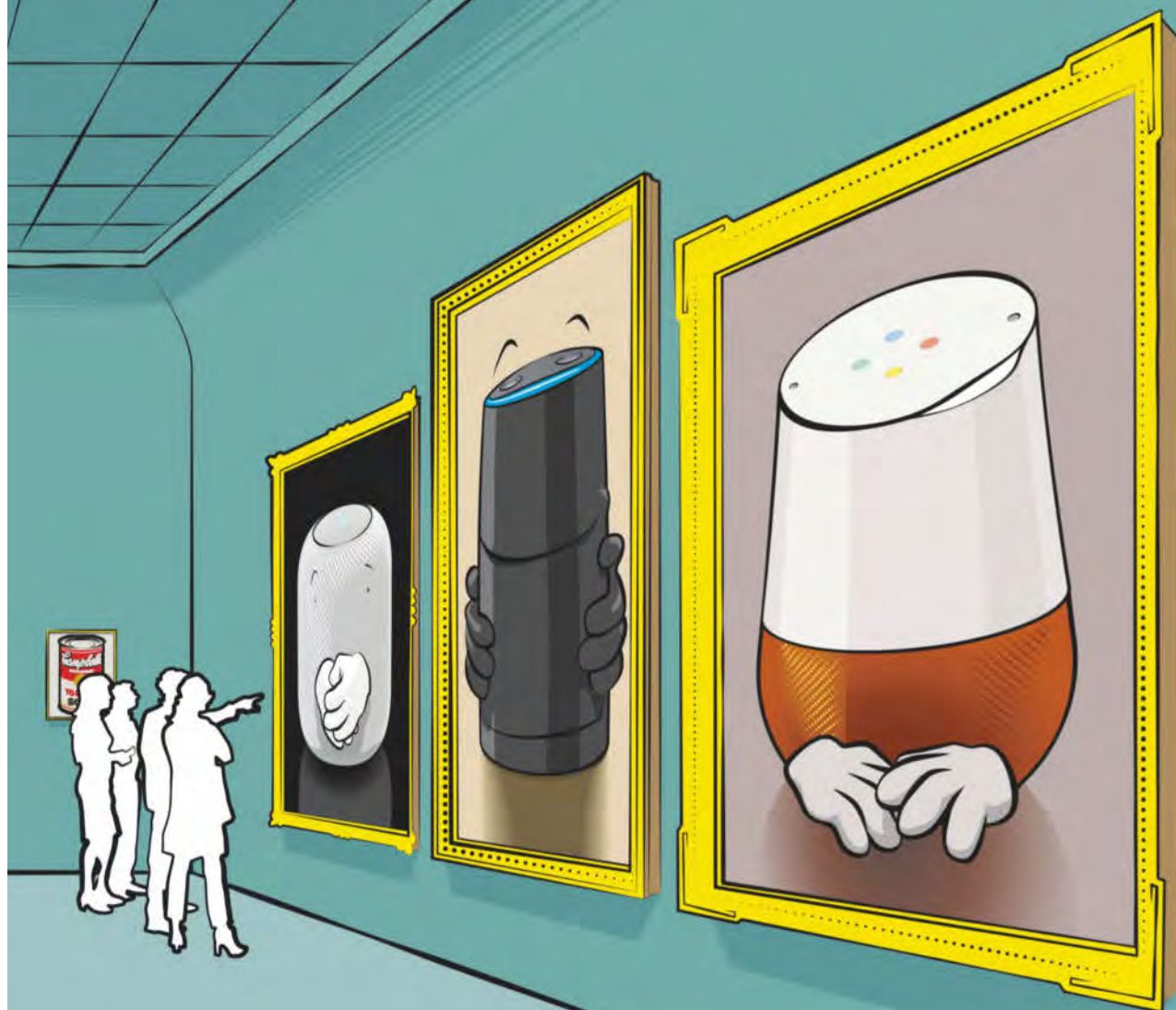
Websites benötigen fast immer ein Impressum und eine korrekte Datenschutzerklärung. Der einfachste Weg dorthin ist einer der Textgeneratoren, die im Web angeboten werden. Gute Erfahrungen haben wir mit dem **Datenschutz-Generator** von Rechtsanwalt Thomas Schwenke gemacht, weshalb wir ihn bereits in Artikeln zur Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) empfohlen haben.

Ende Juli dieses Jahres hat Schwenke sein Tool auf den neuesten juristischen Stand aktualisiert und aufgehübscht. Nach wie vor dürfen es Privatpersonen kostenlos nutzen. Eine Datenschutzerklärung oder ein Impressum für private Zwecke lässt sich darüber in fünf Minuten zusammenstellen. (hob@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yaxf

Sie sind da!

Sprachassistenten durchdringen den Alltag



Was Assistenten leisten	Seite 60
Test: Google Assistant, Alexa & Co.	Seite 66
Der Assistent der Zukunft	Seite 72
Assistenten im Datenschutz-Check	Seite 74

Ob man die Sprachassistenten für unverzichtbare Helferlein hält oder für den absoluten Daten-GAU – fast jeder ist schon mal mit Alexa & Co in Kontakt gekommen. Deshalb ist es wichtig, die Funktionsweise der Assistenten zu verstehen, denn sie sind weder reine Spielerei noch Alleskönner oder Datenspione.

Von Sven Hansen, Nico Jurrán und Stefan Porteck

Der Faszination einer menschelnden Maschine kann sich kaum jemand entziehen. Mit Amazons Echo stand in vielen Haushalten erstmals eine Sprechdose auf dem Tisch, die auf Zuruf Nachrichten, Informationen und Musik liefert, Witze erzählt und Geräte im Haushalt steuert. Auch wenn die erste Begeisterung verfliegen ist, sind die Sprachassistenten Teil des Alltags geworden: Laut einer aktuellen Studie nutzt heute rund ein Drittel aller Deutschen Alexa & Co., vor einem Jahr war es nur ein Fünftel.

Außer dem Sprachassistenten des Versandriesen Amazon sind in deutschen Haushalten der Google Assistant und Apple Siri anzutreffen. Siri nimmt eine Sonderstellung ein: Nicht nur, dass der Assistent – obwohl älter als Alexa – erst sehr spät über den „HomePod“ genannten vernetzten Lautsprecher einen festen Platz in Wohnräumen erhielt. Apple kündigte bislang auch keine weitere Variante des Geräts oder gar ein Integrationsprogramm für Dritthersteller an. Und während Amazon und Google sowohl Entwickler-Kits als auch die nötigen Begleit-Apps unter Android und iOS bereitstellen, lässt sich Siri nur auf dem HomePod und nur von iOS-Nutzern einrichten und konfigurieren.

Abseits der drei großen Assistenzsysteme versuchen sich immer wieder einzelne Gerätehersteller an einer eigenen Sprachsteuerung – beispielsweise Microsoft mit Cortana am PC, Samsung mit Bixby auf Smartphones und LG mit dem „Voice Mate“ auf seinen aktuellen Smart-TVs. Über letzteren lassen sich nicht nur TV-Sender nach Namen ansteuern und die Lautstärke verändern, er durchsucht beispielsweise auch YouTube nach Titeln und das TV-Angebot nach Genres. Auch die Autohersteller versuchen es mit eigen-

nen Assistenten: Bei den Premiummarken Mercedes und BMW kann man sich in ausgewählten Fahrzeugen mit MBux oder dem Personal Digital Assistant unterhalten.

Wie geht das?

Wenn sie in einem smarten Speaker verpackt sind, arbeiten Sprachassistentensysteme nach demselben Muster. Sie horchen über im Lautsprecher integrierte Fernfeldmikrofone permanent auf ein Aktivierungswort (englisch Hotword) wie „Alexa“ oder „Hey Google“. Dabei fließt noch nichts in die Cloud. Erst wenn sie ihr Wort erkennen, zeichnen sie den nachfolgenden Satz auf und schicken ihn verschlüsselt an die Cloud des jeweiligen Anbieters. Manche Assistenten in Geräten wie dem Fire-TV-Medienplayer und dem angesprochenen LG-Fernseher springen nur an, wenn der Nutzer eine bestimmte Taste auf der Fernbedienung mit integriertem Mikrofon drückt.

In der Cloud wird die Sprachaufzeichnung in Text umgewandelt und nach Kommandos durchsucht. Handelt es sich

um eine Frage, suchen die Server die passende Antwort heraus, wandeln sie über ein Text-To-Speech-System in Sprache und schicken diese Audiodaten an den vernetzten Lautsprecher des Nutzers zurück. Geht es dem Anwender hingegen darum, mit seinem Sprachbefehl ein Smart-Home-Gerät zu schalten, übermitteln Amazon, Google & Co. das Kommando an den passenden Cloud-Dienst.

Die Intelligenz der Sprachassistenten steckt somit komplett in der Cloud und nicht im Gerät auf der heimischen Kommode. Das hat für die Anbieter den Vorteil, dass sich die Hardware auf Nutzerseite praktisch auf eine Kombination aus Lautsprecher, Fernfeldmikrofonen und Internetzugang beschränkt. Die lässt sich preisgünstig in vernetzte Lautsprecher integrieren – aber auch in Smart-TVs, Soundbars, Tablets und sogar in smarte Thermostate. Einen Überblick, in welchen Geräten mittlerweile Assistenten direkt zu finden sind, finden Sie auf Seite 64. Das Cloud-Konzept wirft allerdings immer wieder eine Reihe datenschutz- und verbraucher-schutzrechtlicher Fragen auf, die der Artikel ab Seite 74 beleuchtet.

Sprachsynthese

Eine gelungene Sprachausgabe ist bei den Assistenzsystemen mindestens so wichtig wie die Erfassung und korrekte Auswertung der vom Nutzer gesprochenen Befehle. Schließlich soll der Anwender die Antworten auf Anhieb verstehen und nicht erst rätseln müssen, was die Assistentin gesagt hat. Eine Herausforderung stellen dabei fremdsprachige Begriffe und Eigennamen dar.

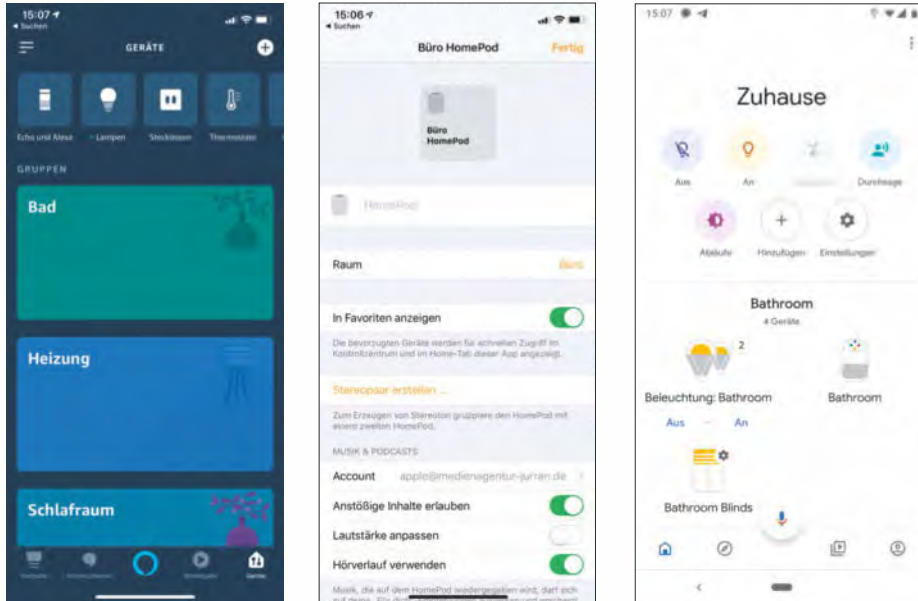
Aber auch die Stimme, die Sprechgeschwindigkeit und die Betonung sind wichtige Faktoren: Auf Dauer ist es anstrengend, einer Sprachassistentin zuzuhören, die sehr schnell oder sehr langsam spricht oder sprichwörtlich ohne Punkt und Komma vor sich hinredet.

Um zum gewünschten Ergebnis zu kommen, nutzen die Entwickler verschiedene Ansätze. Im einfachsten Fall lässt man eine reale Person Sätze komplett oder in größeren Abschnitten einsprechen und spielt diese Audiodateien dem Nutzer später passend vor. Dies bietet sich beispielsweise an, wenn der Nutzer nach einem Witz oder einer Geschichte fragt, wo es oft auf Pausen und die richtige Betonung ankommt.

Alternativ können die Anbieter Texte mit sogenannten SSML-Tags (Speech Syn-



Mit dem Amazon Echo (links) und Google Home begann der Sprachassistenten-Boom.



Die Sprachassistenten von Amazon, Apple und Google werden über Smartphone-Apps eingerichtet. Hierüber laufen gewöhnlich auch alle weiteren Einstellungen.

thesis Markup Language) verstehen, mit denen sich Pausen, Formatierung von Datum und Uhrzeit sowie andere Befehle zur Aussprache hinzufügen lassen. Auch hier muss zu irgendeinem Zeitpunkt ein Mensch eingreifen und die nötigen Metadaten hinterlegen.

In den übrigen Fällen hört der Nutzer eine automatisierte Sprachsynthese, die Texte Wort für Wort abarbeitet – etwa, wenn der Assistent nicht auf einen eigenen Datenbestand zurückgreifen kann und stattdessen einen Wikipedia-Eintrag vorliest. Den Unterschied merkt man sofort, da hier oft eine unrunde Satzmelodie zustande kommt. Auch die buchstabenweise Aussprache von Abkürzungen wie ü.NN für „über Normal Null“ macht das Zuhören anstrengend.

Funktionsumfang

Das Repertoire der Sprachassistenten ist schon heute riesig. Doch es gibt weder „die eine“ Killerapplikation noch „den einen“ Nutzer.

Die Anbieter selbst haben zum Marktstart der Smart-Speaker gerne die integrierten Wissensdatenbanken beworben. Das klang fast schon so, als würden Schulkinder bald Alexa ihre Hausaufgaben machen lassen. Das klappt vielleicht beim Übersetzen einzelner Vokabeln, aber tatsächlich lesen die Sprachassistenten bei Wissensfragen aktuell gerade mal Kurzzusammenfassungen aus Wikipedia und anderen Online-Quellen vor.

Ganz vorne steht für viele Nutzer von Alexa & Co. die Steuerung der Medienwiedergabe – anfangen von Internetradio über Spotify-Musik bis hin zu Videofilmen, die man sich auf vernetzten Lautsprechern mit integriertem Touch-Bildschirm, sogenannten Smart-Speakern, zeigen lassen kann. Praktisch ist dabei, dass Alexa, Google Assistant und Siri auch die Multiroom-Wiedergabe von Musik beherrschen.

Auch im Smart-Home haben die Assistenten ihren festen Platz. Für viele Nutzer dürften sie in Kombination mit smarten Leuchtmitteln – etwa von Philips, Innr und Ikea – sogar den Erstkontakt mit dem Thema herstellen. Doch nicht nur Lampen kann man per Sprache kontrollieren: Mittlerweile lassen sich Komponenten aus nahezu allen Bereichen ansprechen, darunter Schalter und Dimmer, Thermostate und Rolläden. Möglich machen dies bei Amazon und Google „Skills“ und „Actions“ genannte Software-Erweiterungen, über die Hersteller ihre IoT-Geräte an die Systeme andocken können. Apple brät hier wieder eine Extrawurst und unterstützt nur Komponenten, die das Unternehmen vorher für die eigene Smart-Home-Plattform HomeKit zertifiziert hat.

In manchem Haushalt kommen Alexa & Co. in den Smart-Speakern zudem als sprachgesteuerte Timer und Wecker zum Einsatz. Glaubt man Amazon, ist das Kochen nach Schritt-für-Schritt-Anleitung am Smart-Display eine

der beliebtesten Funktionen. Und natürlich kann man die Sprachassistenten mit klassischen Assistenzaufgaben betreuen – etwa dem Führen von Kalendern und Einkaufslisten.

Die Assistenten unterstützen auch die zwischenmenschliche Kommunikation und initiieren auf Zuruf über ihre Smart-Speaker beziehungsweise -Displays kostenfreie (Video)-Gespräche mit Freunden, Kollegen oder Verwandten über das Internet. In großen Wohnungen und Häusern können die smarten Lautsprecher schließlich die Aufgabe des Haustelefons übernehmen. Statt laut ins Treppenhaus zu brüllen, dass das Essen auf dem Tisch steht, gibt man beim Assistenten von Amazon oder Google eine Sprachnachricht als Rundruf an einen oder alle Smart-Speaker im Haushalt auf.

Dass praktisch alle Anbieter zumindest einen Großteil der genannten Felder mit ihren Assistenzsystemen abdecken, bedeutet nicht, dass man blind zu einer Lösung greifen sollte. Für den Assistenten-Test ab Seite 66 haben wir uns angeschaut, an welcher Stelle welcher Assistent seine Stärken und seine Schwächen hat – und wo alle versagen.

Wieso nicht offline?

Mancher Anwender wünscht sich, dass der Assistent gar keine Daten ins Internet schickt, sondern alles komplett auf dem Gerät läuft. Passende Projekte gibt es, auch im kommerziellen Bereich – etwa vom amerikanisch-französischem Startup Snips. Wie eine solche Lösung im privaten Bereich aussehen kann, hatten wir zudem in [1] am Beispiel des Open-Source-Projekts Jasper gezeigt.

Auch Amazon und Google denken in diese Richtung, wie unser Artikel über die Zukunft der Sprachassistentensysteme auf Seite 72 zeigt. Solche Offline-Lösungen fallen allerdings meist in die Kategorie der reinen Sprachsteuerung – schon, weil für aktuelle Informationen wie Nachrichten oder Wettervorhersagen ein Internetzugang nötig ist. Vor allem wäre so ein Ansatz zumindest mit aktuell günstigen Speakern, wie den Echos und Home Minis, nicht zu machen, denn die Offline-Hardware muss deutlich leistungsfähiger sein.

(nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hilko Holweg, Der eigene Butler, Digitaler Assistent mit Offline-Spracherkennung im Eigenbau, c't 2/2016, S. 14

Wo Assistenten zu finden sind ...



Smart-Speaker und Soundbars

Vernetzte Lautsprecher mit integriertem Sprachassistenten gibt es heute in allen möglichen Formen, Farben und Größen von Amazon, Apple und Google. Soundspezialist Sonos bietet als einziger Produkte, auf denen man wahlweise Alexa oder Google Assistant nutzen kann.

Wer vorrangig seinen Fernseher mit gutem Sound ausstatten will, für den eignen sich Soundbars mit integriertem Google Assistant, die es unter anderem von JBL, LG und Teufel gibt. Wer den Platz unter dem Fernseher Alexa geben möchte, greift zur „Command Bar“ von Polk Audio. Bei der Sonos Beam hat man wieder die freie Wahl zwischen beiden Assistenten.

Smartphones und Tablets

Fast alle Assistenten waren vor ihrem Auftritt in Smart-Speakern zunächst auf Smartphones und oft auch auf Tablets verfügbar – und sind es immer noch.

Um die Sprachassistenten auf einem Mobilgerät zu nutzen, muss man diese allerdings meist in die Hand nehmen und entsperren. Apple und Samsung adressieren dieses Problem, in dem die Geräte nun auch ständig aufs Hotword horchen können. Amazon bietet bei seinen Tablets Fire HD 7 und 10 die Funktion „Alexa Hands-free“. Hier lässt sich Alexa bei aktiver WLAN-Verbindung auch im Standby ohne Knopfdruck ansprechen.



Fernseher und Medienplayer

Auf TV sind Assistenten eine wertvolle Hilfe – wenn sie etwa auf Zuruf den Sender wechseln oder Videos bei YouTube, Netflix & Co. heraussuchen. Philips und Sony nutzen Google Assistant, der als Teil von Android-TV nachgeliefert wurde.

LGs Fernseher bieten einen eigenen Assistenten, der auch einfache Fragen beantwortet, etwa nach dem Wetter. Dennoch spendierte ihnen der Hersteller 2018 zusätzlich den Google Assistant und in diesem Jahr noch Alexa. Samsung hält auf seinen TVs mit „Bixby“ dagegen.

Als Nachrüstlösung für alle TV gibt es Amazons Fire-TV mit integrierter Alexa und das Apple TV (4K) mit Siri. Auf Nvidias Shield TV kam der Google Assistant per Android-TV-Update.

Smartwatches

Einen Assistenten kann man heutzutage auch einfach am Handgelenk tragen. So steht Apples Siri bei der Apple Watch dank integriertem Mobilfunkmodem auch ohne Smartphone unterwegs Rede und Antwort.

Google hat seinen Assistant in sein Wear OS integriert, das auf Uhren unter anderem von Huawei, LG und sehr vielen Modellen von Fossil und deren Tochtermarken zu finden ist. Etliche der neuen Uhren verfügen auch über Lautsprecher, weshalb man bei ihnen nicht auf die Sprachausgabe verzichten muss.

Amazon lag hier lange zurück, bekommt Mitte September mit der Fitbit Versa 2 aber ein erstes Domizil am Handgelenk.



Bild Fitbit

Smart-Displays

Smarte Displays sind eine recht neue Produktkategorie.

Es handelt sich um Netzwerklautsprecher, die mit einem Touchscreen ausgestattet sind. Auf ihren Displays zeigen sie Zusatzinformationen zu den Sprachantworten des Assistenten an, geben aber beispielsweise auch Videos wieder, ermöglichen Videotelefonate und manche haben einen Browser.

Amazon hat zwei Modellreihen im Sortiment: „Echo Show“ mit eckigem Display in den Größen 5,5, 7 und 10 Zoll und „Echo Spot“ mit rundem 2,5-Zoll-Display (siehe Bild). Googles Angebot beschränkt sich hierzulande noch auf den „Google Nest Hub“ mit 7 Zoll großem Bildschirm. In englischsprachigen Ländern ist ab September der „Nest Home Hub Max“ mit 10"-Display erhältlich.



Im Auto

Eigentlich ist das Auto der perfekte Einsatzort für Assistenten – schließlich soll man während der Fahrt tunlichst die Finger vom Smartphone lassen und sich aufs Verkehrsgeschehen konzentrieren.

Die Verbreitung der Sprachassistenten ist hier bislang jedoch dürrig: Audi hat Alexa Auto in seinem e-Tron integriert, bei BMW soll sie per Update auf die älteren Infotainmentsysteme mit iDrive 5 / 6 kommen. Beim aktuellen BMW OS 7.0 setzt BMW hingegen auf seinen eigenen Sprachassistenten und folgt damit Mercedes, die mit MBux (siehe Bild) ebenfalls ein eigenes System nutzen.



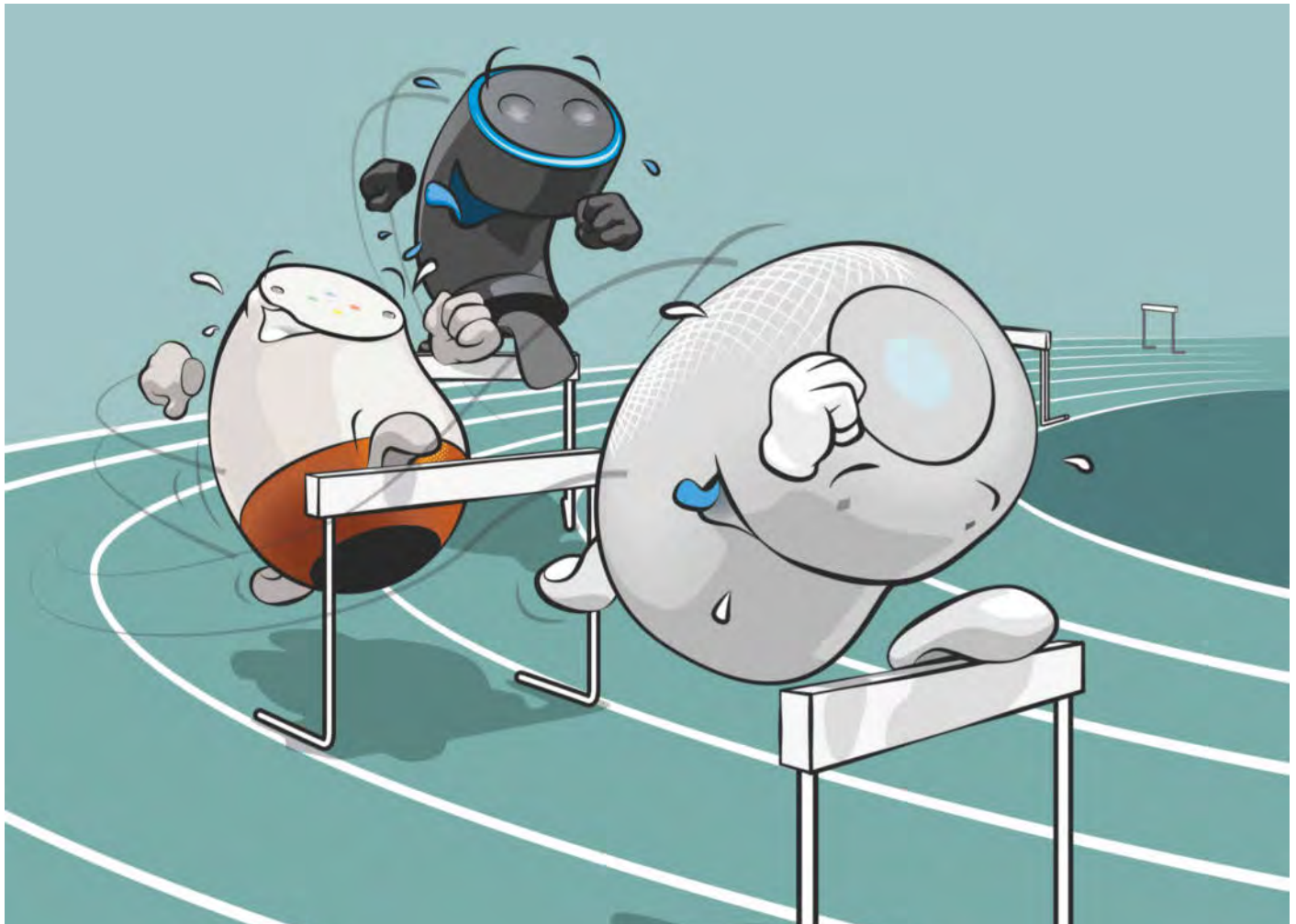


Bild: Rudolf A. Blaha

Zehnkampf der Assistenten

Alexa, Google Assistant, Apple Siri und Bixby im Alltag

Der Funktionsumfang aktueller Sprachassistenten mag sich in vielen Punkten ähneln, doch die Tücke steckt im Detail. Wer die Unterschiede kennt, erspart sich bei der Wahl viel Frust.

Von Sven Hansen und Nico Jurrán

Ein perfekter Assistent weckt einen morgens mit der Lieblingsmusik, verwaltet den Terminkalender, dient als Gedächtnisstütze, hilft bei der Kontaktpflege zu Freunden und Familie, warnt vor dem nahenden Unwetter und lotst einen staufrei durch den urbanen Dschungel zur Arbeit. Am Abend sorgt er

für Unterhaltung, lässt die smarten Haushaltshelfer auf Zuruf die Wohnung aufpolieren und bestellt das Abendessen – fehlt nur noch das Kaltgetränk.

Doch sind die Helfer aus der Cloud schon so gut? Wir haben es auf einen Versuch ankommen lassen, um zu sehen, was die Assistenten im Alltag leisten. Alexa, Google Assistant und Siri testeten wir in der verbreitetsten Darreichungsform als Smart Speaker: Echo, Google Home und HomePod traten gegeneinander an.

Samsung hat mit dem Galaxy Home für Bixby zwar seit Längerem einen smarten Speaker angekündigt, zum Testzeitpunkt war aber noch keine Bixby-Büchse verfügbar. Vielmehr ist Bixby nur auf Smartphones und in TVs des Herstellers zu finden. Wir probierten Bixby auf einem Galaxy S10 5G aus und führen ihn

zu Vergleichszwecken in der Tabelle auf Seite 70 auf. Für einen Wertungskasten ist es bei diesem Assistenten aber noch zu früh.

Außen vor ließen wir Cortana, die Assistentin von Microsoft. Sie schaffte es nur in den USA auf einen Smart-Speaker von Hamann, der dort aber schon wieder verramscht wird und es nicht mehr nach Europa schaffen wird.

Wie im vorherigen Artikel auf Seite 60 beschrieben, steckt die eigentliche Intelligenz der Assistenten in den Cloud-Servern der Anbieter – weshalb diese jederzeit ohne Hardware-Update neue Features einführen und alte verbessern oder auch komplett deaktivieren können. Insofern können die von uns gesammelten Ergebnisse nur eine Momentaufnahme sein.

Zudem lässt sich der Funktionsumfang vieler Assistenten mittels Skills (Amazon), Actions (Google) oder Capsules (Samsung) nahezu beliebig erweitern. Da die Funktionen von Drittanbietern stammen, sich in ihre Qualität mitunter deutlich unterscheiden und das Angebot stets im Wandel ist, haben wir uns bei unseren Tests auf die Kernfunktionen beschränkt, die die Assistenten selbst mitbringen.

Stimmprobe

Manch einer meint, Alexa wäre nur wegen ihrer angenehmen Stimme so beliebt. Und tatsächlich umgibt man sich im Alltag gerne mit einer wohlklingenden Assistentin. Ob man will oder nicht, im Innern entsteht bei der Nutzung das Bild eines menschlichen Gegenübers, das einem sympathisch oder unsympathisch ist.

Googles deutsche Stimme kommt eher wie ein nasales, leicht oberlehrerhaftes Fräulein Rottenmeier rüber – auch wenn Aussprache und Betonung inzwischen sehr menschlich wirken. Siri klingt deutlich entspannter, versagt aber oft kläglich, wenn es um die korrekte Aussprache geht. Spätestens bei deutsch-englischem Sprachmix haut sie gelegentlich Stillblüten wie den Song „Perfecket von Etzkehrans“ raus. Alexa kann Sprache deutlich besser und wohlklingender artikulieren. Samsungs Bixby spricht in vielen Fällen sogar noch natürlicher.

Apples Siri und Bixby lassen sich auf eine männliche Stimme umstellen. Voreingestellt sind aber jeweils die Frauenstimmen. Bis auf Bixby versuchen alle Assistenten zusätzlich zu menscheln, indem sie ihre Antworten mit kleinen Floskeln anreichern. Das klappt nicht immer: Wenn die Kommunikation ins Leere läuft, wünscht man sich als Nutzer eigentlich nur noch ein abruptes Ende der Assistenten-Talks.

Tägliches Leben

Alltägliche Aufgaben wie das Anlegen von Terminen erledigen die Systeme souverän. Natürlich kommt es auch hier auch mal zu Missverständnissen – wenn beispielsweise Sprachbrocken im Betreff eines Kalendereintrags landen. Das Vorlesen der Termine des Tages oder der kommenden Woche klappt hingegen gut. Im Vergleich zum Blick in den Kalender im Smartphone oder PC mangelt es bei einer runtergerasselten Aufzählung jedoch am Überblick. Um einen wichtigen Termin nicht zu verpassen, reichen die Assistenten aber locker aus.

Neben der Wettervorhersage und dem Ein- und Ausschalten smarter Lampen gehört das Setzen von Timern für viele zu den Hauptaufgaben. Auch das klappt problemlos, indem man entweder eine gewünschte Uhrzeit nennt oder die verbleibenden Stunden/Minuten angibt. Wenn nötig lassen sich auch mehrere Timer parallel anlegen und einzelne davon löschen oder editieren – was besonders beim Kochen recht praktisch ist.

Apropos Kochen: Googles Smart Display Nest Home Hub und Amazons Echo Spot und Echo Show machen sich dabei recht nützlich. Fragt man sie nach der Zubereitung bestimmter Gerichte, zeigen die Geräte eine Liste der benötigten Zutaten und liefern eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Zubereitung.

Wissen

Weil die Assistenten zu Beginn noch gar nicht so viel steuern konnten, stellten Amazon und Google andere Fähigkeiten in den Vordergrund und bewarben sie als eine Art digitales Orakel, das auf alle Fragen die passende Antwort hat.

Mittlerweile ist klar, dass Alexa und Google Assistant vor allem Wikipedia-Einträge in Kurzfassung vorlesen – und dann auch nicht immer die richtigen, wie unsere Testergebnisse in den Wertungskästen zeigen.

Apple hat bei Siri bereits den gleichen Weg eingeschlagen. Samsung ist bei Bixby aktuell noch auf der Stufe davor: Im Zweifel blendet das System einfach das Internet-Suchergebnis auf dem Display ein. Das reicht aber spätestens dann nicht mehr, wenn Samsung seinen Assistenten auf einem Smart-Speaker laufen lassen will.

Unterhaltung

Radio ist auch im Streaming-Zeitalter die bequemste Variante der musikalischen Unterhaltung. Dazu passt, dass alle Assistenten Internetradio auf Zuruf abspielen. Apple nutzt hierfür den Sammeldienst Radio.de, alle anderen kooperieren mit TuneIn-Radio.

Apple und Google erlauben die Wiedergabe eigener Musik, die man in die Cloud (iCloud / Google Drive) geladen hat. Amazon hat sein entsprechendes Angebot wieder eingestellt, hier kann man nur gekaufte Stücke oder Abo-Musik abspielen.

Will man den Katalog eines Streaming-Dienstes am Smart-Speaker anzapfen, ist Spotify der gemeinsame Nenner,

ab dem kommenden iOS 13 auch bei Apple. Zusätzlich können Alexa, Google Assistant und Siri auf die jeweils haus eigenen Dienste zugreifen.

Hier macht sich aber auch der unerbittliche Konkurrenzkampf von Amazon und Google deutlich bemerkbar. So geben Amazon-Lautsprecher keine Musik von Google Music und umgekehrt keine Google-Home-Geräte Prime Music wieder.

Angesichts stetig anschwellender Musikataloge wäre eine orientierende Kraft bitter nötig. Doch statt über Genres, Epochen, Komponisten oder Instrumentengattungen hinweg den Nutzer von Highlight zu Highlight zu führen, passiert – gar nichts. Stattdessen muss man wie in Urzeiten Album, Interpret oder Titel benennen oder sich mit wenigen kuratierten Abspiellisten begnügen. Spotifys per Algorithmus erstellte individuelle Playlists sind da noch das Höchste der Gefühle.

Video

Googles Nest Hub und die Echo-Show-Reihe von Amazon eignen sich mit ihren Displays auch für die Videowiedergabe. Amazon-Prime-Kunden können direkt auf die Filmbibliothek des Videodienstes zugreifen. Bei Google erreicht man Maxdome und kann über den Streaming-Dienst Zattoo Live-TV schauen oder Mediatheken-Inhalte der Öffis abrufen.

Ob der kleinen Größe von maximal 10 Zoll und den oft etwas dünn klingenden Lautsprechern sind die Smart-Displays keine echte Alternative zum TV oder Notebook als Video-Wiedergabegerät. Für kurze Videoschnipsel, YouTube-Clips oder die Nachrichten reicht es aber völlig aus.

Die Inhalte lassen sich einfach per Sprachbefehl öffnen. Bei mehreren möglichen Treffern blenden die Assistenten eine Liste ein, aus der sich das gewünschte Video per Sprachbefehl starten lässt.

Im Smart-Home-Bereich kann Alexa dank der Erweiterbarkeit über Skills einen großen Vorsprung herausarbeiten; praktisch kein Geräteanbieter kommt an ihr vorbei. Fest eingebaut ist die Unterstützung für Philips Hue. Alexa erkennt das Philips-Gateway im lokalen Netz und steuert die per ZigBee verbundenen Lichter ohne Installation eines zusätzlichen Skills direkt.

Kommunikativ

Besonders leicht klappt bei Alexa die Kommunikation zwischen Echo-Geräten, da der verknüpfte Amazon-Account auto-

matisch die Nutzer-ID ist. Hat man seinen Echo in der Alexa-App freigegeben, lassen sich Kontakte, die ebenfalls ein Echo-Lautsprecher besitzen, sofort anrufen. Für Ruhezeiten kann man – auch per Sprachbefehl – einen „Bitte nicht stören“-Modus aktivieren.

Unter der Bezeichnung „Drop-in“ halten Amazons Smart-Displays dabei eine besondere Kommunikationsvariante bereit, die quasi eine Standleitung zwischen zwei Orten herstellt. Schon wenn der Bewegungssensor vor dem Gerät etwas registriert, wird auf dem Echo Show der Gegenseite per Texteinblendung („Opa ist aktiv“) eine Aktivität signalisiert. Ein Videochat lässt sich starten, ohne dass die Gegenstelle diese explizit annehmen muss. Das Mikro öffnet sich dabei sofort, die Kamera wird erst nach dreißig Sekunden aktiviert. Die Funktion ist standardmäßig deaktiviert und muss explizit für jeden Kontakte einzeln freigegeben werden. Die Kommunikation via „Drop-in“ ist maximal invasiv, aber unheimlich bequem und auch für Menschen ohne technisches Know-how problemlos möglich. Die Echos lassen sich über die Alexa-App auch mit einem Skype-Konto verknüpfen. Die Videoqualität beim Chat war bei niedrigen Durchsatzraten besser als bei der Nutzung des Amazon-Dienstes.

Das Google-Smart-Display Nest Home Hub erlaubt über den Dienst Duo ebenfalls Gespräche untereinander – mangels Kamera allerdings ohne Video. Das Einrichten ist deutlich komplizierter als bei Amazon: Man muss einmalig in der Google-Home-App auf dem Smartphone den Google-eigenen Sprach- und Video-Messenger Google Duo verknüpfen. Statt des Google-Accounts nutzt Google für die Anmeldung die Telefonnummer des Smartphones. Danach klappen Sprachanrufe auf den Smart-Displays problemlos. Es bleibt jedoch Googles Geheimnis, weshalb man für die Nutzung von Duo zwingend ein Smart-Display benötigt. Für reine Audio-Gespräche würden die Lautsprecher Google Home und Home Mini völlig ausreichen.

Fazit

Alexa ist nach einem furiosen Start zwar älter, aber keinen Deut weiser geworden. Nach wie vor scheint sie sich zwar auf die Erkennung von Sprache, aber nicht auf die Erkennung des dahinter verborgenen Sinngelhalts zu verstehen. Dadurch agiert sie oft wie ein dementer Butler, den man ab und zu anranzt, dem man aber am Ende kaum böse sein kann.

Geht es ums Sinnverstehen, das für die Steuerung mit natürlicher Sprache essentiell ist, hat Google die Nase vorn. Das System extrahiert oft auch aus locker hingeworfenen Sprachbrocken den Wunsch des Anwenders und setzt ihn zielgerichtet um, wäre da nur nicht die garstige Stimme.

Siri scheint im HomePod im Dornröschenschlaf zu schlummern – unverständlich, warum Apple das Thema Sprachassistenten nicht offensiver angeht. Schließlich hat man mit dem „Knowledge Navigator“-Video schon vor über 30 Jahren den richtigen Riecher in Sachen Zukunft bewiesen. Aber vielleicht wird der intelligente Holo-Assistent ja das „Next Big Thing“, auf das alle gewartet haben.

Oder Samsung überholt alle mit Bixby – angeblich steckt der Konzern ja Milliarden in die Entwicklung. Die Stimme und die Sprachsynthese sind jedenfalls schon mal überaus gelungen. Der Transfer vom Smartphone auf den Smart-Speaker ist aber erfahrungsgemäß eine Mammutaufgabe. (sha@ct.de) **ct**



Amazon Alexa

Amazon darf sich auf die Fahnen schreiben, das Thema Sprachassistenten zum Massenphänomen gemacht zu haben. Zum großen Erfolg hat nicht zuletzt die natürlich und sympathisch klingende Stimme der Assistentin und die vergleichsweise hohe Qualität der Text-To-Speech-Engine beigetragen: Auch bei schwierigen Sätzen und fremdsprachlichen Begriffen kommt Alexa selten ins Schlingern. Darüber hinaus gibt sich Amazon Mühe, zu praktisch jedem anstehenden Feiertag und sonstigem Ereignis passende Inhalte zu hinterlegen.

Kein anderer Assistent ist auf so vielen unterschiedlichen Geräten zu finden – ein Ausdruck von Amazons rigoroser Expansionspolitik. Zu den hauseigenen Geräten der Echo- und Fire-Serie kommen unzählige „Alexa Built-in“-Geräte von Drittherstellern. Auch im Smart Home hat sich Alexa die Spitzenposition gesichert: Praktisch jeder große System- oder Komponentenanbieter bindet Alexa ein.

Umso ärgerlicher ist, dass die an sich nützlichen Routinen (vom Anwender programmierbare Befehlsketten) und der „Kurzmodus“, in dem Alexa weniger spricht und die Steuerung von Smart-Home-Geräten oft nur mit Tönen bestätigt, nicht für Skills verfügbar sind.

Andererseits müsste man bei Alexa wesentlich weniger auf Routinen zurückgreifen, wenn das Assistenzsystem die Sprachkommandos des Nutzers besser interpretieren könnte. Stattdessen arbeitet sich Alexa teilweise Wort für Wort an den Befehlen ab – und versteht etwa, dass man ein Gerät „einschalten“ will, nicht aber, wenn man es „ansetzen“ möchte. Auf „Schalte alle Lichter aus“ erwidert Alexa nur, dass sie das Gerät „alle“ nicht finden kann. Alexa ist nicht besonders helle.

Die fehlende Intelligenz macht sich auch bei Wissensfragen bemerkbar: An sich greift Alexa auf einen großen Datenfundus zurück, behauptet aber beispielsweise steif und fest, das Taj Mahal sei gerade einmal 77 Jahre alt. Erst die Einblendung auf einem Smart-Display verrät, dass Alexa vom Musiker gleichen Namens spricht. Solche Schnitzer überspielt Alexa mit dem großen Fundus an Witzen, Gedichten, Spielen und flotten Sprüchen.

- 👉 angenehme Stimme
- 👉 große Auswahl Geräte und Dienste
- 👎 eingeschränktes Sinnverstehen



Apple Siri

So angenehm Siris leicht synthetischer Singsang klingt, so mittelmäßig ist Apples Text-to-Speech-Engine: Die stößt etwa bei Wikipedia-Einträgen schnell an ihre Grenzen. Dann zieht Siri Wörter unnötig in die Länge und macht aus der „Tigerente“ eine „Tige-Rente“.

Die im Test vor einem Jahr (c't 18/2018, S. 60) angesprochenen Wissenslücken schließt Apple langsam: So zählt das System für Südafrika unter Verweis auf Wikipedia neben Pretoria nun auch Kapstadt und Bloemfontein auf und kennt die Hauptstadt des US-Bundesstaates New York (Albany). Auf die Frage nach der Hauptstadt von Bolivien benennt sie aber weiterhin statt Sucre immer noch den Regierungssitz La Paz. Bei nerdigen Fragen, etwa nach Captain Picard oder wie viele Kalorien ein Hamburger hat, bleibt sie ratlos.

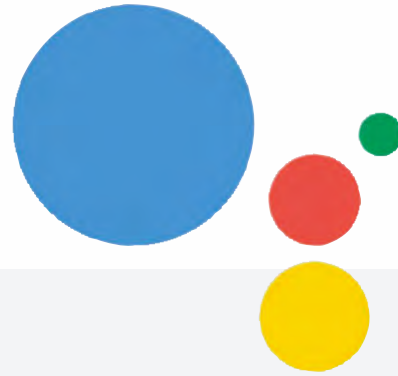
Hinzu kommen Bugs, aufgrund derer Siri bei der Restaurantsuche schon mal den ersten Treffer unterschlägt oder Lokale in fremden Städten aufzählt. Insgesamt schlägt sie sich bei standortbezogenen Informationen aber recht wacker und liegt bei Fragen zu Aktienkursen und anderen Finanzthemen deutlich vor der Konkurrenz.

Hinsichtlich der Anbindung von Diensten und Geräten von Drittanbietern sieht es bei Siri mager aus: Was Apple nicht direkt vorgesehen und freigegeben hat, wird auch nicht unterstützt. Das per Sprache steuerbare Smart-Home-Universum beschränkt sich bei Apple auf die hauseigene Plattform HomeKit mit vergleichsweise wenigen Geräten. Ist man indes ein fleißiger HomeKit-User, freut man sich, wie reibungslos sich das System ins bestehende Smart Home einlingt und die Steuerung per Sprache erlaubt.

Mit iOS 13 will Apple auf die Kritik reagieren, dass der HomePod Spotify als größten Musikstreamingdienst nicht unterstützt. Bislang kann man nur Lieder aus der eigenen Musikbibliothek und aus dem Bezahlendienst Apple Music wiedergeben. Auch das Internetradio-Angebot soll ausgebaut werden.

Mangels Smart-Display beschränkt sich die sprachgesteuerte Wiedergabe von Videos auf die Nutzung des Apple TV am Fernseher. Die klappt aber durchaus ordentlich: So kann man beispielsweise nicht nur nach Filmtiteln suchen, sondern etwa auch nach Schauspielern und Regisseuren, Genres oder Eigenschaften bei Bild und Ton.

- ↑ hohe Verzahnung mit Apple-Diensten
- ↓ kaum Auswahl an Geräten
- ↓ teils holprige Aussprache



Google Assistant

Dass sich der Google Assistant mittlerweile auch mit „Hey, Google“ aktivieren lässt, kann man als Eingeständnis sehen: Aufgrund der zwei aufeinanderfolgenden Konsonanten verknotet man sich bei der Aussprache des ursprünglich nur verfügbaren „Ok, Google“ leicht die Zunge.

Vielleicht hätte Google seinem Assistenten mit weiblicher Stimme aber gleich einen Vornamen verpassen sollen. Die Kommunikation mit Alexa und Siri fühlt sich durch deren Anrede einfach natürlicher und persönlicher an als bei der Konzernansprache mit „Hey, Google“.

Bei Wissensfragen schneidet der Assistant mit Abstand am besten ab. Kein Wunder: Google pflegt schon seit Jahren so viele Informationen wie möglich in seinen „Knowledge Graph“ ein, auf den der Google Assistant zurückgreift. Kann er eine Frage damit nicht direkt beantworten, versteht er sie zumindest meist soweit, dass er relevante Textpassagen bei Wikipedia oder anderen Webseiten findet und vorliest.

Bei Alltagsaufgaben kommt dem Assistant die enge Verzahnung mit anderen Google-Diensten wie etwa Maps und dem Google-Kalender zugute. Hat man für eine Buchung seine Gmail-Adresse benutzt, weist der Assistant unter anderem selbstständig auf Abfahrts- und Abflugzeiten hin, informiert über Verspätungen und erinnert an allgemeine Termine.

Anfangs ließ sich über Googles Sprachassistenten kaum mehr als das Licht schalten, heute steuert er Geräte jedes größeren Smart-Home-Herstellers – und das oft besser als Alexa über deren sprachlich mitunter unflexiblen Skills.

Vorne liegt der Google Assistant mit der Fähigkeit, als bislang einziger kombinierte Befehle im Sinne von „Hey Google, mach das Licht an und schalte die Kaffeemaschine ein“ zu verstehen. Schließlich lässt sich nicht jeder Ablauf in eine starre Routine pressen.

Teilen sich mehrere Mitglieder des Haushalts einen Smart Speaker, kann schließlich nur über die Stimme nahtlos zwischen mehreren Nutzerprofilen hin- und hergewechselt werden. Dann stehen jedem Anwender die eigene Playlist, Kontaktdaten und Kalendereinträge zur Verfügung.

- ↑ gutes Sinnverstehen
- ↑ Mehrnutzerverwaltung
- ↓ unangenehme Stimme

Digitale Sprachassistenten

Modell	Amazon Alexa	Apple Siri	Google Assistant	Samsung Bixby
getestet auf	Echo	HomePod	Google Home	Samsung S10
Eingabe				
Aktivierungswort (Alternativen)	Alexa (Echo, Computer)	Hey Siri	Hey Google (OK, Google)	Hey Bixby
optische Bestätigung / abschaltbar	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / –
akustische Bestätigung / abschaltbar	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	– / –
Anzahl Stimmen / Geschlechter	1 / weiblich	2 / weiblich + männlich	1 / weiblich	2 / weiblich + männlich
Rückbezug auf letzte Frage möglich	✓	✓	✓	–
Eingabe über mehrere Sätze	✓ (optional)	–	✓	–
Eingabe kombinierter Befehle	–	–	✓	–
alternative Eingabemöglichkeiten	Touch (Echo Show / Spot)	–	Touch (Smartphone, Home Hub)	Taste (Smartphone)
verkettete Befehle (Routinen)	✓	✓	✓	✓
Offline-Nutzung möglich	–	–	–	–
mehrere Eingabegeräte gleichzeitig nutzbar	✓	✓	–	–
Nutzer				
mehrere Nutzer auf einem Gerät	– (nur mit Profil-Wechsel)	✓	✓	–
Sprechererkennung	✓	–	✓	–
Kinder-Account	– (nur in den USA)	–	–	–
Kommunikation				
Freisprechfunktion (Bluetooth HFP)	–	✓ (nur ausgehende Anrufe)	–	entfällt
Festnetztelefonie	– (nur mit Connect)	–	–	entfällt
Gespräche / Bildgespr. untereinander	✓ / ✓ (je zwischen Echos)	✓ (FaceTime) / entfällt	✓ / ✓ (je via Google Duo)	entfällt / entfällt
Mitteilungen	✓	✓	✓	✓
Rundruf an mehrere Endgeräte	✓	–	✓	–
Tägliches Leben				
Nachrichten / individualisierbar	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– (Web) / –
Zeit / Weltzeit (andere Orte)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Wecker einmalig / wiederkehrend	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (aber falsche Zeit)
Timer / mehrere Timer möglich	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Wettervorhersage / Regenprognose	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Kalendereinträge erstellen / abrufen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Wissensdatenbank	✓	✓	✓	✓
Medienwiedergabe (direkt)				
Internetradio	✓ (über Tunes)	✓ (über Tunes)	✓ (über Tunes)	✓ (über Radio.de)
Online-Musikdienste	✓ (Amazon Musik, Apple Music, Spotify)	✓ (Apple Music, eigene iTunes-Musikbibliothek)	✓ (Youtube Music, Spotify, Google Music, Deezer)	✓ (Spotify)
Podcasts	✓	✓	✓	✓ (Spotify)
Multiroom-Funktion	✓	✓	✓	entfällt
Kopplung / Basissteuerung BT-Zuspieler	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	entfällt / entfällt
Streaming-Protokolle	Spotify Connect	AirPlay 2	Google Cast, Spotify Connect	entfällt
Smart-Home-Steuerung				
Strom (Funkstecker)	✓	✓	✓	✓
Licht	✓	✓	✓	✓
Heizung / Klimaanlage	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Fensterkontakte / Rollläden	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
IFTTT-Trigger	✓	–	✓	–
Erweiterbarkeit	✓ (über „Skills“)	–	✓ (über „Actions“)	✓ (über „Kapseln“)
kostenpflichtige Erweiterungen	✓ („Premium-Skills“)	entfällt	–	–
Bewertung				
Stimme	⊕	○	⊖	nicht bewertet
Sprachausgabe	⊕	⊖	⊕	nicht bewertet
Sinnverstehen	○	⊖	⊕⊕	nicht bewertet
Geräteauswahl	⊕⊕	⊖⊖	⊕	nicht bewertet
Erweiterungen (Skills)	⊕⊕	○	⊕	nicht bewertet
Funktionsumfang	○	⊖	⊕	nicht bewertet
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe				

Gekommen, um zu bleiben

Was wir von Alexa & Co in Zukunft erwarten dürfen

Amazon, Google und Apple wollen mit ihren Assistenten nach dem Wohnzimmer als Nächstes das Auto erobern – während sich die Nutzer vor allem Spracherkennung ohne Cloud wünschen. Was in beiden Bereichen bereits möglich ist, ist vor allem in den USA zu sehen – genauso wie die nächste Gerätegeneration.

Von Nico Juran und Stefan Porteck

Wer sich für die Zukunft von Alexa und Google Assistant interessiert, muss einen Blick über den großen Teich werfen. Denn in den USA sind schon einige smarte Geräte mit integriertem Sprachassistenten auf dem Markt oder zumindest konkret angekündigt, die es noch nicht nach Deutschland geschafft haben.

Googles Smart-Display Nest Hub Max etwa: Das hat anders als der hierzulande erhältliche Nest Hub zusätzlich zum Bildschirm eine Kamera, sodass sich darüber Videogespräche führen lassen. Und der Max bietet eine weitere Besonderheit: Gestensteuerung. Will man etwa eine laufende Musikwiedergabe pausieren, muss man nur die Hand heben.

Bei manchem hiesigen Alexa-Fan steht wiederum der Fire TV Cube auf der Wunschliste. Der Würfel übernimmt an den Fernseher angeschlossen die Aufgaben eines Fire-TV-Sticks. Mit seinem eigenen Lautsprecher lässt er sich aber auch wie ein Echo nutzen.

Offline im Heim

Viele wünschen sich einen (beschränkten) Offline-Betrieb für ihren Sprachassistenten. Dann würde dieser auf dem Smart-Speaker bei einer Internetstörung künftig nicht komplett verblöden, zudem würden keine Sprachaufzeichnungen mehr das Heim verlassen.

Zumindest Google hat eine kleine Offline-Erkennung schon einmal per Update nachgeliefert: beim Befehl „Stopp“, um Wecker und Timer auf Google-Home-Lautsprechern auf Zuruf zu beenden.

Auf seiner Entwicklerkonferenz 2019 stellte Google außerdem ein neues API vor, das die Ansprache ausgewählter Smart-Home-Geräte ohne Cloud ermöglicht. Smarte Speaker bräuchten dazu nur ein vergleichsweise kleines Update, damit der Assistent die Namen gängiger Räume und Geräte wie Küche, Flur, Lampe, Thermostat und Basisbefehle wie „an“ und „aus“ offline versteht. Vollständig aus der Cloud und auf die heimischen Geräte dürfte die Spracherkennung bei den aktuellen Smart-Speakern jedoch in naher Zukunft nicht wandern. Dafür sind die Anforderungen an die Rechenleistung und den Gerätespeicher zu groß – es geht ja nicht nur darum, die einzelnen Worte zu erkennen, sondern sie in einen Zusammenhang zu stellen.

Doch selbst das wäre nur die halbe Miete für den Offline-Betrieb: Zusätzlich

müssen die Assistenten in den Smart-Speakern direkt mit den Smart-Home-Geräten kommunizieren – derzeit spricht meist die Google-Cloud die Cloud des Geräteherstellers an, die dann wiederum das Gerät benachrichtigt. Für einen lokalen Zugriff benötigen die IoT-Geräte eine standardisierte Schnittstelle im LAN, wofür Google vor allem HTTP-Requests vorsieht. Die Hersteller der IoT-Geräte müssen mitziehen, sie brauchen in ihrer Schnittstelle zum Google-Assistent aber lediglich ein paar Zeilen Code zu ändern, um den lokalen Zugriff übers heimische Netzwerk zu aktivieren. Außen vor bleiben damit aber etliche Geräte, die auf Funkstandards wie Bluetooth oder Zigbee setzen, zumindest solange deren Bridge nicht eine lokale Schnittstelle bekommt.

Anders bei Amazon: Der Echo Plus und der Show der 2. Generation haben einen integrierten Zigbee-Hub, der die IoT-Geräte direkt anspricht. Denkbar ist, dass Google seine kommende Assistenten-Generation ebenfalls entsprechend aufrüstet.

Überarbeitet

Die Entwickler von Alexa & Co. entwerfen nicht nur neue Geräte und Betätigungsfelder, sondern stattdessen die bestehenden Systeme mit neuen Funktionen und Diensten aus.

Bereits seit Mai bietet Amazon amerikanischen Alexa-Nutzern einen neuen Eingabemodus. In diesem reagiert die Assistentin darauf, ob der Nutzer flüstert – und antwortet ihrerseits leiser. Das ist beispielsweise dazu gedacht, um ein nebenan schlafendes Kind durch die Spracheingabe beziehungsweise die Antwort von Alexa nicht zu wecken.

Für großes Aufsehen sorgte zudem ein Patent seitens Amazon, das beschreibt, wie Alexa auf Befehlssätze reagieren könnte, bei denen das Aktivierungswort am Ende steht. Sätze würden dann mit einer (vom Nutzer einstellbaren) Länge von 10 bis 30 Sekunden auf dem



In den USA ist bereits „Echo Auto“ erhältlich, mit dem Alexa in beliebige Fahrzeuge kommt. Für den Betrieb ist allerdings hier noch ein Smartphone mit passender App erforderlich.



Android Automotive ähnelt dem bekannten Android Auto, hat aber zusätzlich auch Zugriff auf Fahrzeugfunktionen.

Gerät zwischengespeichert und nur dann in die Cloud geschickt, wenn Alexa ihr Codewort hört. Die beschriebene Technik ist laut Amazon derzeit noch nicht im Einsatz, jegliche Prognosen über ihre künftige Verwendung seien „höchst spekulativ“.

Wo bleibt Apple?

Apple hinkt derzeit recht stark hinterher. Der HomePod genannte Smart-Speaker aus Cupertino beherrscht es bislang nicht, per Sprachbefehl an Siri gewünschte Musik von Spotify abzuspielen – was auf Smart-Speakern mit Alexa und Google Assistant längst selbstverständlich ist. Immerhin kündigte das Unternehmen an, dieses Feature im Rahmen der kommenden Betriebssystemversion iOS 13 zu ermöglichen.

Das gilt auch für die Möglichkeit, mehrere Nutzerprofile auf einem Smart-Speaker zu verwenden, die Apple beim HomePod ebenfalls mit iOS 13 einführen soll. Siri soll dann verschiedene Anwender an deren Stimmen erkennen können und auf persönliche Anfragen zu Nachrichten, Kalendereinträgen oder Erinnerungen individuell reagieren. Vielleicht gelingt es Apple, dieses Konzept besser und zuverlässiger umzusetzen als die Konkurrenz.

Im Auto

Nach dem Wohnzimmer kommt das Auto: Dort müssen die Augen auf der Straße und die Hände am Lenkrad sein, weshalb Sprachsteuerung besonders sinnvoll und nützlich ist. Entsprechend sind Apple und Google beim Thema Auto schon länger mit von der Partie und auch Amazon macht sich bereit – und kampfflos werden auch die altgedienten Pkw-Hersteller den Tech-Unternehmen nicht das Feld überlassen.

Die derzeit stärksten Auto-Ambitionen hegt Google. Sein Assistant bekommt auf Smartphones einen Fahr-Modus mit angepasster Oberfläche samt großer Icons. Im Gegenzug stellt das Unternehmen seine „Android Auto“-App für Smartphones ein.

Zudem zeigte Google im vergangenen Jahr, wie sein neues Betriebssystem „Android Automotive“ eigenständig auf der Hardware eines Prototypen-Fahrzeugs lief. Losgehen soll es im kommenden Jahr: Der Elektroflitzer Polestar 2 der gleichnamigen Volvo-Tochter wird zum Marktstart 2020 das erste Serienfahrzeug mit Android Automotive sein. Darüber hinaus haben Fiat-Chrysler und Renault-Nissan-Mitsubishi Interesse an dem System bekundet.

Auch Alexa soll künftig auf vier Rädern stehen. Mit dem seit 2018 verfügbaren Auto SDK können Fahrzeughersteller den Service integrieren, doch trotz Amazons Bemühungen konnte Alexa sich bislang noch nicht in großem Stil in Autos breit machen (siehe Seite 62).

Bislang nur in den USA vertreibt Amazon den Adapter „Echo Auto“ als Nachrüstlösung für vorhandene Entertainment-Systeme in jedem Kraftfahrzeug. Über die heimischen Smart-Home-Steuerung ist Alexa dann beispielsweise in der Lage, beim Wegfahren vernetzte Lampen auszuschalten und die Haustür abzuschließen.

Sowohl bei Android Auto als auch bei Echo Auto und bei Apple CarPlay benötigt man zum Betrieb zwingend ein Smartphone. Und ihre Assistenten können bestenfalls auf dem Infotainment-Display im Armaturenbrett erscheinen und nur mit Apps auf dem Smartphone interagieren, nicht aber mit dem Auto selbst.

BMW arbeitet dagegen an einem eigenen System namens BMW Natural Interaction, das Sprach- und Gestensteuerung kombiniert. Während der Fahrt

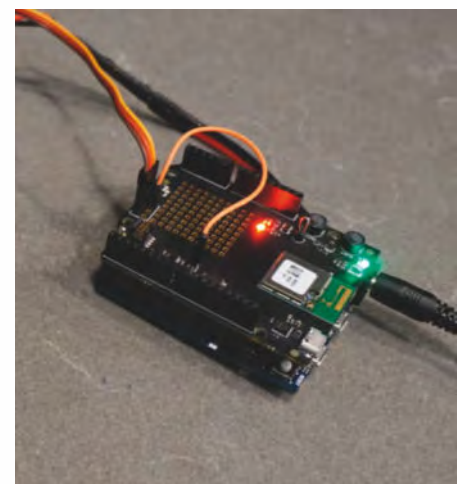
könnte man so auf ein Restaurant am Straßenrand zeigen, um sich weitere Informationen geben lassen. BMW will nach eigenen Angaben die Sprach- und Gesten-erkennung im Fahrzeug durchführen, komplexe Sprachbefehle wie Tischreservierungen und Auskünfte sollen aber über die BMW-Server laufen.

Und im Tunnel?

Der Erfolg von Assistenten im Auto hängt nicht zuletzt davon ab, wie gut standortbezogene Dienste integriert sind – damit man während der Fahrt beispielsweise nach der nächsten Tankstelle fragen kann oder nach einem Restaurant, das gerade geöffnet hat. Idealerweise programmiert der Assistent den Weg zum gewählten Ziel dann gleich selbst in das Navigationssystem ein. Hier dürfte vor allem Google mit der bereits gesammelten Unmenge an vernetzten Informationen (Knowledge-Graph) und der engen Verknüpfung mit den eigenen Diensten wie Google Maps gegenüber Amazon, Apple und Pkw-Herstellern die Nase vorn haben.

Die Achillesverse der Autoassistenten ist die Internetverbindung: Anders als im Wohnzimmer muss es zumindest für die Fahrt durch den Tunnel einen Offline-Modus geben, in dem sich Grundfunktionen wie Radio oder Klimaanlage noch per Sprachbefehlen bedienen lassen. Sonst fühlt man sich im modernen Connected Car bei jedem Funkloch plötzlich wieder wie in einem 40 Jahre alten VW-Käfer.

(nij@ct.de) **ct**



Amazon möchte seine Assistentin in möglichst vielen Geräten sehen. Dafür hat das Unternehmen das „Alexa Connect Kit mit fingernagelgroßem Modul (hier im Developer-Board) geschaffen.“

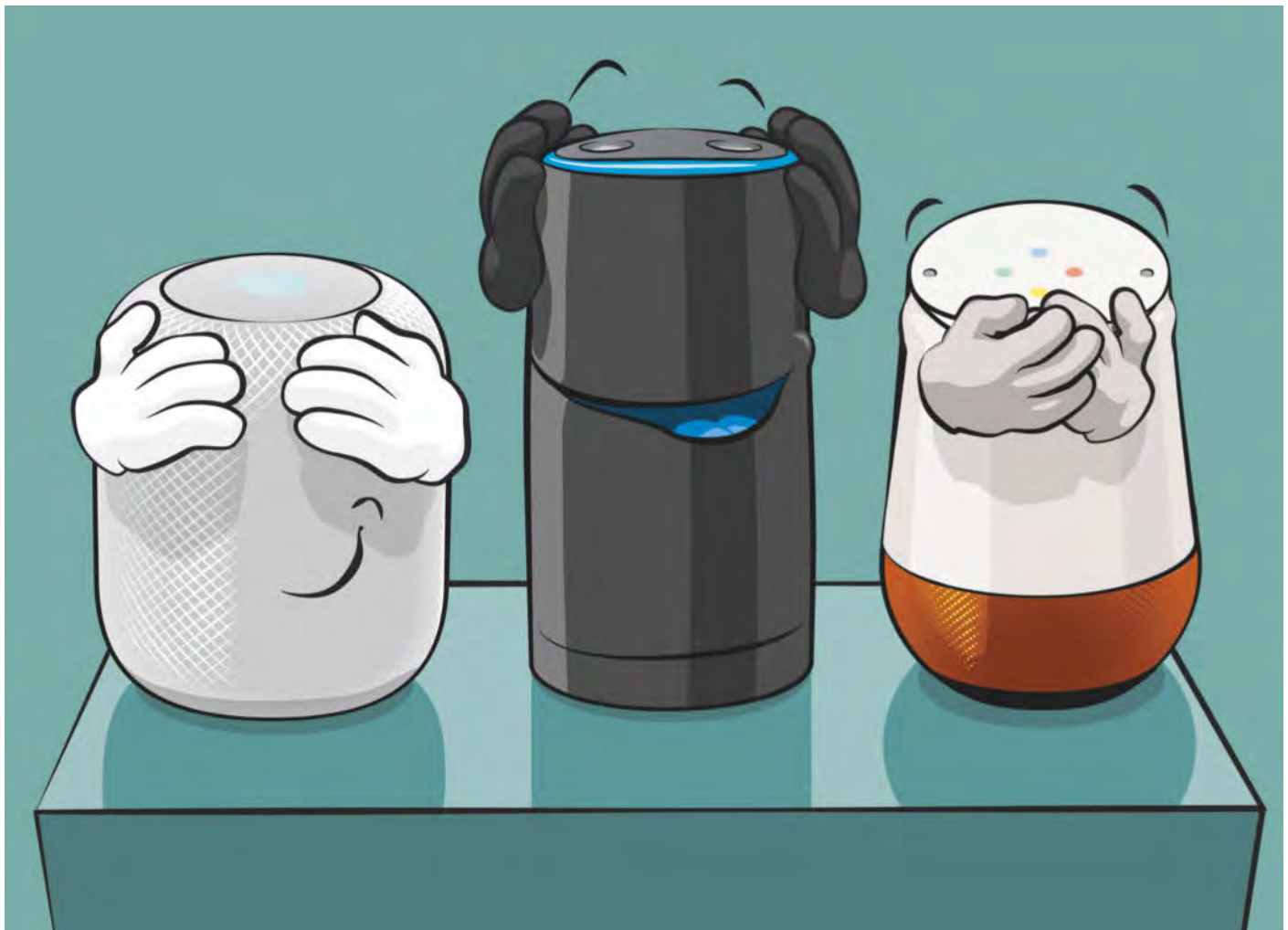


Bild: Rudolf A. Blaha

Lauschige Helfer

Wie Sprachassistenten unseren Datenschutz aushöhlen

Ob Amazon, Google oder Apple – nahezu alle Anbieter von Sprachassistenten haben Aufzeichnungen von Kunden transkribiert und ausgewertet. Weil das publik wurde, geloben sie nun Mäßigung und versprechen eine offenere Informationspolitik. Die Frage aber ist: Lassen sich die Assistenten überhaupt datenschutzkonform betreiben und kann man den Anbietern noch glauben?

Von Holger Bleich

Hunderttausende Fragen prasseln täglich auf sie ein – und wenn sie nicht wunschgemäß antworten, gibt es schon mal Schimpfe. Amazons Alexa, Google Assistant und Apples Siri stehen unter Druck. Klar, Nutzer sind nie ganz zufrieden. Aber auch das stets vernehmbare Grummeln von Daten- und Verbraucherschützern schwillt zu einem bedrohlich lauten Getöse an.

Anlass sind Medienberichte über manuelle Transkribierung und Auswertung von Sprachaufzeichnungen. Die Nachrichtenagentur Bloomberg etwa hat mit sieben Amazon-Mitarbeitern gesprochen, die den ganzen Tag nichts anderes tun, als Alexa-Sprachaufzeichnungen aus privaten Wohnzimmern abzuhören. Der belgischen Rundfunkanstalt VRT NWS spielte

jemand mehr als tausend Sprachaufzeichnungen von Googles Assistant zu. Die Journalisten haben die Dateien anhand der gesagten, teils sehr persönlichen Dinge vereinzelt konkreten Nutzern zuordnen können.

Mit Apple geriet jüngst auch jener Konzern in den Fokus, der sich mit besonders hoher Datenschutzfreundlichkeit von den Mitbewerbern absetzen will. Ein Mitarbeiter eines Subunternehmens berichtete der britischen Tageszeitung The Guardian von ähnlichen Abhörpraktiken bei Siri. Spiegel Online sprach daraufhin mit einem deutschen Mitarbeiter, der für einen Apple-Dienstleister Aufzeichnungen von Apples Sprachassistent Siri auswertet. „Ich schaffe in sechs bis sieben Stunden zwischen 1200 und 1600 Auf-

nahmen“, erklärte der laut Spiegel Online unumwunden.

Was c’t schon im vergangenen Jahr festgestellt hatte [1], bestätigten nun auch die Transkribierer. In dem Fundus an ausgewerteten Aufnahmen stecken etliche, die die Sprachassistenten ohne Wissen der Nutzer angefertigt haben, weil die Aufzeichnung durch einen falschen Trigger gestartet wurde.

Verständige Maschinen

Fest steht: Eine weitgehend unbekannte Anzahl von Sprachaufzeichnungen der Nutzer wurde von großen Anbietern von Sprachassistentensystemen an interne und externe Mitarbeiter weitergegeben, von diesen transkribiert und bewertet. Doch warum eigentlich?

Jedes dieser geschlossenen Systeme beruht auf maschinellem Lernen. Das erfordert nach Ansicht von KI-Experten zumindest zur Kontrolle der Leistungsfähigkeit eine menschliche Beurteilung. Sprachliche Anfragen sind voller Ungenauigkeiten, mit denen Maschinen nicht immer umgehen können – beispielsweise Dialekte, Akzente oder Sprachfehler. Um künftige Fehleranfälligkeit zu minimieren und damit die Kunden zufriedener zu machen, benötigen die Systeme daher fortlaufende Kontrolle und Korrektur durch Menschen.

Was den Konzernen derzeit um die Ohren fliegt, ist ihr eigenes Marketing. Sie haben ihren Nutzern weisgemacht, mit allwissenden und verständigen Maschinen zu sprechen. Da versteht zum Beispiel die Assistentin Alexa in TV-Werbespots aus dem Stehgreif alles und hat immer die passende Antwort parat – ohne menschliche Hilfe.

Informierte Zustimmung?

Würden Amazon & Co. in der Kommunikation mit ihren Kunden offen die Anlernmethoden schildern und ihnen dann die Wahl lassen, wäre das alles kein Problem. Doch das Gegenteil ist der Fall. Wahrscheinlich hat ohnehin kaum ein Nutzer von Alexa, Google Assistant oder Siri jemals die ellenlangen Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) und Datenschutzerklärungen durchgelesen.

Selbst wenn er es getan hätte, wäre er kaum auf die Idee gekommen, dass manche seiner absichtlich oder versehentlich aufgezeichneten Sprachaufnahmen von Mitarbeitern unbekannter Subunternehmen im Homeoffice am Küchentisch abgehört, transkribiert und bewertet wer-

den. In den Erklärungen ist stets diffus von der Einwilligung zu Qualitätsverbesserungen die Rede. Für eines auf jeden Fall sorgen die flugs abgenickten Erklärungen nicht: für einen umfassend informierten Verbraucher.

Doch genau den fordert das europäische Datenschutzrecht – und das kann auch den US-Konzernen nicht egal sein, wenn sie ihre Produkte hierzulande anbieten. Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sieht Verbote und hohe Bußgelder vor, wenn Verbraucher nicht ausreichend über alle Verarbeitungsprozesse und Datenweitergaben informiert werden.

Ein Handeln nach dem Motto „wo kein Kläger, da kein Richter“ funktioniert nicht mehr, wie jetzt Google erfahren musste: Der Hamburgische Datenschutzbeauftragte Johannes Caspar hat am 1. August ein Verwaltungsverfahren eröffnet, „um Google zu untersagen, entsprechende Auswertungen durch Mitarbeiter oder Dritte für den Zeitraum von drei Monaten vorzunehmen. Damit sollen die Persönlichkeitsrechte der Betroffenen zunächst vorläufig geschützt werden.“

Eigentlich ist für Google in Europa die irische Datenschutzbehörde IDPC zuständig, weil der Konzern dort seinen europäischen Hauptsitz hat. Doch Caspar griff auf eine Neuerung zurück. „Die DSGVO sieht für Datenschutzbehörden in anderen Mitgliedstaaten auch die Möglichkeit vor, für einen Zeitraum von höchstens drei Monaten Maßnahmen in ihrem Hoheitsgebiet oder Zuständigkeitsbereich zu treffen, falls ein dringender Handlungsbedarf zum Schutz von Rechten und Freiheiten Betroffener besteht“, erläuterte Caspar.

Und tatsächlich stoppte Google nach eigenen Angaben die Auswertungen von Sprachaufnahmen umgehend – befristet zunächst bis zum 31. Oktober dieses Jahres. Der Konzern teilte c’t mit: „Wir prüfen derzeit, wie wir künftig zum einen Audioaufnahmen auswerten und zum anderen unseren Nutzern die Verwendung der Daten besser erklären können.“ Im Zuge der Auswertungen seien die Audioclips nicht mit den Nutzerkonten verknüpft worden. „Im übrigen wurden sie nur bei etwa 0,2 Prozent aller Clips durchgeführt.“

Derweil hat Caspar in einer neuerlichen Stellungnahme seine Forderungen an Google präzisiert, die auch alle anderen Anbieter aufhorchen ließen: „Als Rechtsgrundlage für die Speicherung von

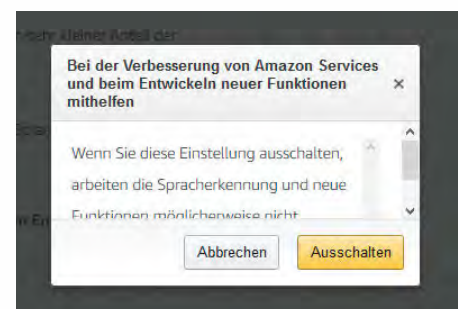
Audioaufnahmen ist eine Einwilligung der Nutzer einzuholen (Opt-in). Dies gilt bereits für den regulären Betrieb, auch wenn keine Transkription und Auswertung von Fehlfunktionen durch Menschen erfolgen.“ Für die Auswertung sei eine zusätzliche „informierte Zustimmung“ zwingend erforderlich. Diese Meinung ist allerdings nicht unumstritten (siehe Interview auf S. 77).

Dark-Pattern-Tricks

Auch Apple hat nach eigenen Angaben die Auswertung von Siri-Sprachaufnahmen bis auf Weiteres gestoppt. Im Herbst soll ein Update in iOS folgen: Apple will dann seine Nutzer ausführlich informieren und mit einem Opt-in-Verfahren um Erlaubnis zur Auswertung einzelner Aufnahmen bitten. Das Unternehmen betonte, dass Siri Aufnahmen seit jeher nicht mit der Apple-ID des Nutzers, sondern mit einer zufällig generierten Geräteerkennung verknüpft. Ein Rückschluss von den Clips auf konkrete Personen sei nie möglich gewesen. Allerdings lässt sich ein solcher Rückschluss sehr wohl ziehen, wenn beispielsweise Namen in den Aufzeichnungen genannt wurden.

Nutzer von Amazon Alexa müssen der manuellen Auswertung aktiv widersprechen, und zwar im Amazon-Konto unter www.amazon.de/alexadatenschutz-einstellungen oder in der App, der Menüpunkt lautet „Legen Sie fest, wie Ihre Daten Alexa verbessern sollen“. Per Voreinstellung ist der Schalter „Bei der Verbesserung von Amazon Services und beim Entwickeln neuer Funktionen“ aktiviert, was nach der Lesart des Hamburgischen Datenschutzbeauftragten wohl kaum DSGVO-konform sein dürfte.

Was Amazon hier betreibt, ist ein gutes Beispiel für sogenanntes „Dark-Pat-



Bei Amazon muss man der Auswertung seiner Sprachclips aktiv widersprechen – dabei nervt der Anbieter mit nochmaligen Nachfragen.

tern“-Design: Legt man den Schalter um, erscheint eine Pop-up-Box, in der Amazon warnt, dass die Spracherkennung „möglicherweise nicht ordnungsgemäß“ arbeitet, wenn man jetzt mit „Ausschalten“ die Wahl nochmals bestätigt. Augenscheinlich sollen die Nutzer dazu gebracht wer-

den, auf ihr Recht zum Opt-out zu verzichten.

Aufzeichnungen löschen

Sowohl Amazon als auch Google und Apple speichern die Sprachaufzeichnungen per Voreinstellung unbegrenzt. Solan-

ge sie in der Cloud liegen, können sie auch von den Anbietern verwendet werden. Bei Amazon und Google lassen sich die Sprachdateien einzeln abhören und löschen. Als Nutzer sollten Sie von dieser Option Gebrauch machen.

Sind Sie Google-Assistent-Nutzer, gehen Sie dazu am besten über die Konteneinstellungen auf der Web-Oberfläche. Unter „Daten & Personalisierung“ finden Sie die „Sprach- & Audioaktivitäten“ in den „Aktivitätseinstellungen“. Dort klicken Sie auf „Aktivitäten löschen nach“ und können nun entweder sämtliche Assistant-Aufzeichnungen löschen oder einen Zeitraum angeben, der entfernt werden soll.

Bei Amazon Alexa finden sich die Abhör- und Löschoptionen im bereits erwähnten Datenschutz-Portal oder in den Einstellungen der Alexa-App unter „Datenschutz“. Aufnahmen können Sie ähnlich wie bei Google hier einzeln, für gewählte Zeiträume oder gesamt löschen. Seit Juli gibt es auch einen Sprachbefehl, den man in der Kommunikation mit Alexa verwenden kann: „Alexa, lösche, was ich gerade gesagt habe“ oder „Alexa, lösche alles, was ich heute gesagt habe“. Weiter zurück lässt sich die Historie mündlich allerdings nicht entfernen.

Apple bietet bei Siri keinerlei selektive Löschoptionen – es geht nur ganz oder gar nicht. Möchte man die gespeicherten Aufzeichnungen entfernen lassen, muss man Siri unter „Siri & suchen“ in den iOS-Einstellungen temporär deaktivieren. Damit verschwindet demnach auch die Aufzeichnungshistorie aus der Cloud. Laut Apple muss dazu „Auf ‚Hey Siri‘ achten“ sowie „Für Siri Home-Taste drücken“ abgestellt sein. Außerdem müssen Sie unter den Datenschutzerklärung darauf hin, dass „ältere Spracheingaben, die keine Rückschlüsse auf deine Person zulassen, für eine bestimmte Zeit erhalten bleiben“ können.

Ob die Daten bei den Anbietern tatsächlich unwiederbringlich verschwinden, lässt sich nicht überprüfen. An dieser Stelle muss man ihnen einen gehörigen Vertrauensvorschuss geben. Nach all dem Vertrauen, das sie jüngst verspielt haben dürften, ist das für viele Kunden sicherlich nicht leicht. (hob@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Holger Bleich, Alexa, wer hat meine Daten?, Amazon gibt intime Sprachdateien preis, c't 1/2019, S. 16

In-Skill-Käufe via Echo

Weil Amazon Alexa mit dem Einkaufskonto des Prime-Kunden verknüpft, erschließt sich ihm auch die Warenwelt des E-Commerce-Riesen. Nach anfänglichen Unzulänglichkeiten klappt das Bestellen via Alexa-Spracheingabe mittlerweile gut und wirkt durchdacht. Die Belehrung über Vertragskonditionen und das 14-tägige Widerrufsrecht erfolgen via Mail.

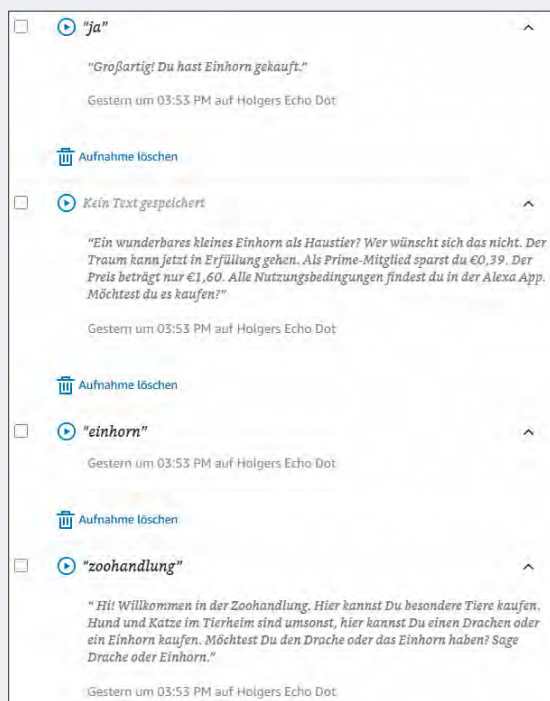
Sehr vorsichtig sollten Kunden allerdings mit den im Juni eingeführten Premium-Skills sein. Deren Entwickler dürfen innerhalb ihres Alexa-Skills zusätzliche Funktionen zum direkten Verkauf anbieten – abgerechnet wird über das Amazon-Konto, wobei Amazon 30

Prozent Provision kassiert. Das System erinnert sehr an In-App-Käufe und ist ähnlich intransparent. Hinzu kommt, dass Amazon in den Alexa-AGB ein Widerrufsrecht für die In-Skill-Käufe kategorisch ausschließt.

Wir haben das an dem Premium-Skill „Mein Haustier“ getestet, einem auf den Sprachassistenten übertragenen Tamagotchi-Abklatsch. Hier lassen sich neben kostenlosen virtuellen Hunden und Katzen in einer „Zoohandlung“ auch digitale Einhörner oder Drachen für 1,60 Euro pro Stück erwerben. Der Kauf erfolgt über das Sagen von „Ja“. Zwar sagt Alexa zuvor den Preis an, belehrt aber nicht zum Widerrufs-

recht. Wir setzten ein 13-jähriges Kind vor „Mein Haustier“. Es konnte problemlos den Kauf auslösen, obwohl das Echo-Gerät auf eine andere Person angemeldet war.

Wir befragten dazu die Verbraucherzentrale NRW. Bislang liegen dort noch keine Beschwerden vor. Im konkreten Bestellvorgang gelte das 14-tägige Widerrufsrecht: „Kunden können die Bestellung also ohne Grund wieder rückgängig machen.“ Erlöschen könne das Widerrufsrecht nämlich nur, wenn der Alexa-Kunde drüber belehrt wird (Paragraf 356 Abs. 5 BGB) und ausdrücklich zustimmt, dass mit der Vertragsausführung sofort begonnen werden soll.



Alexa-Transkript (von unten nach oben): Das Kind des Redakteurs kauft ohne sein Einverständnis ein Einhorn – innerhalb des Premium-Skills.

Verlassene Privatsphäre

Sprachassistenten und Datenschutzrecht – das geht nicht zusammen. So lautet die Meinung vieler, nachdem klar wurde, wie die Konzerne mit den Sprachaufzeichnungen arbeiten. Doch ganz so einfach ist die Lage nicht, erläutert Dr. Simon Assion im Interview.

c't: Herr Assion, benötigen die Anbieter von Sprachassistenten eine informierte Einwilligung für den regulären Betrieb, also das Speichern von Sprachaufnahmen nach Nennung des Trigger-Begriffs?

Simon Assion: Für den regulären Betrieb in der Regel nicht. Denn in einem solchen Fall schließt der Nutzer mit dem Anbieter des Assistenten vorher einen Vertrag ab. Meist erfolgt dies, indem der Nutzer die Allgemeinen Nutzungsbedingungen zum Sprachassistenten akzeptiert. Etwas anderes ist es, wenn der Anbieter mit den Sprachaufnahmen etwas anfangen will, was zur Vertragserfüllung nicht unbedingt notwendig ist. Dazu gehört beispielsweise auch das nachträgliche Speichern der Tonaufnahmen. Eine Speicherung kann zwar, je nach Sachlage, aus bestimmten Gründen gesetzlich gerechtfertigt sein, beispielsweise zur Beweissicherung bei Warenbestellungen. Aber in vielen Fällen wird es für Anbieter sinnvoll sein, vorsichtshalber eine Einwilligung einzuholen.

c't: Worüber müssen die Anbieter in einem solchen Fall informieren?

Assion: Die Anbieter haben zwei verschiedene Informationspflichten. Die erste Pflicht greift immer, bei jeder Verarbeitung von personenbezogenen Daten. Dies ist die Pflicht zur Datenschutzerklärung nach den Artikeln 13 und 14 der DSGVO. Die zweite Pflicht greift nur dann, falls die Anbieter bei den Nutzern eine Einwilligung einholen. In diesem Fall müssen sie ihre Nutzer auch über die Inhalte der Einwilligung informieren. Diese Informationspflicht soll sicherstellen, dass die Nutzer wissen und verstehen, worin sie eigentlich einwilligen. Dies sind zwei unterschiedliche In-

formationspflichten, die sich allerdings inhaltlich teilweise überschneiden.

Damit eine Einwilligung wirksam ist, muss der Anbieter außerdem noch eine Reihe weiterer Kriterien beachten. Bei Sprachassistenten am wichtigsten: Er muss später nachweisen können, dass er alle Bedingungen einer wirksamen Einwilligung auch wirklich eingehalten hat, einschließlich seiner Informationspflicht. Über eine reine Sprach-Interaktion wird das in der Regel nicht gehen. Am Beginn der Nutzung eines Sprachassistenten steht deshalb häufig eine App, in der die Nutzer durch das Anklicken beziehungsweise Antippen eines Feldes den Assistenten aktivieren. In dieser App werden dann auch beweisicher die Informationspflichten erfüllt und gegebenenfalls die Einwilligung abgefragt.

c't: Müssen Besitzer von Assistentengeräten Dritte, etwa die Familie oder Besucher, gemäß DSGVO ausdrücklich über das aktive Gerät informieren?

Assion: Wenn die Besitzer reine Privatpersonen sind, dann müssen sie niemanden informieren. Hier gilt dasselbe wie bei Videokameras: Wer in seiner eigenen Privatwohnung eine Kamera aufstellt, beispielsweise um seine Haustiere zu beobachten, muss kein Hinweisschild aufhängen. Wenn aber jemand im beruflichen oder öffentlichen Umfeld eine Art Überwachungsmikrofon installiert, dann muss er entsprechend informieren, genau wie bei einer öffentlich installierten Kamera. So fordert es die DSGVO.

Verboten wäre es für Privatpersonen höchstens, wenn sie ein solches Gerät gezielt verstecken würden, um damit Mitbewohner zu belauschen. Die Geräte, die mir bekannt sind, sind dafür aber ungeeignet, weil sie bei Aufzeich-



Simon Assion ist Rechtsanwalt mit Schwerpunkt Informations- und Telekommunikationsrecht und hat 2006 das Projekt Telemedicus.info mitbegründet.

nungen ein deutliches optisches und akustisches Signal abgeben.

c't: Unter welchen Umständen wäre es DSGVO-konform, dass Amazon, Google und Co. Sprachaufzeichnungen zur Qualitätsverbesserung selbst abhören oder von Fremdunternehmen transkribieren lassen?

Assion: Der Hamburger Datenschutzbeauftragte hat geäußert, ein Zugriff auf die Sprachnachrichten durch Menschen sei nur dann zulässig, wenn der betroffene Nutzer vorher eingewilligt hat (siehe Artikel, Anm. d. Red.). Der Grund war, dass er es offenbar als Vertrauensbruch angesehen hat, wenn nicht nur Computerprogramme die gesprochenen Interaktionen transkribieren, sondern auch menschliche Mitarbeiter.

Ob diese Einschätzung wirklich rechtlich haltbar ist, ist aus meiner Sicht fraglich. Denn wenn jemand mit einem Sprachassistenten interagiert, dann sollte ihm klar sein, dass er damit seine Privatsphäre verlässt. Er übergibt seine gesprochene Nachricht dem Anbieter des Sprachassistenten. Natürlich hat der Nutzer ein Recht darauf, dass der Anbieter die empfangenen Informationen dann vertraulich behandelt. Aber das tut dieser ja auch, denn die Mitarbeiter, die diese Nachrichten eventuell anhören und abtippen, sind streng zur Vertraulichkeit verpflichtet.



Pixelpumpstation

Razer Core X Chroma: externes GPU-Gehäuse mit Thunderbolt 3

Mit Razers eGPU rüsten Notebook- oder Mac-Besitzer Grafikpower extern nach. Ausgerechnet eine Kernzielgruppe hat an dem Gerät nicht nur Freude.

Von Benjamin Kraft

Razers schlicht-schickes eGPU-Gehäuse Core X Chroma nimmt überlange Grafikkarten bis 33 Zentimeter auf, die sein kräftiges 700-Watt-Netzteil mit zwei achtpoligen PCIe-Stromsteckern versorgt. Einem fetten Grafik-Upgrade steht also nichts im Weg. Laut Razer kommen Grafikkarten ab Nvidias GeForce 750 oder AMDs Radeon R9 285 infrage. Bei macOS beschränkt sich die Auswahl auf wenige AMD-Karten ab der Radeon RX 470. Der Einbau in den PEG-Steck-

platz gelingt im Handumdrehen, nachdem man die Platine samt Netzteil an ihrem Griff auf dem Schlitten aus dem Gehäuse gezogen hat.

Vorne und an der Seite leuchtet das Gehäuse farbig, die Steuerung übernimmt die Windows-Software Synapse 3. Die klinkt sich per Modul in Philips' smartes Beleuchtungssystem Hue ein, um bestimmte Leuchten für Lichteffekte in Spielen zu nutzen – sofern das Spiel entsprechend programmiert ist.

An der Gehäuserückseite gibt es vier USB-Ports mit SuperSpeedPlus-Geschwindigkeit (10 GBit/s); jedem Port-Paar stehen rund 810 MByte/s an Datentransferrate zur Verfügung, insgesamt also etwa 1,6 GByte/s. Der Netzwerkanschluss und die Display-Ausgänge der Grafikkarte machen das Gehäuse zu einer vollwertigen Docking-Station. Zum Notebook, iMac oder PC nimmt die eGPU per Thunderbolt 3 Verbindung auf und schickt auf

diesem Wege nicht nur DisplayPort- und USB-Daten, sondern liefert auch bis zu 100 Watt per USB-PD. Das Kabel ist mit 70 Zentimetern selbst für die Strecke zum Notebook recht kurz geraten.

Mit Windows

Hat man die eGPU das erste Mal angeschlossen und Windows via Thunderbolt-Einstellungen die Nutzung erlaubt, startet bei bestehender Internetverbindung der Installer für die Razer-Software Synapse.

An Intels Mini-PC NUC 8i5BEK (siehe S.114) ließ sich die eGPU problemlos im laufenden Betrieb anschließen und nutzen. Steckten wir den Monitor anschließend an die externe Grafikkarte, bemerkte Windows den Wechsel nicht richtig und beharrte darauf, es sei noch ein Phantomdisplay mit SVGA-Auflösung als primäre Anzeige angeschlossen. Außerdem ruckelten Mauszeiger und Startmenü. Nach einem Neustart mit Monitor am Core X Chroma stimmte die Displaykonfiguration und alles lief flüssig. Am Dell-Notebook XPS 15 2-in-1 gab es keine derartigen Probleme.

Die Beschleunigung klappte mit AMD- und Nvidia-Grafikkarten gut. Mit einer Radeon RX 580 erzielte der NUC in Far Cry 5 (Full HD, Preset „Ultra“) 51 fps (Bilder pro Sekunde), mit einer Radeon Vega 56 waren es 69 fps, die Radeon RX 5700 erreichte 71 fps. Die GeForce-Karten RTX 2060 Super und 2080 schafften 83 und 91 fps. In einem Gaming-Rechner mit leistungsfähiger CPU schneidet die RX 580 19 Prozent schneller ab, die anderen zwischen 28 und 36 Prozent.

Hängt der Monitor nicht am externen Grafikbeschleuniger, sondern am NUC oder Notebook, müssen die Daten den Weg über die vergleichsweise schmale Thunderbolt-3-Verbindung zur Grafikkarte und zurück nehmen, was zusätzlich bremsst. In dieser Konstellation sank die Frame-Rate bei den Radeons in Far Cry 5 um rund 6 Prozent.

Mit Nvidia-Karten wollte das Spiel nicht im Vollbildmodus laufen, wenn das Display am NUC hing, sondern nur als randloses Fenster. Das drückt die Performance im Mittel um vier Prozent. Außerdem war dann die Bremswirkung umso heftiger: Die Performance sackte in Full HD um bis zu 20 Prozent ab. Dem Raytracing-Benchmark Luxmark 3.1 war es hingegen sowohl bei AMD- als auch Nvidia-Karten egal, wo das Display angesteckt war.

Am Mac

Da es keine Mac-Version der Synapse-Software gibt, lässt sich der Farbenreigen der Gehäusebeleuchtung weder bändigen noch abstellen. Im Test vertrugen sich die USB-Ports der Core X Chroma weder mit der per Adapterkabel angeschlossenen USB-C-SSD SanDisk Extreme 900 noch mit einer Samsung 960 Pro in einem externen Gehäuse – entweder wurde das Medium nicht erkannt oder die Daten krochen mit 550 KByte/s (sic!) zur SSD. Mit einer USB-C-SSD von Kingston waren 510 MByte/s drin.

Zudem bleibt bei Macs viel Grafikpower auf der Strecke. Im nicht mehr ganz frischen Spiel Rise of the Tomb Raider schaffte ein MacBook Pro 13" mit Quad-Core-CPU von 2018 in Full HD in der Detailstufe Hoch an der Radeon RX 580 im Schnitt 58 fps, mit einer Vega 56 waren es nur 1,5 fps mehr. Voraussetzung: Das Spiel lief auf einem zusätzlichen Display, das direkt an der Grafikkarte hing. Steckte der externe Monitor hingegen am MacBook oder versuchten wir, es auf dem MacBook-Display zu spielen, ruckelte das Spiel und der Benchmark fror mitten im Lauf reproduzierbar ein. Offenbar kam statt der eGPU die Intel-Prozessorgrafik zum Einsatz, selbst wenn wir in den Programmeinstellungen die Nutzung der eGPU erzwangen.

Rechenintensive Anwendungen wie der Luxmark profitierten dagegen voll von der Beschleunigung; die Renderleistung im LuxMark stieg mit der Radeon RX 580 von 3187 Samples/s auf 14.450, die Vega 56 war nochmals knapp doppelt so schnell.

Lautstärke und Leistungsaufnahme

Im Leerlauf gibt das Gehäuse 0,8 Sone von sich, an der rechten Seite sind es wegen des stetig laufenden Lüfters 1,0 Sone. Für ein Komplettsystem wäre das eine gutes Ergebnis, doch steht die eGPU auf dem Desktop deutlich näher am Anwender und klingt lauter. Die Leistungsaufnahme fällt mit 15 Watt recht hoch aus, zumal sie auch nicht sinkt, wenn das angeschlossene Notebook schläft oder ausgeschaltet ist. Deshalb sollte man die Thunderbolt-Strippe abziehen oder den Kippschalter an der eGPU-Rückseite umlegen, wenn Feierabend ist.

Fazit

430 Euro sind kein Pappenstiel für ein eGPU-Gehäuse, zumal eine Grafikkarte für Full-HD-Spiele mindestens weitere 200 Euro kostet. Für Besitzer eines Notebooks mit Thunderbolt-3-Anschluss kann das Razer Core X Chroma aber ein gutes Grafik-Dock sein, mit dem man die schwere Renderarbeit daheim erledigt. MacBook-Nutzer müssen sich allerdings überlegen, ob sie nicht mit einer Alternative wie der Black Magic eGPU besser bedient sind. Die kostet zwar das Doppelte, hat aber schon eine GPU an Bord und arbeitet so gut wie lautlos.

(bkr@ct.de) **ct**

Razer Core X Chroma

Externes Grafikkartengehäuse	
Hersteller	Razer (www.razer.de)
Anschlüsse	1 × Thunderbolt 3, 4 × USB 3.1 Gen 2, Gigabit-Ethernet
Lieferumfang	Kabel: Thunderbolt 3 (0,7 m), Netz
Abmessungen / Gewicht	23 cm × 17 cm × 37,5 cm / 6,9 kg
Preis (Straße)	430 €



Taktvoll

PC-Selbstbauer interessieren sich zu Recht für AMDs schnelle Ryzen-3000-Prozessoren – vor allem die mit acht Kernen. Doch muss es unbedingt der 380 Euro teure Ryzen 7 3800X sein oder genügt ein billigerer?

AMD hat ein Luxusproblem: Mit der Zen-2-Architektur hat die Ryzen-3000-Reihe Intels Core-i-9000-Prozessoren bei der Multithreading-Leistung überholt und auch beim Singlethreading nahezu gleichgezogen. Unterhalb des teuren Spitzenmodells mit zwölf Kernen, dem Ryzen 9 3900X, kämpft der Achtkerner Ryzen 7 3800X um die Gunst der Käufer. Dazu wirft er den mit 3,9 GHz höchsten Basistakt der Ryzen-3000-Reihe in die Waagschale. Auch sein Turbo von 4,5 GHz liegt höher als die 4,4 GHz des 3700X. Damit das Leistungspotenzial nicht verpufft, darf er nominell 105 Watt verbraten – der 3700X muss mit 65 Watt TDP auskommen. Wie alle Prozessoren der letzten Zeit kann er bei guter Kühlung und ausreichenden Reserven der Spannungswandler des Mainboards mehr Leistung ziehen, um höher zu takten.

Bei der Multithreading-Leistung liegt der R7 3800X vor Intels 500 Euro teurem

Core i9-9900K und – wenig überraschend – auch knapp vor dem R7 3700X. Im Cinebench R20 etwa errang der 3800X 17 Prozent mehr Punkte als der 9900K und 5 Prozent mehr als der 3700X. Im Rendering-Benchmark Blender waren es noch 10 respektive 2 Prozent Vorsprung. Beim Video-Transcoding mit Handbrake ist er 11 Prozent schneller als die Intel-CPU, der Vorsprung vor dem R7 3700X verschwand in der Messschwankung. Im Singlethreading bietet der R7 3800X dem Intel Core i9-9900K mit 520 zu 521 Cinebench-R20-Punkten knapp Paroli.

Doch die Leistung hat ihren Preis: Wenn die Prozessoren unter Volllast im TDP-Limit arbeiten, hält der 3800X zwar 4078 MHz Takt im Durchschnitt aller Kerne, schluckt dann aber bis zu 144 Watt. Das ist vergleichbar mit dem Ryzen 9 3900X und satte 60 Watt mehr als beim Ryzen 7 3700X. Entsprechend muss der in der Boxed-Version beiliegende Wraith-Prism-Kühler Schwerstarbeit verrichten. Geräuschvoll an seiner Drehzahlgrenze rotierend, kühlte er den Prozessor nicht unter 94 Grad Celsius und damit nur knapp unter die Drosselgrenze. In der 65-Watt-Variante Ryzen 7 3700X waren es 62 °C.

Die geringe Mehrleistung des Ryzen 7 3800X gegenüber seinem Hauptkonkurrenten 3700X ist mess-, aber nur in den seltensten Fällen spürbar. Das ist die Mehrkosten von derzeit rund 50 Euro kaum wert, zumal man wegen der höheren Leistungsaufnahme auch einen stärkeren Kühler im Budget einplanen sollte. Im Vergleich zu Intels Core-i-Prozessoren zieht der Ryzen7 3800X selbst dem teureren Core i9-9900K davon und der Vorgänger Ryzen 2700X liegt um bis zu 20 Prozent zurück.

(csp@ct.de)

Ryzen 7 3800X im Vergleich

Prozessor	Kerne / Takt (Turbo)	Cinebench R20	Blender 2.79b	Handbrake	Leistungsaufnahme
		Single-/Multithread	BMW [s]	Fast 1080p30 [fps]	Leerlauf/Last [W]
		besser ▶	◀ besser	besser ▶	◀ besser
Ryzen 9 3900X	12+SMT / 3,8 (4,6) GHz	508 / 7122	159	69	46/201
Ryzen 7 3800X	8+SMT / 3,9 (4,5) GHz	520/5055	226	62	46/193
Ryzen 7 3700X	8+SMT / 3,6 (4,4) GHz	510 / 4821	231	61	45/132
Ryzen 7 2700X	8+SMT / 3,7 (4,2) GHz	434/4056	267	57	33/197
Core i9-9900K	8+SMT / 4,0 (5,0) GHz	521 / 4313	250	56	19/148
Ryzen 5 3600X	6+SMT / 3,8 (4,4) GHz	498 / 3720	303	50	43/140
Ryzen 5 3600	6+SMT / 3,6 (4,2) GHz	485 / 3669	308	50	43/130
Ryzen 5 3400G	4+SMT / 3,7 (4,2) GHz	419 / 1981	543	31	25/96

gemessen unter Windows 10 1903 (64 Bit), 32 GByte RAM, GeForce GT 1030



Sparsamer Speicher

Das TerraMaster-NAS F2-210 kostet weit weniger als sein Geschwister F2-221, ist aber genauso flott.

Das RAM des F2-210 ist mit einem Gigabyte schmal bemessen und nicht erweiterbar. Doch es genügt für gute Performance mit dem Betriebssystem TOS, das von einem internen USB-Stick installiert wird. TOS bietet die üblichen Server-Dienste: Windows-Freigaben, (S)FTP, NFS, Webdav (nur unverschlüsselt) und Mac-Shares (AFS). Streaming-Server muss man nachinstallieren.

Beim Schreiben auf einen verschlüsselten Ordner brach die Datenrate bei mittleren und großen Dateien deutlich ein (mit SSDs 32 statt 76 MByte/s und 27 statt 106 MByte/s). Die Leistungsaufnahme mit drehenden Platten fiel für ein 2-Bay-NAS sehr niedrig aus, noch mal niedriger mit SSDs. Mit Platten war das Geräusch gerade noch erträglich, mit SSDs war das NAS nahezu unhörbar. Für 160 Euro bekommt man einen guten Netzwerkspeicher, aber keine Mikroserver-Vorlage wie beim F2-221.

(ea@ct.de)

TerraMaster F2-210

ARM-NAS für 2 Laufwerke	
Hersteller	TerraMaster (Noontec), www.terra-master.com
Bedienelemente	Ein, 6 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 2 × USB 2.0 (innen), 2 × USB 3.0
getestete Firmware	4.0.17
SMB-Durchsatz W / R mit	HD: ST4000VN008
kleine Dateien	27 / 12 MByte/s
mittlere Dateien	76 / 39 MByte/s
große Dateien	83 / 109 MByte/s
Geräuschentwickl. (Idle)	0,4 Sone (24,5 dBA)
Leistungsaufnahme (Idle)	10,7 Watt (22,4 VA)
Preis (ohne Platten)	160 €

Hochgepusht

Wie flink ist LGs 1-ms-Monitor 27GL850 wirklich?

LG bewirbt einen IPS-Monitor mit einer Schaltzeit von nur einer Millisekunde – ist das realistisch? Wir haben uns die Geschwindigkeit des 27GL850 genauer angeschaut.

Von Ulrike Kuhlmann

Der 27-Zöller von LG zeigt WQHD-Auflösung mit 2560×1440 Pixeln und beherrscht Bildwiederholfrequenzen bis 144 Hertz. Für diesen schnellen Refresh muss das Display die Helligkeit in jedem Pixel in unter sieben Millisekunden einstellen. Davon profitieren Gamer beim schnellen Spiel ebenso wie Nutzer im Desktopbetrieb: Der Mauszeiger flutsch schnell über den Schirm, auch beim Scrollen bemerkt man die flinke Bildausgabe.

LG verspricht für den 27GL850 Schaltzeiten von einer Millisekunde. Im Monitor steckt ein IPS-Display – für diese Paneltechnik sind derart hohe Schaltzeiten ohne eine Overdrive-Funktion quasi unmöglich.

Flink per Overdrive

Beim Overdrive gibt die Elektronik dem Flüssigkristall gezielt etwas mehr Schwung, damit er seine jeweilige Endposition schneller erreicht. Allerdings muss dies punktgenau gelingen: Wenn der Bildpunkt beispielsweise 20 Prozent dunkler oder heller ist als die gewünschte Zielhelligkeit, tauchen in bewegten Bildern unschöne Säume auf. Dies sieht man sehr deutlich an kontraststarken Kanten –

also beim Verschieben von Fenstern und natürlich erst recht beim Gaming.

Im Test war der 27GL850 auch in der höchsten Overdrive-Stufe „Schneller“ zu lahm: Zwar erreichte er die angestrebte Helligkeit jeweils in zwei bis vier Millisekunden, schoß dann aber über das Ziel hinaus beziehungsweise wurde kurzzeitig deutlich dunkler als nötig.

So leuchteten die Bildpunkte beim Wechsel zwischen einem mittleren Grauton und Hellgrau nach zwei Millisekunden fast doppelt so hell beziehungsweise halb so dunkel wie sie sein sollten. Die reale Schaltzeit des IPS-Panels mit abgeschaltetem Overdrive lag im genannten Schaltvorgang bei sechs Millisekunden pro Wechsel, was auch der mittleren Grauschaltzeit des gesamten Displays entspricht. Das reicht für Spielen bei 144 Hz.

Weitgehend störungsfrei wechselt der LG-Monitor den Bildinhalt in der Overdrive-Stufe „Normal“: Darin werden die Schaltwechsel nur leicht auf fünf Millisekunden beschleunigt und Überschwinger treten nicht auf. Mit Overdrive „Schnell“ geraten bewegte Szenen noch etwas knackiger, es tauchen aber erste Säume auf. Der Overdrive „Schneller“ ist komplett unbrauchbar. Gamer können die Bildwiedergabe mit den Grafikkartensignalen per FreeSync und G-Sync (compatible) synchronisieren.

Top im Büro

Das höhenverstellbare Display des 27GL850-B ist sehr schmal eingefasst

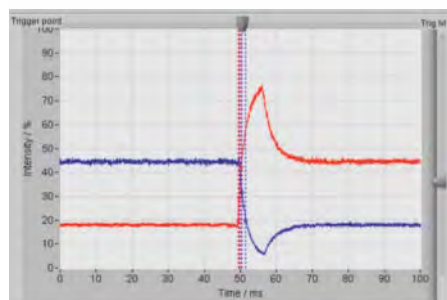


und die roten Applikationen am Standfuß und im Displayrücken sind auch im Büro ein Hingucker. Einzig das externe Netzteil stört auf dem aufgeräumten Schreibtisch.

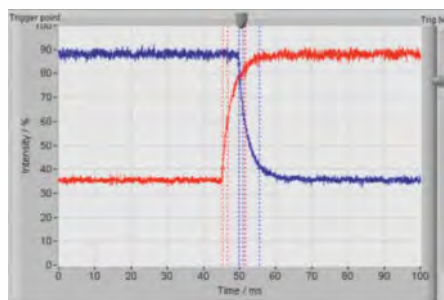
Mit seinen sehr satten Farben deckt das Display fast den P3-Farbraum ab und feine Grau- und Farbverläufe löst er sauber auf. Der Kontrast von knapp 770:1 ist nicht überragend, dürfte in den meisten Fällen aber ausreichen; zumal das matte Display recht blickwinkelunabhängig ist. Die maximale Leuchtdichte am komplett weißen Schirm liegt bei 340 cd/m^2 – das reicht auch fürs helle Büro.

Fazit

Die eine Millisekunde hat sich im Test auch mit Overdrive als unrealistisch herausgestellt. Dennoch weiß der 27GL850-B zu gefallen: Von der maximalen Bildwiederholfrequenz von 144 Hertz profitiert man auch im Büro und die reale Schaltzeit des blickwinkelstabilen Monitors wird vielen fürs Zocken reichen. Allerdings zählt er mit 580 Euro nicht gerade zu den Billigheimern. Wer weder die kurzen Schaltzeiten noch die besonders satten Farben braucht, findet 27-Zöller mit WQHD-Auflösung und IPS-Panel bereits für den halben Preis. (uk@ct.de) **ct**



Beim Wechsel zwischen einem mittleren und einem hellen Grauwert gibt es in der höchsten Overdrive-Stufe heftige Überschwinger (links). Dieselben Schaltwechsel ohne Overdrive gelingen in ordentlichen sechs Millisekunden.



LG 27GL850-B

IPS-Monitor mit 144 Hz	
Auflösung	2560 × 1440 Pixel (109 dpi) bei 144 Hz
Ausstattung	FreeSync, G-Sync-compatible, HDR10
Anschlüsse	2× HDMI 2.0, DisplayPort 1.4, USB 3.0 (2 Ports)
Mechanik	neigbar, höhenverstellbar, Portrait-Modus
Kontrast min. / erw. Sichtfeld	769:1, 20% / 490:1, 55 %
Leistungsaufnahme	22,5 W (bei 120 cd/m ²) / 0,3 W / 0,2 W (Betrieb / Standby / Aus)
Garantie	2 Jahre Bring-In
Preis	ab 580 €

Verschlüsselter Datentransporter

USB-Festplatte mit Fingerabdruckleser



Die Mobilfestplatte Fingerprint Secure Hard Drive von Verbatim speichert Daten automatisch AES-verschlüsselt. Ob aber der eigene Fingerabdruck als zuverlässiger Zugangsschutz taugt, ist umstritten.

Von Lutz Labs

Externe Festplatten sind praktisch für Backups oder um mal schnell ein paar Dateien mitzunehmen. Gegen Verlust unterwegs hilft Verschlüsselung – dann ist zwar die Hardware weg, aber ein Dieb kann mit den Daten nichts anfangen.

Besonders komfortabel klappt das mit der Verbatim Fingerprint Secure Hard Drive, einer USB-Festplatte mit eingebautem Fingerabdruckleser – um die Verschlüsselung braucht man sich bei dieser nicht zu kümmern. Für die Ersteinrichtung benötigt man einen Windows-PC oder einen Mac, danach arbeitet die Festplatte auch an einem Linux-Rechner oder einem Fernseher mit USB-Anschluss.

Einrichtung

Verbatim lieferte zum Test ein Modell mit einer Speicherkapazität von 1 TByte. Steckt man sie an einen PC, sieht man lediglich ein CD-Laufwerk mit wenigen MByte Größe und Konfigurationssoftware für Windows und macOS. Mit dem Tool nimmt man bis zu acht verschiedene Fingerabdrücke auf, die zum Sperren und Entsperren der Festplatte dienen. Der Start der Software ist über ein im Handbuch abgedrucktes Passwort geschützt – man sollte es also besser gleich nach dem ersten Start ändern.

Hat man dieses Passwort vergessen, kann man die Festplatte nur noch auf den Werkzustand zurücksetzen – dann sind die Daten weg. Das passiert auch, wenn man das Passwort zehnmal falsch eingegeben hat – zumindest mit der aktuellen Software-Version, dazu später mehr.

Die Fläche des Fingerabdruckscanners beträgt etwa 12 mm × 6 mm; beim Scannen muss man den Finger mehrfach seitlich bewegen, damit die Software einen möglichst großen Teil des Abdrucks erfasst. Jedem Fingerabdruck lässt sich eine kurze Bezeichnung zuordnen; „Labs Zeigefinger links“ kürzt man besser zu „Labs ZF L“ ab.

Danach genügt zum Entsperren und auch zum Sperren des Laufwerks einer der gespeicherten Fingerabdrücke. Legt man den PC schlafen, ist die Festplatte nach dem Wiederaufwachen gesperrt, eine automatische Zeitsperre gibt es jedoch nicht. Verlässt man den Arbeitsplatz, sollte man daher seine Platte besser kurz streicheln.

Die Verschlüsselung hat auf die Geschwindigkeit der Festplatte keine Auswirkung: Mit IOMeter ermittelten wir bis zu 135 MByte/s sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben. Beim Schreiben vieler kleiner Textdateien erreichte die Festplatte rund 15 MByte/s, mehr als so manche SSD. Die Leistungsaufnahme lag bei maximal 3,8 Watt, im Leerlauf bei rund 1,5 Watt.

Kinderkrankheiten

Das uns zum Test vorliegende Muster war nach Angaben des Herstellers eines der ersten, die Software aber final. Im Test fiel uns auf, dass die Löschfunktion nach der mehrfach falschen Passworteingabe nicht funktionierte. Die Software gab zwar an, die Festplatte auf Werkseinstellungen zurückzusetzen, alle gespeicherten Fingerabdrücke und auch die auf der Platte gespeicherten Daten waren jedoch noch vorhanden. Auch wenn für den Zugriff auf die Daten weiterhin ein passender Fingerabdruck oder das korrekte Passwort notwendig waren, erfüllte die Software damit das Versprechen der Datenlöschung nicht.

Mitte August stellte Verbatim auf seiner deutschen Website eine aktualisierte Software zur Verfügung (siehe ct.de/yq55). Mit dieser konnten wir den Fehler nicht mehr nachvollziehen. Weil die Software nicht prüft, ob eine aktuellere Version vor-

liegt, muss man also vor der Inbetriebnahme händisch updaten.

Sicherheitsfragen

Vor rund sechs Jahren stattete Apple sein iPhone 5S mit einem Fingerabdrucksensor aus und machte diese Technik damit massentauglich. Zwar wurde der iPhone-Scanner innerhalb weniger Tage überlistet, doch insgesamt erhöhte sich die Sicherheit der iPhone-Nutzer.

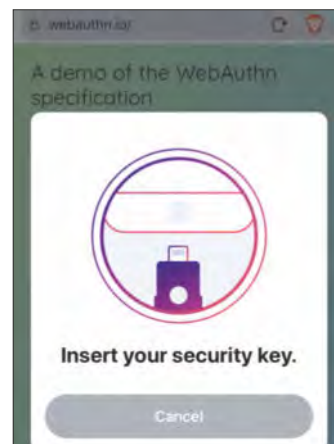
Beim Fingerprint Secure Hard Drive liegt der Fall anders. Hat ein Angreifer Zugang zu den Fingerabdrücken des Benutzers, steht die Festplatte komplett offen. Zudem braucht es vielleicht noch nicht einmal echte Fingerabdrücke: Vor zwei Jahren stellten US-Forscher einen aus 800 Fingerabdrücken berechneten Master-Fingerabdruck vor, mit dem sie rund 65 Prozent aller Smartphone-Fingerabdruckscanner überlisten konnten (siehe ct.de/yq55). Für den Transport unternehmenskritischer Daten ist die Festplatte daher nicht geeignet.

Die Sicherung per Fingerabdruck dürfte Gelegenheitsdieben jedoch standhalten. Für die private Nutzung ist das Fingerprint Secure Hard Drive eine komfortable und recht sichere Möglichkeit für einen verschlüsselten Datentransport. (//@ct.de) **ct**

Master-Fingerabdruck: ct.de/yq55

Verbatim Fingerprint Secure Hard Drive

Hersteller	Verbatim, www.verbatim.com
Bezeichnung	53650
Kapazität laut Hersteller	1 TByte
von Windows erkannte Kapazität	932 GByte
interne Festplatte	ST1000L48-2E7172
Maße, Gewicht	126 mm × 81 mm × 16 mm, 147 g
Anschluss SSD / mitgel. Kabel	USB-C / USB-A
Formatierung bei Auslieferung	NTFS
Garantie	2 Jahre
Straßenpreis	115 €
weitere erhältliche Kapazitäten	2 TByte (146 €)



Flotter Zusatzspeicher

Wenn der Speicherplatz im Notebook knapp wird, hilft eine USB-SSD weiter. Die extrem schnelle OWC-SSD Envoy Pro EX fasst bis zu 2 TByte.

Mehr als 150 Gramm wiegt die OWC Envoy Pro Ex, den größten Teil macht das schwere Aluminiumgehäuse aus. Das sieht gut aus und schützt die interne SSD. Trotz offen liegender USB-C-Buchse soll das Gehäuse staub- und wasserdicht nach IP67 sein.

Die schnellsten SSDs mit USB 3.1 Gen 2 erreichen etwas mehr als 1 GByte/s – auch die Envoy Pro EX beim Lesen und Schreiben. Beim Zugriff auf zufällige Adressen schafft die SSD mit rund 40.000 IOPS sehr hohe Werte. Die Leistungsaufnahme lag beim Schreiben bei mehr als 5 Watt, im Leerlauf nur bei etwa 0,8 Watt.

OWC setzt auf den USB-PCIe-Wandler Asmedia AS2362 und die hauseigene SSD Aura P12 mit PCIe 3.0 x4. Im PC erreicht diese weit höhere Geschwindigkeiten, im Envoy-Gehäuse bremst der USB-Anschluss. Zum Klonen einer Windows-Installation eignet sich die Envoy Pro EX – die für rund 80 Euro auch als Leergehäuse erhältlich ist – nicht: Nach dem Einbau der Aura P12 in ein Asus-Mainboard erkannte das dort installierte Windows die SSD zwar, nicht aber deren Formatierung. Kurzfazit: groß und schnell, aber nicht universell. (ll@ct.de)

OWC Envoy Pro EX

Schnelle USB-SSD	
Hersteller	OWC, www.owc.com
Modellbezeichnung	OWCENVPROC2N20
Kapazitäten	250 GByte, 500 GByte, 1 TByte, 2 TByte (getestet)
Preis	ca. 410 €

FIDO2 für iOS

Mit dem YubiKey 5Ci können auch iOS-Nutzer FIDO2 zum passwortlosen Anmelden nutzen. Bei der Browserwahl ist man aber noch sehr eingeschränkt.

Das Anmeldeverfahren FIDO2 (ausführlich vorgestellt in c't 18/2019), das langfristig Kennwörter überflüssig machen könnte und aktuell vor allem als zweiter Faktor zum Einsatz kommt, ist bei Apple noch nicht auf große Begeisterung gestoßen. iOS-Nutzer hatten daher bisher keine Möglichkeit, das Verfahren im Browser zu nutzen. Mit dem YubiKey 5Ci hat der Hersteller Yubico jetzt einen Authenticator-Stick im Programm, der in die Lightning-Buchse von iPhones und iPads passt. Auf der anderen Seite hat er einen USB-C-Stecker, mit dem man ihn alternativ zum Beispiel im Notebook einsetzen kann.

Mechanisch ist der Stick gut verarbeitet. Das Kunststoffgehäuse hat einen Metallkern, ist stabil, gibt bei Belastung nicht nach und lässt sich nicht mit bloßen Händen zerbrechen – für Nutzer, die den Stick am Schlüsselbund tragen wollen, ein wichtiges Detail.

Die Wahl eines passenden Browsers für iOS ist schnell getroffen: Apples eigener Browser Safari ist bisher nicht geeignet. Das Open-Source-Projekt „Brave“ (kostenlos im App Store) unterstützt den Webstandard WebAuthn für die FIDO2-Anmeldung. Die Entwickler haben das Kunststück vollbracht, FIDO2 einzubauen, obwohl sie im Kern die Safari-Engine verwenden müssen – andere Browser-Engines lässt Apple im Store nicht zu. Im Test konnten wir den Stick als zweiten Faktor unter anderem bei GitHub registrieren. Auch die WebAuthn-Demo (webauthn.io) funktionierte.

Der Browser verspricht außerdem, Werbung und Tracking-Methoden zu blocken und dadurch ganz nebenbei Ladezeit und vermeidbare Datenübertragung zu reduzieren. In Arbeit ist aktuell eine

Möglichkeit, in speziellen Tabs über das Tor-Netzwerk anonym zu surfen.

Eine Enttäuschung gibt es aktuell für Besitzer eines iPad Pro mit USB-C-Buchse. Der USB-C-Stecker des YubiKeys funktioniert zwar am Desktop-PC (unter Windows, Linux und macOS), im Brave-Browser auf dem iPad wurde er dagegen nicht erkannt. Die Entwickler arbeiten aber an einer Lösung.

Der YubiKey 5Ci ist aktuell nur für sehr Ungeduldige zu empfehlen, die schon vor allen anderen mit FIDO2 unter iOS arbeiten wollen und nicht darauf warten können, dass Apple die Funktion möglicherweise schon mit iOS 13 im Herbst in Safari einbaut – im besten Falle sogar mit Unterstützung der eingebauten Secure Enclave, also ganz ohne Stick. Auch für Entwickler, die FIDO2 in ihre Anwendungen als Alternative oder Ergänzung zum Passwort einbauen möchten, lohnt die Investition. Yubico stellt unter developers.yubico.com zahlreiche Ressourcen bereit, mit denen die Funktionen, die die Sticks bereitstellen, in eigene Anwendungen eingebaut werden können. So gibt es SDKs und Code-Beispiele für Desktop- und Mobilbetriebssysteme und ausführliches Material zu den eingesetzten Verfahren. Außer der FIDO2-Unterstützung kann der Stick aber, wie die anderen YubiKeys auch, am Desktop als SmartCard und für PGP eingesetzt werden.

Interessierte müssen aktuell im US-Webshop von Yubico bestellen und etwa 5 US-Dollar für den Versand einrechnen, solange der Stick noch nicht bei deutschen Händlern verfügbar ist. (jam@ct.de)

YubiKey 5Ci

FIDO2-Stick für iOS	
Anbieter	Yubico (yubico.com)
Anschlüsse	USB-C und Lightning
Plattform	iOS, Windows, Linux, macOS, Android
Funktionen	FIDO2, FIDO U2F, Smart card, OpenPGP, OTP
Preis	70 US-\$ (zzgl. Versand aus den USA)

Action-Klon

Ein Extra-Objektiv im Motorola One Action nimmt Videos im Querformat auf, auch wenn man das Handy hochkant hält. Zudem gibt es langen Software-Support dank Android One.

Das Motorola One Vision hat unter den Mittelklasse-Handys eine der besten Kameras, und augenscheinlich hat das Konzept Erfolg – denn der Hersteller bringt das Gerät einfach noch einmal heraus. Auf den ersten Blick ist das neue Motorola One Action kaum vom One Vision (siehe c't 14/2019, S. 92) zu unterscheiden. Doch Halt, auf der Rückseite sitzen nun drei Kameras statt zwei. Auch sonst hat Motorola das Gerät hier und da verändert – nicht immer zum Besseren, denn bei der Hauptkamera wurde der optische Bildstabilisator gestrichen. Dafür ist das Handy mit 260 Euro zur Markteinführung 40 Euro günstiger als das Schwestermodell.

Die zusätzliche dritte Linse ist ausschließlich für Videos zuständig. Sie nimmt diese mit Ultraweitwinkel in einem Bildwinkel von 117 Grad auf. Der Clou: Die Kamera ist um 90 Grad gedreht eingebaut. Somit nimmt sie hochkant gehalten im Querformat auf. Per elektronischer Bildstabilisierung eignet sich die Kamera besonders gut für Actionaufnahmen. Am Fahrradlenker montiert, bündelt die Software Wackler auf unebener Strecke im Test recht souverän aus. Videos nimmt die Kamera maximal in FullHD mit 60 fps auf. Als Ersatz für eine dedizierte Actioncam taugt das Handy allerdings bestenfalls bedingt, denn das Gerät ist nicht besser als herkömmliche Handys gegen Stürze gewappnet. An dieser Stelle wirkt das Konzept halbgar.

Ärgerlich ist außerdem, dass der Hauptkamera des One Action im Vergleich zum Schwestermodell der optische Bildstabilisator fehlt. Gerade bei Fotos im Dämmerlicht macht sich das negativ bemerkbar. Trotz dreier Linsen schießt das One Action in der Foto-App die Bilder nur mit einer Brennweite. Die zweite Kamera ist nur für Tiefenschärfe zuständig.

Im Rahmen von Googles Android-One-Programm garantiert Motorola Sicherheits-Updates bis Sommer 2022 und mindestens zwei Versionsschritte für Android. Wie bei Android-One-Geräten üblich läuft ein weitgehend unverändertes Standard-Android auf dem Handy. Im



Telefon stecken ein Samsung-Chip, der Exynos 9 Octa 9609, und 4 GByte RAM. Mit dieser Mittelklasseausstattung ist es in puncto Leistung vergleichbar mit den ähnlich teuren Huawei P Smart Z, Xiaomi Redmi Note 7 und dem Schwestermodell One Vision (ebenfalls in c't 14/2019, S. 92). Der 128 GByte große Flashspeicher lässt sich per MicroSD-Karte erweitern, dann ist aber kein Platz mehr für eine zweite SIM-Karte. Die Laufzeiten sind solide, aufgeladen ist das Gerät in zweieinhalb Stunden.

Wer mit dem Smartphone gerne Videos dreht und nicht gleich ein Highend-Handy kaufen möchte, ist mit dem 260 Euro teuren One Action gut beraten. Bessere Fotos schießt allerdings das Schwestermodell One Vision. Die restliche Ausstattung des One Action ist solide, vor allem Android One samt Supportgarantie ist ein Kaufargument. (rbr@ct.de)

Motorola One Action

Android-Smartphone	
System / Sicherheitspatch	Android 9 / Juli 2019
Prozessor (Kerne) / Grafik	Samsung Exynos 9609 (4 × 2,2 GHz, 4 × 1,6 GHz) / ARM Mali-G72
RAM / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher / Dual-SIM	4 GByte / 128 GByte (116 GByte) / MicroSDXC / ✓
WLAN / Bluetooth / NFC	WiFi 5 / 5.0 / ✓
Abmessungen (H × B × T), Gewicht	16 cm × 7,1 cm × 0,9 cm, 176 g
Kameraauflösung / Blende / OIS	12,6 MP / f/1,8 / –
Videos 4K / Full HD	30 fps / 60 fps
Actioncam 4K / Full HD / OIS	– / 60 fps / –
Frontkamera Auflösung / Blende	12,6 MP / f/2
Displaytechnik / Diagonale	LCD (IPS) / 6,3 Zoll
Auflösung (Pixel/dichte)	2520 × 1080 Pixel (433 dpi)
Helligkeit / Ausleuchtung	4,6 ... 534 cd/m² / 84 %
Akku / Ladezeit 50 %, 100 %	3500 mAh / 51 min / 148 min
Laufzeit Video lokal / Stream / 3D-Spiel / WLAN¹	13 h / 11,2 h / 6,3 h / 12,9 h
Preis	260 €
¹Abruf einer einfachen Website, Spiel: Asphalt 8, gemessen bei 200 cd/m² ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Luxusknipse

Braucht man nicht, will man: Kompaktkamera Leica Q2

Die Leica Q2 verspricht mit ihrem minimalistischen Magnesiumgehäuse puren Luxus – und kostet fast 5000 Euro. Für diesen Preis darf man einiges erwarten.

Von Sophia Zimmermann

Das monolithische Magnesiumgehäuse der Leica Q2 hat eine ausgefallene Objektivmechanik zu bieten. Einer der Einstellringe versetzt die Optik in den Makro-Modus. Gleichzeitig schiebt sich eine neue Entfernungsskala auf den Fokusring. Das sieht nicht nur fantastisch aus, sondern ermöglicht auch sehr präzises Arbeiten im Nahbereich im Zusammenspiel mit der weitwinkeligen Festbrennweite. Für Präzision steht auch der Vollformatsensor mit 47 Megapixeln. Bei Kompaktkameras, selbst unter Systemkameras, sind solch hohe Zahlen exotisch.

Ganz ohne Makel bleibt die Q2 allerdings nicht. So liefert der hochauflösende Sucher zwar ein präzises Abbild mit hoher Tiefenwirkung. Die Augenmuschel schirmt das Licht aber nicht gut ab. Zusätzlich stört seine platte Glasfront beim Durchschauen – vor allem mit langen Wimpern. Dürftig ist auch die Auflösung des rückseitigen Monitors mit gerade ein-

mal 720 × 480 Bildpunkten. Das schafft heute fast jede Einstiegs-Systemkamera.

Die Q2 tauscht Daten ausschließlich über WLAN und Bluetooth aus. Mit der App „Leica Fotos“ lässt sich die Kamera außerdem fernsteuern. Eine weitere Funktion, vor der Leica selbst sichtlichen Respekt hat, ist das „Fernaufwecken“. Damit lässt sich die Q2 bei eingeschaltetem Bluetooth aktivieren, wenn sie im Stand-by-Modus oder ganz ausgeschaltet ist. Eine dicke Warnung setzt der Hersteller dazu ins Handbuch, denn auch andere Mobiltelefone, wenn sie zuvor einmal verbunden waren, könnten die Kamera kapern. Rat des Herstellers: Darauf achten, dass die Funktion deaktiviert ist – dann doch lieber USB.

Handhabung

Das puristische Design mündet in Tastenarmut. Neben einem Daumenrad samt -taste für Belichtungskorrektur, Verschlusszeit und ISO sitzen auf dem Gehäuse nur noch der Auslöser und das Zeitwählrad. Die Blende regeln Fotografen, wie sich das gehört, über das Objektiv. Karg gestaltet Leica auch die Kamerarückseite. Eine Vierwege-Wippe und drei Tasten müssen reichen.

Und das tun sie. Die wichtigsten Parameter sind flott eingestellt. Hinzu kommt, dass die Leica Q2 clevere Abkürzungen wie ein Favoritenmenü bietet und sich umfassend individualisieren lässt. Bleibt man beispielsweise lange auf der FN-Taste, verändert man rasch ihre Funktion. Allerdings hat dieser puristische Ansatz auch Schwächen, denn nützliche oder verspielte Helferlein wie Vollautomatik, Szenenprogramme, Belichtungsreihen, Panorama und HDR findet man kaum ohne Handbuch.

Messwerte und Bildkritik

Die Messwerte der Leica Q2 sind wie erwartet ohne Tadel und ähneln stark den Ergebnissen der spiegellosen Systemkamera Panasonic Lumix S1R. Bei niedrigster Empfindlichkeit ist Rauschen kein Thema. Erst bei ISO 6400 zeigen die

Fotos sichtbares Rauschen, weisen aber noch hohe Detailfülle auf. In den JPEGs fallen allerdings Schärfungsartefakte an kontrastreichen Übergängen auf. Außerdem lässt Leica etwas mehr Rauschen ins Bild. Das tut aber der Tiefenwirkung gut und sorgt für einen knackigen Bildeindruck. Insgesamt gefallen die Q2-Aufnahmen mit einem neutralen Farbblook, einer angenehmen Klarheit und einer starken räumlichen Wirkkraft.

Das Objektiv leistet zentral die höchstmögliche Qualität schon bei Offenblende, schwächelt jedoch etwas in den Randbereichen. Der Hersteller korrigiert seine Linsenkonstruktion aber so gut, dass sich Bildfehler in Grenzen halten.

Fazit

Die Leica Q2 ist keine Kamera, die man braucht, sondern eine, die man will. Und deshalb stellt sich gar nicht die Frage, ob andere Hersteller für weniger Geld eine gleichwertige Ausrüstung anbieten. Der 47-Megapixel-Sensor liefert gemeinsam mit der lichtstarken Festbrennweite Bildqualität auf Profi-Niveau, sodass die Aufnahmen auch bei höheren ISO-Empfindlichkeiten schier lebendig wirken.

Dabei bleibt die Kamera in vielerlei Hinsicht schnappschusstauglich. Sie liegt sicher in der Hand, ihr Autofokus reagiert flott und das abgespeckte Konzept ermöglicht hohes Bedientempo.

(akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Digitale Fotografie 5/2019.

Leica Q2

Kompaktkamera	
Sensorgroße / -typ	36 mm × 24 mm / CMOS
Sensorauflösung	8368 × 5584 (47,3 Megapixel)
Lichtempfindlichkeit	ISO 50-ISO 50.000
Objektiv: Brennweite / Lichtstärke	28 mm / f/1.7-f/16
Autofokus: Typ / Messfelder	Kontrastmessung / 225 Felder
Bildstabilisierung	✓ (optisch)
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/2000 s–60 s (mech.); 1/40.000–1 s (elektr.)
Serienbildrate	10
Videoformat / -auflösung	MP4 / 4096 × 2160 (24p)
Sucher / Auflösung	OLED, 0,76fach / 1280 × 960 Pixel
Display / Auflösung	Touch-LCD, 3 Zoll / 720 × 480 Pixel
Speichertyp	1 × SD-Karte (UHS-II)
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	130 × 80 × 92 mm / 734 g
Anschlüsse	WLAN, Bluetooth, Zubehörschuh
Preis	4800 €



Anschlussbuchsen suchen Fotografen auf der Leica Q2 vergebens. Kontakt nimmt sie mit dem Smartphone via WLAN und Bluetooth auf.

Leise Brise

Niemand braucht einen Ventilator mit App-Anbindung. Das dachten wir auch – bis wir einen getestet hatten.

Mit dem Knopf an der Oberseite des Smart Mi Fan 2 von Xiaomi schaltet man den Ventilator ein, aus und regelt in vier Stufen die Geschwindigkeit. Über einen Druckschalter an der Rückseite lässt sich das kontinuierliche Schwenken einschalten. So weit, so normal.

Doch sein volles Potenzial schöpft der Mi Fan 2 aus, wenn man ihn mit der Smart-Home-App Mi Home von Xiaomi verknüpft. Beispielsweise verstellt man die Geschwindigkeit über einen Schieberegler in einhundert Stufen. Zudem erlaubt die App, den Winkel beim Schwenken auf Werte zwischen 30 und 180 Grad zu begrenzen – praktisch, denn normalerweise pusten Ventilatoren im Schwenkbetrieb die meiste Zeit an den Personen vorbei. Darüber hinaus lassen sich in der App Zeitpläne anlegen und Sleep-Timer definieren. Wer weitere Smart-Home-Sensoren von Xiaomi nutzt, kann den Mi Fan 2 mit der App regelbasiert schalten, etwa wenn die Temperatur einen bestimmten Wert übersteigt.

Nett, aber nicht zwingend nötig: Im Fuß steckt ein Akku. Will man den Mi Fan 2 spontan in einen anderen Raum oder mit auf den Balkon mitnehmen, bleibt das Kabel einfach in der Steckdose. Der Akku hält auf mittleren Stufen mehrere Stunden durch.

Wer konstante Luftströme als unangenehme Zugluft empfindet, wird an der Funktion „natürlicher Luftstrom“ Gefallen finden. Hier regelt der Ventilator in einem Intervall um die eingestellte Grundgeschwindigkeit pseudozufällig hoch und wieder herunter, sodass sich der Luftstrom wie natürlicher Wind anfühlt, was wir besonders beim Schlafen angenehmer fanden.

Apropos Schlafen: Der Lüfter war dank seines gut gelagerten Motors und seiner acht statt den sonst üblichen drei Rotorblättern bis 25 Prozent seiner Höchstgeschwindigkeit flüsterleise. Selbst bei normalem Tageslärm ist er bis zur Hälfte der maximalen Geschwindigkeit kaum zu hören. Das Verhältnis von Geräuschpegel zu umgewälzter Luft fanden wir besser als bei herkömmlichen Ventilatoren.



Offiziell vertreibt Xiaomi den Smart Mi Fan 2 nicht in Europa. Über Shops wie AliExpress oder Banggood und auch bei einigen Amazon-Händlern bekommt man ihn zu Preisen ab 120 Euro – oft auch innerhalb weniger Tage aus einem EU-Lager. Bei der Bestellung sollte man aber darauf achten, eine EU-Version zu ergattern. Die Variante für den chinesischen Markt hat kein CE-Kennzeichen, was zu Problemen mit dem Zoll führen kann, und es fehlt ein EU-Stromkabel, welches man dann im Fachhandel gesondert kaufen muss. Auch sollte man die technischen Daten kontrollieren, da unter ähnlichem Namen auch das optisch identische Vorjahresmodell angeboten wird, das aber keinen eingebauten Akku besitzt.

Wer sich vom etwas komplizierteren Kauf nicht abschrecken lässt, bekommt mit Mi Fan 2 einen sehr leisen Ventilator mit praktischen Funktionen und guter Anbindung ans Smart Home und an digitale Sprachassistenten. Ohne App stehen zudem die wichtigsten Funktionen auf Knopfdruck am Gerät bereit. (spo@ct.de)

Xiaomi Smart Mi Fan 2

Smarter Ventilator	
Systemanf.	Smartphone mit Android ≥4.4 oder iOS ≥ 9.2
Abmessungen (L × B × H)	340 mm × 330 mm × 960 mm
Gewicht	3,5 kg
Akku	2800 mAh
Konnektivität	WLAN (2,4 GHz)
Straßenpreis	130 €

Lärmstopfen

Sonys In-Ear-Headset WF-1000XM3 dämpft Umgebungslärm und überzeugt mit einem neutralen Klangbild – wenn man einige Einstellungen beachtet.

Der japanische Hersteller Sony stattet seine komplett kabellosen In-Ears WF-1000XM3 erstmals mit einer aktiven Geräuschunterdrückung aus. Die reduziert Umgebungslärm erstaunlich effektiv, wenn sie auch nicht ganz mit einem Over-Ear-Modell wie dem Bose NCH 700 mithalten kann. In der zugehörigen App (Android, iOS) lässt sich festlegen, ob ebenso Sprache aus der Umgebung unterdrückt werden soll. Lässt man sie stattdessen passieren, klingen Sprecher etwas abgehackt, als wenn sie mit einem falsch eingestellten Gate-Effekt aufgezeichnet würden. Ein ähnlicher Effekt störte die Verständlichkeit der eigenen Sprache bei Telefongesprächen.

Der Verbindungsaufbau per Bluetooth 5.0 zu Smartphones und Rechnern gelang problemlos. Für einen optimalen Musikgenuss sollte man in der App darauf achten, dass der Modus „Klangqualität“ und Übertragungs-Codec AAC aktiviert sind – letzteren unterstützen unter anderem iPhones und Apple-Rechner. Im Modus „sichere Verbindung“ und dem Standard-Codec SBC stiegen hingegen die Verzerrungen (THD) von 0,8 auf knapp 2,0 Prozent an, was sich zuweilen als zischelnde Höhen bemerkbar machte.

Die Übertragungslatenz von 232 Millisekunden fällt etwas höher aus als bei anderen Bluetooth-Kopfhörern. Wenn die Abspielsoftware die Verzögerung nicht ausgleicht, leidet darunter beim Videoschauen die Lippensynchronität.

Der allgemeine Klangeindruck ist gut. Im Vergleich zum Sennheiser HD-



600 hat Sony den Frequenzgang weitgehend neutral abgestimmt. Der Bass wird etwas stärker betont, die Präsenz von Stimmen bei 3 kHz etwas zurückgenommen. Das ausgewogene Klangbild harmonisiert mit allen Musikgenres gleichermaßen.

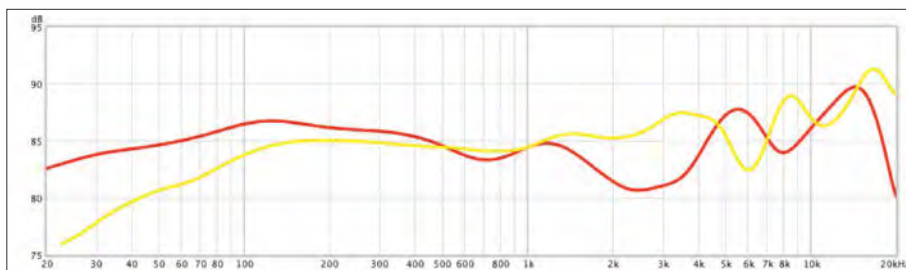
Im Test reichten die Akkus für 4:50 Stunden mit eingeschaltetem Noise Cancelling – ein überdurchschnittlich guter Wert. Die mitgelieferte Transportbox hält mit ihren Akkus drei weitere Ladungen parat. Sieben verschiedene Gummimanschetten sorgen für einen angenehmen Sitz in kleinen bis großen Ohren. Allenfalls bei wilden Sportarten kann es dazu kommen, dass die Stöpsel herausrutschen.

Richtig konfiguriert überzeugen die bequem sitzenden WF-1000XM3 dank ihrer Geräuschunterdrückung, eines ausgewogenen Klangs und der vergleichsweise langen Akkulaufzeit. Einzig beim Telefonieren stört die abgehackte Übertragung der eigenen Sprache. (hag@ct.de)

Sony WF-1000XM3

In-Ear-Headset mit Bluetooth und Noise Cancelling

Hersteller	Sony, www.sony.de
Anschluss	Bluetooth 5.0 (SBC, AAC)
Preis	249 €



Sony hat die WF-1000XM3 (rote Kurve) ähnlich neutral abgestimmt wie den Klang unseres Referenzkopfhörers Sennheiser HD-600 (gelbe Kurve). Bässe wirken etwas kräftiger, Stimmen ein wenig zurückhaltender.

Sonokea

Ikeas günstige Multiroomlautsprecher

Die Symfonisk-Lautsprecher von Ikea haben ein peppiges Design und im Innern steckt die Soundtechnik von Sonos. Beim Klang überzeugt allerdings nur die Lampe.

Von Holger Zelder

Bei der ungewöhnlichen Kooperation zwischen Sonos und Ikea sind für Ikea – wenig überraschend – zwei Möbelstücke herausgekommen. Die Schweden haben die Mehrraumtechnik von Sonos kurzerhand in eine Lampe und ein Wandregal mit dem klangvollen Namen „Symfonisk“ integriert.

Den 100 Euro teuren, länglichen Regal-WiFi-Speaker kann man flach oder hochkant aufstellen. Alternativ schraubt man das rechteckige Kunststoffgehäuse mit separat erhältlichen Halterungen an die Wand und nutzt es dann als Regal. Drei Kilogramm Last soll es aushalten – genug, um es als Sound-Nachttisch neben das Bett zu hängen und ein paar Bücher darauf zu drapieren.

Bei der 180 Euro teuren Tischleuchte steckt der Lautsprecher im bauchigen Korpus, der mit netzartigem Stoff bespannt ist. Unter dem mattierten gläsernen Lampenschirm befindet sich ein E14-Gewinde für ein Leuchtmittel mit maximal 7 Watt. Man schaltet es über einen Drehschalter an der Seite ein oder aus. Dimmen lässt es sich ebenso wenig wie per App steuern.

Auf der Vorderseite beider Geräte finden sich drei Knöpfe, um die Lautstärke und die Wiedergabe zu regeln. Einen Ein- oder Ausschalter besitzt keiner der Lautsprecher. Regal und Lampe lassen sich per Ethernet oder 2,4-GHz-WLAN mit dem heimischen Netzwerk verbinden. Keine der Boxen besitzt weitere Schnittstellen, etwa Bluetooth, einen Klinken- oder optischen Eingang. Auch Mikrofone und Unterstützung für die Sprachassistenten von Google, Amazon und Apple gibt es nicht.

Ausgepackt und mit Strom verbunden verhalten sich die Symfonisks exakt wie

die Multiroom-Boxen von Sonos. Sie werden über die für Android und iOS erhältliche Sonos-App eingerichtet und gesteuert, welche eine Registrierung per Mail erfordert. Durch die App kann man Musik von NAS-Systemen im gleichen Netzwerk oder von bis zu 80 unterschiedlichen Streaming-Diensten abspielen. Darüber hinaus unterstützen die Symfonisks die Streaming-Protokolle Apple AirPlay 2 und Spotify Connect, nicht aber Google Cast.

Die Symfonisk-Lautsprecher lassen sich auch mit vorhandenen Sonos-Lautsprechern gruppieren, um in verschiedenen Räumen dieselbe Musik synchron abzuspielen. Zwei gleiche Symfonisks kann man außerdem zu einem Stereopaar koppeln, also zwei Lampen oder zwei Regalboxen.

Die Sonos-App für iOS bietet auch bei den Ikea-Speakern an, den Klang der Lautsprecher über die Trueplay genannte Funktion an den Raum anzupassen. Während der Nutzer den Raum abschreitet und das Smartphone auf und ab bewegt, geben die Boxen einen pulsierenden Prüftönen von sich. Die App passt dann anhand der Reflexionen im Zimmer den Klang der Lautsprecher an. Das iOS-Gerät benötigt man später nicht mehr, für Android-Nutzer genügt es also, einen iPhone-Besitzer auf einen Kaffee einzuladen.

Klang

In den Symfonisk-Lautsprechern stecken jeweils ein Tieftmitteltöner sowie ein Hochtöner, beide strahlen nach vorne ab. Der mit 100 Euro recht günstige Regal-WiFi-Speaker kann klanglich nicht überzeugen: Höhen scheppern merklich, die Mitten klingen unsauber und gedämpft. Der Bass dröhnt stark. Nach dem Ein-

messvorgang über die Trueplay-Funktion hörte sich der Regal-Speaker besser an, sein Klangbild wirkte aber etwas eingengt. Die fehlende Räumlichkeit konnten wir auch im Stereobetrieb mit einem zweiten Regal-WiFi-Speaker nicht vollständig herstellen. Als Küchenradio mag das gehen, in größeren Wohnzimmern ist er unseres Erachtens fehl am Platz.

Die Tischleuchte klingt wesentlich ausgewogener. Die Bässe entwickeln etwas mehr Kraft, die Mitten sind klarer als beim Regal-Lautsprecher. Die Wiedergabequalität reicht nahe an die des ähnlich teuren Sonos One heran.

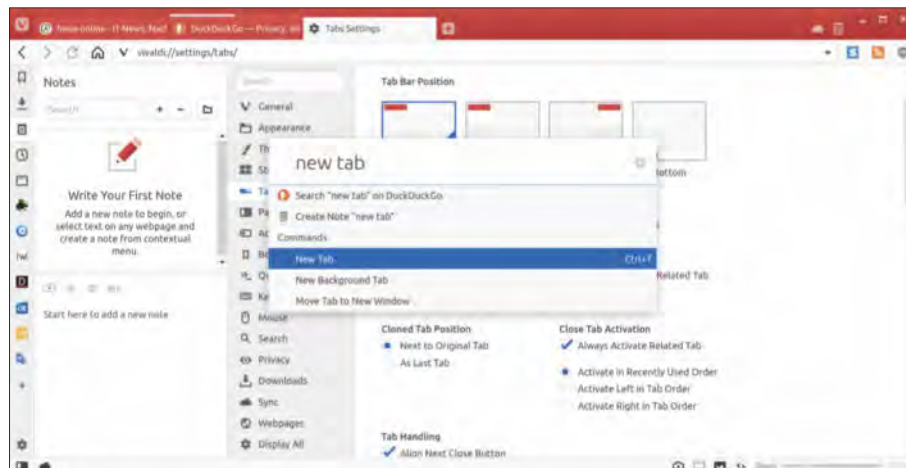
Fazit

Ikea verpackt mit den Symfonisk-Lautsprechern das stabile Multiroom-Streaming von Sonos in ein interessantes Möbel-Design. Würde der Regal-WiFi-Speaker etwas besser klingen, hätte er das Zeug zum Preisbrecher. Denn für 100 Euro bekommt man sonst weder eine Sonos-Box noch einen WLAN-Speaker mit AirPlay-2 und Spotify Connect. Die 180 Euro teure Tischleuchte hörte sich wesentlich ausgewogener und ausgereifter an. Mit ihrem ungewöhnlichen Aussehen muss man sich allerdings anfreunden.

(sha@ct.de) **ct**

Symfonisk Regal-WiFi-Speaker / Tischleuchte

Vernetzte Lautsprecher	
Hersteller	Ikea, ikea.com
Lieferumfang	Netzwerkkabel, Stromkabel
Streaming-Protokolle	AirPlay 2, Spotify connect
Standby	2,8 Watt / 2,4 Watt
Preis	100 € / 180 €



Einstellungs- sache

Der Browser Vivaldi kann sehr viel und lässt sich bis ins Detail konfigurieren. Trotzdem ist er aufgeräumt und flott.

Vivaldi strotzt vor Features und bietet praktisch alles Übliche und viel Unübliches: Tabs kann man stapeln, nebeneinander anzeigen, schlafen legen (um Arbeitsspeicher zu sparen), markieren und als Gruppe bearbeiten et cetera. Das eigene Surfverhalten wird im Verlauf grafisch aufbereitet und der Browser bringt einen Notizblock mit, der Markdown versteht und Screenshots von Webseiten an die Notizen anhängen kann. Eine Seitenleiste bietet nicht nur alternativen Zugriff auf diese Funktionen, sondern erlaubt es auch, dort beliebige Websites einzubetten – das eignet sich hervorragend für Wörterbücher oder Chats. Bedienen lässt sich Vivaldi per Mausgesten, mit Shortcuts, über Befehlswörter wie auf einer Kommandozeile oder einfach über Maus und Kontextmenüs.

Viele dieser Möglichkeiten und Funktionen lassen sich in anderen Browsern über Add-ons nachrüsten, aber bei Vivaldi ist alles inklusive, aus einem Guss, und der Browserhersteller sorgt sich um die Qualität der Umsetzung. Und obwohl mit fast jedem Update noch mehr Funktionen hinzukommen, schafft es Vivaldi, diese „Featuritis“ unter Kontrolle zu halten. Dinge, die man nicht braucht, sind nicht im Weg und zwingen auch die Performance nicht in die Knie. Wenn doch etwas stört, lässt es sich abschalten oder umkonfigurieren: Die Vivaldi-Einstellungen unterteilen sich in nicht weni-

ger als 16 Kategorien und haben zum Glück ein eigenes Suchfeld.

Der Gründer des Projekts ist Jon von Tetzchner, der zuvor schon den Opera-Browser aus der Taufe gehoben hatte und dessen Stärken Vivaldi kopieren will. Sogar an einem eingebauten Mailclient wird gearbeitet. Nur auf eine eigene Rendering-Engine muss man verzichten: Vivaldi baut auf Blink und Googles Chromium auf. Das reduziert zwar die Vielfalt im Web-Ökosystem, garantiert aber, dass der Browser mit aktuellen Webstandards ebenso gut zurechtkommt wie die reichweitenstärkere Konkurrenz. Die daraus entstehende Verzahnung mit Google lässt sich in den Einstellungen minimieren, wenn auch nicht ganz verhindern: Vivaldi nutzt Googles Chrome Web Store für Add-ons. Immerhin ist sich Vivaldi der Problematik bewusst und hat zum Beispiel sein Sync-Feature so angepasst, dass es keine Google-Server nutzt und außerdem vollständig Ende-zu-Ende verschlüsselt.

Vivaldi ist ideal für Nutzer, die sich in ihrem Browser einrichten wollen. Nicht nur ist fast alles an Bord, sondern es lässt sich auch kleinteilig einstellen und anpassen. Wen das nicht interessiert, der ist mit Vivaldi auch nicht schlechter bedient als mit anderen Browsern und lernt mit der Zeit vielleicht das eine oder andere Helferlein zu schätzen. (syt@ct.de)

Vivaldi

Konfigurierbarer Webbrowser	
Entwickler	Vivaldi Technologies, https://vivaldi.com
Plattformen	Linux, macOS, Windows
Engine	Blink (Chromium)
Preis	kostenlos, proprietäre Lizenz

Gesprächiger Lehrer

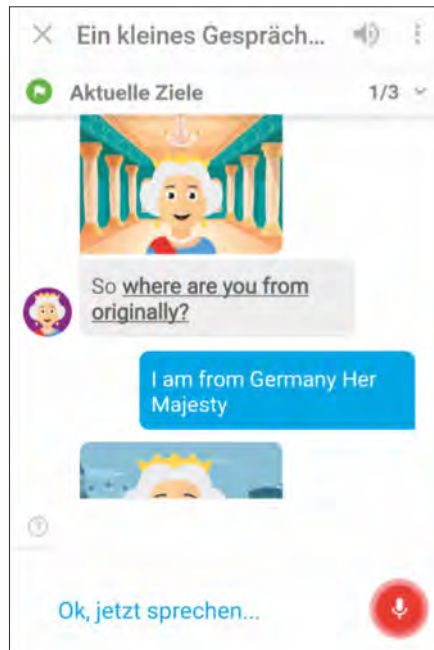
Mit YouTube-Clips und einem eingebauten Chatbot möchte die Sprachlern-App Xeropan auf unterhaltsame Weise authentisches Englisch vermitteln.

Herzstück jeder Xeropan-Lektion ist ein kurzer Audio- oder Video-Clip aus britischen und US-amerikanischen Quellen. Mal stellt sich darin eine X-Factor-Kandidatin der Jury vor, mal spricht Ex-Präsident Barack Obama über Umweltschutz. Es empfiehlt sich, zunächst den Vokabelteil der Lektion zu absolvieren, um dann den Clip zu verfolgen und anschließend Fragen dazu zu beantworten. Wer sich sicher fühlt, lässt das Vokabeltraining ausfallen – alle Teile einer Lektion kann man nämlich frei anwählen.

Die sogenannten Wochenlektionen drehen sich auf recht hohem sprachlichem Niveau um ein bestimmtes Thema, beispielsweise Gärtnern, Aprilscherze oder Verben rund ums Gehen. In der kostenlosen, werbefinanzierten Xeropan-Version hat man immer nur Zugriff auf drei wechselnde Wochenlektionen; Anwendern der Pro-Version stehen die gut 700 Zusatzlektionen dauerhaft zur Verfügung.

Zwei Übungsformate finden sich nur in der Pro-Version: Grammatikübungen plus Übersichten zum Nachschlagen sowie ein witziges Sprechtraining. In Dialogen mit einem Chatbot beantwortet der Anwender dabei Fragen und hat die Aufgabe, je drei von der App vorgegebene Aussagen an passender Stelle einzuflechten. So kann man beim Personalier Richard einen Job ergattern, mit Kumpel James eine Party planen und sogar mit einer Chatbot-Queen plaudern. Die Spracherkennung funktioniert narrensicher und die Fragen und Antworten des Bots fallen beeindruckend detailliert aus. Wer auf die Frage nach dem Befinden lediglich „I'm fine“ antwortet, erhält den Hinweis, dass noch ein „and how are you?“ folgen sollte. Dass Taxifahrer Ali unvermittelt vorschlägt „Let's practice the 2nd conditional!“, wirkt schon schräg – insgesamt sind die liebevoll gestalteten Unterhaltungen mit dem Chatbot aber durchaus realistisch. Vor allem machen sie so viel Spaß, dass man gern mit dem Bot trainiert.

Unter xeropan.com kann man alternativ auch am PC lernen. Das Arbeiten im



Browser geht flüssig von der Hand, da sich die Web-App komfortabel per Tastatur nutzen lässt. Lediglich die Chat-Übungen stehen hier noch nicht zur Verfügung. Anwender, die sowohl mit dem PC als auch am Smartphone lernen möchten, sollten den Lernstand auf dem Server des Anbieters speichern. Dazu ist die Anmeldung über Facebook oder Google erforderlich.

Ab und an stolpert man über ungelinke Wörter wie „Lehrposition“ als Übersetzung für „teaching position“ – insgesamt ist der Lernstoff jedoch gut aufbereitet. Wer sich an den regelmäßigen Werbeeinblendungen nicht stört, kann sein Hörverständnis und seine Vokabelkenntnisse mit der kostenlosen Version trainieren. Die Pro-Version kann man sieben Tage lang gratis testen, bevor ein Abo abgeschlossen werden muss.

Für Anwender ganz ohne Vorkenntnisse sowie fürs gezielte Lernen auf eine Prüfung wie den TOEFL-Test eignet sich Xeropan nur bedingt. Mit ihrem flexiblen Aufbau, dem authentischen Audio- und Video-Material und insbesondere mit den witzigen Chatbot-Sprechübungen der Pro-Version empfiehlt sich die App insbesondere für Lerner, die ihr eingerosetetes Schulenglisch aufpolieren möchten. Sie finden hier jede Menge alltagsnahe und abwechslungsreiche Übungen.

(dwi@ct.de)

Xeropan

App zum Englischlernen	
Hersteller	Xeropan International Kft, xeropan.com
Systemanf.	Android ab 4.4, iOS ab 10.0
Preis pro Monat / Jahr	9,99 € / 53,88 €



Sieht gut aus

Notebooks mit farbstarken 4K-Bildschirmen von leicht bis potent

Notebooks mit AdobeRGB-fähigen Bildschirmen erfreuen ambitionierte Nutzer bei der Bild- und Videobearbeitung mit satten Farben. Bei einer neuen Generation solcher Geräte kommen seit Langem wieder einmal OLED-Panels mit tiefem Schwarz zum Einsatz.

Von Florian Müssig

Bei leistungsstarken Notebooks stolpert man in jüngerer Zeit öfter über Schlagwörter wie Creator oder Studio. Hinter diesen Begriffen verbergen sich

Marketingbestrebungen von Intel und Nvidia, die damit Kreative ansprechen wollen – also Nutzer, die beispielsweise häufig Fotos oder Videos bearbeiten oder 3D-Objekte erstellen. Diese Zielgruppe ist an sich nicht neu, stand bislang aber vor einem Dilemma: Professionelle Workstation-Notebooks für Ingenieure haben zwar die benötigte Power, sind mit für Unternehmen gedachten Fernwartungsfunktionen und CAD-zertifizierten Treibern aber extrem teuer und überkandidelt.

Gaming-Notebooks sind wiederum billiger und ebenfalls mit starken CPUs und GPUs bestückt, doch mit RGB-Beleuchtung und anderem Blingbling kommen sie im geschäftlichen Kundentermin komisch rüber. Reaktionsschnelle

TN-Panels mit 120 Hz und mehr decken üblicherweise zudem keine großen Farbräume ab. An diesen Punkten setzen nun die Creator- und Studio-Notebooks an: Sie ähneln in Preis und Ausstattung Gaming-Notebooks (und basieren mitunter sogar auf solchen), doch mit dezenter gestalteten Gehäusen und farbstarken Displays ist die Ausrichtung klar anders.

Farbstarke Bildschirme bekommt man aber auch in schwächer ausgestatteten Geräten, die den Fokus stärker auf Mobilität legen. Wir haben für diesen Artikel fünf aktuelle Vertreter auf den Prüfstand gestellt: Dell XPS 15 (2019), Lenovo ThinkPad X1 Carbon (2019), MSI P65 Creator (9SF), Razer Blade 15 (2019) und Schenker Compact 15. Die Notebooks kos-

ten zwischen 2000 Euro (Dell) und 3600 Euro (Razer), was so oder so High-End bedeutet: Thunderbolt 3 bieten alle, Dell und Razer zudem bereits Wi-Fi 6.

Return of OLED

Lenovo und MSI setzen auf herkömmliche IPS-LCD-Panels, in den anderen drei Notebooks kommen OLEDs zum Einsatz. Bei den abgedeckten Farbräumen waren nur minimale Abweichungen zwischen den Panel-Arten zu messen: Alle fünf Kandidaten schaffen AdobeRGB. Jedoch gibt es Unterschiede beim Kontrast: Bauartbedingt ist Schwarz bei OLED tatsächlich Schwarz und nicht Dunkelstgrau, weil die selbstleuchtenden Pixel dann vollständig ausgeschaltet sind. LCD-Pixel lassen hingegen immer noch einen Bruchteil der Hintergrundbeleuchtung durch.

In Notebooks hatte die OLED-Technik bislang einen schweren Stand. So gab es zwar vor einigen Jahren mehrere 13,3-Zoll-Geräte mit ebensolchen Bildschirmen, doch sie verschwanden allesamt nach nur einer Gerätegeneration wieder vom Markt. An einer zu starken Alterung oder Einbrenneffekten dürfte dies nicht liegen, wie die Nachmessung an einem

Hilfsprogramm ohne Wirkung: Auch wenn man in True Color das Profil „sRGB“ auswählt, stellt der Bildschirm des MSI P65 Creator weiterhin AdobeRGB dar.



rund drei Jahre alten OLED-Notebook gezeigt hat (siehe Kasten unten).

Stattdessen gab es in den letzten Jahren schlicht einen Versorgungsengpass bei OLEDs. Bestehende Fabriken waren bis zum Anschlag ausgelastet, sodass die Hersteller die großen Muttergläser lieber in viele kleine Smartphone- statt wenige größere Notebook-Bildschirme zugeschnitten haben. Mittlerweile gibt es zusätzliche Fertigungskapazitäten und einen abflauenden Smartphone-Markt, sodass Notebook-Panels wieder machbar sind – oder

zur Fab-Auslastung gar gebraucht werden. In allen drei hier getesteten OLED-Notebooks stecken Samsung-Panels mit dem Markennamen AMOLED.

Performance

Das Razer Blade 15 (2019) beherbergt mit der High-End-GPU GeForce RTX 2080 den derzeit schnellsten Notebook-Grafikchip; der GeForce RTX 2070 in den Notebooks von MSI und Schenker ist fast genauso schnell. Beide reichen aus, um aktuelle 3D-Spiele auch bei voll aufgedreh-

OLED-Alterung

Mit der zweiten Welle an OLED-Notebooks stellt sich die obligatorische Frage nach der Langlebigkeit solcher Bildschirme: Besonders die ersten Generationen von Smartphone-Displays und Fernsehern hatten mit „eingebrennten“ Bildern zu kämpfen. Sie entstehen, wenn Bildelemente mit hohem Kontrast und hoher Helligkeit lange Zeit an derselben Stelle angezeigt werden: Die strahlenden OLED-Pixel altern schneller als nebenstehende dunkle Pixel, wodurch sie an Helligkeit verlieren. In gleichmäßigen Flächen sieht man durch die unterschiedlich hellen Pixel dann die „eingebrennten“ Geisterbilder.

Wie sich die OLED-Bildschirme der hier getesteten Notebooks künftig schlagen werden, können wir freilich noch nicht beantworten. Allerdings lassen sich Rückschlüsse aus der Vergangenheit ziehen: Das im Handel erworbene, OLED-bestückte HP Spectre x360 13 aus c't 17/2016 [1] dient seitdem als Arbeitsgerät

in der Redaktion, weshalb wir es nun erneut begutachten konnten.

Während die maximale Helligkeit in den rund drei Jahren von 328 cd/m² auf nun 292 cd/m² sank – was man praktisch nicht merkt –, blieb der gemessene Farbraum konstant. Obwohl der Nutzer die Windows-Taskleiste die gesamte Zeit eingeblendet gelassen hat und der Desktop viele Icons auf einem schwarzen Hintergrund beheimatet, konnten mehrere c't-Redakteure keine sichtbaren Einbrenn-Artefakte ausmachen. Gemittelt dürfte der Notebookbildschirm in all der Zeit etwa vier bis fünf Stunden pro Tag eingeschaltet gewesen sein.

Da im Spectre x360 13 aus dem Jahr 2016 wie in den hier getesteten 2019er-Notebooks OLED-Panels von Samsung stecken und die Technik weiterhin Fortschritte macht, sollten sich die hier getesteten Geräte bei ähnlichem Nutzungsprofil also ebenso gut schlagen. Und Hel-

ligkeitseinbußen in ähnlicher Größenordnung findet man auch bei herkömmlichen LCD-Bildschirmen.

Eine generelle Einbrenn-Entwarnung können wir aber nicht geben. Anders als Notebooks werden Smartphones und Smartwatches beispielsweise viel häufiger unter freiem Himmel genutzt. Die Hersteller fordern deshalb deutlich höhere Helligkeiten von teils über 1000 cd/m² vom Panel-Lieferanten ein, was aufgrund der höheren hineingepumpten Energie wiederum zu einer viel schnelleren Alterung der Pixel führt.

Wer den OLED-Bildschirm seines Notebooks schonen möchte, sollte ihn nicht dauerhaft bei maximaler Helligkeit betreiben, das Farbschema von Windows 10 auf Dunkel stellen (erst ab 1903 möglich), die Taskleiste ausblenden und das Hintergrundbild des Desktops automatisch zwischen mehreren Motiven durchwechseln lassen.

ten Details und Effekten flüssig in mindestens Full-HD-Auflösung zu spielen – wobei man sich auf den 15,6-Zoll-Displays auch auf diese Auflösung beschränken kann, ohne dass es pixelig wird. Die Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1650 im Dell-Notebook kommt bei Full-HD-Auflösung je nach Detailgrad mitunter schon ans Limit. Die im Intel-Prozessor integrierte GPU bei Lenovo ist für 3D-Spiele zu schwach.

Hinsichtlich kreativer Anwendungen fällt die Einordnung anders aus. Flotte 3D-Grafikchips sind nur dann zwingend erforderlich, wenn man mit Programmen wie Maya oder 3DStudio Max an aufwendigen 3D-Modellen arbeitet – die Echtzeitdarstellung wäre ohne potente Zusatz-GPU unbrauchbar langsam. Foto- oder Videobearbeitungsprogramme können manche – aber bei Weitem nicht alle! – Effekte von der GPU beschleunigt berechnen lassen, doch grundsätzlich geht es auch per CPU und dauert dann halt länger.

Insofern taugt auch das mit einem vergleichsweise schwachen Prozessor bestückte ThinkPad X1 Carbon problemlos zur Bild- und Videobearbeitung. Die Core-i-CPUs aus Intels U-Baureihe, zu denen der Core i7-8565U des X1 gehört, sind schließlich der Standardantrieb der Notebookwelt. Auch skalieren die Prozessoren nicht linear hinsichtlich Rechenleistung und Effizienz: Der Core i9-9880H im MSI P65 Creator erzielt im Cinebench R20 mit doppelter Kernanzahl zwar doppelt so hohe Ergebnisse wie der Vierkerner Core i7-8565U im ThinkPad X1, doch er verbraucht dabei auch das Dreifache an Energie.

Mobilität

Unterwegs ziehen das MSI-Notebook und das Dell XPS 15 mit rund zwei Kilogramm an der Schulter; die beiden anderen 15,6-Zöller Razer Blade 15 und Schenker Compact 15 bringen sogar 2,3 beziehungsweise 2,5 Kilo auf die Waage. Das ThinkPad X1 Carbon wiegt mit gerade einmal 1,1 Kilogramm merklich weniger.

Das ThinkPad X1 schneidet bei der Laufzeit mit über elf Stunden ordentlich ab, doch die Krone geht mit gut 18 Stunden an das XPS 15. Beide haben einen ähnlichen Energiehunger bei geringer Last, doch in das größere XPS-Gehäuse passen 87 statt 51 Wh Akkukapazität. MSI und Razer bieten ebenfalls Akkus mit mehr als 80 Wh, laufen damit aber nur fünf respektive acht Stunden. Fünf Stunden schafft auch das Schenker-Notebook mit seinem 60-Wh-Akku.

Fazit

Die potenten Notebooks von MSI, Razer und Schenker bieten einen interessanten Kompromiss: Man bekommt tolle Bildschirme und sehr leistungsfähige Hardware. Tagsüber arbeiten und abends zocken klappt also mit demselben Gerät. Zusätzlich zum Notebook muss man allerdings das Netzteil immer griffbereit haben, weil die Akkulaufzeiten recht kurz sind und man die volle Grafikpower nur bekommt, wenn das Netzteil angeschlossen ist.

Steht Mobilität weiter oben auf der Prioritätenliste, dann sollte man den Wahlspruch „weniger ist manchmal mehr“ befolgen: Das Dell XPS 15 hat weniger 3D-Power, aber eine vielfach längere Akkulaufzeit. Das Lenovo ThinkPad X1 ist wiederum nur halb so schwer – ein noch geringeres Gewicht hat kaum ein anderes Notebook.

(mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, Premium-Notebooks, Zehn edle Notebooks mit 12,5- und 13,3-Zoll-Bildschirmen, c't 17/2016, S. 92



Dell XPS 15 (2019)

Das diesjährige XPS 15 demonstriert eindrucksvoll, dass sich leistungsstarke Hardware und lange Akkulaufzeiten nicht grundsätzlich ausschließen: Das mit Core-i7-Sechskern und Mittelklasse-GPU bestückte Notebook schafft bei geringer Rechenlast über 18 Stunden Laufzeit.

Hinzu kommt, dass das Gerät im Vergleich zum restlichen Testfeld günstig ist: Die getestete Ausstattungsvariante mit OLED-Bildschirm kostet 2000 Euro. Die Preise beginnen bei 1400 Euro – ohne Nvidia-GPU und mit einem matten Full-HD-IPS-Display. Für das Topmodell ruft Dell 3200 Euro auf, dann sind 32 GByte Arbeitsspeicher, eine 1-TByte-SSD, ein Core-i9-Achtkerner und ein IPS-4K-Touchscreen an Bord. Die 2900-Euro-Maximalbestückung mit 4K-OLED-Bildschirm bringt lediglich die halbe SSD-Kapazität mit.

Anders als beim XPS 13 gibt es nur das etablierte schwarz-silberne Gehäuse und keine weiße Variante. Die Webcam findet man wieder an der üblichen Stelle über dem Bildschirm und nicht mehr darunter – in Videokonferenzen erscheint man also aus normaler Perspektive.

Dell legt dem XPS 15 ein 130-Watt-Netzteil mit Rundstecker bei, unterstützt aber auch das Laden per USB-C. Ohne Einschränkungen klappt letzteres aber nur an Dells hauseigenen Dockingstationen, weil Dell den USB-PD-Standard dort proprietär erweitert hat – somit sind mehr als die sonst üblichen 100 Watt Maximalleistung möglich.

Die Tastatur hat bis auf den einzeiligen Cursor-Block ein gelungenes Layout; anders als beim Schwestergerät XPS 15 2-in-1 haben die Tasten auch noch ausreichend Hub. Im Einschalter sitzt ein Windows-Hello-tauglicher Fingerabdruckleser. An der rechten Geräteseite findet man eine Ladestandanzeige aus fünf LEDs, die einem auch bei ausgeschaltetem Notebook auf Knopfdruck den Füllstand des fest eingebauten Akkus verrät. Der normalgroße SD-Kartenleser spricht flotte UHS-II-Kärtchen mit voller Geschwindigkeit an.

Obwohl das OLED-Panel an sich HDR-tauglich ist, schränkt Dell dies beim XPS 15 ein: Im Testgerät meldete Windows 10 in den HD-Color-Einstellungen, dass weder HDR-Spiele und -Apps noch WCG-Apps möglich seien.

-  sehr lange Laufzeit
-  Ladestandanzeige
-  HDR nur eingeschränkt möglich
-  OLED-Modelle nicht beliebig konfigurierbar



Lenovo ThinkPad X1 Carbon (2019)

Lenovos edler 14-Zöller ThinkPad X1 trägt auch in der mittlerweile siebten Gerätegeneration den Beinamen Carbon, der auf sein Gehäusematerial hinweist, doch erst in der 2019er-Edition sieht man es auch. Das Material verhilft zu einem ebenso stabilen wie leichten Gerät: Mit 1,1 Kilogramm deklariert es das restliche Testfeld ebenso wie viele 13,3-Zoll-Notebooks; hinsichtlich der Laufzeit muss es sich nur der fast doppelt so schweren Dell-Konkurrenz geschlagen geben.

Die Tastatur gefällt mit tollem Tippgefühl und gelungenem Layout. Wem die ThinkPad-typisch ganz links außen liegende Fn-Taste nicht zusagt, kann die Tastenbelegung im BIOS mit der nebenliegenden Strg-Taste tauschen. Das Mauszeiger lässt sich per Touchpad oder Trackpoint steuern.

Biometrisches Einloggen klappt per Fingerabdruckleser neben dem Touchpad oder IR-Webcam über dem Bildschirm. Praktisch: Lenovo baut dort auch einen Schieber ein, mit dem man die Linse verdecken kann. Lenovo umgeht USB-C-Limitierungen, indem neben einer solchen Buchse ein proprietärer Anschluss für den LAN-Controller eingebaut wurde. So lässt sich ohne den Umweg eines USB-Netzwerkchips dennoch USB-C-Docking über ein einziges Kabel realisieren, wenn man ein Lenovo-Dock benutzt.

Das sichtbare Kohlefasergeflecht an der Deckelaußenseite („black weave“) gibt es nur in High-End-Ausstattungsvarianten mit dem farbstarke 4K-Bildschirm, die mindestens 2300 Euro kosten. In Modellen ab 1600 Euro mit Full-HD-Display ist der Deckel wie früher lackiert („black paint“). Kurz vor Redaktionsschluss wurden Ausstattungsvarianten mit Sechs- statt Vierkern-Prozessoren angekündigt.

Lenovo bewirbt das 4K-Panel als HDR-400-tauglich, doch wenn man den HDR-Modus in Windows 10 aktiviert, dann bekommt der Bildschirmhinhalt einen kräftigen Farbstich in Schweinchenrosa. Bis Redaktionsschluss gab es keine Updates dagegen. Anders als früher kann man den Lüftermodus nur noch über den Energie-Schieberegler des Windows-Akkusymbols verändern, was nicht immer das gewünschte Ergebnis bringt: Ein in der Dokumentation erwähnter mittlerer Modus fehlt nämlich; es gibt nur ruhig oder Leistung.

- ↑ sehr leicht
- ↑ leiser Lüfter
- ↓ HDR-Modus nicht nutzbar
- ↓ LAN nur per Adapter



MSI P65 Creator (9SF)

MSI war bei Notebooks in der jüngeren Vergangenheit ausschließlich im Gaming-Segment unterwegs, will mit seiner Prestige-Serie nun aber auch kreative Nutzer überzeugen. Das P65 Creator ist das potenteste 15,6-Zoll-Modell der Taiwaner; in der getesteten 3500-Euro-Konfiguration stecken darin ein Core-i9-Achtkerner, Nvidias GeForce RTX 2070 Max-Q und ein RAID-Verbund aus zwei NVMe-SSDs.

Der Bildschirm ist der einzige im Testfeld, der eine matte Oberfläche aufweist. Wie die anderen Kandidaten zeigt er 4K-Auflösung und unterstützt den AdobeRGB-Farbraum, doch im Datenblatt wird lediglich sRGB aufgeführt. MSI statet die Vorinstallation nicht mit einem Farbprofil aus, sondern setzt stattdessen auf sein Hilfsprogramm True Color.

Leider tut letzteres nicht, was man sich von ihm verspricht. Man kann zwar zwischen Profilen wie Designer (nativ), sRGB oder Gamer wählen, und die Darstellung sieht mit jedem davon etwas anders aus. Doch der Farbraum blieb bei unseren Messungen unabhängig von Profil beim Maximum dessen, was das Panel schafft.

Das Hilfsprogramm Creator Center weist kreativen Anwendungen wie denen aus Adobes CC-Sammlung Profile zu. Im Creator Center kann man beispielweise Thread-Affinitäten oder Prozessprioritäten ändern.

Unser Testgerät nervte warmgelaufen mit dauerhaft rauschendem Lüfter; am Leistungsmessgerät offenbarte sich der Grund: rund 50 Watt Leistungsaufnahme im Leerlauf. Diagnose-Tools zeigten, dass sich der Package-Teil des Prozessors nie tiefer als C3 schlafen legte und die GPU permanent vor sich hin heizte. Ob dies an einem BIOS-Bug lag, die Hersteller-Tools ins Energiemanagement eingreifen oder ein Kollateralschaden des RAID-Verbunds aus zwei SSDs ist, können wir nicht beantworten. Auch die Akkulaufzeit fällt recht mau aus.

Das Tastatur-Layout fordert Eingewöhnung: Die Enter-Taste ist einzeilig, Fn findet man weit rechts der Leertaste. Positiv ist anzumerken, dass Pos1/Ende/Bild-Auf/-Ab ohne Tastenkombination zu erreichen sind. Der Windows-Hello-taugliche Fingerabdruckleser sitzt im Touchpad und blockiert dadurch einen Teil der Sensorfläche.

- ↑ matter Bildschirm
- ↑ High-End-Ausstattung
- ↓ kurze Akkulaufzeit
- ↓ hoher Energieverbrauch im Netzbetrieb



Razer Blade 15 (2019)

Razer bringt in seinem flachen Blade 15 nicht nur einen potenten Prozessor, sondern auch den derzeit schnellsten Notebook-Grafikchip GeForce RTX 2080 unter. Das merkt man im Geldbeutel – das Testgerät kostet 3600 Euro –, aber in diesem Fall nicht bei der Performance. Offensichtlich taktet das Kühlsystem die Komponenten früh runter, denn weder in CPU- noch GPU-Benchmarks spielt das Blade 15 ganz vorne mit.

Bei anderen Details muss die Konkurrenz sich hingegen hinten anstellen. So bekommt man beim Blade 15 schnelles 10-Gbit/s-USB (alias SuperSpeedPlus alias USB 3.x Gen 2) nicht nur per USB-C, sondern auch über die klassischen USB-A-Buchsen. Die Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl und gelungenem Layout inklusive großen Cursortasten. Das mehrfingertaugliche Touchpad gehört zu größten, die man bei Windows-Notebooks findet.

Razer gibt dem 4K-OLED-Bildschirm zusätzlich eine Touch-Schicht mit auf den Weg. Bei der Helligkeitsregulierung zeigt das Notebook allerdings ein kurioses Verhalten: Das OLED-typisch tiefe Schwarz sieht man nur bei maximaler Helligkeit. Dreht man die Leuchtkraft herunter, so wird bei dunklen Farbtönen ein Weißanteil zugemischt, wodurch aus Schwarz ein Dunkelgrau wird – der Kontrast sinkt, die Farben wirken flau. Als Workaround kann man in den Windows-Einstellung HDR anschalten, dann bleibt Schwarz auch bei niedrigen Helligkeiten Schwarz. Der Umweg klappt aber nicht im Akkubetrieb: Windows deaktiviert HDR, sobald man das Netzteil abzieht.

Razer verkauft das Blade 15 zu Preisen ab 1700 Euro mit Mittelklasse-GPU, doch das OLED-Display bekommt man ausschließlich im hier getesteten Topmodell. Bei Redaktionsschluss gab es das Gerät nur mit schwarzem Gehäuse, giftgrünen USB-Buchsen und ebensolchem Razer-Logo im Deckel. Künftig will Razer alternativ eine silbrig-dezente Farbvariante („Mercury White“) des Blade 15 anbieten. Im Zubehörprogramm führt Razer das auch separat erhältliche eGPU-Dock Core X Chroma (siehe S. 78).

- ⬆️ schnelles USB an allen Buchsen
- ⬆️ riesiges Touchpad
- ⬇️ niedrige Performance
- ⬇️ vermurkste Helligkeitssteuerung



Schenker Compact 15

Schenker gewährt seinen Kunden eigentlich eines großes Mitspracherecht bei der Ausstattung ihrer Notebooks, doch beim OLED-bestückten Compact 15 muss man genau wegen dieser Komponente Einschränkungen hinnehmen: Das Display wird nur in Verbund mit der stärksten GPU GeForce RTX 2070 offeriert, wodurch der Preis von 1550 Euro auf über 2200 Euro steigt. Unser Testgerät schlägt mit rund 2450 Euro zu Buche; mit Achtkern-CPU, drei SSDs und 64 GByte Arbeitsspeicher kann aber auch mehr als das Doppelte davon auf der Rechnung stehen.

Die Konfigurierbarkeit hat Auswirkungen auf die physische Erscheinung, weil im Inneren Bauraum vorgehalten wird und die Erreichbarkeit der Schächte nach dem Gehäusezusammenbau wichtig ist. Deshalb fällt das Compact 15 rund einen Zentimeter respektive ein Drittel dicker aus als die versammelten, schlechter wartbare Konkurrenz. Zudem ist es mit zweieinhalb Kilogramm das schwerste Gerät im Testfeld.

Positiver Nebeneffekt: Der Akku lässt sich wechseln, ohne dass man dazu das Gehäuse zerlegen müsste. Leider kann man das Notebook nicht stationär ohne Akku betreiben, weil ein Standfuß Teil des Akkus ist: Nimmt man ihn heraus, kippt das Notebook. Mit maximal fünf Stunden fällt die Laufzeit recht kurz aus – und das, obwohl das Gerät die Bildschirmhelligkeit zur Laufzeitverlängerung auf das Minimum beschränkt, sobald der Akkufüllstand unter die 7-Prozent-Marke fällt.

Als einziges Notebook im Testfeld bietet das Compact 15 eine Tastatur samt Ziffernblock. Die Tasten von letzterem fallen allerdings schmaler aus als die des Hauptfelds. Der Cursor-Block besteht aus vier normalgroßen Tasten. Bei der RGB-beleuchteten Tastatur merkt man dem Notebook seine Gaming-DNA an; ein vorinstalliertes Hilfsprogramm kann der Beleuchtung aber Understatement beibringen.

Das gestentaugliche Touchpad bietet dedizierte Maustasten. Ein Fingerabdruckleser für Windows Hello arbeitet durch die Sensorfläche hindurch; anders als etwa bei MSI steht dadurch die gesamte Sensorfläche zum Mauszeigerverschieben bereit. Der Kartenleser für normalgroße SD-Karten spricht rasante UHS-II-Modelle mit voller Geschwindigkeit an.

- ⬆️ Akku wechselbar
- ⬆️ individuell konfigurierbar
- ⬇️ unter Last sehr laut
- ⬇️ kurze Akkulaufzeit

Notebooks mit farbstarken 4K-Bildschirmen : Daten und Testergebnisse

Modell	Dell XPS 15 (2019)	Lenovo ThinkPad X1 Carbon (2019)	MSI P65 Creator	Razer Blade 15 (2019)	Schenker Compact 15
getestete Konfiguration	HSYL3X2	20QD003MGE	9SF-657	RZ09-03018G52-R3G1	konfigurierbar
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, LAN-Adapter	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)					
VGA / DVI / HDMI / DP / Kamera	— / — / L / — / ✓	— / — / L / — / ✓	— / — / R / R (MiniDP) / ✓	— / — / R / R (MiniDP) / ✓	— / — / H / H (MiniDP) / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	— / 1 × L, 1 × R / 1 × L (1 × Typ C) / —	— / 1 × L, 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / L (proprietär)	— / 2 × L / 2 × R (1 × Typ C) / L	— / — / 2 × L (1 × Typ C), 1 × R / —	— / 1 × L, 1 × R, 1 × H / 1 × R (1 × Typ C), 1 × H (1 × Typ C) / H
Kartenleser / Strom	R (SD) / L	— / —	— / R	— / L	V (SD) / H
Typ-C: TB / USB 3.0 / USB 3.1 / DP / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —
Ausstattung					
Display	Samsung SDCA029 (156WR04): 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 5 ... 391 cd/m², spiegelnd, OLED	BOE NV140QUM-N53: 14 Zoll / 35,5 cm, 3840 × 2160, 16:9, 316 dpi, 6 ... 370 cd/m², spiegelnd, LCD	AUO B156ZAN04.1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 8 ... 450 cd/m², matt, LCD	Samsung SDCA029: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 4 ... 314 cd/m², spiegelnd, OLED, Touch	Samsung SDCA029: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 4 ... 383 cd/m², spiegelnd, OLED
Prozessor	Intel Core i7-9750H (6 Kerne mit HT), 2,6 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8565U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (Turbo bis 4,6 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i9-9880H (8 Kerne mit HT), 2,3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 8 × 256 KByte L2-, 16 MByte L3-Cache	Intel Core i7-9750H (6 Kerne mit HT), 2,6 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i7-9750H (6 Kerne mit HT), 2,6 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Whiskey-Lake-U	32 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1650 (4096 MByte GDDR5) / ✓	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / —	PEG: Nvidia GeForce RTX 2070 Max-Q (8192 MByte GDDR6) / ✓	PEG: Nvidia GeForce RTX 2080 Max-Q (8192 MByte GDDR6) / ✓	PEG: Nvidia GeForce RTX 2070 (8192 MByte GDDR6) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC285	HDA: Realtek ALC1220	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC1220
LAN / WLAN	— / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 × 2 Streams)	PCIe: Intel I219-V (Gbit) / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 × 2 Streams)	PCIe: Qualcomm AR817x (Gbit) / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 × 2 Streams)	— / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 × 2 Streams)	PCIe: Realtek 8168 (Gbit) / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 × 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / —	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Toshiba XG6 (512 GByte) / —	SSD: Samsung PM981A (1024 GByte) / —	SSD-RAID: 2 × Samsung PM981 (1024 GByte) / —	SSD: LiteOn CA3 (512 GByte) / —	SSD: Samsung 970 Evo Plus (500 GByte) / —
Stromversorgung, Maße, Gewicht					
Akku / wechselb. / Ladestandsanz.	87 Wh Lithium-Ionen / — / ✓	51 Wh Lithium-Ionen / — / —	85 Wh Lithium-Ionen / — / —	83 Wh Lithium-Ionen / — / —	60 Wh Lithium-Ionen / ✓ / —
Netzteil	130 W, 446 g, 14,3 cm × 6,5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker	65 W, 347 g, 10,8 cm × 4,6 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker	230 W, 909 g, 15,3 cm × 7,3 cm × 3 cm, Kaltgerätestecker	230 W, 781 g, 17 cm × 7 cm × 2,5 cm, Kaltgerätestecker	230 W, 874 g, 15,3 cm × 7,4 cm × 3 cm, Kaltgerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,96 kg / 35,7 cm × 23,5 cm / 2,1 ... 2,3 cm	1,11 kg / 32,4 cm × 21,7 cm / 1,6 ... 1,8 cm	2,02 kg / 35,8 cm × 27,6 cm / 2 ... 2,3 cm	2,26 kg / 35 cm × 23,5 cm / 2,1 ... 2,3 cm	2,49 kg / 35,7 cm × 25,8 cm / 2,7 ... 3,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm	1,2 cm / 19 mm × 19 mm	1,4 cm / 19 mm × 19 mm	1,6 cm / 19 mm × 18,5 mm	2,1 cm / 18,5 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme					
Suspend / ausgeschaltet	2,3 W / 0,4 W	1,8 W / 0,3 W	2,4 W / 1,6 W	0,9 W / 0,4 W	1,7 W / 0,4 W
Display aus / 100 cd/m² / max	2,3 W / 6 W / 6,6 W	1,9 W / 5,6 W / 9,6 W	43,5 W / 48,2 W / 53,7 W	11,2 W / 16,1 W / 17,8 W	6 W / 14,2 W / 23 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele	121,1 W / 22 W / 80,5 W	55,7 W / 16,5 W / 42,1 W	148,2 W / 61,3 W / 132,3 W	71,1 W / 21,9 W / 133,3 W	98,9 W / 26,5 W / 161,3 W
max. Leistungsaufn. / Powerfactor	128,1 W / 0,91	67,1 W / 0,59	139,4 W / 0,91	195,4 W / 0,94	208,2 W / 0,95
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks					
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	18,1 h / 7,9 h / 2,3 h	11,5 h / 4,6 h / 2,9 h	5,2 h / 3,6 h / 1,7 h	8,3 h / 5,4 h / 1,3 h	5,1 h / 3,1 h / 1,2 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,8 h / 9,8 h	1,1 h / 10 h	2,1 h / 2,5 h	1,3 h / 6,6 h	1,6 h / 3,2 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 2,6 Sone	< 0,1 Sone / 1,2 Sone	0,4 Sone / 3,4 Sone	< 0,1 Sone / 2,2 Sone	< 0,1 Sone / 5 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2691,2 / 2519,4 MByte/s	3320,3 / 2871,7 MByte/s	3187,3 / 3161,6 MByte/s	1561,7 / 665,2 MByte/s	3358,1 / 3000,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	73119 / 106742	109266 / 76234	140828 / 120553	101780 / 90463	103419 / 76818
Leserate SD-Karte	243,4 MByte/s	—	—	—	238,4 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	22,1 / 14,3 MByte/s / ✓	17,1 / 14,9 MByte/s / ✓	16,5 / 10,1 MByte/s / ✓	23,4 / 14,8 MByte/s / ✓	22,1 / 22 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 94,6 dB(A)	⊕ / 96,6 dB(A)	⊕⊕ / 114,7 dB(A)	⊕ / 94,8 dB(A)	⊕⊕ / 104,2 dB(A)
CineBench R20 Rendering (1 / n CPU)	452 / 2586	430 / 1538	452 / 3160	438 / 2056	465 / 2656
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	22973 / 23874 / 8095 / 3569 / —	5097 / 4377 / 1193 / 478 / —	29713 / 34354 / 14933 / 6455 / 3641	22666 / 25661 / 16211 / 6980 / 4500	26253 / 32260 / 17199 / 7470 / 4504
Bewertung					
Laufzeit	⊕⊕	⊕	⊖	○	⊖
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Display / Geräuschentwicklung	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖⊖
Preis und Garantie					
Straßenpreis Testkonfiguration	2000 €	2400 €	3500 €	3600 €	2450 €
Garantie	1 Jahr	3 Jahre	2 Jahre	1 Jahr	3 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe					

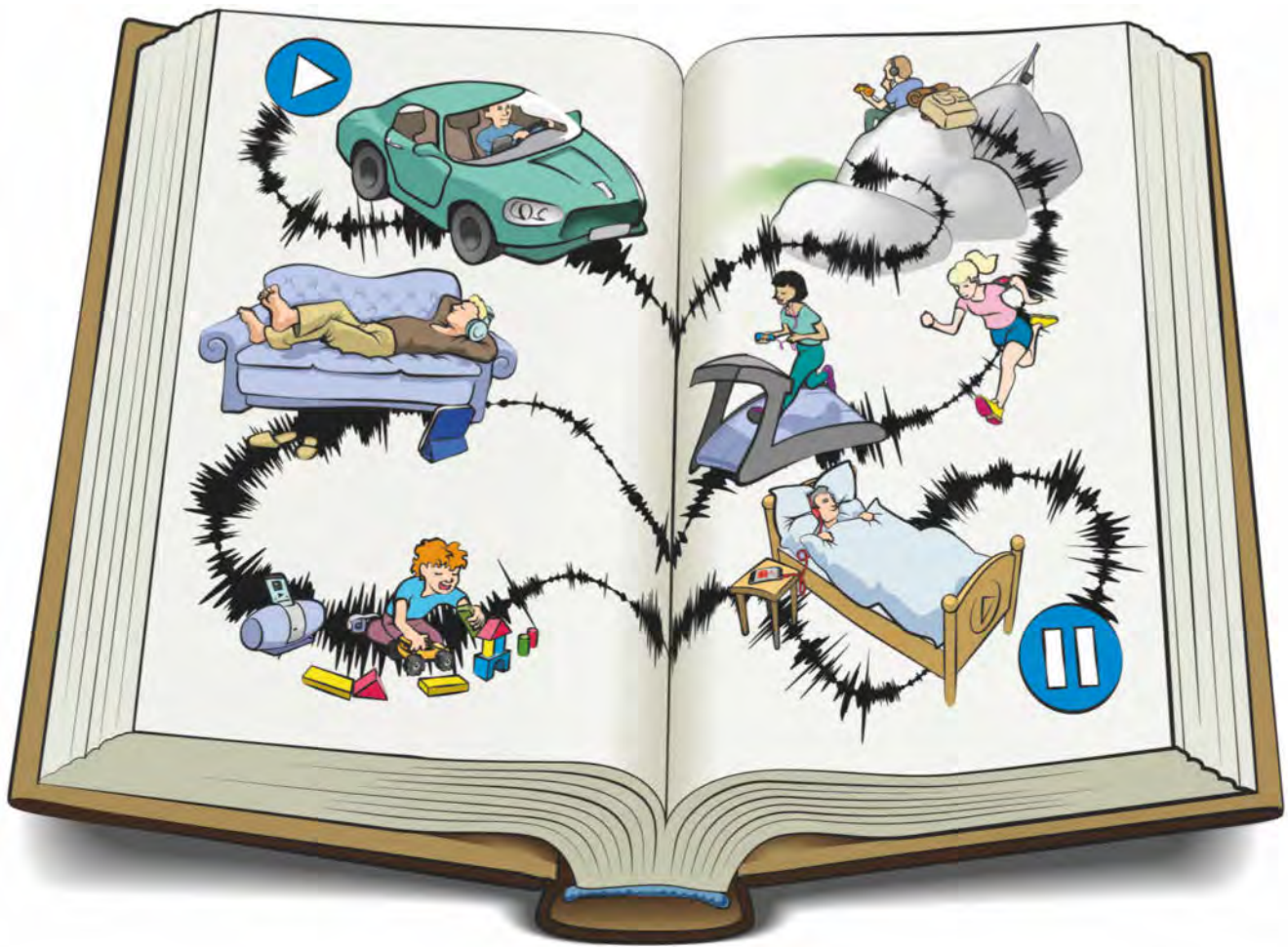


Bild: Rudolf A. Blaha

Geschichtenerzähler

Acht Hörbuch-Apps für Android, iOS und Windows 10 im Test

Sie unterhalten, schonen die Augen und lassen sich bei Arbeit, Hobby oder auf Reisen genießen. Die Popularität von Hörbüchern wächst und mit ihr das Angebot an Apps und Diensten. Audible streamt im Abo ein Hörbuch pro Monat, andere bieten schrankenlose Flatrates und MP3-Downloads.

Von André Kramer

Hörbücher haben gegenüber Text den Vorteil, dass Hände und Augen frei bleiben und man sie bei Gartenarbeit, Aufräumen oder Sport, im Bett, Zug oder Auto anhören kann. Außerdem strengen sie bereits müde Augen nicht noch mehr

an. Wer in seiner Kindheit abends Die Drei Fragezeichen, TKKG, Benjamin Blümchen, Larry Brent oder Jan Tenner hörte, mag darüber hinaus die einschläfernde Wirkung einer sanften Erzählstimme schätzen.

Hörbücher werden von einem einzelnen Sprecher vollständig oder in gekürzter Fassung vorgelesen. Gekürzte Hörbücher sind oft etwa acht Stunden lang. So passen sie auf sechs Audio-CDs. Vollständige Lesungen dauern je nach Umfang der Vorlage 16 bis über 30 Stunden.

Apps mit angeschlossenem Shop bieten eine komfortable Möglichkeit, Hörbücher zu kaufen – entweder einzeln oder über ein Abo. Der bekannteste Dienst dieser Kategorie dürfte Audible sein, für den sein Betreiber Amazon viel Werbung macht. Auch der Audiostreaming-Dienst Spotify hat neben Musiktiteln eine Viel-

zahl Hörbücher im Programm. Darüber hinaus haben wir die Apps Audioteke, BookBeat und Storytel getestet. Verschiedene Buchhändler, unter anderem Hugendubel und Weltbild, nutzen die Tolino-App; wir haben sie exemplarisch mit dem Thalia-Angebot getestet. Hinzu kommen LibriVox und Vorleser.net, die kostenlose Hörbücher anbieten.

Die Inhalte

Die Attraktivität des Diensts steht und fällt mit den Titeln. Wir haben die Kataloge aller Kandidaten anhand von 80 Autoren in sechs Kategorien überprüft. Dabei haben wir die Anzahl der verfügbaren Bücher des jeweiligen Autors ermittelt (siehe Balkendiagramm auf S. 105).

Pro Autor haben wir maximal 50 Titel berücksichtigt. Mehr Bücher verfassen nur wenige Autoren. Spotify listet zwar

über 400 Titel für Goethe. Die hohe Anzahl kommt aber nur zustande, weil sich Titel verschiedener Verlage wiederholen. Bei LibriVox zerfasert das Angebot in einzelne Einträge für Sonette von Shakespeare.

Die folgende Aufzählung nennt bei weitem nicht alle überprüften Autoren und selbst die vollständige Liste kann nur eine Stichprobe sein. Sie soll helfen, das Angebot der Dienste grob einzuschätzen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zum Testportfolio gehören deutschsprachige Autoren wie Frank Schätzing, Andreas Eschbach und Charlotte Link sowie internationale Belletristiker wie Dan Brown, Haruki Murakami, Ken Follett, Michel Houellebecq, Neil Gaiman und Stephen King. In der Kategorie Science-Fiction und Fantasy haben wir unter anderem auf Douglas Adams, George R.R. Martin, J.K. Rowling, J.R.R. Tolkien, Philip K. Dick, Terry Pratchett und William Gibson geachtet. Die Krimiautoren umfassen Donna Leon, Henning Mankell, Jo Nesbø, Jussi Adler-Olsen, Martin Suter, Sebastian Fitzek, Simon Beckett und Stieg Larsson. Außerdem haben wir uns jeweils deutschsprachige und internationale Klassiker angesehen.

Publikumserfahrene Autoren lesen ihr Werk einfach selbst wie Marc-Uwe Kling, Sarah Kuttner, Heinz Strunk, Hape Kerkeling und Sven Regener. Viele Leser sind selbst prominent. So liest Oliver Rohrbeck, die Stimme von Justus Jonas, das Gefangenendrama Papillon von Henri Charrière. David Nathan, die Stimme von Johnny Depp und Christian Bale, trägt Stephen Kings „The Stand“ und Ernest Clines „Ready Player One“ vor. Christian Brückner erzählt „Moby Dick“ und „Der alte Mann und das Meer“, Rufus Beck spricht Harry Potter, Katharina Thalbach die Bücher von Terry Pratchett.

Der Player

Bücher hört man über Stunden; ein Musikstück ist in der Regel nur gute drei Minuten lang. Dementsprechend ähneln die Anforderungen an Hörbücher eher denen für Filme und Fernsehserien. Die wichtigste Eigenschaft eines Hörbuch-Players ist, dass er sich die zuletzt gehörte Position merkt. Alle Apps außer Spotify beherrschen das.

Kapitelmarken und manuelle Lesezeichen unterstützen die Orientierung. Da beim Hören anders als beim Lesen schnell

die Konzentration flöten geht, ist ein kurzer Rücklauf sinnvoll, üblicherweise um 30 Sekunden. Bei BookBeat kann man bis zu 30 Minuten einstellen. Für Eilige ist die Möglichkeit interessant, Hörbücher beschleunigt abzuspielen. Bei mehr als doppelter Geschwindigkeit versteht man allerdings nur noch wenig. Schließlich bieten viele Apps einen Schlafmodus, der nach beispielweise einer Stunde abbricht. Alle Apps außer die von Vorleser.net ließen sich unter Android per Bluetooth-Fernbedienung steuern. Zur Offline-Nutzung kann man die Hörbücher überall intern herunterladen.

Voraussetzung für unser Testfeld ist eine Abspiel-App für Android sowie fürs iPhone. Einige Anbieter haben auch Apps für Windows 10 im Programm. Der nahtlose Wechsel vom mobilen Player zur Desktop-Version oder zum Web-Player im Browser klappt bei Audible und Spotify problemlos. Auch LibriVox lässt sich per Windows-10-App nutzen. Hier muss man aber manuell zwischen Mobil- und Desktop-Version wechseln.

Einzelkauf, Abo oder Flatrate

Abgesehen von LibriVox und Vorleser.net, die kostenlose Hörbücher gemeinfreier Klassiker anbieten, schließt man in der Regel ein Abo ab. Bei Audible, Audioteka und Thalia erhält man dafür monatlich einen Credit für je ein Buch; jedes weitere Buch kostet wie der Monatspreis etwa zehn Euro. Erworbene Bücher kann man hier auch nach Abo-Ende noch hören. Datei-Download als MP3 bieten nur Audioteka, LibriVox, Thalia und Vorleser.net

c't-Story als Hörbuch

Ab sofort stehen ausgewählte Storys aus c't als Hörbuch zum Download (siehe Link). Die Hörbücher sind bis auf weiteres kostenlos erhältlich. Das Angebot startet mit sieben Titeln und wird regelmäßig erweitert.

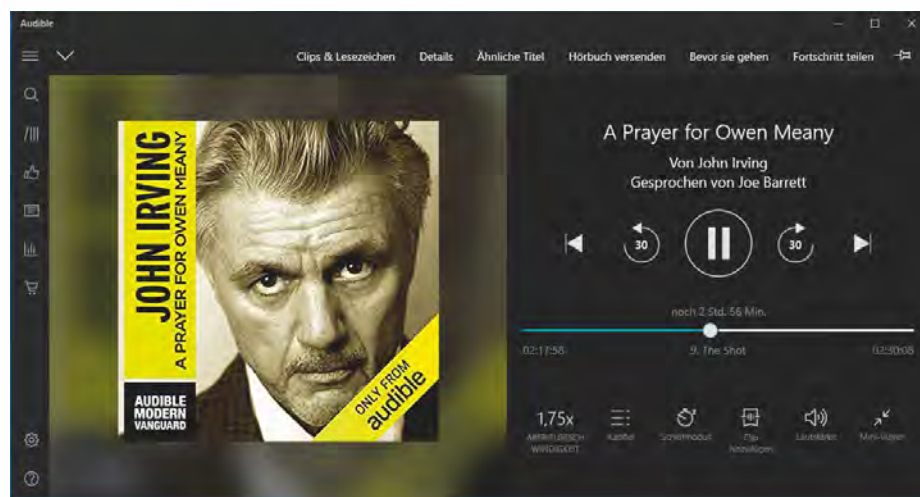
c't-Story als Hörbuch: ct.de/yk1s

– also die gemeinfreien Anbieter sowie die Credit-Dienste außer Audible.

Spotify und Storytel bieten echte Flatrates. BookBeat erlaubt, 30 Stunden pro Monat zu hören. Für knapp 20 Euro monatlich lässt sich dieses Limit vollständig aufheben. Bei diesem Modell kann man nicht weiterhören, wenn das Abo erlischt, und die Dateien auch nicht herunterladen.

Die Abos sind in der Regel monatlich kündbar. Die meisten Anbieter weisen in den Einstellungen deutlich auf den Abobereich hin. Audible versteckt ihn in einer mehrfach verschachtelten Ordnerstruktur – aus Nachlässigkeit ist das vermutlich nicht passiert. Schneller findet man die Aboseite über Google. Alternativ kann man das Abo bei Audible und Thalia bis zu drei Monate pausieren.

Web-Shops wie Höbu.de, Hugendubel oder Weltbild bieten Hörbücher als Audio-CD, MP3-CD oder zum Download an. Den Kauf beispielsweise bei Höbu.de bezahlt man per PayPal und bekommt anschlie-



Einige Dienste bieten neben Apps für Android und iOS auch eine für Windows 10 an. Auf dem Smartphone angefangene Hörbücher kann man bei Audible nahtlos fortsetzen.



Audible

Der Amazon-Dienst Audible hat im Testfeld die meisten Titel im Programm. Darunter sind Hörbücher vieler Verlage und Autoren, die sich ebenfalls bei anderen Diensten finden, aber auch etliche Eigenproduktionen der Marke „Audible Original“.

Über die App kann man auf einen Shop zugreifen, nach Kategorien stöbern oder sich Bestseller und Neuheiten vorstellen lassen. Die Suche lässt sich nach Kategorien eingrenzen. Im Abo ist ein Credit pro Monat für ein Hörbuch enthalten. Gewünschte Titel kann man bis zum kommenden Monat auf den Merkzettel setzen oder abwarten, bis Audible zusätzliche Credits zum Sparpreis anbietet.

Erworben Titel erscheinen in der Bibliothek und lassen sich in der App herunterladen. MP3-Datei-Downloads bietet Audible nicht. Der Player in der App variiert die Geschwindigkeit, hört timergesteuert auf, erlaubt Kapitelwahl sowie Vor- und Rücklauf um jeweils 30 Sekunden. Die Zeitleiste kann man nicht nur kapitelweise, sondern auch aufs ganze Buch anwenden lassen. Die Windows-10-App spielt nahtlos weiter, wo die App aufgehört hat.

Zwei alternative Ansichten des Players erleichtern die Bedienung. Der Navigator spielt bei Fingertipp ab und läuft bei horizontalem Wischen vor und zurück. Ein langer Fingertipp erstellt ein Lesezeichen. Im Automodus reduziert sich die Oberfläche auf große Schaltflächen zum Abspielen, für Rücklauf und Lesezeichen. Den Bereich zur Aboverwaltung findet man erst nach längerem Suchen.

- ↑ große Auswahl
- ↑ durchdachter Player



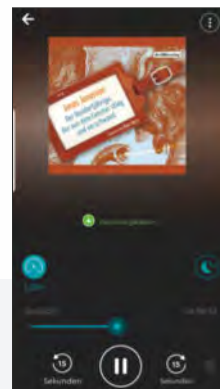
Audioteka

Der polnische Anbieter Audioteka bietet im Abo für knapp 10 Euro im Monat je ein Hörbuch an. Wenn auch nicht ganz so groß wie bei Audible ist das Angebot doch das drittgrößte im Testfeld. Erworbene Titel speichert die App im Regal und lädt sie wahlweise komplett oder kapitelweise herunter. Über den Web-Browser kann man zwar nicht hören, aber MP3-Dateien herunterladen, die mit einem digitalen Wasserzeichen versehen sind. Sie lassen Rückschlüsse auf den Käufer zu und sind im Rahmen der AGB frei verwendbar.

Im Shop kann man nach Titel, Autor und Sprecher simultan suchen oder nach Kategorien stöbern. Verknüpfen lässt sich beides nicht miteinander. Eine erweiterte Suche gibt es nicht. So gestaltet sie sich recht klickintensiv.

Der Player hat im Prinzip alle Funktionen, die man braucht: Timer, variable Geschwindigkeit, manuelle und automatische Lesezeichen. Über eine Schaltfläche, die eher das Inhaltsverzeichnis vermuten lässt, wechselt er in eine alternative Ansicht, ähnlich des Automodus der Apps von Audible und Tolino. Die Bedienoberfläche funktioniert, viele Teile wirken aber schlampig programmiert. Lesezeichen lassen sich scheinbar nicht löschen, sodass deren Liste in Nullkommanichts unübersichtlich wird. Die Lesezeichen listen das Gerätemodell aus den Metadaten des Smartphone-Betriebssystems. Neben dem Schlummertimer steht die Download-Größe in MByte. Wozu? Keiner weiß es.

- ↑ MP3-Download
- ↓ unübersichtliche App



BookBeat

BookBeat vertreibt Hörbücher und E-Books der schwedischen Verlagsgruppe Bonnier, die Beteiligungen an allen möglichen Medienunternehmen hält. Zu Bonnier Media Deutschland gehört neben Carlsen, Piper, Ullstein und der Münchner Verlagsgruppe auch der Verlag Hörbuch Hamburg, der pro Jahr etwa 170 Titel produziert, unter anderem von Arno Geiger, Max Goldt, Jo Nesbø und Neil Gaiman.

Es gehört zur Natur der Sache eines verlagseigenen Angebots, dass die Auswahl der Titel begrenzt ist. Dennoch hat BookBeat Zehntausende Titel zu bieten. Anders als bei Audible & Co. ist der Nutzer nicht monatlich auf das Hören eines Buches eingeschränkt, sondern kann für 14,90 Euro 30 Stunden pro Monat auf das gesamte Angebot zugreifen – und so mehr ausprobieren. Für 19,90 Euro kann man unbegrenzt lange hören.

Die edel anmutende App bietet Vor- und Rücklauf in verschiedenen Intervallen, variable Abspielgeschwindigkeit, Schlafmodus und einen Bereich für vorgemerkte und bereits gehörte Bücher. Sie merkt sich die letzte Position und zeigt in Prozent, wie viel man bereits vom aktuellen Titel gehört hat.

BookBeat macht sinnvolle Vorschläge aufgrund des Hörprofils und hat ein übersichtliches Kategoriensystem zu bieten. Über ein Kinderprofil kann man ausschließlich auf familienfreundliche Titel zugreifen, beispielsweise des Labels Silberfisch von Hörbuch Hamburg. Das Abo kann man auf einfache Weise kündigen.

- ↑ volle Flatrate
- ↓ nur verlagseigene Titel



LibriVox

LibriVox hat es sich zum Ziel gesetzt, alle Bücher im Audio-Format der Öffentlichkeit kostenlos zur Verfügung zu stellen. Das Projekt ist nicht kommerziell und setzt auf die Mitarbeit von Freiwilligen. Es umfasst gemeinfreie Inhalte, also größtenteils von Autoren, die mindestens 70 Jahre tot sind – Klassiker.

Der Löwenanteil der Titel ist englischsprachig. Immerhin sind 2235 deutschsprachige Hörbücher darunter, deren Texte unter anderem vom Projekt Gutenberg stammen. Leider findet man nicht immer, was man sucht. Von J.R.R. Tolkien bietet LibriVox bisher nur Gedichte, von Gottfried Keller „Der Grüne Heinrich“, aber nicht „Kleider machen Leute“. Andererseits entdeckt man Highlights wie Jules Vernes „20.000 Meilen unter dem Meer“ und „In 80 Tagen um die Welt“, von Mark Twain „Die Abenteuer Tom Sawyers“, Fontanes „Effie Briest“, Storms „Schimmelreiter“, Wildes „Bildnis des Dorian Gray“ und Mays „Winnetou“. Die Qualität der Lesungen variiert. Einige Mitwirkende stehen professionellen Lesern in nichts nach, andere sind weniger talentiert und entfalten eine einschläfernde Wirkung. Oft mangelt es an der Audio-Qualität.

Die App zeigt Werbung, die man für einmalig 1,99 Euro entfernen kann. Sie bietet alle wichtigen Funktionen wie variable Geschwindigkeit, Sleep-timer, automatische und manuelle Lesezeichen. Allerdings könnten sie benutzerfreundlicher implementiert sein. Autofreundlich ist die menüorientierte Bedienung nicht.

- ↑ viele kostenlose Klassiker
- ↓ stark variierende Qualität



Spotify

Das Angebot von Spotify konzentriert sich auf Musik. Der Dienst bietet zwar auch viele Hörbücher an, allerdings klaffen große Lücken im Angebot: So finden sich weder Harry Potter, noch Game of Thrones oder Herr der Ringe, kein Grisham, Irving, Crichton, Sparks oder Clancy. Bei den deutschsprachigen Autoren ist aber einiges zu holen, beispielsweise von Andreas Eschbach, Hape Kerkeling, Heinz Strunk oder Sven Regener.

Auch die Suchfunktion ist nicht für Hörbücher optimiert. Man kann nicht explizit nach Hörbüchern suchen. So finden sich bei der Suche auch Soundtracks und Podcasts – vor allem, wenn der gesuchte Titel nicht vorhanden ist. Außerdem lässt sich nicht nach Sprachen filtern. Viele Titel sind von unterschiedlichen Verlagen mehrfach vertreten. All das gestaltet die Suche schwierig.

Der Player unterstützt keine variable Abspielgeschwindigkeit und keine Lesezeichen. Die Metadaten listen zuweilen Sprecher, Autor und Titel vor der Tracknummer, sodass man nicht erkennt, in welchem Kapitel man steckt. Ärgerlich ist, dass Spotify sich nicht die Abspielposition merkt. Nach langem Hören am Stück kommt es zudem manchmal vor, dass der Player von Tracknummern jenseits der 300 plötzlich beispielsweise auf Track 99 zurückspringt.

Hörbücher mit Spotify zu hören, lohnt sich in erster Linie, wenn man ohnehin ein Spotify-Abo besitzt. Dann lassen sich die unerfreulichen Eigenheiten verschmerzen.

- ↑ überschaubares Angebot
- ↓ auf Musik ausgelegte App



Storytel

Die deutschsprachige Präsenz des schwedischen Unternehmens Storytel ist noch im Aufbau und dementsprechend liefert der Anbieter laufend nach. Das Angebot für Erwachsene ist überschaubar und deutlich kleiner als bei Audioteka, BookBeat, Spotify, Thalia und Audible.

Von vielen Autoren finden sich nur englischsprachige Titel, etwa von George R. R. Martin, J. R. R. Tolkien, Philip K. Dick, Terry Pratchett, Stieg Larsson, Haruki Murakami, John Irving oder Tom Clancy. Von Hermann Hesse listet Storytel „Narcissus and Goldmund“, nicht aber das deutschsprachige Original.

Eine Besonderheit ist der Kindermodus, der Zugriff auf etliche Hörbuchserien bietet. Um zwischen Erwachsenen- und Kindermodus umzuschalten, benötigt man eine vierstellige PIN. Die Serien umfassen Star-Wars-Hörspiele, Mortal Engines, Warrior Cats, Ninjago, Leonie und Die geheime Drachenschule sowie auf Englisch Game of Thrones, Hunger Games und den Hitchhiker's Guide. Alle Kindertitel sind in drei Altersklassen einsortiert.

Sleeper, Lesezeichen und variable Geschwindigkeit sind gut zugänglich angebracht. Vor- und Rücklauf umfassen jeweils zehn Sekunden. Die Einstellungen erlauben hier nur wenig Freiraum für eigene Vorlieben. Eine erweiterte Suche, in der man nach Autor, Sprache oder Vorleser filtern kann, gibt es nicht. Die Abo-Einstellungen wiederum sind erfreulich transparent.

- ↑ App mit Kindermodus
- ↓ geringes Angebot



Tolino (Thalia)

Der Online-Buchhändler Thalia bietet E-Books, Hörbücher und bedrucktes Papier gleichermaßen an. Digitale Inhalte stellt er über die App Tolino bereit. Alternativ lassen sich gekaufte Hörbücher auch im MP3-Format als ZIP-Datei herunterladen. Im Abo für 9,95 Euro pro Monat bekommt man wie bei den meisten anderen Anbietern einen Credit. Jedes weitere Hörbuch kostet ebenfalls maximal einen Credit. Als Einzeltitel kosten die Hörbücher häufig mehr. Erworbene Hörbücher lassen sich nach Abo-Ende weiternutzen.

Die Tolino-App nutzen unter anderem auch die Verlage Weltbild, Hugendubel, Mayersche Buchhandlung, Osiander, Libri und bücher.de. Wie andere Player-Apps bringt Tolino einen Sleep-timer mit, der nach 8 bis 60 Minuten beziehungsweise bei Kapitelende aufhört zu spielen. Die App merkt sich die zuletzt gehörte Stelle, kann die Abspielgeschwindigkeit variieren und unterstützt einen Automodus mit besonders großzügigen Bedienelementen.

Der Zusammenschluss der Händler ermöglichte die Entwicklung einer konkurrenzfähigen App, die den zugehörigen Shop allerdings nur in Web-Ansicht einbindet. Komfortabler kauft man über die Thalia-App ein; erworbene Titel erscheinen sofort in Tolino. Wer die Dualität aus Shop-App und Player-App verschmerzen kann, bekommt ein sehr reichhaltiges Angebot durch alle Genres und Hörbuchverlage kombiniert mit einer komfortablen Abspielsoftware.

- 👆 sehr großes Angebot
- 👆 zuverlässiger Player



Vorleser.net

Der Leipziger Buchfunk Verlag hat für das Web-Portal Vorleser.net kostenlose Hörbücher produziert – 650 Titel von 180 Autoren, von 70 professionellen Sprechern packend und in hoher Studioqualität vorgetragen. Der Verlag betreibt Tonstudios für Auftraggeber, die Hörbücher herausbringen und hat das Portal aufgebaut, um bekannt zu werden. Die Seite besteht schon seit 2003; ein Relaunch soll frühestens 2020 das Angebot erweitern. App und Web-Seite zeigen Werbung und tragen sich damit selbst.

Das Angebot besteht aus gemeinfreien Texten, deren Autoren mindestens 70 Jahre tot sind. In der Summe sind die Inhalte eher kurz; es finden sich aber auch über zwei Stunden lange Hörbücher darunter, beispielsweise Mary Shelleys Frankenstein, Sherlock-Holmes-Krimis wie „Der Hund von Baskerville“, Edgar Allan Poes „Der Untergang des Hauses Usher“, Seefahrgeschichten von Jules Verne, Franz Kafkas Urteil, Verwandlung und Strafkolonie sowie Beiträge von Charles Dickens, E.T.A. Hoffmann und Karl May. Für Freunde von Klassikern sind einige interessante Titel dabei.

Die App spielt ausgewählte Hörbücher ab – viel mehr kann sie nicht. Für 2,99 Euro pro Jahr kann man auf die Pro-Version der App upgraden. Nur dort kann man Hörbücher als Favoriten speichern, Titel in der App offline verfügbar machen und einen Sleep-timer verwenden. Außerdem zeigt sie keine Werbung an.

- 👆 Profi-Sprecher, hohe Qualität
- 👇 ausschließlich Klassiker

Send einen Download-Link. Auch hier lädt man ein ZIP-Archiv mit MP3-Dateien herunter, die mit 128 KBit/s kodiert sind. Anders als beim Kauf greifbarer verpackter Artikel gilt hier: Mit dem Download erlischt das Widerrufsrecht, es sei denn die geladenen Dateien sind unbrauchbar.

Fazit

Die beste App und das größte Angebot hat Audible. Der Amazon-Dienst ist aber der einzige, bei dem man zwar Hörbücher erwirbt, sie aber nicht als MP3 herunterladen kann.

Falls Sie eher dem deutschen Buchhandel als dem amerikanischen Versandriesen zugeneigt sind: Thalia hat beinahe ebenso viele Hörbücher im Programm wie Audible, verfolgt dasselbe Preismodell und stellt die Bücher überdies als MP3 zum Download; der dazugehörige Tolino-Player lässt kaum Wünsche offen. Auch Audioteke hat eine große Auswahl samt

Hörbuch-Apps

Produkt	Audible
Hersteller	Amazon
Web	www.audible.de
Anforderungen für Android	variiert je nach Gerät
Anforderungen für iOS	iOS ab 11.0
Funktionen	
Angebot	kommerzielle Hörbücher
Kostenlose Hörprobe	✓
Windows-App / Web-Player	✓ / ✓
Bibliothek	✓
Download: intern / MP3	✓ / –
Besonderheiten	Automodus, Integr. in Amazon Echo, viele Eigenproduktionen
Im Abo enthalten	ein Buch pro Monat
Weiterhören ohne Abo	✓
Abo pausieren	30, 60 oder 90 Tage
Preis für weitere Bücher	9,95 € ¹
Erweiterte Suche	✓
Kategorien	✓
Abspielfunktionen	
Kapitel / Zeitleiste	✓ / ✓
Vor- und Rücklauf	✓ (30 s)
Manuelles Lesezeichen	✓
Automatisches Lesezeichen	✓
variable Geschwindigkeit	✓ (0,5 – 3,5)
Timer (Schlafmodus)	✓ (bis 60 min oder Kapitelende)
Bewertung	
Angebot: Fülle / Qualität	⊕⊕ / ⊕⊕
Abspielfunktion	⊕
Navigation / Suche	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis pro Monat	9,95 €
¹ kurze Titel für die Hälfte	² nicht mit Suche verknüpfbar
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
	○ zufriedenstellend

MP3-Downloads, die technische Basis wirkt aber weniger ausgereift.

Vielhörern seien die Anbieter mit echter Flatrate ans Herz gelegt. BookBeat bietet einen komfortablen Player mit allen wichtigen Funktionen und ein recht großes Angebot, allerdings nur mit Hörbüchern der Verlagsgruppe Bonnier. Für 20 Euro kann man hören, bis er Arzt kommt. Die Storytel-Flatrate für gut 15 Euro bringt

vor allem für Kinder ein reichhaltiges und gut sortiertes Angebot. Spotify stellt eine große Zahl Hörbücher zur Wahl und bietet eine günstige echte Flatrate, man muss hier allerdings mit dem eher ungeeigneten Player leben. Das bedeutet beispielsweise, sich immer die letzte Tracknummer zu merken oder zu notieren.

Vorleser.net und LibriVox gehören in die Kategorie kurzweilige Alternative.

Hier kann man kostenlos gemeinfreie Klassiker hören und herunterladen – und vielleicht den Nachwuchs motivieren, sich mit dem Programm des Deutschunterrichts vertraut zu machen. Vorleser.net hält zwar nicht viele, aber hochwertig eingesprochene Titel bereit. Auf LibriVox findet sich mehr, darunter viele Perlen, allerdings auch amateurhaftes Material – man sollte probenhören. (akr@ct.de) **ct**

Inhalte aus dem c't-Testwarenkorb

Anbieter	deutschsprachige Belletristik	internationale Belletristik	Science-Fiction	Krimi	deutschsprachige Klassiker	internationale Klassiker
Audible	242	248	171	285	515	598
Audioteka	203	221	147	193	389	558
BookBeat	165	84	21	96	316	546
LibriVox	0	0	2	0	229	55
Spotify	166	75	13	51	310	367
Storytel	79	15	23	60	206	228
Thalia	244	249	220	232	395	573
Vorleser.net	0	0	0	0	66	36

Audioteka	BookBeat	LibriVox	Spotify	Storytel	Thalia / Tolino	Vorleser.net
Audioteka	Bonnier Books	BookDesign	Spotify	Storytel Group	Thalia Bücher GmbH	Buchfunk Verlag
audioteka.com/de	www.bookbeat.de	librivox.org	www.spotify.com/de	www.storytel.com/de	www.thalia.de	www.vorleser.net
Android ab 4.0.3	variiert je nach Gerät	Android ab 4.0	variiert je nach Gerät	variiert je nach Gerät	Android ab 4.4	Android ab 4.0
iOS ab 8.0	iOS ab 9.0	iOS ab 9.0	iOS ab 10.0	iOS ab 10.3	iOS ab 10.0	iOS ab 8.0
kommerzielle Hörbücher	Hörbücher, E-Books	Public-Domain-Hörbücher	Hörbücher und Musik	Hörbücher, E-Books	Bücher, Hörbücher, E-Books	Public-Domain-Hörbücher
✓	–	✓	✓	✓	–	✓
– / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓	– / –	– / ✓	– / –
✓	✓	✓ (Liste)	✓	✓	✓	✓ (Favoriten)
✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ (kostenpflichtig) / ✓
alternativer Player mit großen Bedienelementen	Kindermodus	kostenlose Klassiker, 85 % englisch	umfangreiches Musikangebot	Kindermodus mit Sicherung durch PIN-Eingabe	Automodus, gemeinsame App mehrerer Buchhändler	kostenlose Klassiker, mit Profi-Sprechern produziert
ein Buch pro Monat	bis zu 30 Stunden pro Monat	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	ein Buch pro Monat	unbegrenzt
✓	–	✓	✓ (Werbung)	–	✓	✓
–	–	–	–	–	30, 60 oder 90 Tage	–
9,99 €	–	–	–	–	9,95 €	–
–	–	✓	–	–	✓	–
✓ ²	✓ ²	✓ (unübersichtlich)	–	✓ ²	✓	✓ ²
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ (30 s)	✓ (15 s – 30 min)	✓ (10 s zurück, 30 s vor)	–	✓ (15 s)	✓ (30 s)	✓
✓	–	✓	–	✓	–	–
✓	✓	✓	–	✓	✓	–
✓ (0,75 – 2,5)	✓ (0,5 – 2,0)	✓ (0,5 – 1,5)	–	✓ (0,75 – 2,0)	✓ (0,75 – 3)	–
✓ (5 bis 60 min oder Kapitelende)	✓ (bis 120 min)	✓ (bis 12:55 h)	✓ (5 – 60 min)	✓ (5 – 60 min)	✓ (8 – 60 min oder Kapitelende)	✓ (Pro-Version)
⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	⊖ / ○	○ / ⊕⊕	⊖ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖⊖ / ⊕
⊖	⊕⊕	⊖	○	⊕	⊕	⊖
○ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ⊖	○ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕
9,99 €	14,90 € ³	kostenl. (werbefrei für 1,99 €)	9,99 €	14,90 €	9,95 €	kostenlos ⁴
³ für monatlich 19,90 € unbegrenzt hören ⁴ werbefrei und Hörbuchdownload für 2,99 € pro Jahr						
⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe						



Zwischen zwei Stiften

Stift-Smartphones Samsung Note 10 und Note 10+

Notizen und Zeichnungen landen per Stift viel schneller und genauer im Digitalen. Auch weiß manch einer den Komfort zu schätzen, Apps nicht per Finger bedienen zu müssen. Erstmals bietet Samsung nun den Stift in zwei Smartphones an, einem wie üblich noch größeren und einem erfreulich kompakten Modell.

Von Jörg Wirtgen

Das Note 10 mit 6,3- und Note 10+ mit 6,8-Zoll-Display gleichen sich in vielerlei Hinsicht und haben ihrem Vorgänger Note 9 vor allem den starken Prozessor, die Dreifach-Kamera und den Stift mit Gestenerkennung voraus. Derzeit sind sie – gemeinsam mit den Vorgängern – die einzigen Smartphones mit Stift am Markt.

Das Besondere ist der kleine Stift, der in einem Einschub an der Unterseite sitzt. Er hat eine dünne Plastikspitze, mit der man auf dem Display schreibt, zeichnet und tippt. Ein ins Display integrierter Digitizer erfasst die Eingaben weitaus prä-

ziser als die jener Stifte mit Gummispitze, die es für ein paar Euro gibt und die mit jedem Smartphone funktionieren. Letztere taugen nur als Bedienungshilfe, nicht aber für Handschrift oder Zeichnungen.

Neu ist die Gestensteuerung. Dabei erkennt der Stift anhand interner Sensoren Bewegungen, die der Nutzer in der Nähe des Telefons macht und funkt sie per Bluetooth ans Gerät. Man muss dabei allerdings den Knopf an der Seite des Stifts gedrückt halten. Zusätzlich reagieren die Apps seit dem Note 9 auf ein einfaches Drücken des Knopfes. Beides benötigt Strom im Stift; er hat daher einen winzigen Kondensator-Akku, der sich im Gerät auflädt und bei gelegentlichem Drücken einige Stunden durchhält.

Die Foto-App beispielsweise löst beim Knopfdruck aus, wechselt bei horizontalen Bewegungen zwischen den Kameramodi und bei vertikalen zwischen Front- und Selfiekamera. Rotiert man bei gedrücktem Knopf, zoomt die Kamera – allerdings nur in 0,1x-Schritten. Zudem hielt der Stift viele unserer Rotationsversuche für horizontale oder vertikale Bewegungen, worauf wir wieder zurückschalten und erneut zoomen mussten. So wird es praktisch unmöglich, das Teleobjektiv per Stift zu wählen.

In der Galerie-App blättert man mit horizontalen Bewegungen und blendet mit vertikalen die Details ein. Video-Apps stoppen und starten auf Knopfdruck die Wiedergabe; vertikale Bewegungen ändern die Lautstärke. Die Apps müssen allerdings auf die Fernsteuerung vorbereitet sein, was beispielsweise YouTube und Netflix sind, die ARD-Mediathek aber nicht.

Zum reinen Schreiben auf dem Display wird der Akku des Stifts nicht benötigt. Hier gibt es weiterhin zwei Eingabemodi. Erstens hat Samsung eine eigene Tastatur-App installiert, die zusätzlich zu den virtuellen Tasten ein Stiftfeld einblendet und Handschrift in Text umwandelt, den sie dann den Apps übergibt. Die Erkennung funktioniert zwar gut und in jeder App. Aber schon für WhatsApp- oder Twitter-Nachrichten ist das Feld unten in der Bildschirmtastatur zu klein, sodass die Eingabe umständlich wird.

Stift-Software

Hilfreicher ist daher die zweite Methode, bei der spezielle Apps den Stift direkt erkennen und das Geschriebene als Handschrift speichern. Vorinstalliert ist

Samsung Notes, eine sehr umfangreiche und gut zu bedienende Notiz-App. Sie beherrscht zudem die sogenannten Schnellnotizen: Nimmt man das Note aus der Tasche und zieht den Stift bei ausgeschaltetem Display heraus, öffnet sich eine minimalistische Notiz-App, ohne dass man das Gerät entsperrt. Steckt man nach dem Notieren den Stift wieder ein, wird die Notiz automatisch in Notes gespeichert.

Der vielleicht größte Nachteil der Notes-App ist, dass sie nur mit der Samsung-Cloud synchronisiert. So kann man zwar Notizen von einem Note zum nächsten übernehmen und auch mit Samsungs Android-Tablets bearbeiten. Aber es fehlt eine Zugriffsmöglichkeit von Windows oder macOS aus.

Alternativ nutzt man eine andere Notiz-App mit Unterstützung für Stifte, beispielsweise Evernote, Microsoft OneNote oder Squid. Sie unterscheiden sich unter anderem darin, ob eine Handschrifterkennung eingebaut ist, ob mit Servern synchronisiert wird und ob Zeichenhilfen wie das automatische Erstellen von geometrischen Formen aus Gekritzeln vorgesehen sind. Auf die Schnellnotizen haben sie allesamt allerdings keinen Zugriff.

Besserung sollte eine von Samsung und Microsoft gemeinsam angekündigte Software-Initiative bringen, die explizit eine spezielle Outlook-App und eine Anbindung der Galerie-App an den Cloudspeicher OneDrive erwähnte. Die Outlook-App ist installiert, sie lässt sich nun besser per Stift steuern und ist auch für ältere Note-Modelle ganz normal im Play Store erhältlich. Von der OneDrive/Galerie-Anbindung ist noch nichts zu sehen, sie soll im Herbst starten. Und davon, dass Samsung Notes und OneNote besser integriert werden, war leider noch nicht einmal eine Ankündigung zu hören.

Notes zur Hardware

Der Fingerabdruckscanner wandert beim Note 10 und 10+ unter das Display. Man entsperrt das Gerät nun also, ohne es hochheben zu müssen und die Kamera zu verschmieren. Um die richtige Stelle zu finden, benötigt man etwas Übung oder aktiviert das Always-On-Display mit einer Anzeige des Sensorfelds. Die Fingererkennung funktioniert zuverlässig, dauert aber einen Hauch länger als von den Rückseitenscannern gewohnt. Ratsam (auch bei Verletzungen) ist es, bei-

spielsweise den rechten Zeigefinger und linken Daumen zu registrieren.

Die hierzulande ausgelieferten Notes bekommen einen Prozessor aus Samsungs hauseigener Exynos-Serie mit zwei schnellen, zwei mittleren und vier Stromspar-Kernen. Gegenüber dem Exynos 9820 im Galaxy S10/S10+ hat sich die Fertigungstechnik geändert: Der 9825 ist nun erstmals in einem Verfahren mit ultravioletter Belichtung in 7 nm Strukturbreite hergestellt. Das soll die Leistungsaufnahme senken und damit die Laufzeiten verlängern; die Geschwindigkeit bleibt unverändert. Tatsächlich lieferten die Note 10 sehr ähnliche Benchmark-Ergebnisse wie die S10.

Für die Benchmark-Spitze reicht das allerdings nicht mehr, der 9825 bleibt leicht hinter den beiden anderen Spitzenchips zurück, dem Qualcomm Snapdragon 855 (etwa im OnePlus 7 Pro, siehe Tabelle) und dem Huawei Kirin 980 (etwa im Huawei P30 Pro). Praxisrelevant sind die Unterschiede allerdings nicht, alle drei bieten Performance satt. Den Qualcomm 845 (etwa im Pixel 3 XL) hängt der Exynos deutlich ab, ebenso die älteren Exynos im Note 9 und 8.

Dreifach-Kamera

Die Frontkamera steckt hinter dem Display und lugt aus einem kleinen Loch am oberen Rand, das weit weniger stört als die bisherige Einbuchtung. Eine vordere Tiefenkamera wie beim Galaxy S10+ fehlt, doch die Kamera-App rechnet im Modus Live Fokus auch bei Selfies eine ganz schöne Unschärfe hinzu.

Die Rückkamera besteht aus drei Modulen, einem Zweifach-Tele, einem Superweitwinkel und der Normalkamera. Die Module liegen nun nicht mehr nebeneinander in der Gehäusemitte, sondern untereinander näher am Rand. Dadurch kipelt das Handy, wenn man es auf dem Tisch liegend benutzt.

Gegenüber der Rückkamera des Galaxy S10 hat Samsung keine Verbesserungen eingebaut – es handelt sich um eine der besten Smartphone-Kameras. Farbwiedergabe, Kontrast, Schärfe und Rauschverhalten sind enorm, auch beim Tele. Das Superweitwinkel lässt hier etwas nach; immerhin lassen sich allzu glubbschige Verzerrungen digital korrigieren.

Die Blende der Normalkamera ist zwischen $f/1,5$ und $f/2,4$ mechanisch umschaltbar, was entweder die Automatik oder man selbst im Pro-Modus erledigt.

Im Vergleich zu einer festen Blende ermöglicht das weniger Rauschen bei schlechtem Licht oder höhere Schärfe bei viel Licht. Für ein echtes optisches Bokeh reicht das aufgrund der kleinen Sensoren weiterhin nicht, stattdessen kommt das gut arbeitende digitale Bokeh namens Live Fokus zum Einsatz – sogar Videos mit künstlicher Hintergrundunschärfe sind möglich. Fotos landen wahlweise als JPG- oder HEIF-Datei im Speicher. Im Pro-Modus kann man auch Raw wählen, allerdings nur für die Hauptkamera; Tele und Weitwinkel stehen hier nicht zur Verfügung.

Das Note 10+ hat zusätzlich eine Tiefenkamera, bestehend aus einem TOF-Sensor (Time of Flight) und der dazu nötigen speziellen Blitzleuchte. Sie verbessert die Digitalbokeh-Videos, nicht aber die Fotos mit digitaler Unschärfe; jedenfalls zeigen die Fotos die gleichen kleinen Ungenauigkeiten wie beim Note 10.

Zusätzlich greift die Samsung-App „Schnellmessung“ auf den Sensor zu. Sie versucht, Objekte zu erkennen und deren Größe per Kamera zu messen. Zumindest im Redaktionsumfeld brachte sie aber keine sinnvollen Ergebnisse zustande. Nur wenige Objekte wurden erkannt, selbst geschlossene Kartons nicht zuverlässig; zudem führen verschiedene Versuche bei



Das Note 10+ (hier in der interessant reflektierenden Gehäusefarbe Aura Glow) hat links drei Kameras, rechts den Blitz und darunter die Tiefenkamera bestehend aus Speziälsensor und Infrarotblitz.



Das Note 10 rechnet ein ganz gutes Digitalbokeh in die Fotos. Die Tiefenkamera des Note 10+ bringt dabei keine sichtbare Verbesserung.



Die Messfunktion der Tiefenkamera des Note 10+ scheint mit dem c't-Labor etwas überfordert zu sein, lieferte aber auch sonst selten nützliche Ergebnisse.

demselben Objekt zu Größenabweichungen von bis zu 15 Prozent.

Die Unterschiede

Die weiteren Unterschiede zwischen Note 10 und Note 10+ betreffen die Gehäuse- und daraus resultierend Display- und Akkugröße.

Das Note 10+ ist gegenüber dem Note 9 ungefähr fünf Millimeter in die Breite gewachsen; dank des schmalen Rahmens passt nun ein Display mit 6,8 statt 6,3 Zoll Diagonale. Das Note 10 ist im Vergleich zum Note 9 knapp schmaler, einen Zentimeter weniger hoch und 30 Gramm leichter – und das bei weiterhin 6,3 Zoll Diagonale. Es fühlt sich damit deutlich kompakter an als Note 10+ oder die Vorgänger.

Das Display des Note 10+ hat 3040 × 1440 Pixel (495 dpi), wird von Samsung aber auf 2280 × 1080 (370 dpi) voreingestellt ausgeliefert – ähnlich geht Samsung

auch beim S10+, Note 8 und 9 vor. Ein Schärfeunterschied zwischen den Auflösungen oder einzelne Pixel sind nur wahrnehmbar, wenn man gute Augen hat und genau hinschaut. Das Display des Note 10 hat nativ 2280 × 1080 Pixel (403 dpi), einzelne Pixel sind ebenfalls nicht erkennbar. Die bei älteren OLEDs erkennbare Treppenstruktur aufgrund einer Pentile-Matrix tritt bei beiden nicht auf.

Die Displays zeigen kräftige OLED-Farben. Im Sonnenlicht erreichen sie eine ablesetaugliche Helligkeit von 900 cd/m² – mit die höchsten von uns gemessenen Werte. Wie die der meisten aktuellen Smartphones leuchten sie nur bei aktiviertem Helligkeitssensor (Einstellungen/Anzeige/adaptive Helligkeit) so hell; im manuellen Modus sind sie auf etwa 400 cd/m² beschränkt. Samsung liefert sie mit aufgeklebter Schutzfolie aus, die – anders als beim zurückgezogenen Galaxy Fold (siehe

c't 11/2019, S. 48) – bedenkenlos abgezogen werden kann.

Das Note 10 kommt hierzulande mit 8 GByte RAM und 256 GByte Flash auf den Markt, das 10+ mit 12 GByte RAM und wahlweise 256 oder 512 GByte; beide sind Dual-SIM-fähig. Nur das 10+ lässt sich per MicroSD erweitern, allerdings passt dann die zweite SIM nicht mehr. Wie bei Samsung üblich kann man die Karte nicht als internen Speicher formatieren, sie eignet sich also nur für Daten, nicht zur Installation von Apps. Von beiden Notes gibt es 5G-Varianten mit Single-SIM, in Deutschland erscheint aber wohl nur das 5G-10+ mit 256 GByte. Alle Varianten sind wahlweise in „Aura Glow“ erhältlich, einer recht originellen silberähnlichen und stark reflektierenden Farbvariante.

Beide Notes haben einen unteren Lautsprecher zwischen USB-C und Stiftschacht, der einen recht klaren und lauten Sound mit Andeutungen von Bässen bringt. Die Hörmuschel spielt bei Musik- und Videowiedergabe lauter auf als beim Telefonieren, um im Querformat einen Stereoeffekt zu erzeugen. Sie besteht aus zwei Öffnungen, einer sehr dünnen zwischen Display und Rahmen sowie einem kleinen Loch an der Oberseite neben der SIM-Schublade.

Lautsprecher und Laufzeit

Überraschenderweise klangen Note 10+ und 10 hier unterschiedlich: Der kleine Bruder brachte einen ganz schönen, für ein Smartphone recht satten Klang. Doch die Hörmuschel des Note 10+ klang flacher, sie hielt qualitativ und in maximaler Lautstärke nicht mit dem unteren Lautsprecher mit, sodass der Stereoklang seitenlastig wirkt.

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	lokales Video	WLAN-Surfen	Video-Streaming	Ladezeit auf 50% / 100%	Coremark Single-Thread	Coremark Multi-Thread	3DMark IceStorm	GFXBench Car Chase Onscreen
	[h] besser ▶	[h] besser ▶	[h] besser ▶		[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶
Samsung Galaxy Note 10+ (1440)	17,9	14	16,4	23 min / 67 min	17156	70671	53848	24
Samsung Galaxy Note 10+ (1080)	18,2	14,4	17,1	23 min / 67 min	17156	70671	55065	40
Samsung Galaxy Note 10	17,1	14,5	16	31 min / 92 min	16852	71190	52069	41
Oneplus 7 Pro	16,2	12,7	15,5	23 min / 74 min	19009	90084	69269	20
Google Pixel 3 XL	12,8	9,8	11,5	34 min / 201 min	13709	75844	60996	20
Huawei P30 Pro	15,8	16,5	17,7	18 min / 57 min	17325	82377	55618	29
Samsung Galaxy S10+ (1080)	18,2	14,2	14,4	38 min / 101 min	17224	66864	55781	23
Samsung Galaxy Note 9 (1080)	17,5	14,9	13,1	39 min / 106 min	16764	58013	42372	15
Samsung Galaxy Note 8 (1440)	12,9	12,5	11,7	43 min / 109 min	12239	61822	32461	13
Samsung Galaxy Note 8 (1080)	13,6	12,7	12	43 min / 109 min	12239	61822	31420	21

Laufzeitmessungen bei 200 cd/m², Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer einfachen Webseite alle 30 s

Das Note 10+ hat einen recht starken Akku und erzielt mit die längsten Laufzeiten aller Smartphones. Sogar mit voller Displayauflösung gemessen gehört es noch zu den Top-Geräten. Gespannt waren wir auf das Note 10 mit etwa 20 Prozent kleinerem Akku: Es schafft ebenfalls hervorragende Laufzeiten, läuft aber teils nicht ganz so lang wie der Vorgänger.

Das Note 10 lädt mit 25 Watt, sodass der Akku nach rund 90 Minuten voll ist. Das 10+ geht auf 45 Watt hoch, wenn man das 50 Euro teure Schnellladernetzteil kauft. Mit anderen Schnellladetechnik ist es nicht kompatibel, jedenfalls konnten wir weder mit einem 40-Watt-Netzteil von Huawei noch verschiedenen USB-C-Netzteilen mit bis zu 61 Watt mehr als 25 Watt erzielen. Hingegen gönnte sich das Note 10+ aus dem eigenen Netzteil und dem des Note 10, beide angeblich auf 25 Watt beschränkt, zwischenzeitlich bis zu 35 Watt, sodass die Ladezeit kürzer ausfiel als beim Note 10 mit kleinerem Akku: 67 Minuten. In nur 30 Minuten füllen Note 10 und Note 10+ ihre Akkus ungefähr auf die Hälfte. Per Qi laden sie mit 15 Watt. Zudem laden sie ihrerseits andere Geräte per Qi.

Installiert ist Android 9, ein Update auf Android 10 werden die Notes nach bisherigen Erfahrungen im Frühjahr 2020 bekommen. Für Sicherheitsupdates dürfte Samsung mindestens zwei Jahre lang sorgen.

Fazit

Die 2019er-Notes sind High-End-Telefone ohne echte Schwäche, wenn man über das leichte Kippen und das Fehlen einer Kopfhörerbuchse hinwegsieht. Ob man das 10+ oder das spürbar kompaktere 10 wählt, kann man von seinen Vorlieben bei Displaygröße und Gehäusemaßen abhängig machen – die TOF-Kamera des 10+ ist eher ein Spielzeug; die etwas geringeren Laufzeiten des 10 sind kein großer Nachteil.

Während die beim Note 9 eingeführte Stift-Fernsteuerung in einigen Situationen ganz nützlich ist, müssen sich die neuen Stiftgesten erst noch bewähren. Tatsächlich hätte dem 10 und 10+ etwas mehr praktikable Innovation gut getan, beispielsweise eine Synchronisation von Notes mit OneNote – oder endlich ein stärkeres Tele, um mit Konkurrenten wie dem Huawei P30 Pro mitzuhalten. Als Fortschritt bleiben die beeindruckend schmalen Ränder, das schnelle Laden, der Qi-Master und das Superweitwinkel – alles schon vom Galaxy S10 bekannt. Für Note-

8-Besitzer mag das reichen, das Note 9 wird nicht so deutlich abgehängt, auch wenn das Superweitwinkel stimmungs-volle Nahaufnahmen oder breite Panoramen ermöglicht.

Insgesamt liegen die Notes nicht ganz an der Spitze: Die Konkurrenten mit Snapdragon 855 und Kirin 980 laufen schneller

und haben ähnlich gute Laufzeiten. Die dank längerem Tele und leicht besserem Nachtmodus überlegene Kamera hat das Huawei P30 Pro. Und auch das inzwischen für 750 Euro erhältliche Galaxy S10+ hat viele der Vorzüge zu bieten. Allerdings hat keiner der Kontrahenten einen Stift. (jow@ct.de) **ct**

Android-Smartphones mit Stift

Modell	Note 10	Note 10+
Hersteller	Samsung	Samsung
Betriebssystem	Android 9	Android 9
Patchlevel	August 2019	August 2019
Varianten	Schwarz, Rosa, Glow	Schwarz, Weiß, Glow
Ausstattung		
Prozessor	Samsung Exynos 9 Octa	Samsung Exynos 9 Octa
Kerne × Takt	2 × 2,7 GHz, 2 × 2,4 GHz, 4 × 2 GHz	2 × 2,7 GHz, 2 × 2,4 GHz, 4 × 2 GHz
Grafik	ARM Mali-G76	ARM Mali-G76
Arbeitsspeicher	8 GByte	12 GByte
Flash-Speicher (frei)	256 GByte (223 GByte)	256 GByte (223 GByte)
Wechselspeicher (Format)	–	✓ (MicroSDXC)
WLAN ¹ / Bluetooth / NFC	WiFi 6 / 5.0 aptX / ✓	WiFi 6 / 5.0 aptX / ✓
GPS / Glonass/Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
LTE / SAR-Wert (Head,EU) ²	Cat.20 / 0,209 W/kg	Cat.20 / 0,187 W/kg
SIM / Dual / SD separat / eSIM	nanoSIM / ✓ / – / –	nanoSIM / ✓ / – / –
Fingerabdrucksensor	✓ (im Display)	✓ (im Display)
Kopfhöreranschluss	–	–
USB-Anschluss / OTG / DisplayPort	Typ-C (3.1) / ✓ / ✓	Typ-C (3.1) / ✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar	3400 mAh / ✓	4170 mAh / ✓
vor Staub/Wasser geschützt (Schutzart)	✓ (IP68)	✓ (IP68)
Abmessungen (H × B × T)	15,1 cm × 7,2 cm × 0,8 cm	16,2 cm × 7,7 cm × 0,8 cm
Gewicht	168 g	197 g
Netzteil	25 Watt	25 Watt
Kamera-Tests		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12,2 MP / f/1,5 + f/2,4 / ✓ / 4032 × 3024	12,2 MP / f/1,5 + f/2,4 / ✓ / 4032 × 3024
Videos in 4K / FullHD	60 fps / 60 fps	60 fps / 60 fps
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP / f/2,1 / ✓ (Zweifach-Tele)	12,2 MP / f/2,1 / ✓ (Zweifach-Tele)
Frontkamera Auflösung / Blende / Pixel	10 MP / f/2,2 / 3648 × 2736	10 MP / f/2,2 / 3648 × 2736
Display-Messungen		
Diagonale / Technik	6,3 Zoll / OLED (AMOLED)	6,8 Zoll / OLED (AMOLED)
Größe	14,4 cm × 6,8 cm	15,5 cm × 7,4 cm
Auflösung	2280 × 1080 Pixel	3040 × 1440 Pixel
Notch	✓ (rund, 4 mm)	✓ (rund, 4 mm)
Punktdichte	402 dpi	498 dpi
Helligkeitsregelbereich	1,7 ... 902 cd/m²	1,2 ... 900 cd/m²
Ausleuchtung	95 %	97 %
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Coremark Single-/Multicore	16852 / 71190	17156 / 70671
Geekbench Single-/Multicore	4581 / 10477	4556 / 10471
GFXBench Car Chase Onscreen	41 fps	40 / 24 fps 1080/1440 Pixel
GFXBench Car Chase Offscreen	43 fps	42 fps
3DMark Sling Shot Extr. / Ice Storm Unl.	4934 / 52069	5036 / 55065
Interner Speicher: Lesen / Schreiben	1300 / 528 MByte/s	1200 / 478 MByte/s
Preis		
Listenpreis	949 €	1099 € (256 GByte), 1199 € (512 GByte), 1199 € (5G/256 GByte)

¹ WiFi 4 = IEEE 802.11n (5 GHz optional), WiFi 5 = 11ac (mit 5 GHz), WiFi 6 = 11ax (mit 5 GHz) ² Herstellerangabe

Der schwarze Block

Lüfterloses Gehäuse für Mini-PC Intel NUC



Der schicke Aluminiumturm Akasa Turing dient gleichzeitig als Gehäuse und Kühlkörper für sparsame Intel-Mini-PCs der Serie Next Unit of Computing. Damit arbeiten sie zwar lautlos, das Gehäusedesign zwingt einen jedoch zu einigen Kompromissen.

Von Christian Hirsch

Die Intel-NUCs bieten den Funktionsumfang eines vollwertigen Desktop-PCs, kommen aber dank effizienter Mobil-Hardware im Leerlauf mit lediglich 5 Watt aus. Mit dem Passivgehäuse Akasa Turing und etwas Bastelgeschick baut man einen NUC der Serie „Bean Canyon“ mit Core-i-8000-Prozessor zu einem lautlosen Rechner um.

Der 2,2 Kilogramm schwere Aluminiumblock lässt sich sowohl aufrecht ste-

hend als auch liegend betreiben. Der Hersteller Akasa liefert dafür zwei Blenden und vier Standfüße mit. In das Gehäuse passt eine Festplatte oder SSD im 2,5"-Format mit maximal 12 Millimeter Höhe.

In c't 14/2019 haben wir gezeigt, wie man mit wenigen Handgriffen den Barebone NUC8i5BEK mit Arbeitsspeicher und einer SSD bestückt [1]. Bei längerer Volllast macht der winzige Lüfter für einen Schreibtisch-PC jedoch zu viel Lärm (0,9 Sone).

Bastelstunde

Der ungefähr einstündige Umbau auf Passivkühlung klappt sowohl mit den flachen K- als auch den hohen H-Varianten der NUCs, denn bei der Operation wird lediglich das Mainboard im UCFF-Format (10,2 cm × 10,2 cm) verpflanzt. Separat gibt es die Boards bei den aktuellen NUC-Versionen nicht mehr zu kaufen.

Im ersten Schritt müssen Sie das Board aus dem NUC ausbauen. Leider legt Akasa dafür keine Anleitung bei, weshalb wir kurz die wichtigsten Schritte zusammengefasst haben. Einen bebilderten Leitfaden finden Sie über ct.de/yn1x. Nach dem Entfernen der Grundplatte des NUC ziehen Sie vorsichtig die beiden Antennenkabel für WLAN und Bluetooth sowie das Mikrofonkabel ab. Im nächsten Schritt lösen Sie mit einem feinen Kreuzschlitzschraubendreher die zwei schwarzen Schrauben der Hauptplatine und nehmen das Mainboard heraus.

Anschließend lösen Sie auf der Rückseite des Boards die drei Schrauben für den Lüfter, dessen Anschlusskabel und

Oberhalb des Boards ist im Akasa Turing genügend Platz vorhanden, um eine 2,5"-Festplatte oder -SSD einzubauen.

danach die vier Schraubchen für den Heatpipe-Kühler. Entfernen Sie vom Prozessor, eDRAM und Chipsatz die Wärmeleitpaste und die beiden -pads. Der Einbau des Boards in das Akasa Turing erfolgt anschließend anhand der mitgelieferten Kurzanleitung.

Fazit

Der Umbau des NUC8i5BEK auf Lüfterlosen Betrieb macht sich nicht nur bei der Lautstärke positiv bemerkbar. Durch die viel größere Oberfläche verbesserte sich auch die Kühlleistung: Unter Dauerlast lag die Temperatur des Core i5-8259U im Turing bei 60 °C und damit 20 °C niedriger als mit dem Original-Luftkühler. Allerdings ist der MicroSD-Kartenleser nicht mehr zugänglich und fürs WLAN benötigt man ein zusätzliches Antennen-Kit, das Akasa künftig beilegen will.

Das Akasa Turing ist gut verarbeitet und macht auch im Wohnzimmer eine gute Figur. Zum Preis des fertigen Core-i5-NUCs mit 16 GByte Arbeitsspeicher und 500-GByte-SSD von 500 Euro kommen allerdings noch einmal 120 Euro für das Passivgehäuse hinzu. Wer sich den Umbau nicht zutraut, hat die Wahl zwischen Lüfterlosen NUC-Rechnern von Cirrus7 sowie Prime Computer und den Lüfterlosen Mini-PCs ZBox C von Zotac. (chh@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Christian Hirsch, Sei mein Mini, Leisen, kompakten Allroundrechner selbst bauen, c't 14/2019, S. 156

NUC-Mainboard ausbauen: ct.de/yn1x

Akasa Turing

Passivgehäuse für Intel NUC	
Hersteller	Akasa, www.akasa.com.tw
geeignet für	NUC8i7BEH, NUC8i5BEK, NUC8i5BEH, NUC8i3BEK, NUC8i3BEH
Abmessungen (B × H × T)	9,5 cm × 24,8 cm × 11,4 cm
Zubehör	Wärmeleitpaste, SATA-Kabel
Preis	130 €



Zahlen, Daten, Fakten

Computer und Betriebssysteme heute

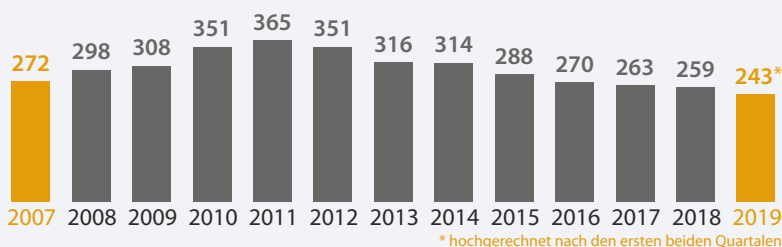
Die sinkende Kauflust bei PCs kann auch der Trend zum Notebook nicht auffangen – man muss aber berücksichtigen, dass Computer jetzt nur noch etwa alle fünf Jahre ersetzt werden: Bei den

Betriebssystemen steht macOS in den USA besser da als in Deutschland. Linux hat in beiden Ländern eine kleine, aber stabile Nutzerschar. Chrome OS spielt hierzulande keine Rolle.

Als Alltagsgerät hat sich der Computer etabliert – nur nicht unter den betagteren Senioren. Viele Menschen meinen, dass die Schulen mehr Digitalkompetenz vermitteln müssen. (mil@ct.de)

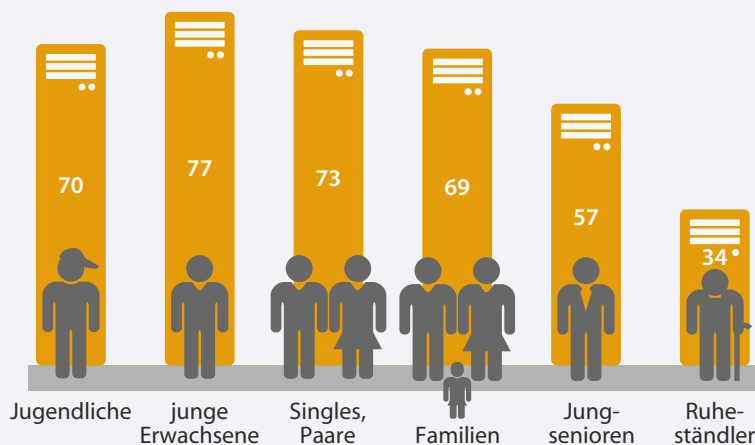
► Wie viele PCs und Notebooks wurden im vorigen Jahr weltweit verkauft?

rund 243 Mio. – etwa so viele wie vor 12 Jahren¹



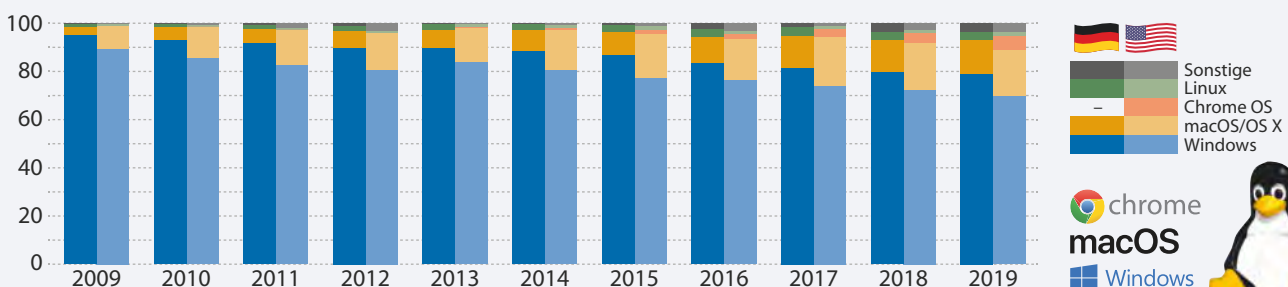
► Bremst das Alter die Lust auf Computer?

... noch scheinen die Zahlen das zu bestätigen [in Prozent].³



► Welche Betriebssysteme sind beliebt?

... hauptsächlich Windows, aber macOS wächst – besonders in den USA⁴



► Wie digital soll die Schule sein?

... viel mehr als heute, finden viele [Angabe in Prozent].²

Digitale Kompetenzen sollten im Unterricht einen höheren Stellenwert genießen.

84

Schulen sollten die Fähigkeiten vermitteln, sich sicher in sozialen Netzwerken und im Internet bewegen zu können.

84

Informatik sollte ab der 5. Klasse Pflichtfach werden.

69

Schulen sollten Programmieren genauso selbstverständlich vermitteln wie Rechnen und Schreiben.

61



Ballerspiel, mal anders

Control: Third-Person-Shooter mit X-Files-Touch

Die Alan-Wake-Macher verwirren mit rätselhafter Handlung und packendem Action-Getöse.

Von Andreas Müller

Ein Hausmeister als Auftraggeber, rätselhafte Dialoge und ein Diaprojektor als Objekt der Macht – der finnische Spieleentwickler Remedy wirft im Third-Person-Shooter Control so einige Videospielklischees und Erwartungshaltungen über den Haufen. Das wilde Action-Spektakel wirkt wie ein Mix aus Philip K. Dick, David Lynch und Michael Bay.

Rätselhafte Story

Die junge Jesse Faden landet bei der Suche nach ihrem Bruder Dylan im geheimnisvollen Federal Bureau of Control (FBC). Kaum angekommen wird sie sogar zur Direktorin ernannt, darf sich an einer ominösen Amtswaffe austoben und Killer aus einer anderen Dimension bekämpfen, die durch ein missglücktes Experiment in unsere Welt gekommen sind. Natürlich hängt alles irgendwie mit ihrem Bruder Dylan zusammen.

Lässt man die verwirrende Geschichte außer Acht, ist Control ein konventioneller Shooter mit ein paar Rollenspielelementen. Die Spieler laufen mit Heldin Jesse in der Schulterperspektive durch das FBC-Gebäude. Die Aufträge, die sie übernimmt,

laufen meist auf das Gleiche hinaus: alle Gegner töten. Das ist simpel, wird aber durch eine effektvolle Inszenierung und Jesses zahlreiche Fähigkeiten aufgepeppt.

Allein Jesses sogenannte Amtswaffe ist nämlich ein echtes Teufelsding, das sich von einer Pistole über eine Art Schrotflinte bis zum Scharfschützengewehr oder Raketenwerfer ausbauen lässt. Noch dazu bekommt Jesse im Lauf der Handlung ein paar Superheldenkräfte, mit denen sie fliegen lernt, ihre Gegner mittels Psi-Strahl von sich wegstößt oder sie mit Gegenständen bewirft. Nach erfolgreichen Aufträgen hagelt es Geld und Erfahrungspunkte, mit denen sie ihre Waffe verstärkt oder ihre Fähigkeiten ausbaut.

Die Kombination dieser Fähigkeiten peppt die teilweise zermürbenden Kämpfe ordentlich auf. Nicht jeder Gegner ist nämlich mit der gleichen Taktik zu schlagen: Manche haben eine stärkere Rüstung, andere fliegen blitzschnell durch die Luft oder schleudern Gegenstände auf Jesse. Dadurch muss sich die Heldin wider Willen ständig anpassen und nicht nur stur durch die Gegend ballern. Die großen Räume verteilen die Action auf mehrere Ebenen und verlangen von Jesse und den Spielern Übersicht, Tempo und gute Reflexe.

Ohnehin zählt die Level-Architektur zu den Glanzlichtern des Spiels. Da geht es vom schnöden Großraumbüro über

Empfangshallen durch die Kanalisation in riesige Lagerhallen. Das wäre an sich nichts Besonderes, wenn den Räumen nicht etwas Surreales anhaften würde. Da entstehen aus dem Nichts riesige Brücken, gleißendes Licht versperrt den Ausgang oder Jesse landet plötzlich in einem rätselhaften Hotel, aus dem sie entkommen muss.

Der Höhepunkt ist die Flucht aus einem Stockwerk, in dem die Gesetze der Physik aufgehoben sind, Wände verschwinden, aber gleich wieder auftauchen und das mit seinen perspektivischen Verzerrungen aus dem Zeichenstift M. C. Eschers entstammen könnte, während im Hintergrund skandinavischer Heavy Metal aus dem Walkman dröhnt. Diese verwirrende Level-Architektur ist nicht nur ein Fest für das Auge, sondern wirkt sich auch auf das Spiel aus: Oft steht Jesse vor einer verschlossenen Tür, die sie erst auf anderem Weg öffnen muss und so neue Orte und Fähigkeiten freischaltet.

Blickt man nur auf das Spielerische, die Action und die clevere Levelstruktur, hat Remedy zu der alten Stärke gefunden, die schon die ersten beiden Max-Payne-Titel auszeichnete. Zwar gilt auch hier das Motto „mehr Gegner, mehr Frust“, aber die Kombination von Waffen- und Superheldenfähigkeiten sorgt für ein kurzweiliges Action-Spektakel. Wo es hapert, ist die Story: Das Schicksal von Jesse ist uninteressant. Zu rätselhaft ist die Handlung und zu kryptisch die Dialoge, um mit Heldin Jesse mitzufiebern.

Control lässt sich in keine Schublade packen. Es spielt mit erzählerischen Konventionen, um den Spielern einen großen undefinierbaren Mix aus Meta-Spielephilosophie, Trash und brachialer Action vor die Füße zu werfen. Ähnlich wie die Wissenschaftler im Spiel experimentieren die Entwickler mit dem Unerklärlichen und stellen mehr Fragen, als sie beantworten können oder wollen. Das macht aus ihrem Spiel eine wilde Action-Odyssee, der man mehr Ruhe gewünscht hätte, um die Spieler sanfter in die Gedankenwelten der Entwickler einzuführen.

(lmd@ct.de) **ct**

Control

Action-Shooter	
Vertrieb	505 Games, https://controlgame.com/
Systeme	Windows ab 7 (exklusiv im Epic Games Store), PS4, Xbox One
Preis	60 €



Der letzte Schliff

Urlaubsfotos in Adobe Camera Raw und Lightroom optimieren

Auch aus dem schönsten Schnappschuss können Sie noch viel herausholen. Im Modul Camera Raw von Photoshop und Photoshop Elements oder im Raw-Konverter Lightroom lassen sich flaue Urlaubsbilder leicht und schnell entwickeln.

Von Tomasz Buttler

Nicht immer herrschen am Urlaubsort ideale Bedingungen zum Fotografieren. Durch mangelnde Planung oder schlechtes Wetter gerät so manches Shooting zu einem kleinen Fiasko. Beim Sichten zu Hause macht sich Enttäuschung breit, wenn die Bilder nicht wirken wie beabsichtigt. Bildbearbeitungsprogramme helfen, diese Fotos zu retten.

Das muss nicht bedeuten, dass Sie viele Stunden am Computer verbringen müssen. Oft reichen ein paar grundlegende Kenntnisse, um aus den Bildern schnell und einfach das Beste herauszuholen. In

diesem Tutorial zeigen wir Ihnen, wie Sie durch ein paar Züge an den Reglern von Camera Raw in Photoshop oder Photoshop Elements beziehungsweise des Raw-Entwicklers Lightroom zu optimalen Ergebnissen gelangen.

Ob Sie den Importdialog Camera Raw von Photoshop beziehungsweise Photoshop Elements nutzen oder das Entwickeln-Modul von Lightroom Classic beziehungsweise dem neuen Lightroom CC, spielt keine Rolle, denn diese Adobe-Programme nutzen dieselbe Engine. Die Camera-Raw-Version von Photoshop Elements hat weniger Funktionen als die

von Photoshop, enthält aber alle in diesem Artikel verwendeten Filter.

Richtig fotografieren

Um das Potenzial Ihrer Fotos voll ausschöpfen zu können, sollten Sie im Raw-Format Ihrer Kamera fotografieren. Im Unterschied zum Speicherformat JPEG liefern Raw-Formate Daten in 16 Bit Farbtiefe pro Farbkanal. Das JPEG-Format arbeitet mit 8 Bit Farbtiefe und liefert damit pro Kanal lediglich 256 Helligkeitsabstufungen. Im Raw-Format sind es mehrere Tausend und damit deutlich mehr Bildinformationen. Das schlägt sich in enormer Flexibilität und Kontrolle bei der digitalen Nachbearbeitung nieder. Falls dieser Tipp zu spät kommt, können Sie aber auch im JPEG-Format fotografierte Bilder in Adobe Camera Raw und Lightroom bearbeiten.

Auch wenn Ihre Urlaubsbilder bereits im Kasten sind, ist es nicht zu spät, einige Fotografiertipps zu verinnerlichen. Denn je besser die Ausgangsbilder sind, desto weniger Arbeit verursacht die Nachbearbeitung.

Vermeiden Sie beim Fotografieren ausgebrannte Lichter und stark unterbelichtete Schatten. Auf diese Weise bewahren Ihre Dateien mehr Details. In ausgebrannten Lichtern lässt sich die Zeichnung oft nicht mehr zurückholen, also sollten Sie im Zweifelsfall darauf achten, die hellen Bereiche richtig zu belichten. Bei stark unterbelichteten Schatten kommt beim Aufhellen allerdings häufig unschönes Bildrauschen zum Vorschein.

Diese unerwünschten Nebeneffekte treten meist bei günstigen Kameras mit niedrigem Dynamikumfang auf. Ist Ihre Kamera nicht in der Lage, einen größeren Unterschied zwischen dem hellsten und dunkelsten Punkt eines Bildes wiederzugeben, sollten Sie auf sehr kontrastreiche Aufnahmen verzichten. Szenen mit sehr hohem Dynamikumfang bringen allerdings auch teure Kameras an ihre Grenzen, beispielsweise dann, wenn Sie die Einrichtung unbeleuchteter Innenräume inklusive einer sonnenbeschienenen Szene durch ein Fenster aufnehmen möchten.

Die günstigste Tageszeit

Bei Außenaufnahmen spielt die Tageszeit eine wichtige Rolle, denn nicht jedes Licht ist optimal. Grundsätzlich gilt: Der Morgen und der Nachmittag eignen sich am besten, um stimmungsvolle Fotos zu

schießen. Das Licht der Mittagssonne brennt die Farben aus und wirft harte, dunkle Schatten, die in der Regel nicht gut aussehen. Die Sonne muss übrigens nicht auf jedem Bild scheinen. Das Beispielbild entstand in einem Moment, als sie teilweise von einer Wolke verdeckt war. Die Wolke wirkte wie eine gigantische Softbox und bot stellenweise weiches Licht, ohne dabei auf das Blau des Himmels einzuwirken.

Werfen Sie einen Blick auf die Postkarten eines örtlichen Souvenirladens oder in den Reiseführer. Darin lassen sich häufig die besten Plätze, Positionen und die optimale Tageszeit zum Fotografieren finden. Zwar entstehen diese Fotos unter optimalen Bedingungen, die man aufgrund des Wetters oder bestimmter Zugangsbeschränkungen nicht immer vorfindet. Ein Blick auf Bilder von Fotografen, die sich mit derselben Thematik bereits auseinandergesetzt haben, lohnt jedoch immer.

Wenn am Shootingtag der Himmel schön blau ist, die Wolken eine klare Form haben und die gesamte Umgebung vielleicht noch im ruhigen Gewässer gespiegelt wird, dann sollten Sie einen Polarisationsfilter verwenden. Er betont das Himmelblau und verstärkt den Kontrast zwischen Himmel und Wolken. Der Filter nivelliert die Lichtreflexe auf dem Wasser und intensiviert gleichzeitig den blauen Farbton des Wassers. Im Ergebnis wirkt die Kathedrale im Beispielbild dadurch deutlich monumentaler und das Gesamtbild gewinnt an Plastizität.

Das Beste herausholen

Zu Hause am Rechner geht es zunächst darum, alle Bilder zu sichten, zu sortieren und auf Fehler zu analysieren. Ist ein Foto vollständig misslungen, sollten Sie es am besten gleich von der Festplatte löschen. Anschließend geht es an die Bearbeitung der Bilder, die Sie mit Freunden und Familie teilen möchten.

Die Retusche beginnt mit der Fehleranalyse. Die Aufnahme der Kathedrale von Palma de Mallorca in diesem Tutorial entstand Ende September. Das Foto ist im Prinzip gelungen, allerdings könnten der blaue Farbton des Himmels und das dunkle Grün des künstlichen Sees noch etwas kräftiger wirken. Auch die sandfarbene Kathedrale und ihre grüne Umgebung leuchten noch nicht in vollen Farben. Da die vielen Bilddetails noch zu sehr vom Hauptmotiv ablenken, bietet es sich an, das Bild zu beschneiden.

Geschickt beschneiden

Gleich nach dem Öffnen des Fotos sollten Sie es so beschneiden, dass alle unnötigen Bildbereiche verschwinden, beispielsweise Touristen, Verkehrsschilder oder halb aufgenommene Fahrzeuge am Bildrand. Wählen Sie dafür in Adobe Camera Raw das Freistellungswerkzeug aus, das Sie oben in der Werkzeugleiste finden. Im Entwickeln-Modul von Lightroom genügt ein Druck auf die Taste R.

Lassen Sie beim Beschnitt viel Himmel und Wasser als natürlichen Rahmen. Diese haben eine schöne Farbe und bilden einen interessanten Hinter- und Vorder-



Im ersten Schritt beschneiden Sie das Foto so, dass unnötige Details wie Touristen oder Verkehrsschilder nicht mehr zu sehen sind.



Die Helligkeitswerte optimieren Sie mit den Reglern Belichtung, Lichter und Tiefen. Dabei hellen Sie die Schatten auf und dunkeln die Lichter ab.



Den Weißabgleich zu korrigieren ist bei modernen Kameras selten nötig. Mit dem Dynamikregler verstärken Sie ungesättigte Farben, wodurch das Bild weniger flau wirkt.

grund zur einfarbigen Kathedrale. Mit diesem einfachen Schritt lässt sich die Aufmerksamkeit des Betrachters gezielt auf das zentrale Motiv lenken, hier auf die Kathedrale.

Belichtung optimieren

In den „Grundeinstellungen“ von Camera Raw und Lightroom korrigieren Sie Helligkeit, Kontrast und Farbsättigung. Die Belichtung ändert der gleichnamige Regler. Im Beispielbild reicht ein leichter Zug nach rechts, um das Bild aufzuhellen. Viel wichtiger ist allerdings, die Lichter und Schatten zu optimieren. Dunkeln Sie die Lichter mit dem gleichnamigen Regler ab

und hellen Sie mit dem Tiefen-Regler die Schatten leicht auf. Das Bild erscheint nun deutlich kontrastärmer, dafür aber detailreicher. Den Kontrast können Sie später wieder zurückholen, ohne Details zu verlieren.

Farben korrigieren

Wenn Sie Farben optimieren möchten, beginnen Sie am besten mit dem Weißabgleich. Bei aktuellen Kameras ist es in Automatikstellung in der Regel nicht nötig, den Weißabgleich zu korrigieren. Doch manchmal hat die Aufnahme einen gelben oder blauen Farbstich, den Sie neutralisieren sollten. Dieser lässt sich am

besten korrigieren, indem Sie mit der Grauwertpipette in der Werkzeugleiste von Camera Raw beziehungsweise neben dem Farbtemperaturregler in Lightroom auf eine Stelle im Foto klicken, die komplett grau oder weiß sein sollte. Wenn es wie im Beispiel eine solche Stelle nicht gibt, können Sie den Weißabgleich mit dem Farbtemperaturregler korrigieren, was aber etwas Fingerspitzengefühl erfordert. Direkt darunter finden Sie den Farbtonregler, mit dem Sie Grün und Magenta anpassen können.

Sind die Farben im Bild etwas flau, können Sie sie mit dem Sättigungs- und Dynamikregler nachträglich intensivieren. Die beiden Funktionen unterscheiden sich dadurch, dass der Sättigungsregler die Intensität aller Farben gleichmäßig verändert, während der Dynamikregler die weniger gesättigten Bereiche stärker betont. Der Dynamikregler hat damit den Vorteil, dass Sie mit seiner Hilfe vor allem flauere Farben verstärken können.

Alternativ können Sie zuerst den Dynamikregler nach links ziehen, um die Intensität stark gesättigter Farben im Bild zu verringern und anschließend mit dem Sättigungsregler alle Farben gleichmäßig verstärken.

Kontrast verstärken

Den Kontrast korrigieren Sie am besten in der Palette Gradationskurve. Sie findet sich in Camera Raw im zweiten Karteireiter neben den Grundeinstellungen; in Lightroom scrollen Sie im Entwickeln-Modul nach unten. Im Dialog stehen vier Regler zur Verfügung. Mit Ihnen können Sie den Kontrast, also den Unterschied zwischen den hellen und dunklen Tonwerten, sehr flexibel erhöhen. Hellen Sie mit dem Lichte-regler die hellsten Tonwerte auf und dunkeln Sie anschließend mit dem Tiefenregler die dunkelsten Tonwerte ab. Die mittleren Regler sind für die Mitteltöne zuständig. Sobald Sie einen dieser Regler verschieben, wird die Bewegung auf der Gradationskurve angezeigt. Eine sanfte S-Form der Kurve hebt den Kontrast an, ein umgekehrtes S verringert ihn.

Details betonen

Beurteilen Sie im nächsten Schritt die Details des Bildes. Nutzen Sie dafür die 100-Prozent-Ansicht, in der ein Pixel des Fotos einem Pixel des Monitors entspricht. Bei Bedarf betonen Sie die Konturen unter



Mit der parametrischen Gradationskurve bearbeiten Sie den Kontrast. Eine S-Kurve erhöht ihn, eine umgekehrte S-Kurve verringert ihn.



In der Palette „Details“ sorgen Sie für mehr Schärfe und weniger Rauschen bei den Bilddetails. Dabei können Sie Helligkeits- und Farbrauschen getrennt voneinander bearbeiten.

„Schärfen“, übertreiben Sie dabei aber nicht. Wenn Sie das Bild zu sehr nachschärfen, wird das Bildrauschen unnötig verstärkt. Außerdem kann dabei an kontrastreichen Kanten ein Halo-Effekt entstehen, das heißt, es kommen helle Farbsäume zum Vorschein. Den Betrag-Regler können Sie durchaus deutlich nach rechts verschieben. Belassen Sie jedoch den Radius bei einem Wert von etwa 0,6 bis 1. Sobald intensives Bildrauschen sichtbar wird, steuern Sie mit dem Regler „Rauschreduzierung“ dagegen. Nutzen Sie hierbei vor allem den Luminanz-Regler. Allerdings sollten Sie das Bild nicht zu stark weichzeichnen. Farbiges Rauschen

dürfte hauptsächlich in den Schatten zum Vorschein kommen; Sie entfernen es mit dem Farbe-Regler.

Farben intensivieren

Damit ist das Repertoire ausgeschöpft, global auf die Bildeinstellungen einzuwirken. Sie können aber noch eine Menge erreichen, indem Sie gezielt auf einzelne Bildbereiche einwirken. In der Palette HSL-Einstellungen/Luminanz beeinflussen Sie die Helligkeit einzelner Farben. Indem Sie Schwarz- oder Weißanteile zu einer bestimmten Farbe hinzufügen, dunkeln Sie diese Farbe ab beziehungsweise hellen sie auf. Das führt dazu, dass sich

auch der Effekt des Polarisationsfilters intensiviert.

Im Beispielbild wurde zunächst der Regler für Blautöne auf -60 verschoben, um das Blau des Himmels abzdunkeln und gleichzeitig das Weiß der Wolken hervorzuheben. Um die Farbe des Wassers vor der Kathedrale zu verstärken, wurden die Grüntöne auf -60 abgedunkelt. Die sandfarbene Kathedrale, ihre architektonische Umgebung sowie die hellen Wasserreflexionen hellten wir auf, indem wir die Regler für Orange- und Gelbtöne auf $+35$ und $+20$ anhoben. Sollte diese Vorgehensweise den Kontrast zu sehr verstärken, kehren Sie zur Palette Gradationskurve/Parametrisch zurück, um ihn zu reduzieren.

Bildbereiche retuschieren

Wenn Sie in Camera Raw beziehungsweise Lightroom nicht das komplette Foto, sondern nur Bildbereiche korrigieren wollen, gelingt das am besten mit dem Korrekturpinsel (K). Hierfür stehen verschiedene Parameter zur Verfügung, die Sie gezielt verändern können, zum Beispiel Farbtemperatur, Belichtung, Sättigung und Bildschärfe.

Ein Belichtungswert von $-0,30$ und ein Sättigungswert von -60 dienten als Ausgangsbasis, um im nächsten Schritt das Seewasser Grün zu färben, denn in Camera Raw können Sie mit dem Korrekturpinsel nicht nur Einstellungen auftragen, sondern auch Bildbereiche einfärben. In Lightroom funktioniert das leider nicht. Unter „Farbe“ muss man dazu in diesem Fall ein kräftiges Meeresgrün einstellen, hier bei einem Farbtönen des Werts 150 und einer Sättigung von 60. Anschließend malt man mit einer weichen Pinselspitze über die betreffende Bildstelle. Bei einer solchen Korrektur sollten Sie möglichst nicht über den zu korrigierenden Bereich hinausmalen. Die weiche Kante des Pinsels verzeiht allerdings geringe Ungenauigkeiten. Sollten dennoch ein Fehler passieren, können Sie diesen über die Option „Radieren“ wieder beheben.

Mit dem Korrekturpinsel wurde in diesem Fall ebenfalls die Helligkeit der Wolken angepasst. Dazu klicken Sie oben auf die Option Neu und stellen die Belichtung auf einen passenden Wert ein, in diesem Fall $+0,65$. Mit einem Korrekturpinsel in weißer Farbe malen Sie anschließend über die Wolken. Zur Farbanpassung der Vegetation kamen die folgenden Einstel-

lungen zum Einsatz: Belichtung +0,50, Kontrast +40, Sättigung +60. Falls das Ergebnis noch nicht zufriedenstellend ist, können Sie im Farbwähler zusätzlich einen Grünton auswählen und über die Vegetation malen.

Verlaufsfilter

Um den Blick des Betrachters stärker auf das zentrale Motiv zu lenken, in diesem Fall auf die Kathedrale, sollte der untere Bildbereich leicht abgedunkelt werden. Das gelingt in Camera Raw und Lightroom mit dem Verlaufsfilter. Dieses Werkzeug gehört ebenfalls zu den lokalen Werkzeugen und verfügt über das selbe Regleraset wie der Korrekturpinsel. Aktivieren Sie den Verlaufsfilter oben in der Werkzeugleiste und reduzieren Sie die Belichtung auf -70. Alle anderen Regler belassen Sie bei null. Als Nächstes ziehen Sie einen Verlauf von unten bis zum Rand des Sees auf. Bei Bedarf ändern Sie die Farbe in Aquamarin, um die Schattierung des Wassers zusätzlich einzufärben.

Umgebungsretusche

Die letzte Korrekturmaßnahme ist die Umgebungsretusche. Auf der Aufnahme sind Menschen und andere Elemente abgebildet, die Aufmerksamkeit von der Kathedrale ablenken. Die können Sie wegretuschieren, das ist jedoch kein Muss. Manchmal verleihen Menschen einem Bild einen gewissen Charme und helfen dem Betrachter, die Größenverhältnisse einzuschätzen.



In der Palette HSL-Einstellungen/Luminanz ändern Sie die Helligkeit einzelner Farben, indem Sie gezielt Schwarz- oder Weißanteile hinzufügen.

Möchten Sie sie dennoch entfernen, sollte das Werkzeug „Makel entfernen“ Ihre erste Wahl sein. Aktivieren Sie das lokale Werkzeug in der oberen Werkzeugleiste und wählen Sie aus dem rechten Menü im Bereich „Art“ die Option Reparieren aus. Stellen Sie die Pinselgröße entsprechend des zu retuschierenden Elements und eine passende weiche Kante ein. Malen Sie anschließend mit gedrückter linker Maustaste über den Bereich, den Sie retuschieren möchten. Nach dem Übermalen sucht das Programm automatisch einen passenden Quellbereich. Sollte dieser nicht passen, können Sie ihn mit der Entfernen-Taste wieder löschen und

den Korrekturvorgang wiederholen. Alternativ können Sie die /-Taste drücken, um den ausgewählten Bereich automatisch auszubessern.

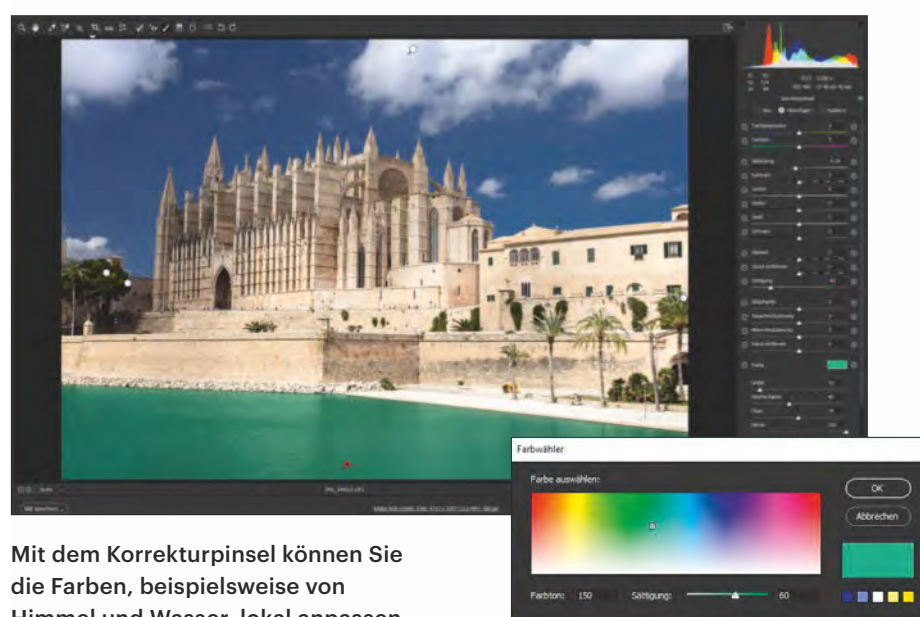
Manuelle Verbesserungen sorgen bei solchen Retuschen allerdings dafür, dass Sie die Kontrolle über den Prozess behalten. Bei Ihren Korrekturen sollten Sie sich an den Linien und Mustern im Foto orientieren, die sich auf der zu korrigierenden Stelle wiederfinden sollten. Bei einer Verbesserung per Hand wird einer der beiden Bereiche mit der linken Maustaste angeklickt und an eine passende Stelle gezogen.

Schlusskorrektur

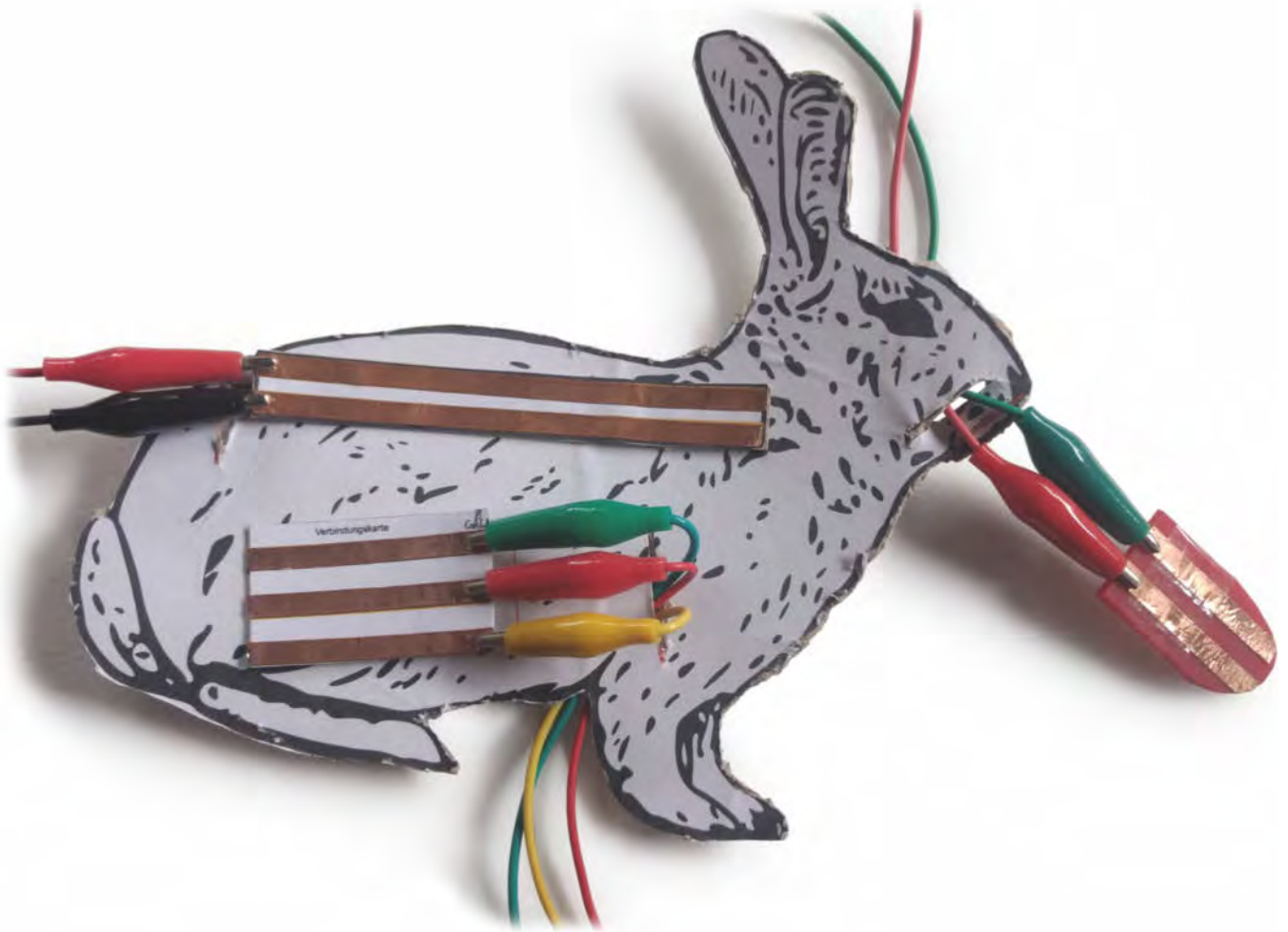
Zum Schluss sollten Sie das Bild noch einmal in einer Miniaturansicht begutachten. Stellen Sie dazu die Zoomstufe auf etwa fünf Prozent ein und schauen Sie, ob das Bild insgesamt stimmig und harmonisch wirkt. Eine solche verkleinerte Ansicht hilft, den Blick mehr auf das Gesamtbild als auf die Details zu ziehen. Ähnlich einer Fotoausstellung, wo man zwei Schritte zurückgeht, um das Bild als Ganzes zu betrachten und zu beurteilen.

Wenn das Werk gefällt, können Sie es über die Exportdialoge von Photoshop oder Lightroom als JPEG- oder TIFF-Datei exportieren. Für die Weiterverarbeitung als Poster, Abzug oder für ein Fotobuch sollten Sie die ursprüngliche Auflösung belassen. Für E-Mail oder Web können Sie geringere Auflösungswerte einstellen, beispielsweise eine maximale Kantenlänge von 2000 Pixeln.

(akr@ct.de) **ct**



Mit dem Korrekturpinsel können Sie die Farben, beispielsweise von Himmel und Wasser, lokal anpassen.



Programmier-Tier

Projekt für Grundschüler: Mikrocontroller simuliert Haustier

Wellensittich, Katze, Hund oder sogar Pferd – fast alle Kinder wünschen sich ein Haustier. Wie viele Bedürfnisse so ein zusätzliches Familienmitglied hat, machen sie sich nicht immer klar. Mit einem – daheim oder im Schulunterricht – selbst gebauten Haustiersimulator können sie sich konstruktiv mit dem Thema auseinandersetzen.

Von Mirek Hančl

Mit dem freien Unterrichtsmaterial „CoALA – Code A Little Animal“ (siehe ct.de/y2wr) lässt sich mit einem Mikrocontroller ein Haustier simulieren. Sie brauchen dazu einen Calliope mini oder

einen BBC micro:bit. Beide Mikrocontroller sind in erster Linie für Bildungseinrichtungen gedacht, können aber auch von Privatpersonen fürs Basteln daheim gekauft werden. Weiter benötigen Sie: leitfähiges Kupferklebeband, ein paar Krokodalklemmen, etwas Plastik, Pappe, Schere und Kleber. In der in diesem Artikel vorgestellten Variante gelingt das Projekt schon mit Grundschulkindern prima.

Die Programmierung des Mikrocontrollers erfolgt mit der visuellen Programmiersprache MakeCode. Es gibt diverse Editoren für Calliope mini und BBC micro:bit [1], in denen Code aus bunten Blöcken zusammengebaut wird. Den für dieses Projekt verwendeten MakeCode-Editor finden Sie über ct.de/y2wr. In der hier vorgestellten, einfachen Variante lässt sich ganz simpel messen, ob es dem Haustier gut geht. Die einsteigerfreundliche MakeCode-Programmierung sorgt dafür,

dass der Mikrocontroller die Messwerte richtig verarbeitet.

Tiere haben viele Bedürfnisse – je nach Tierart unterschiedliche, mal mehr und mal weniger aufwändig. Im CoALA-Projekt werden fünf Grundbedürfnisse berücksichtigt, die jedes Haustier hat und die Kinder im Grundschulalter gut nachvollziehen können: Essen, Trinken, Bewegung, Zuwendung und gute Gesundheit. Wie man diese Bedürfnisse simulieren kann, zeigt dieser Artikel Schritt für Schritt.

Pappkamerad

Das Simulationstier muss nicht in Lebensgröße gebastelt werden. Ein Foto oder Ausmalbild in handlichem Format genügt. Da der Mikrocontroller einige Zentimeter lang und breit ist, sollte das Tierbild allerdings ein Blatt der Größe DIN A4 halbwegs ausfüllen, falls der Calliope mini be-

ziehungsweise BBC micro:bit später darauf befestigt werden soll.

Beim Material zum Projekt finden Sie Hund, Katze und Maus als Ausmalbilder mit gekennzeichneten Klebeflächen und Schlitzten. Ganz gleich, ob Sie eine Vorlage herunterladen und ausdrucken oder mit dem Nachwuchsdompteur ein Tier fotografieren – Bild oder Foto sollten Sie auf ein großes Stück Fotokarton oder Pappe kleben. Es ist dann stabiler und lässt sich später an die Wand hängen oder – mit einem Pappdreieck als Standfuß versehen – aufstellen.

Zum Messen der Grundbedürfnisse des Tieres werden teilweise interne Sensoren des Mikrocontrollers verwendet, überwiegend aber selbstgebaute Stromkreise an den Pins der Platine zum Einsatz kommen. Im ersten Schritt geht es um die beiden Grundbedürfnisse, die mit internen Sensoren gemessen werden können: Bewegung und Körpertemperatur.

Calliope mini und BBC micro:bit bringen Sensoren mit, die Bewegungen in jede Raumrichtung erkennen und messen. Der Programmierung liegt die Annahme zugrunde, dass das Tier sich gern nach links und rechts neigen mag, aber nicht geschüttelt oder auf den Rücken gedreht werden möchte.

Die Bewegungserkennung lässt sich mit dem „wenn ‚geschüttelt‘“-Block aus der MakeCode-Kategorie Eingabe realisieren. Nach einem Klick auf den kleinen Dropdown-Pfeil neben dem Wort „geschüttelt“ sieht man die Zustände, die der Sensor kennt. Hier lässt sich einstellen, worauf das Haustier reagieren soll.

Wer rastet, der rostet!

Mit dem „zeige Symbol“-Block aus der Grundlagen-Kategorie kann man jeder berücksichtigten Lage die passende Reaktion zuordnen, beispielsweise ein glückliches Gesicht für die Lagen „nach links neigen“ und „nach rechts neigen“ und ein trauriges Gesicht für „geschüttelt“ und „Display nach oben“. Damit nicht bei jeder leichten Transportbewegung eine Meldung ausgegeben wird, kann man zusätzlich abfragen, ob gleichzeitig die Tasten A und B gedrückt sind.

Als Messwert für die Gesundheit des Tieres dient symbolisch die Körpertemperatur. Auf dem Calliope mini und BBC micro:bit ist der Temperatursensor im Prozessor eingebaut. Das bedeutet, dass das Haustier bei rechenintensiven Aufgaben immer etwas erhöhte Temperatur hat.

Wenn das Ereignis „geschüttelt“ ausgelöst wird, protestiert der Tiersimulator mit einem tiefen Ton und zeigt auf dem Display ein trauriges Gesicht.



Ist das Haustier also überanstrengt, überhitzt es und ist nicht mehr bei bester Gesundheit. Zugegeben: Diese Kausalkette ist stark reduziert, dafür aber von Grundschulkindern gut nachvollziehbar.

Der Block zum Erfassen der Temperatur befindet sich in der Eingabe-Kategorie, der Vergleichsblock in der Logik-Kategorie. Dort ist auch der wenn/dann/ansonsten-Block zu finden, der – richtig zusammengepuzzelt – steuert, dass das Haustier „warm“ oder „kalt“ auf dem Bildschirm ausgibt. Damit nicht ständig Text über den Bildschirm läuft, wird die Verzweigung am besten in den Ereignisblock „wenn Knopf ‚A‘ gedrückt“ aus der Eingabe-Kategorie gesetzt.

Nicht gegen den Strich!

Die weiteren Bedürfnisse werden mit selbstgebastelten „Sensoren“ gemessen. Sie entstehen aus leitfähigem Kupferklebeband, Krokodklemmen und ein wenig Bastelmaterial. Alle drei Sensoren funktionieren nach demselben Prinzip: Durch Berühren mit den Fingern, mit weiterem Kupferklebeband oder beim Eintauchen in Wasser fließt Strom von einem bestimmten Pin zum Minuspol des Mikrocontrollers. Je nach kurzgeschlossenem Pin reagiert der Haustiersimulator entsprechend mit einem passenden Symbol auf der LED-Matrix oder Piepstönen.

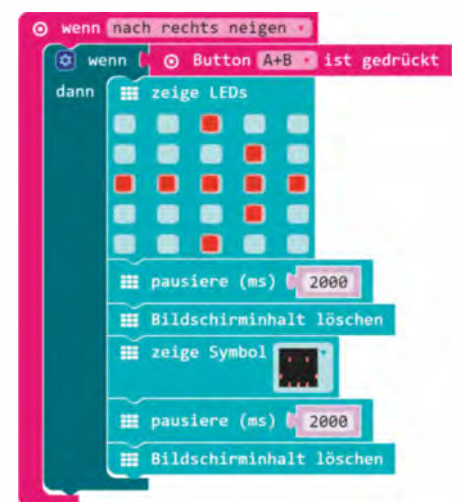
Viele Haustiere freuen sich, wenn man sie streichelt. Für einen simplen Streichelsensor kleben die Kinder zwei Streifen Kupferklebeband so auf das Tierbild, dass diese sich nicht berühren. Bei den Tierbildvorlagen ist die Position der langen Streifen für die Kupferklebebänder auf einem extra Stück Papier markiert. Verwendet man ein eigenes Bild, sollte man ebenfalls darauf achten, dass die beiden Klebestreifen parallel verlaufen und sich nicht berühren. Die Enden der beiden Streifen werden umgeklappt, sodass Klebefläche auf Klebefläche haftet. An den

nun abstehenden Enden lässt sich leicht je eine Krokodklemme befestigen.

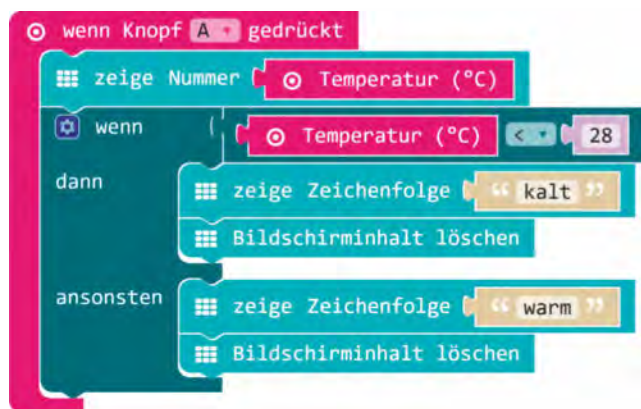
Eine der beiden Krokodklemmen wird am Minuspol befestigt, die andere an Pin 2. Streicht man nun mit einem Finger über beide Kupferstreifen gleichzeitig, fließt etwas Strom von Pin 2 über die Haut zum Minuspol. Den Mikrocontroller lässt man in einer Dauerschleife überprüfen, ob Pin 2 berührt wird; den dazu benötigten dauerhaften Block finden Sie in der Kategorie Grundlagen. Sobald Strom von Pin 2 zum Minuspol fließt, kann zum Beispiel auf dem Bildschirm für zwei Sekunden ein Herz angezeigt werden. Hier hilft es, jüngeren Haustierbesitzern kurz zu erläutern, dass „pausiere (ms) 2000“ auch „pausiere (s) 2“ bedeutet.

Bloß nicht verdursten!

Nach Bewegung, Gesundheit und Streicheleinheiten kommt das Trinken an die Reihe. Für diesen Sensor basteln die Kinder aus einem Stück rotem Plastik eine Zunge mit zwei kurzen, parallel verlaufen

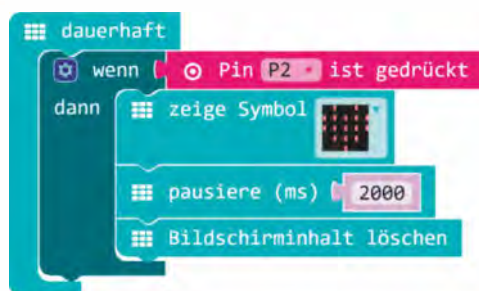


Eine sanfte Bewegung nach rechts quittiert das Tier zunächst mit einem Rechtspfeil im Display und dann mit einem freundlichen Smiley.



Die Abfrage und Anzeige der Temperatur wird durch Druck der Taste A des Mikrocontrollers ausgelöst. Solange der Wert unter 28 Grad Celsius bleibt, meldet das Tier „kalt“, ansonsten „warm“.

Sobald durch eine Streichelbewegung über beide Kupferstreifen am Rücken des Tieres Strom von Pin 2 zum Minuspol fließt, gilt die Bedingung „Pin 2 ist gedrückt“ und ein Herz wird für zwei Sekunden aufs Display gezaubert.



den Stücken Kupferklebeband darauf. Sie müssen am Ende nicht umgeklappt werden, da das Plastikstück komplett von den Krokoklemmen umklammert werden kann. Eine Krokoklemme wird wieder am Minuspol befestigt, eine zweite an Pin 3.

Am hinteren Ende der Zunge, also kurz vor der Stelle, an der die Krokoklemmen befestigt sind, muss einfaches Klebeband quer über die Kupferklebebander geklebt werden. Ansonsten würde der Trinksensor genau wie der Streichelsensor jedes Mal ein Signal an den Mikrocontroller senden, sobald man mit den Fingern die Zunge hält, um sie in ein Glas Wasser zu tauchen.

Während man dem Tier mit der einen Hand etwas zu trinken gibt, löst ein Drücken der Taste B mit der anderen Hand eine Zustandsabfrage aus: Es wird mit einer bedingten Verzweigung geprüft, ob Pin 3 „gedrückt“ ist. Sobald die Zunge im Wasser hängt, kann zusätzlich zum Smiley noch das Wort „Wasser“ über den Bildschirm laufen, ganz wie man es mag.

Guten Appetit!

Um das Tier zu füttern, muss man ihm Futter an den Schnabel oder das Maul halten. Dazu gibt es im Material drei Vorlagen für Futterkarten. Sie werden mit unterschiedlichen Mustern aus Kupferklebe-

band beklebt. Am Tier befinden sich als eine Art Futtersensor drei parallel geklebte Streifen Kupferklebeband. Sie sind mit Krokoklemmen mit dem Minuspol beziehungsweise den Pins 0 und 1 verbunden.

Legt man nun eine Futterkarte so auf den Sensor, dass ein Stromkreis geschlossen wird, kann der Mikrocontroller anhand des jeweiligen Stromkreises erkennen, welche Art von Futter das Tier bekommen hat. Je nach Klebestreifen-Muster auf der Futterkarte fließt der Strom entweder zwischen Pin 0 und dem Minuspol oder zwischen Pin 1 und dem Minuspol oder zwischen Pin 0/Minuspol und Pin 1/Minuspol gleichzeitig. Es können also drei unterschiedliche Futterarten erkannt werden. Genaugenommen handelt es sich um binärcodierte Futterkarten: Futterkarte 01 verbindet Pin 0, Futterkarte 10 verbindet Pin 1 und Futterkarte 11 beide Pins jeweils mit dem Minuspol. Mit der Binärfolge 00 wird signalisiert, dass das Tier nicht gefüttert wird.

Was das Tier zu Essen angeboten bekommt, kann der Nachwuchs selbst entscheiden. Wichtig ist nur, dass nicht jede Futterart dem Tier schmeckt – schließlich sollen sich angehende Tierbesitzer ja sinnvoll mit dem Thema auseinandersetzen und eigenständig Entscheidungen treffen. Für eine Katze wäre also Leckerlis/Maus/Pommes eine gute Kombi, für einen Vogel Sonnenblumenkerne/Wurm/Schokolade eine interessante Auswahl. Das Kind kann die Futtersorte auf die Kartenvorderseite schreiben oder malen oder ein Bild aufkleben.

Wichtig: Beim Füttern muss man die Futterkarte immer sorgfältig parallel zu den Sensorstreifen halten. Werden sie versehentlich quer aufgelegt, werden nämlich beide Stromkreise, Pin 0/Minus und Pin 1/Minus, kurzgeschlossen, also womöglich die falsche Futterart erkannt. Mit dem Beispielcode von Seite 125 läuft das Füttern so ab: Mit einer Hand hält das Kind die Futterkarte gegen die Sensorstreifen und mit der anderen drückt es einmal die Taste B am Mikrocontroller. Die Abfrage der kurzgeschlossenen Pins erfolgt also, wenn der Block „wenn Knopf ‚B‘ gedrückt“ ausgelöst wird.

Die Reaktionen aufs Futter regeln drei wenn/dann-Blöcke, deren Bedingungen eine jeweils angepasste Kombination aus „Pin ‚xx‘ ist gedrückt“-Blöcken aus der Eingabe-Kategorie sind, zum Teil ergänzt um ein „nicht“ aus der Logik-Kategorie. So lassen sich je nach Futterart un-

Der Hintergrund von CoALA

Das Unterrichtsmaterial „CoALA – Code A Little Animal“ ist vom Autor, selbst Lehrer an einem Gymnasium, in Kooperation mit der Grundschullehrerin Julia Winckler entwickelt worden. Das Projekt widmet sich dem Thema Haustiere, das sowohl im Sachunterricht in der Grundschule als auch im Biologieunterricht der 5. Klasse behandelt wird. Ziel war es, mit Hilfe von leicht verständlichen digitalen Werkzeugen neben Kenntnissen zum Unterrichtsthema auch vielfältige



Digitalkompetenzen und informatisches Grundwissen zu vermitteln.

Interessierte Lehrkräfte lernen in dem einsteigerfreundlichen Projekt praxiserprobtes Material kennen. Das vollständige CoALA-Unterrichtsmaterial ist neben weiteren spannenden MINT-Projekten in der OER-Handreichung „Coding im MINT-Unterricht“ veröffentlicht worden und über Science on Stage e.V. kostenlos beziehbar (www.science-on-stage.de/coding).

terschiedliche Meldungen am Bildschirm ausgeben. Der Tiersimulator kann ein „lecker“ beziehungsweise „igitt“ anzeigen oder einfach den Namen des Futters, also „Kerne“, „Wurm“ oder „Schokolade“ ausgeben.

Geschafft!

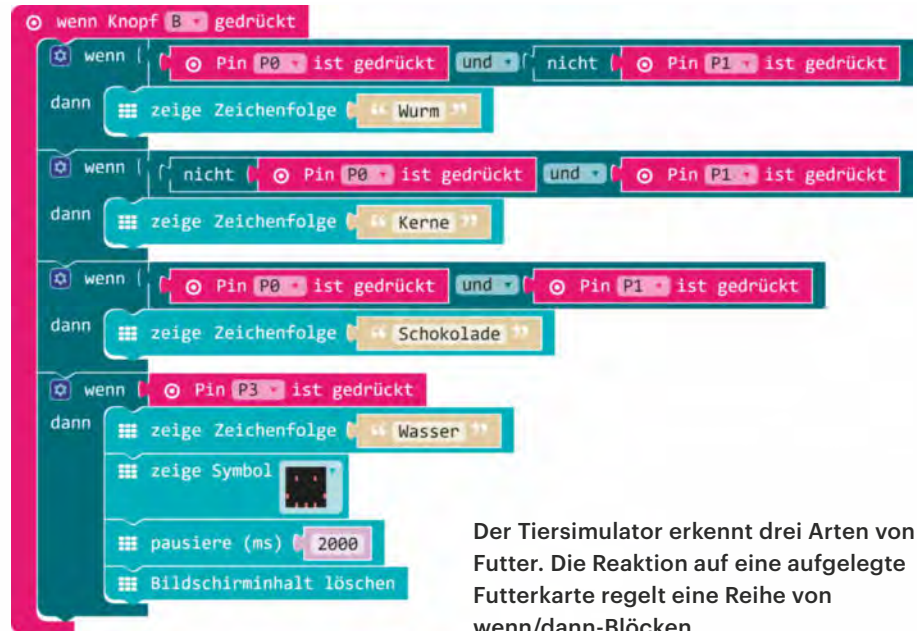
Die einfache Variante des Projekts ist damit fertig: Der Haustiersimulator hat fünf Grundbedürfnisse, die erfüllt werden können. Dabei kann das Kind Dinge falsch machen, zum Beispiel das falsche Futter geben oder das Tier unsanft schütteln, und es kann Dinge richtig machen, zum Beispiel dem Tier zu trinken geben oder es streicheln. Die Unterrichtserfahrungen des Autors haben gezeigt, dass die Möglichkeiten damit schon ausreichend komplex sind.

Kinder im Grundschulalter experimentieren von sich aus ausgiebig und versuchen im Rollenspiel, sich verantwortungsvoll um das Tier zu kümmern – testen aber auch mal bewusst ein Fehlverhalten aus. Man muss also keinen Zufallsgenerator mehr anwerfen, der ein Bedürfnis hervorruft, das der Nachwuchsdompteur dann innerhalb einer bestimmten Zeit erkennen und befriedigen muss. Wer den Simulator trotzdem vollständig in eine Art Tamagochi verwandeln möchte, findet in der Mathematik-Kategorie von MakeCode alles Nötige, um eine Zufallszahl zu erzeugen, die darüber entscheidet, welches Bedürfnis das Tier als nächstes haben wird. Zur Vorbereitung muss eine Liste aller möglichen Bedürfnisse aufgeschrieben und durchnummeriert werden. Diese Forschungsaufgabe kann das Kind selbst erledigen.

Wie geht es weiter?

Auch wenn das Haustiermodell fertig gebaut, verkabelt und über den programmierten Mikrocontroller mit Intelligenz versehen ist, gibt es noch viel zu tun. Wie wäre es mit einem Vogelkäfig oder Hundekorb? Wenn das Tier zum Bewegen und Streicheln erst aus dem Käfig geholt werden muss, gestaltet sich die Haustierpflege viel realistischer.

Wer schon erste Erfahrungen mit der Funkübertragung zwischen mehreren Calliope mini beziehungsweise BBC micro:bit hat, könnte mit seinem Kind eine ganze Voliere voller simulierter Kanarienvögel aufbauen. Wenn Sie die Messwerte der einzelnen Vögel drahtlos vom Kinderzimmer zum elterlichen Mikrocontroller übertragen, lässt sich vom



Der Tiersimulator erkennt drei Arten von Futter. Die Reaktion auf eine aufgelegte Futterkarte regelt eine Reihe von wenn/dann-Blöcken.

Wohnzimmer aus beobachten, ob sich alle Tiere wohlfühlen.

Nicht ganz so komplex, aber schon fortgeschrittener, geht es in einer der nächsten c't-Ausgaben weiter. Dann wird die Interaktion mit dem Haustiermodell nicht mehr mit den internen Sensoren, einfachem Kupferklebeband und Stromkreisen realisiert, sondern mit externen Sensoren für Berührung und Feuchtigkeit sowie mit NFC-Kartenlesern. Die

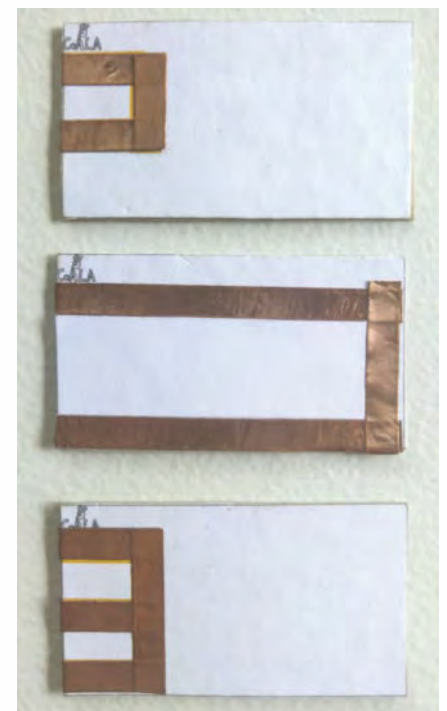
Anschaffungskosten dafür liegen zwar etwas höher, aber es ergeben sich auch neue kreative Möglichkeiten.

(dwi@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Alle einsteigen!, Editoren für BBC Micro:Bit und Calliope mini, c't 14/2018, S. 98

Materialien, MakeCode-Editor:
ct.de/y2wr



Die Futterkarten können vorn beschriftet oder bemalt werden. Auf der Rückseite kleben drei verschiedene Muster aus Kupferfolie, damit das Tier die Futterarten unterscheiden kann.

Sonderbare Zeichen

Sonderzeichen unter Windows, Linux, macOS

Auf der Tastatur fühlen sich die meisten Computernutzer vermeintlich sicher. Doch bei der Eingabe von Sonderzeichen lauern einige Tücken – Hintergrundwissen zu Typografie und Zeichensätzen ist da hilfreich.

Von Jan Mahn

Jenseits von Buchstaben, Ziffern und gängigen Satzzeichen, die auf einer Tastatur schnell zu erreichen sind, braucht jeder Computernutzer regelmäßig Sonderzeichen – sei es in Textdokumenten oder sozialen Netzwerken. Aus Gewohnheit greifen viele dabei zu Zeichen, die zwar leicht einzugeben, typografisch aber falsch sind. Nur weil zwei Zeichen einander ähneln, sind sie nicht identisch.

Im Jahr 2019 kann man davon ausgehen, dass die meisten Anwendungen Texte im Unicode-Zeichensatz verarbeiten. Dieser Zeichensatz ist so groß, dass er neben Zeichen für fast alle (lebendigen und toten) Sprachen auch Platz für zahlreiche Sonderzeichen enthält. Keine Tastatur, die auf einen Schreibtisch passen soll, kann für all diese Zeichen eine Taste vorhalten. Das ist aber auch nicht nötig. Jedes Zeichen hat einen Code, der in hexadezimaler oder dezimaler Darstellung angegeben werden kann. Das Komma hat beispielsweise die dezimale Adresse 0044, in hexadezimaler Zählung entspricht das 002c (hexadezimale Angaben werden mit vorangestelltem „0x“ gekennzeichnet, also 0x002c). Eine vollständige Unicode-Tabelle finden Sie über ct.de/yswn.

Alle Zeichen, für die es auf der Tastatur keine Abkürzung gibt, kann man auf Desktop-Betriebssystemen über ihre Unicode-Adresse direkt erzeugen – wenn auch mit Einschränkungen. Nutzer von macOS müssen erst in den Systemeinstellungen unter „Tastatur / Eingabequellen“

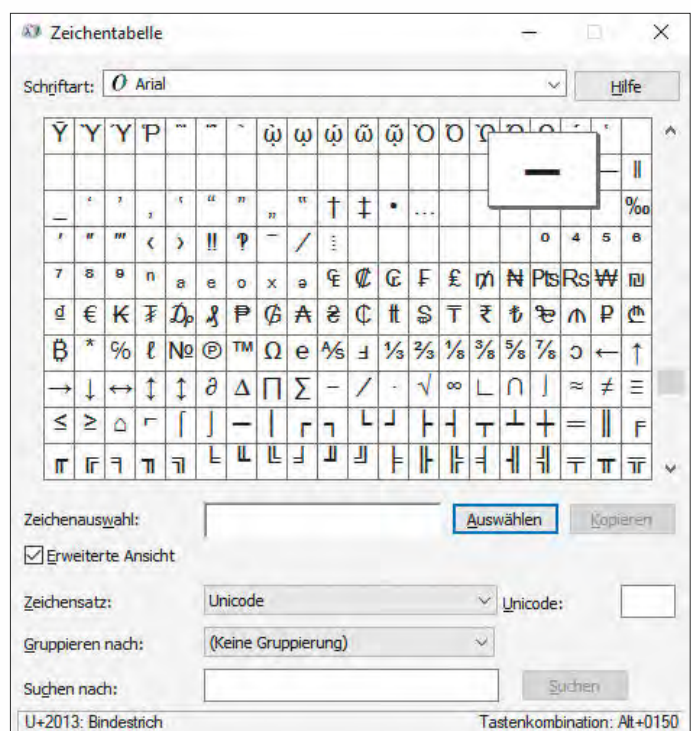
das Tastaturlayout „Unicode-Hex-Eingabe“ hinzufügen und anschließend aktivieren. Dann können sie mit gedrückter „Option“-Taste einen vorne mit Nullen auf vier Stellen aufgefüllten Hex-Code auf dem Nummernblock eintippen. Für das Komma also beispielsweise 0 0 2 c. Unter Linux-Desktops, die auf Qt und GTK basieren, klappt das ohne Einrichtungsarbeit mit gedrückter Strg- und Umschalt-Taste und U 0 0 2 c (alle Ziffern auf dem Nummernblock). Nach dem Loslassen von Strg und Umschalt erscheint das Zeichen. Unter Windows ist die Eingabe von Unicode alles andere als intuitiv und vieles, was man im Internet zum Thema liest, ist leider falsch.

Windows-Sonderweg

Betriebssystemweit kann man unter Windows mit gedrückter Alt-Taste eine dezimale Adresse aus einer Unicode-Tabelle zwischen 0033 und 0255 eintippen (vorne mit Nullen aufgefüllt). Für das Komma mit gedrückter Alt-Taste also zum

Beispiel 0 0 4 4. Als Windows auf Unicode umgestellt wurde, sind aber noch Relikte aus dem letzten Jahrtausend übrig geblieben. In Wahrheit handelt es sich bei den Alt-Codes nämlich gar nicht um Unicode, sondern um den Zeichensatz Windows-1252, der größtenteils mit dem Beginn der Unicode-Tabelle identisch ist. Abweichungen gibt es aber im Bereich von 0128 bis 0159. Hier sind andere Zeichen wie beispielsweise das Euro-Zeichen (0128) definiert. Gänzlich verwirrend wird es bei allen Unicode-Adressen, die größer als 0255 sind. Hier gibt es nämlich keine betriebssystemweit einheitliche Regelung und die Programme können unterschiedlich reagieren – einige ignorieren in diesem Fall die letzte Stelle, andere rechnen Modulo 256, andere kommen mit diesen Unicode-Zeichen klar. Zum Glück trifft Letzteres auf die meisten Textverarbeitungsprogramme (darunter sogar WordPad) zu. Um Zeichen zu finden, gibt es das Systemprogramm „Zeichentabelle“, in dem man Zeichen auswählen und heraus-

In der Windows-Zeichentabelle findet man die Unicode-Namen in hexadezimaler Darstellung. Damit man diese direkt eingeben kann, muss man in der Registry Hand anlegen.



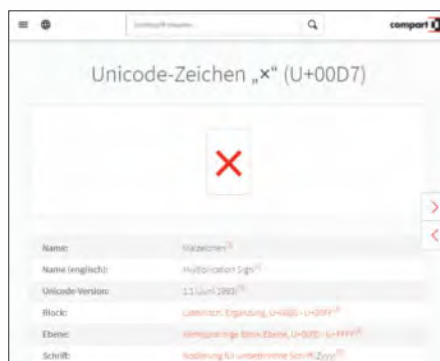
kopieren kann. Dort wird die Unicode-Adresse in hexadezimaler Darstellung angezeigt.

Aber auch als Windows-Nutzer können Sie zu einer einheitlichen und systemweiten Eingabe kommen. Dazu müssen Sie im Registry-Schlüssel „HKEY_CURRENT_USER\Control Panel\Input Method“ einen Eintrag vom Typ „Zeichenfolge“ (REG_SZ) mit dem Namen „EnableHexNumpad“ und dem Wert „1“ anlegen und anschließend den Rechner neu starten. Halten Sie zur Eingabe eines Zeichens die Alt-Taste gedrückt, tippen Sie dann „+“ auf dem Nummernblock, gefolgt von der vierstelligen hexadezimalen Adresse (ebenfalls mit führenden Nullen aufgefüllt). Für ein Promille-Zeichen zum Beispiel „+ 2 0 3 0“. Das klassische Windows-Verfahren (ohne Plus-Zeichen und mit dezimalen Adressen) funktioniert weiterhin.

In der Tabelle unten finden Sie für die im Artikel vorgestellten häufig verwechselten Sonderzeichen jeweils die hexadezimale und dezimale Adresse in Unicode sowie die Abweichungen aus Windows-1252. Für einige Zeichen gibt es auch Abkürzungen über Tastenkombinationen, die sich je nach Betriebssystem unterscheiden. Auf mobilen Geräten kann man auch mit seltenen Unicode-Zeichen arbeiten, braucht dafür allerdings eine alternative virtuelle Tastatur. Über ct.de/yawn finden Sie solche für iOS und Android im App- und Play-Store.

Falsche Freunde

Vor allem der Apostroph muss um seinen Platz kämpfen und wird gern durch ähnliche Symbole ersetzt. Typografisch korrekt ist das Hochkomma, in hoher Auflösung auf dem Titel einer c't-Ausgabe oben links im Logo zu bewundern. Es sieht aus wie ein Komma, das nach oben verschoben wurde und hat die Unicode-Adresse 8217 (0x2019), in Windows-1252 kodiert mit 0146. Ersetzt werden darf das Hochkomma, wenn nicht anders möglich, durch einen kleinen senkrechten Strich (0039, 0x0027), am schnellsten einzugeben über „Umschalt +“ . Falsch sind dagegen sämtliche Akzentzeichen, die man rechts neben dem ß auf der deutschen Tastatur findet. Sie sind für Sprachen wie Französisch in Kombination mit Vokalen gedacht und haben mit dem Apostroph nichts zu tun. Auch das Zeichen für die englische Maßeinheit Fuß und die Bogenminute bei Längen-



Der Konvertierungs-Dienstleister Compart bietet eine sehr übersichtliche Suchmaschine für Unicode-Zeichen, zu finden über ct.de/yawn.

und Breitengraden (8242, 0x2032), sieht dem Apostroph nur auf den ersten Blick ähnlich.

Um dem Leser zu einer Denkpause zu bewegen – etwa um einen Gedanken einzuschieben –, gibt es den Gedankenstrich. Typografisch handelt es sich dabei um einen sogenannten Halbgeviertstrich, der von je einem Leerzeichen vorher und nachher umgeben ist. Ein Fehler, den man vor allem auf Webseiten häufig findet, ist der Ersatz durch einen Bindestrich, der aber deutlich kürzer und definitiv fehlt am Platz ist. Richtig ist nur das Unicode-Zeichen 8211 (0x2013), in Windows-1252 zu finden über 0150. In vielen Textverarbeitungsprogrammen und Mailprogrammen reicht es aber aus, zwei Bindestriche (eingeraht von Leerzeichen) einzutippen, die von einer Autokorrektur zum richtigen Zeichen ersetzt werden. Das gleiche Zeichen gehört auch in Angaben wie „geöffnet: 8–10 Uhr“.

Ein beliebter Fehler aus dem Bereich der Rechensymbole: Das Mal-Zeichen (×), das bei Multiplikationen („Das große 1 × 1 der Typografie“) oder bei Maßangaben („Der Container hat die Außenmaße 2 × 3 × 4 Meter“) richtig wäre, wird gern

flüchtig durch ein kleines oder großes „x“ ersetzt. Richtig ist hier das Unicode-Zeichen 0215 (0x00D7).

In Zeiten, in denen es viele Gelegenheiten gibt, über Kohlendioxid zu schreiben, lohnt es sich, auch das Zeichen für die tiefgestellte Zwei (8322, 0x2082) zu kennen. Schließlich heißt es CO₂ und nicht CO².

Übergenu

Mit dem Wunsch, stets die typografisch korrekten Zeichen zu verwenden, kann man es aber auch übertreiben. Ein Bindestrich (0045, 0x002D) ist zum Beispiel, wenn man es überkorrekt nimmt, kein Minus-Zeichen (8722, 0x2212), das man in Berechnungen verwenden sollte. Anders als beim offensichtlichen Unterschied zwischen Halbgeviertstrich und Bindestrich ist der Unterschied hier kaum erkennbar. Auch für drei Punkte, die als Auslassungszeichen verwendet werden, (...) gibt es mit dem Dreipunkt ein eigenes Zeichen (8230, 0x2026), bei dem die Punkte dichter zusammenstehen. Drei Satzpunkte sind aber auch nicht falsch. Auch das Zeichen für das große Eszett ist Teil von Unicode (7838, 0x1E9E), kann aber auf allen Systemen leicht über Strg + Alt + ? erzeugt werden. So kann man etwa einen Eigennamen mit Eszett auf einem Klingelschild in Versalien schreiben. Nützlich im Alltag kann der Mittelpunkt (·) sein – er steht nicht auf der Grundlinie und kann zum Beispiel auf einem Plakat oder einer Speisekarte als interessantere Alternative zum Komma eingesetzt werden:

„Fisch · Fleisch · Gemüse“.

Für den Alltag ist es hilfreich, sich die Codes oder Tastenkombinationen für die häufigsten Zeichen (Halbgeviertstrich, Apostroph) einzuprägen oder die Tabelle am Monitor zu befestigen. (jam@ct.de) **ct**

Unicode-Tabelle: ct.de/yawn

Sonderzeichen

Zeichen	Unicode dezimal	Windows-1252	Unicode hexadezimal	Kurzbefehle
Apostroph	8217	0146	0x2019	macOS: Option + Umschalt + #, Linux: Alt Gr + Umschalt + N
Ersatz für Apostroph	0039	0039	0x0027	alle Systeme: Umschalt + #
Malzeichen	0215	0215	0x00D7	Linux: Alt Gr + Komma
Großes Eszett	7838		0x1E9E	Windows: Alt Gr + Umschalt + ß
Halbgeviertstrich (Gedankenstrich)	8211	0150	0x2013	Linux: Alt Gr + Minus
Dreipunkt	8230		0x2026	Linux: Alt Gr + Punkt



Bild: Albert Hulm

Neues Kataster für das Internet

Internet-Domains: Inhaber-Daten mit RDAP auslesen

Mit der Whois-Datenbank, die Auskünfte über Domain-Inhaber bereitwillig auch an Spammer herausrückt, verschwindet ein Relikt aus den Anfangszeiten des Internet. Adressen von Domain-Inhabern werden aber weiterhin erfasst – nur dass man sie ab Ende August per RDAP ausliest. Wir zeigen, was da geht und wie.

Von Carsten Strotmann

Wo in der analogen Welt ein Kataster Grundstücke und deren Eigentümer verzeichnet, enthält im Internet eine Whois genannte Datenbank (auch Nicname genannt) Angaben über Eigentümer von IP-Adressen, Autonome Systeme und Namen im Domain Name System (DNS) – also Internet-Domains. Whois-Datenbanken mit solchen Angaben führen beispielsweise Registries, aber auch große Firmen.

Mit Whois ist auch das gleichnamige Protokoll gemeint, mit dem man Whois-Datenbanken abfragen kann. Es wurde ab 1982 als Auskunftsdienst für Provider und

andere Betreiber von Internetdiensten spezifiziert (RFC 3912), damit Administratoren bei Kommunikationsproblemen mit entfernten Servern und Autonomen Systemen (Autonomous Systems, Routing-Einheiten im Internet) die zugehörigen Ansprechpartner schnell finden.

Wohl niemand hat damals gedacht, dass einmal auch Privatpersonen Domain-Namen oder IP-Adressen „besitzen“ könnten. Deshalb konnte lange Zeit jeder im Internet ohne Anmeldung und ohne Verschlüsselung die Namen, Anschriften, Telefonnummern und E-Mail-Adressen von Domain-Inhabern und Besitzern von

IP-Netzen abfragen – denn Datenschutz hat man bei der Konzeption der Whois-Datenbanken nicht bedacht.

Nachdem Spammer die Adressen häufig für ihre Geschäfte missbraucht haben, etablierten sich Proxy-Dienste, die im Whois stellvertretend ihre eigenen Kontaktinformationen hinterlegten und die Angaben des tatsächlichen Eigners nur nach Prüfung der Anfrage und gegebenenfalls mit dessen Zustimmung herausgaben.

Weitere Probleme verursacht das alte Datenbankformat. Für internationale Zeichen ist es nicht ausgelegt, sondern nur für US-ASCII-Zeichen. Datenfelder und das Ausgabeformat sind nicht definiert, sodass jede Registry ein anderes Antwortformat verwendet, das vor der Ausgabe gesondert interpretiert werden muss.

Daher gab es am Whois schon lange Kritik, darunter etwa 2011 von Lutz Donnerhacke als Vertreter der europäischen Internetbenutzer in dem Gremium, das Whois im Auftrag der ICANN geprüft hat (ct.de/-1259143). Es sollte aber noch bis 2015 dauern, bis die Internet Engineering Task Force mit dem Registration Data Access Protocol (RDAP) ein deutlich verbessertes Verfahren definierte (RFC 7480-7484).

Druck durch DSGVO

Dennoch wurde RDAP nur wenig eingesetzt. Das ändert sich aber. Zunächst zwang die DSGVO im Mai 2018 die europäischen Registry-Betreiber zu mehr Datenschutz. Viele löschten damals die Adressdaten aus ihren Whois-Datenbanken.

Daraufhin wurde die ICANN als oberster Koordinator des Internet und der Whois-Daten aktiv. Sie verpflichtet alle Registrare, die vertraglich an sie gebunden sind, ab dem 26. August 2019 Registrierungsinformationen per RDAP anzubieten.

Die Änderung betrifft sowohl die generischen Top-Level-Domains (gTLD), also Registrare wie .com, .net, .info, als auch die Registrare von neuen generischen Top-Level-Domains wie .nrw, .xyz oder .works.

Betreiber der länderspezifischen Domains (Country-Code Top-Level-Domains, ccTLDs) sind nicht an die Weisung der ICANN gebunden. Dennoch haben einige auf RDAP umgesattelt, darunter Switch für .ch und .li (Schweiz und Liechtenstein) sowie die fünf IP-Registries AFRI-NIC, APNIC, ARIN, LACNIC und RIPE.

RDAP-Server erwarten Anfragen über ein REST-API; man verschickt sie via HTTP oder HTTPS, indem man sie in die URL einkodiert. Server liefern als Antwort JSON-Dokumente (JavaScript Object Notation, Content-Type: application/rdap+json).

Die Entwickler des Protokolls haben darauf geachtet, dass man Anfragen mit gängigen Kommandozeilenwerkzeugen stellen kann. Auf Linux-Systemen geht das mit Bordmitteln, macOS kann man mit passenden Tools nachrüsten. Es gibt aber auch spezialisierte RDAP-Client-Programme und Webdienste – siehe Abschnitt „RDAP komfortabel“.

Bootstrapping

Damit ein Client RDAP-Server ansprechen kann, muss er wissen, unter welchen Domain-Namen sie zu finden sind. Dafür betreibt die IANA einen Webservice, der die Domains der RDAP-Server liefert, die Angaben über IPv4- und IPv6-Adressen, das Domain Name System und die Autonom Systemen enthalten. Der Webservice liefert die Daten als JSON-Datei, das Abfragemuster lautet `https://data.iana.org/rdap/<objekttyp>.json`.

Generell sollte man RDAP-Daten über eine verschlüsselte und authentifizierte Verbindung abfragen, also HTTP mit TLS (HTTPS) statt unverschlüsseltem HTTP. Wer auf einzelne RDAP-Inhalte nur mal einen Blick werfen will, kann dafür einfach einen Web-Browser nehmen und die weiter unten aufgeführten Beispiele in die Adresszeile geben.

Wenn man die Daten weiterverarbeiten will, bieten sich dafür eine Hand voll Kommandozeilenwerkzeuge an. Wir zeigen zunächst für Linux Abfragebeispiele auf Basis der Befehle `curl` und `jq`. `Curl` ist ein Kommandozeilen-Client für Internet-Protokolle, `jq` ein JSON-Abfrage-Tool [1], das JSON-Daten in menschenlesbare Form bringt.

Die nachfolgende Anfrage blendet eine Liste der verfügbaren RDAP-Server mittels `less` ein. Sie enthält die Informationen zu den IPv6-Adressbereichen der Regional Registries:

```
curl -sL https://data.iana.org/rdap/
␣ipv6.json | jq | less
```

Wenn ein RDAP-Server die angefragten Daten nicht hat, aber den zuständigen Client per HTTP-Redirect über den zuständigen Server (z. B. mit 301 Moved Per-

manently). Damit `curl` solchen Weiterleitungen folgt, setzt man in der Abfrage `-L` ein. Der Parameter `-s` (silent) unterdrückt die Fortschrittsanzeige von `curl`, die hier nur stören würde. Wenn Sie die `Less`-Ausgabe beenden wollen, drücken Sie die Taste `q`.

Windows 10 ab Build 17063 (Version 1803) und macOS bringen `curl` mit, `jq` fehlt aber beiden. Man kann das Tool als fertiges Installationspaket laden, siehe `ct.de/y2yz`. Außerdem lässt es sich über Paket-Manager installieren. Auf Windows ist `jq` über Chocolatey NuGet erhältlich (`chocolatey install jq`), auf macOS wahlweise über HomeBrew oder MacPorts (`brew install jq` oder `sudo port install jq`).

Und falls vorhanden, kann man auch den Interpreter Python nutzen:

```
curl -sL https://data.iana.org/
␣rdap/ipv6.json | python3 -m␣
␣ json.tool | less
```

Setzen Sie `python2` ein, falls auf Ihrem System eine ältere Python-Version eingerichtet ist.

In allen Fällen liefern die Kommandos eine Liste der von der IANA delegierten IPv6-Adressräume, sortiert nach Regional Internet Registry. Beispielsweise sind die Adressräume `2001:1200::/23` und `2800::/12` der lateinamerikanischen Adressvergabeinstelle LACNIC zugeordnet.

Wenn man den Besitzer einer IPv6-Adresse sucht, vergleicht man die Adresse zunächst mit den Präfixen der abgefragten Liste. Wenn der Quelladressraum gefunden ist, befragt man den zuständigen RDAP-Server. Der Webserver `ct.de` nutzt die IPv6-Adresse `2a02:2e0:3fe:1001:302::` und der zugehörige IPv6-Prefix lautet `2a00::/12`. Er gehört zum RIPE-Adressraum und dessen RDAP-Server erreicht man unter `https://rdap.db.ripe.net/`. Die Abfragesyntax lautet `https://<server>/<basispfad>/<objekt-typ>/<such-objekt>/`.

Server und Basis-Pfad stammen aus der Bootstrap-Datei. Als Objekt-Typ kann man wahlweise `ip` für IPv6- und IPv4-Adressen, `domain` für Domain-Namen und `autnum` für AS-Nummern eintragen. So ermitteln Sie zum Beispiel die RDAP-Daten für die IPv6-Adresse des Webservers `ct.de`:

```
curl -sL https://rdap.db.ripe.net/ip␣
␣/2a02:2e0:3fe:1001:302:: | jq | less
```

Man kann RDAP-Daten zu einzelnen IP-Adressen oder zu ganzen Adressräumen abfragen. Im letzteren Fall gibt man den

Adressraum gefolgt von der Präfixlänge ein. Im obigen Beispiel fragt curl die RDAP-Daten zu einer einzelnen IP-Adresse ab.

Dieser zweistufige Ansatz, zuerst die IANA-Bootstrap-Server abzufragen und dann den Server mit den Daten, ist mit generischen Tools wie curl mühsam. Daher bieten manche Registrare einen erweiterten RDAP-Bootstrap-Server an. Zum Beispiel erreicht man den von ARIN unter <https://rdap.arin.net/bootstrap>.

Er lädt periodisch die Bootstrap-Informationen von den IANA-Servern und schickt Web-Clients per HTTP-Redirect zu dem RDAP-Server, der die erwünschten Daten enthält. Indem der Client der Umleitung folgt, erspart er sich die Suche nach dem zuständigen RDAP-Server und kann alle Anfragen an einen Server stellen. So lassen sich etwa auch die Daten zur Domain `heise.info` über diesen Server ermitteln, obwohl ARIN nicht für Domain-Informationen zuständig ist:

```
curl -sL https://rdap.arin.net/
↳ bootstrap/domain/heise.info | jq
↳ | less
```

Im nächsten Beispiel zeigen wir die Abfrage für Besitzer von IPv4-Adressdaten. Das Beispiel bezieht sich auf den Adressbereich von APNIC (Asia-Pacific):

```
curl -sL https://rdap.arin.net/
↳ bootstrap/ip/1.0.0.0/8 | jq | less
```

In den JSON-Antworten sind die Adressinformationen als jCARDS enthalten. Die zugehörige Spezifikation ist im RFC 7095 niedergelegt und beschreibt das Format für strukturierte Adressinformationen in JSON.

Fragt man die URL <https://rdap.arin.net/bootstrap/help> ab, meldet der Server die Abfragen, die er zuletzt bearbeitet hat, und zwar sortiert nach Typ.

Die Abfrage der AS-Nummer eines Netzwerks funktioniert wie bei Domains oder IP-Blöcken. Dieses Beispiel liefert die Angaben zur AS-Nummer 4. Es handelt sich um das Netzwerk des „Information Sciences Institute“ ISI der Universität Kalifornien:

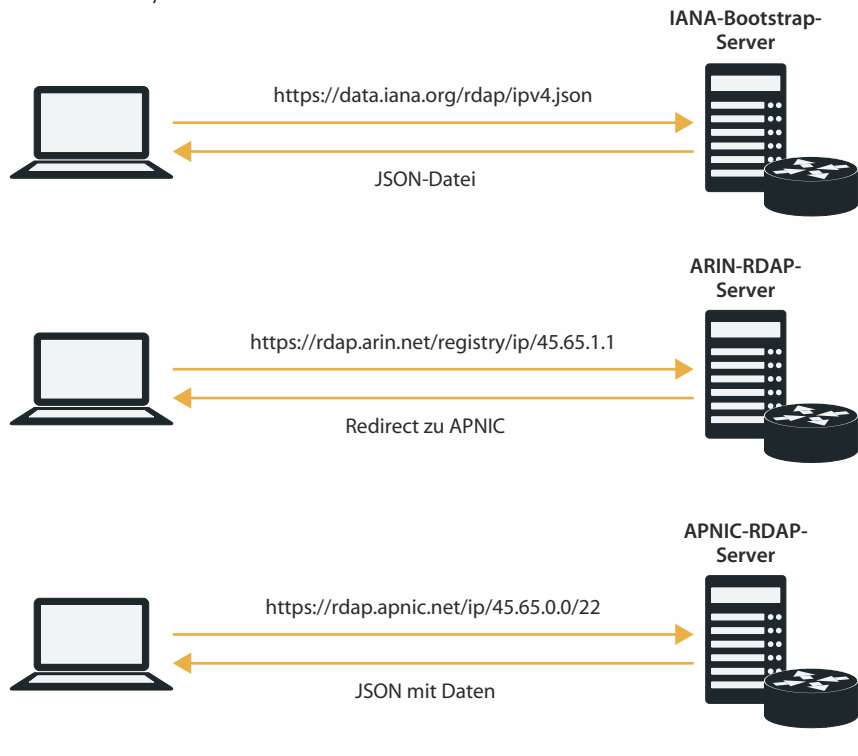
```
curl -sL https://rdap.arin.net/
↳ bootstrap/autnum/4 | jq | less
```

RDAP komfortabel

So wie Whois- kann man auch RDAP-Datenbanken mittels spezieller Kommandozeilen-Tools und komfortabler Webdienste abfragen.

Abfrage-Kaskade

RDAP-Clients wissen nicht, welcher Server auf der Welt für die angefragten Daten zuständig ist. Zu diesem leitet sie ein Webservice der IANA. Dieser und auch alle RDAP-Server liefern Inhaberangaben zu IP-Adressen, Domain-Namen und autonomen Systemen im JSON-Format.



Populäre Kommandozeilen-Tools sind `rdap` (geschrieben in Go, <https://openrdap.org>) und `nicinfo` (geschrieben in Ruby, <https://github.com/arineng/nicinfo>). Die gängigen Linux-Distributionen haben sie noch nicht in ihre Repositories aufgenommen. Man installiert sie daher auf Linux, macOS und Windows über die Paketverwaltungssysteme von Ruby (gem) und Go.

Erste Web-basierte RDAP-Dienste sind unter <https://client.rdap.org> und <https://rdap-web.lacnic.net> zu finden.

RDAP löst einige, aber noch nicht alle Probleme des alten Whois-Protokolls. Es ist für aktuelle und diverse künftige Anforderungen besser gerüstet und erweiterbar; neue Funktionen lassen sich einfach hinzufügen. So können angemeldete Benutzer die Datenbanken nach Teilbegriffen durchsuchen.

Aber nicht alles, was sich RDAP-Benutzer wünschen, ist notwendig, um im Falle eines Fehlers den zuständigen Administrator zu erreichen – was die ursprüngliche Idee hinter Whois war. Allerdings sind längst Strafverfolger oder auch

Security-Dienstleister hinter den Daten her und drängen auf Zugriffsrechte für RDAP-Datenbanken.

Das ist nicht neu – neu ist aber, dass Betreiber der Datenbanken mit RDAP endlich gestaffelte Zugriffsrechte für verschiedene Interessengruppen zuweisen können. Bevor sie damit beginnen, bleibt noch zu klären, welche Daten überhaupt erhoben und in RDAP gespeichert werden und unter welchen Bedingungen Dritte darauf zugreifen können. Um diese Entscheidungen ringen nun die ICANN und die Domain-Registries auf politischer Ebene. (dz@ct.de)

Literatur

- [1] Mirko Dölle, JavaSkriptisch, JSON in der Shell verarbeiten, c't 4/2017 S. 136
- [2] Monika Ermert, UN-Sonderbotschafter Cannataci: Ewiger Kampf um Privacy, <https://heise.de/3657493>
- [3] Monika Ermert, Trockenlegung, Datenschutz im Domain-Geschäft: Die ICANN wehrt sich hartnäckig, c't 10/2018, S. 34
- [4] Monika Ermert, Abrissbirne für Whois, Mehr Privatsphäre für Domain-Inhaber dank RDAP, c't 17/2019, S. 38

Download-Info: ct.de/y2yz

Assistenten-Nachhilfe

Was Router-Wizards übersehen und wie man das nachholt

Manche Einrichtungsassistenten von WLAN-Routern kennen nicht alle für hiesige Netze wichtigen Optionen. Dann scheitert schon der Internetzugang mit IPv4. Wir zeigen, wie man das korrigiert. Ein paar weitere Eingriffe bringen auch IPv6 sowie IPTV zum Laufen und lassen das WLAN optimal funken.

Von Ernst Ahlers

Nicht alle WLAN-Router auf dem Markt sind gründlich an die hiesigen Internetangebote angepasst. Will man etwa das topmoderne Wi-Fi-6-WLAN (IEEE 802.11ax) mancher Asus- oder Netgear-Router nutzen, muss man beim Internetzugang über Telekom-VDSL nacharbeiten, nachdem der Einrichtungsassistent die grundlegende Konfiguration erledigt hat.

Wir schildern für den Breitband-WLAN-Router Netgear AX6000 alias RAX120 [1], wie man den Internetzugang passend für das Telekom-VDSL konfiguriert. Dabei gehen wir von Werkseinstellungen aus. Die nötigen Schritte gelten prinzipiell auch für andere Router, auch solche, die anders als der RAX120 ein integriertes xDSL-Modem haben. Die Einstellungen liegen dort freilich unter anderen Menüpunkten als bei Netgear.

Beim ersten Aufruf der Router-Konfigurationsseite im Browser läuft der Assistent automatisch an und versucht, den Internet-Verbindungstyp (IPv4/DHCP oder PPPoE) zu erkennen. Das schlägt am Telekom-VDSL wegen des noch fehlenden VLAN-Taggings fehl. Antworten Sie auf die anschließende Frage nach Assistentenhilfe mit „Nein, Einstellungen manuell eingeben“ und bestätigen Sie danach mit „OK“, dass Sie wissen, was Sie tun.

Die weiteren Fragen nach Admin-Passwort und WLAN-Einstellungen beantworten Sie wie gewünscht. Wenn das Skript durchgelaufen ist, rufen Sie die

Konfigurationsseite neu auf (<http://192.168.1.1/>) und kommen nun ins Menü, wo die Statusanzeige das Fehlen der Internetverbindung bekundet.

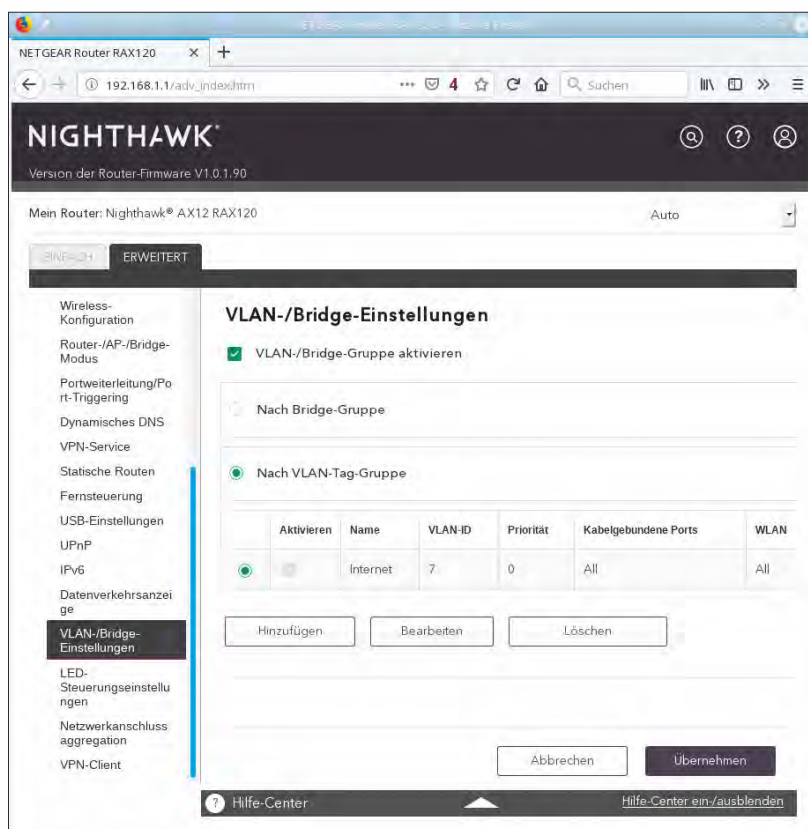
VLAN-Tagging für T-VDSL

Schalten Sie den Reiter des Menüs links auf „ERWEITERT“ um, klappen „Erweiterte Einrichtung“ aus, klicken auf „VLAN-/Bridge-Einstellungen“ und aktivieren diese durch Setzen des Häkchens. Dann schalten Sie auf „Nach VLAN-Tag-Gruppe“ um und „Übernehmen“. Anschließend können Sie den vorgegebenen „Internet“-Eintrag „bearbeiten“ und die VLAN-ID auf 7 ändern.

Nun klappen Sie links das „Konfigurieren“-Menü aus, rufen die „Internet-

einrichtung“ auf und wählen dort „Ja“ bei der Frage nach den Anmeldedaten. Damit wechselt das WAN-Protokoll auf PPPoE. Bei den Anmeldedaten können Sie Dummy-Werte eintragen, denn inzwischen sollten alle Telekom-Zugänge auf BNG (Broadband Network Gateway) umgestellt sein, bei dem Kunden über ihre Leitung identifiziert werden.

Den Verbindungsmodus stellen Sie auf „Dauerverbindung“. Wer sein Surfverhalten durch Wechsel der IPv4- und IPv6-Adressen etwas verschleiern möchte, aktiviert „Automatisches Zurücksetzen der Internetverbindung...“ und wählt eine passende Uhrzeit dafür. Optional lassen sich auch andere DNS-Server als die des Providers für die Namensauflösung vorgeben.



Der Internetverkehr läuft im Telekom-VDSL in Paketen, die mit dem VLAN-Tag 7 gekennzeichnet sind. Weil der Einrichtungsassistent davon nichts weiß, muss man es manuell konfigurieren.

IPTV und IPv6

Nach dem „Übernehmen“ verbindet sich der Router auch schon per IPv4. In der „WAN-Konfiguration“ geben Sie durch Entfernen des Häkchens bei „IGMP-Proxy deaktivieren“ das Weiterleiten von Multicast-IPTV frei (Telekom MagentaTV, früher EntertainTV). MC-IPTV funktioniert nun ohne weitere Konfigurationsschritte im LAN und WLAN.

Damit der RAX120 auch das moderne IPv6 anbietet, wählen Sie den Punkt IPv6 unter „Erweiterte Einrichtung“. Setzen Sie den Typ der Internetverbindung auf „PPPoE“ und ein Häkchen bei „Verwenden Sie dieselben Informationen zur Anmeldung wie IPv4 PPPoE“. Nach dem „Übernehmen“ verbindet sich der Router neu mit dem Internet und anschließend steht auch IPv6 in Ihrem Netz bereit.

Zum Schluss bleibt, unter „Administration“ die „NTP-Einstellungen“ zu korrigieren: Schalten Sie um auf „Bevorzugten NTP-Server...“ und setzen Sie „ntp1.t-online.de“ als primäre Quelle ein, damit der Router den Zeitserver des Providers befragt. Aktivieren Sie die automatische Sommerzeitanpassung, sodass Zeitpläne etwa für Internetsperren auch im Sommerhalbjahr zu den richtigen Uhrzeiten greifen.

Weitere Optimierungen

Im Werkzustand waren beim RAX120 mit der Firmware 1.0.1.90 die nützliche WLAN-Funktionen OFDMA und WPA3 abgeschaltet, was sich leicht beheben lässt.

Erst mit der neuen Modulationstechnik OFDMA funktioniert Multi-User-MIMO bei Wi-Fi 6 alias 11ax optimal, denn damit vermag der Router auch räumlich weiter verteilte, 11ax-kompatible

Als WAN-Transportprotokoll dient bei der Telekom nach wie vor PPPoE, wobei BNG-Anschlüsse keine Zugangsdaten mehr erfordern. Viele Router bauen ohne Username und Passwort aber keine PPPoE-Verbindung auf. Tragen Sie deshalb Platzhalter wie oben ein.

Clients zu einer MU-Gruppe zusammenzufassen. Das kann je nach Geräten und Funkbedingungen die Funkzelleneffizienz verbessern, sodass auch für nicht-MU-MIMO-fähige Clients mehr Sendezeit und damit Bandbreite übrig bleibt.

Auch die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA3 lag in der Firmware 1.0.1.90 noch brach. Dabei gibt es dafür keinen Grund, denn Netgear befolgt gewiss die Implementationshinweise der Wi-Fi Alliance (WFA), sodass WPA3 hier als sicher gelten darf.

Etwas Hintergrund dazu: Einer Insiderin zufolge gehen die von den Sicherheitsforschern Mathy Vanhoef und Eyal Ronen entdeckten Dragonblood-Lücken auf schlampige Umsetzung der WFA-Richtlinie für WPA3 zurück. Korrekt angewandt ist das Verfahren laut dem SAE-Entwickler Dan Harkins sicher (ct.de/y83b).

Harkins hatte den WPA3 mit Passwortauthentisierung zugrunde liegenden SAE-Mechanismus (Simultaneous Authentication of Equals) ursprünglich für die schon 2011 ratifizierte Mesh-WLAN-Erweiterung IEEE 802.11s entwickelt. Eine neue Version WPA3.1 wegen der Dragonblood-Angriffe hält er für unnötig.

OFDMA und WPA3 können Sie wahlweise im „EINFACH“en Menü bei „WLAN“ oder im „ERWEITERT“en Menü bei „Konfigurieren / WLAN-Einrichtung“ aktivieren. Ersteres schalten Sie für beide WLAN-Bänder ein. Dann scrollen Sie zu den „Sicherheitsoptionen“ herunter, stellen diese für beide Funkbänder auf „WPA2-Personal[AES] + WPA3-Personal“ um und „Übernehmen“ das Ganze. Falls Sie das Gastnetz einrichten, können Sie auch dort den WPA2/3-Mischbetrieb aktivieren.

Wenn irgendwann alle Clients WPA3 unterstützen, können Sie auf reinen WPA3-Betrieb umschalten. Dann lässt sich auch nicht mehr durch einen Angriff auf WPA2 das bei WPA2/3 gemeinsam verwendete Passwort abgreifen. (ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ernst Ahlers, WLAN mAXimal, Netgears Router AX6000 trumpft mit 8-Stream-WLAN auf, c't 19/2019, S. 88

Dragonblood und WPA3-SAE: ct.de/y83b

IPv6 läuft beim Telekom-VDSL in einer separaten PPPoE-Sitzung, die dieselben Zugangsdaten wie bei IPv4 akzeptiert.

Ausgerechnet die wesentliche Verbesserung bei Wi-Fi 6 lässt der RAX120 ab Werk ungenutzt: Schalten Sie OFDMA für beide Funkbänder ein.



Bild: Albert Hulm

Schein statt Sein

An welchen Stellen der Windows-Explorer trickst

In der Standardkonfiguration zeigt der Explorer Dateien und Ordner quasi nie so an, wie sie in Wirklichkeit auf dem Datenträger liegen. Das soll dem Schutz von Windows selbst und dem des Anwenders dienen, ist aber manchmal verwirrend. Die richtigen Anpassungen verhelfen zu mehr Überblick.

Von Axel Vahldiek

Um den Einsatz des Explorers als Dateimanager kommt man unter Windows allein schon deshalb nicht herum, weil auch die meisten Öffnen- und Speichern-Dialoge letztlich bloß Explorer-Fenster sind. Doch was man im Explorer zu

sehen bekommt, entspricht nur selten der vollen Wahrheit: In der Standardkonfiguration blendet der Explorer Dateiendungen sowie viele Dateien und Ordner aus, fälscht Namen und Pfadangaben mancher systemeigener Ordner und zeigt Verzeichnisse, die gar keine sind. Das ist keineswegs als Schikane gedacht: Windows will sich selbst sowie die installierten Anwendungen schützen, um sicherzustellen, dass der Anwender stets vor einem funktionierenden Betriebssystem sitzt. Wer weiß, wie es geht, kann trotzdem sehen, was wirklich auf dem Datenträger liegt. Dieser Beitrag zeigt die nötigen Handgriffe am Beispiel Windows 10 Version 1903.

Hier gibts nix zu sehen

Der Explorer blendet standardmäßig alle Dateien und Ordner aus, die eines der Attribute „Versteckt“ und „System“ tragen.

So markiert sind vorrangig Dateien, mit denen vor allem Laien ohnehin nichts anfangen können. Damit solche Nutzer nicht nach dem Motto „kenn ich nicht, brauch ich nicht, kann weg“ versehentlich wichtige Daten löschen, versteckt Windows sie. Ändern können Sie das in den Ordneroptionen des Explorers, zu finden unter Ansicht/Optionen/Ansicht: Entfernen Sie das Häkchen vor „Geschützte Systemdateien ausblenden“, zeigt der Explorer danach Dateien trotz „System“-Attribut. Damit er solche mit dem Attribut „Versteckt“ anzeigt, ändern Sie die Option „Ausgeblendete Dateien, Ordner oder Laufwerke nicht anzeigen“. Letzteres erreichen Sie genauso, wenn Sie im Explorer im Ribbon „Ansicht“ ein Häkchen vor „Ausgeblendete Elemente“ setzen. Dann zeigt er versteckte, aber keine Systemdateien.

Überlegen Sie sich aber gut, an welchen Rechnern Sie das umstellen. Vor allem (Familien-)Admins sollten das auf den von ihnen betreuten Rechnern besser lassen, allein schon um den Support-Aufwand gering zu halten. Sonst löscht ein Nutzer womöglich wirklich noch etwas Wichtiges.

Um bei Bedarf trotzdem mal eben sehen zu können, was wirklich alles in einem Ordner liegt, bietet sich die PowerShell an. Der dortige Befehl zum Auflisten von Ordnerinhalten heißt wie in der Eingabeaufforderung `dir`, kann aber mehr. Besonders hilfreich ist `dir -force`, denn dieser Befehl zeigt alle Dateien und Ordner unabhängig von ihren Attributen an. Wer Tipparbeit sparen will, kürzt zu `dir -fo` ab. Alternativ tippen Sie `dir -f` ein und drücken vor dem Abschicken des Befehls zwei Mal auf die Tabulatortaste. Microsofts Doku zum Cmdlet finden Sie via ct.de/y971.

Dateiendungen

Ein Dateiname besteht unter Windows üblicherweise aus dem Namen sowie einer durch einen Punkt getrennten Dateiendung. Die Endung besteht meist aus drei Buchstaben oder Ziffern, darf aber auch mehr oder weniger oder gar keine Zeichen aufweisen. In der Standardkonfiguration sieht man allerdings keine Endungen – das soll vermutlich verhindern, dass sich Laien durch sie verwirren lassen. Das ist allerdings aus Sicherheitsgründen ein Unding, weil sich ein Schädling so als „Dokument.pdf“ tarnen kann, obwohl er in Wirklichkeit „Dokument.pdf.exe“ heißt. Ändern Sie das also besser. Der Schalter steckt in den Ordneroptionen im Reiter „Ansicht“: Entfernen Sie das Häkchen vor „Erweiterungen bei bekannten Dateitypen ausblenden“.

Anschließend zeigt der Explorer bei den meisten Dateitypen die Endung an, je-

doch nicht bei allen. Verknüpfungen beispielsweise sind auch bloß Dateien, und zwar mit der Dateiendung `.lnk`. Der komplette Name besteht also aus „Verknüpfung.lnk“, angezeigt wird aber trotzdem bloß „Verknüpfung“. Das liegt an einem Eintrag in der Registry im Ast „HKEY_CLASSES_ROOT“ (HKCR). Um beim Beispiel zu bleiben: Für Verknüpfungen existiert unterhalb von HKCR ein Schlüssel namens „.lnk“, in dem der Inhalt des Werts „(Standard)“ den eigentlichen Dateityp festlegt, hier „lnkfile“. Für den gibt es ebenfalls direkt unter HKCR einen gleichnamigen separaten Unterschlüssel, der unter anderem einen inhaltslosen Wert namens „NeverShowExt“ enthält. Dessen bloße Existenz sorgt dafür, dass der Explorer bei diesem Dateityp grundsätzlich keine Endung anzeigt, und zwar unabhängig vom Zustand des erwähnten Schalters in den Ordneroptionen.

Der Befehl `dir` zeigt sowohl in der Eingabeaufforderung als auch in der PowerShell stets alle Dateiendungen an.

Wenn Sie wissen wollen, bei welchen weiteren Dateitypen auf Ihrem PC der Explorer die Dateiendungen ausblendet, suchen Sie einfach in der Registry nach `NeverShowExt`. Sie finden entsprechende Werte unter anderem für die Option „ZIP-komprimierter Ordner“, die im Sendean-Menü im Kontextmenü von Dateien und Ordnern steckt. Der Versuch, solche Werte zu löschen, dürfte allerdings scheitern: Windows schützt die meisten der Schlüssel, in denen diese Werte liegen, mit speziellen Zugriffsrechten, die es nicht mal dem System selbst erlauben, sie zu löschen; auch Konten mit Administratorrechten bleiben außen vor. Das darf nur das Konto „Trusted Installer“, also der Windows-eigene Dienst zum Installieren von Windows-Funktionen und -Updates. Sie können aber den Ausblendemechanismus für weitere Dateitypen hinzufügen,

indem Sie einen entsprechenden Wert ergänzen (als „Zeichenfolge“). Zum Aktivieren so einer Änderung müssen Sie sich einmal ab- und wieder anmelden (oder Windows neu starten).

Du kommst hier nicht rein

Wenn Sie den Explorer wie weiter oben beschrieben versteckte und Systemdateien anzeigen lassen, sehen Sie direkt unter C: sowie in Ihrem Benutzerordner einige seltsame Ordner, deren Symbole jeweils einen kleinen Verknüpfungspfeil enthalten. Wenn Sie darauf doppelklicken, erscheint eine Fehlermeldung „Zugriff verweigert“. Das liegt nicht daran, dass in diesen Ordnern irgendetwas vor Ihnen versteckt wäre. Denn in Wirklichkeit sind das weder Ordner noch normale Verknüpfungen, sondern „Junctions“, eine Art „symbolische Verknüpfungen“. Diese verweisen auf Verzeichnisse an anderer Stelle, und zwar so, dass man sie in Pfadangaben einbauen kann: Wenn eine unter D:\ liegende symbolische Verknüpfung namens „Tinnef“ auf den Ordner „D:\Spielkram\Gedöns“ verweist, dann landen Sie beim Aufruf von „D:\Tinnef“ direkt im Ordner „D:\Spielkram\Gedöns“. Anwendungen merken üblicherweise nicht, wenn sie per symbolischer Verknüpfung umgeleitet werden, und genau darum geht es hier.

Der Hintergrund sei an einem Beispiel erklärt: Unter Windows 10 liegen die Benutzerprofile standardmäßig in einem Unterordner von C:\Benutzer (was streng genommen nicht stimmt, aber dazu später mehr), während sie zu XP-Zeiten unterhalb von „C:\Dokumente und Einstellungen“ lagen. Als Folge stoßen zu XP-Zeiten entwickelte Programme heutzutage auf Probleme, wenn der alte Pfad hart verdrahtet im Code hinterlegt ist – es gibt ihn ja nicht mehr. Das war Microsoft bei der Änderung des Ordnersnamens von „Doku-

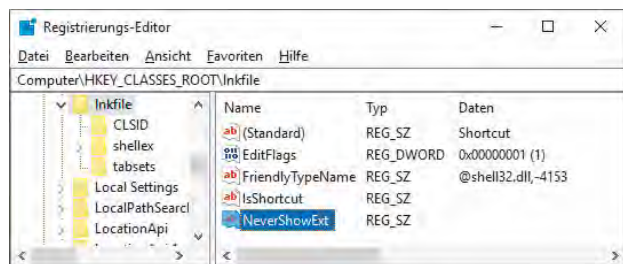
Der PowerShell-Befehl
`dir -force` zeigt
grundsätzlich den
kompletten Inhalt eines
Ordners an, und zwar
inklusive aller
Dateiendungen.

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\axv\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\SendTo> dir -force

Verzeichnis: C:\Users\axv\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\SendTo

Mode                LastWriteTime         Length Name
----                -
-a-----         12.04.2018         01:36           3 Compressed (zipped) Folder.ZFSendToTarget
--hs-----         07.05.2018         17:31          700 Desktop.ini
-a-----         12.10.2018         15:48           0 Dokumente.mydocs
-a-----         28.07.2017         09:19          985 Restrictor1.2.lnk
-a-----         01.03.2017         14:26       1021 sigcheck.lnk
-a-----         25.07.2017         15:36          896 win2VM.lnk

PS C:\Users\axv\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\SendTo>
```



Mit speziellen Registry-Werten entscheidet Windows, bei welchen Dateitypen der Explorer unabhängig von den Ordneroptionen die Endung ausblendet.

mente und Einstellungen“ zu „Benutzer“ bewusst, und das Ergebnis sind eben die symbolischen Verknüpfungen. „C:\Dokumente und Einstellungen“ ist so eine und verweist einfach nur auf „C:\Benutzer“. Nachprüfen können Sie das in einer Eingabeaufforderung mit dem Befehl `dir /as`.

Doch warum wird der Zugriff darauf verweigert, obwohl in diesem Fall doch nur Ihre eigenen Dateien dahinter liegen? Auch das hat einen guten Grund: Programme, die beispielsweise einfach nur nachzählen wollen, wie viele Dateien und Ordner auf der Festplatte liegen, würden sich sonst massiv verzählen und viel zu hohe Werte ermitteln. Also verweigert Windows kurzerhand den Zugriff darauf. Wer sich nun fragt, ob die symbolische Verknüpfung dann nicht witzlos ist, wenn ohnehin niemand zugreifen kann: Nein, dem ist nicht so, denn der Zugriff wird nur bei direktem Auflisten des Inhalts der symbolischen Verknüpfung verweigert. Der direkte Zugriff auf die Inhalte ist hingegen problemlos möglich: Während also der direkte Zugriff auf „C:\Dokumente und Einstellungen“ eine Fehlermeldung produziert, klappt der Zugriff auf „C:\Dokumente und Einstellungen\<Kontoname>“ problemlos. Wenn Sie es selbst ausprobieren wollen, tippen Sie das jeweils einfach in die Adressleiste des Explorers ein.

Für eigene Experimente können Sie das kostenlose Microsoft-Kommandozeilenprogramm Junctions von <https://live.sysinternals.com> herunterladen. Ein Befehl zum Anzeigen einer symbolischen Verknüpfung sieht so aus: `junction.exe "c:\Dokumente und Einstellungen"`. Als Ausgabe erhalten Sie den Zielpfad. Mit dem Windows-eigenen Befehl `mklink` können Sie symbolische Verknüpfungen selbst anlegen.

Gefälschte Namen

Wenn Sie im Explorer beispielsweise den Ordner C:\Windows öffnen, steht in der Adresszeile nicht dessen Pfad, sondern „Dieser PC > Lokaler Datenträger (C:) >

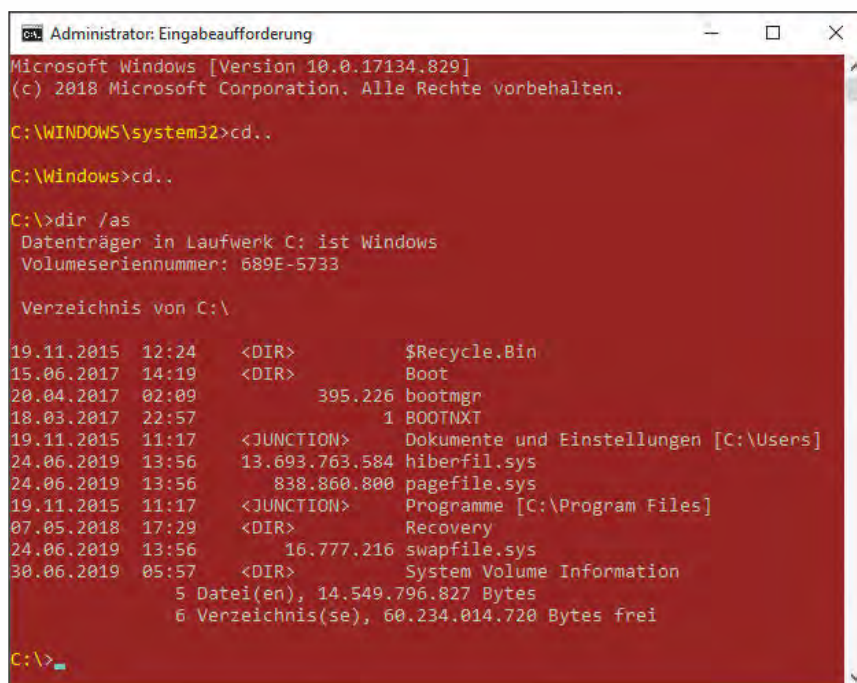
Windows“. Auf diese Weise mutiert die Adresszeile zum bequemen Navigationswerkzeug: Die drei Bestandteile in der Adresszeile, die „Bread Crumbs“ (Brotkrumen), lassen sich anklicken, um direkt dorthin zu springen. Bei einem Klick auf den kleinen Pfeil neben einem der Bread Crumbs erscheint ein Pull-down-Menü mit allen Unterordnern. Den eigentlichen Pfad zeigt der Explorer erst, wenn Sie in der Adressleiste rechts in den freien Bereich neben den Bread Crumbs klicken, alternativ tut es das Drücken von F4.

Mitunter erscheinen allerdings auf den ersten Blick überraschende Pfadangaben. Wenn Sie sich beispielsweise durch die Ordnerhierarchie zum deutschsprachigen C:\Benutzer\<Kontoname>\Dokumente durchhangeln und sich den Pfad in der Adresszeile anzeigen lassen, erscheint dort englischsprachig „C:\Users\<Kontoname>\Documents“. Hintergrund ist die Art, wie Microsoft Windows an verschiedene Sprachen anpasst. Standardmä-

ßig wird Windows in englischer Sprache entwickelt und überall so ausgeliefert, also auch in Deutschland. Dass der Explorer trotzdem deutsche Namen anzeigt, liegt an Dateien namens Desktop.ini. Wenn Sie danach suchen, finden Sie jede Menge solcher Dateien, die Windows normalerweise vor Ihnen versteckt.

Diese Dateien sind schlichte Textdateien, die Sie beispielsweise in Notepad öffnen können. Der Screenshot auf der nächsten Seite zeigt die Desktop.ini aus dem Dokumente-Ordner: Die zweite Textzeile lautet „LocalizedResourceName=@%SystemRoot%\system32\shell32.dll,-21773“. Das ist die Anweisung an den Explorer, was er als Name anzeigen soll. Er soll in „%SystemRoot%“ (normalerweise C:\Windows) im Ordner „system32“ die Datei „shell32.dll“ öffnen und dann jenen Text verwenden, der darin unter der sogenannten Ressource-ID 21773 hinterlegt ist. Die weiteren Zeilen in der Desktop.ini sorgen dafür, dass der Ordner ein vom Standard abweichendes Symbol erhält.

Desktop.ini-Dateien beachtet der Explorer nur, wenn für den Ordner das Attribut „Schreibschutz“ gesetzt ist (was nur den Ordner selbst, aber nicht dessen Inhalt schützt). Wenn Sie also in einer Eingabeaufforderung mit dem Befehl `attrib "C:\Users\<Kontoname>\Dokumente" -r` das Schreibschutz-Attribut entfernen, erscheint der Ordner auch im Explorer eng-



In einer Eingabeaufforderung kann man nachsehen, welche Ziele symbolische Verknüpfungen („junction“) haben.

lischsprachig. Zum Rückgängigmachen ersetzen Sie im Befehl `-r` durch `+r`.

Mehr als nur Dateimanager

Apropos Dokumente-Ordner: Steuern Sie den doch mal nicht unterhalb von `C:\Benutzer\\Dokumente` an, sondern über den Eintrag „Dokumente“, den Sie in der linken Baumansicht direkt unterhalb von „Dieser PC“ sehen. Wenn Sie nun versuchen, in der Adressleiste den wahren Pfad anzeigen zu lassen, dann steht da bloß „Dokumente“, aber nicht der komplette Pfad. Trotzdem erscheint der Inhalt Ihres Dokumente-Ordners. Was ist da nun wieder los?

Der Explorer dient nicht nur als Dateimanager, sondern zum Durchforsten aller durch die Shell verwalteten Objekte. Die stecken allesamt in einer einheitlichen Baumhierarchie („Shell Namespace“). Die Dateisysteme der Laufwerke mitsamt aller Dateien und Ordner sind bloß Äste innerhalb dieser Hierarchie. Weitere sind virtuelle Objekte wie der Papierkorb, die

Mit Textdateien namens Desktop.ini kann der Explorer Namen, Symbole und Verhaltensweisen von Verzeichnissen anpassen.

Elemente der Systemsteuerung, eingebundene Netzwerk-Drucker und -Freigaben – aber eben auch „Dokumente“. Dieses Objekt verweist direkt auf Ihren Dokumente-Ordner, steckt aber als separates Objekt in der Hierarchie oberhalb der Laufwerke. Der Explorer kann dazu folglich auch keinen Pfad anzeigen. Eine Microsoft-Doku zum Shell Namespace finden Sie via ct.de/y971.

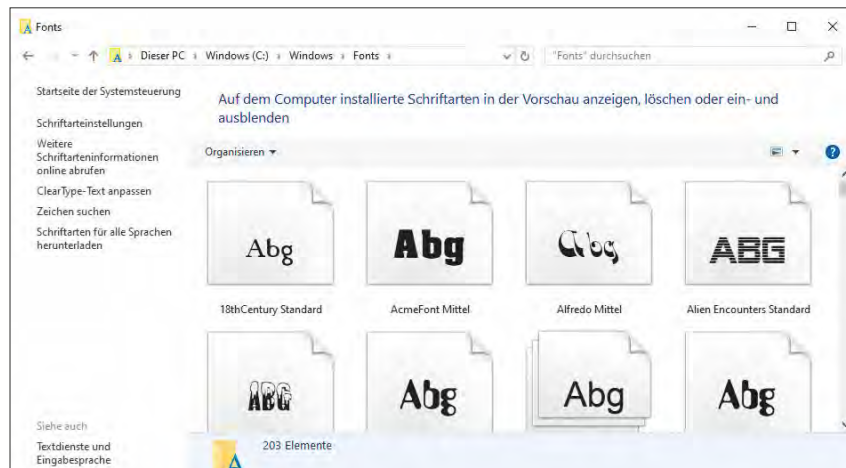
Konto-Flut

Wenn Sie im Explorer versteckte und Systemdateien anzeigen lassen, erscheint auch auf dem Desktop eine Datei namens `Desktop.ini`, und zwar gleich doppelt. Das macht einerseits deutlich, dass auch der



Desktop letztlich bloß ein Ordner ist, andererseits aber auch, dass dessen Inhalt nicht nur aus einem Verzeichnis stammt, sondern aus zweien: „`C:\Benutzer\\Desktop`“ sowie „`C:\Benutzer\Öffentlich\Öffentlicher Desktop`“. Das Konto „Öffentlich“ ist ein Gemeinschaftskonto, an das sich allerdings niemand anmelden kann. Es dient stattdessen einer gemeinsamen Lagerhaltung: Was in dessen Desktop-Ordner abgelegt ist, erscheint auf den Desktops aller Nutzer dieser Windows-Installation.

Wenn Sie auf `C:\` nach Ordnern namens „Desktop“ suchen, werden Sie weitere finden, unter anderem in `C:\Benutzer\Default`. Den ignoriert Windows im



Der Schriftarten-Ordner ist auch bloß ein Verzeichnis, doch dank des Inhalts der Desktop.ini darin stellt der Explorer es völlig anders dar.

laufenden Betrieb jedoch, denn dieses Konto dient lediglich als Vorlage: Wenn Sie ein neues Nutzerkonto anlegen, kopiert Windows den Inhalt von Default in das Benutzerprofil des neuen Kontos. Weitere Desktops gehören zu den systemeigenen Konten LocalService und NetworkService, beide unterhalb von „C:\Windows\ServiceProfiles“ zu finden. Auf den von Ihnen genutzten Desktop haben sie ebenfalls keinen Einfluss.

Ähnlich wie sich der Desktop aus den Inhalten mehrerer Ordner zusammensetzt, gilt das auch für andere Verzeichnisse. Das Startmenü beispielsweise besteht aus den Inhalten von „C:\Users\<Konto-name>\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Start Menu“ sowie „C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Start Menu“. Wenn Sie während der Installation eines Programms gefragt werden, ob es nur für Sie oder für alle installiert werden soll, will es in den meisten Fällen nur wissen, ob die Verknüpfung zum Aufruf des Programms in Ihrem Startmenü-Verzeichnis oder im öffentlichen landen soll.

Auch was Sie im Papierkorb sehen, ist zusammengesetzt. Dessen Inhalte lagern in Ordnern namens „\$Recycle.Bin“ jeweils im Wurzelverzeichnis aller internen Laufwerke. Darin sind sie nach Benutzerkonten sortiert: Für jedes Konto existiert ein Unterordner, dessen Name die interne ID des jeweiligen Kontos trägt. Mit dem Explorer sehen Sie das zwar nicht, doch `dir -force` hilft auch hier.

CLSID in Desktop.ini

Mit Desktop.ini-Dateien steuert Windows in manchen Fällen weit mehr als nur Namen und Symbole einzelner Ordner.

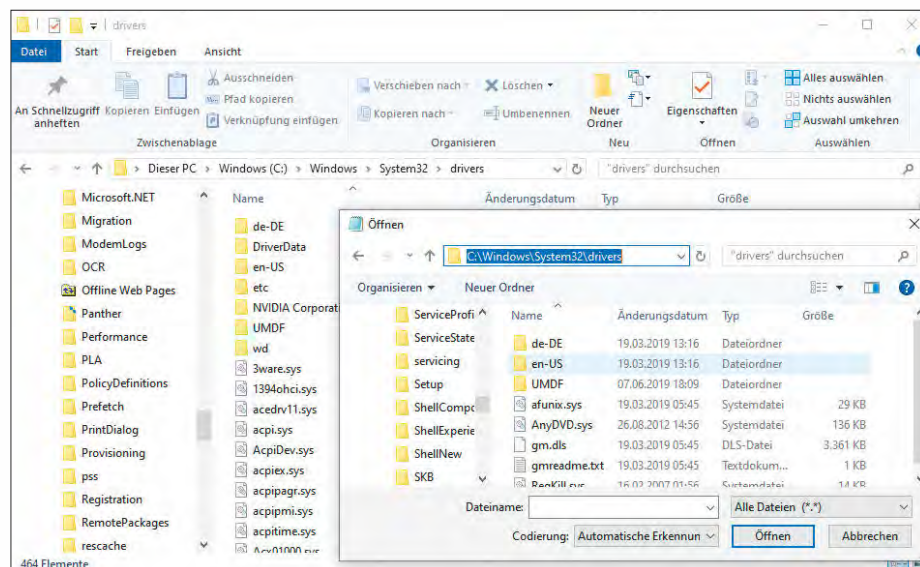
Als Beispiel sei C:\Windows\Fonts genannt: Wenn Sie diesen Ordner öffnen, erscheinen plötzlich an der Seite Links zu verschiedenen Optionen und Sie sehen für jede Schriftart eine Vorschau. Dafür sorgt der Inhalt der Desktop.ini im Ordner Fonts, die im Wesentlichen bloß aus einer Zeile besteht: „CLSID={BD84B380-8CA2-1069-AB1D-08000948F534}“. Bei der Buchstaben-Zahlen-Kombination in den geschweiften Klammern handelt es sich um die eindeutige ID eines COM-Klassenobjekts. Findet Windows so eine in einer Desktop.ini, sucht es in der Registry nach einem gleichnamigen Schlüssel unterhalb von HKCR\CLSID. Darin ist hinterlegt, wie der Ordner darzustellen ist

und welche DLL sich gegebenenfalls drum kümmern soll. In diesem Fall ist unterhalb von „HKCR\CLSID\{BD84B380-8CA2-1069-AB1D-08000948F534}\InProcServer32“ im Eintrag „(Standard)“ hinterlegt, dass die Bibliothek %SystemRoot%\system32\fontext.dll zuständig ist.

Je nach CLSID können beinahe beliebige Sachen mit einem Ordner passieren. Der Explorer kann ihn also nicht nur anders darstellen, sondern den Inhalt auch vollständig ausblenden. Beispiel: Tippen Sie in die Adressleiste des Explorers mal ein: %appdata%\microsoft\windows\Recent\AutomaticDestinations. Sie landen in einem Ordner mit kryptischen Dateien, die von der „Zuletzt verwendet“-Funktion gebraucht werden und hier nicht weiter von Belang sind. Interessant ist aber: In der Adressleiste taucht der Ordnername „AutomaticDestinations“ überhaupt nicht auf, auch in der linken Baumansicht ist kein Name zu sehen. Wenn Sie sich in der Ordnerhierarchie eine Ebene nach oben bewegen, indem Sie auf „Zuletzt verwendet“ klicken, erscheint dieser Ordner anschließend sogar leer, wofür wieder eine Desktop.ini mit einem CLSID-Eintrag sorgt. Sie ahnen es schon: `dir -force` zeigt die Wahrheit.

32-Bit-Umleitungen

Unter 64-Bit-Windows-Installationen treffen Sie mitunter auf weitere verwirrende Eigenheiten. Ein Beispiel zum Durchspielen: Wenn Sie sich im Explorer zum



Obwohl der Explorer und der Öffnen-Dialog scheinbar den gleichen Ordner zeigen, unterscheiden sich die Inhalte, denn der Öffnen-Dialog gehört zu einer 32-Bit-Anwendung, der 64-Bit-Windows etwas vorgaukelt.

Ordner C:\Windows\System32\drivers durchhangeln, entdecken Sie dort unter anderem einen Unterordner namens „etc“. Drücken Sie nun Windows+R und geben Sie ein „C:\Windows\SysWOW64\notepad.exe“ (der komplette Pfad ist wichtig). Es öffnet sich das altbekannte Notepad, doch wenn Sie darin im Öffnen-Dialog den Ordner „C:\Windows\System32\drivers“ aufrufen, ist dort vom Ordner „etc“ nichts zu sehen. Woran liegt das nun wieder?

Das Notepad, welches Sie soeben öffneten, ist nicht das Standard-64-Bit-Notepad, welches Sie unter C:\Windows finden, sondern dessen 32-Bit-Pendant aus dem Unterordner „SysWOW64“. In diesem Ordner lagert ein 64-Bit-Windows alle 32-Bit-Systemdateien, die es zum Ausführen von 32-Bit-Anwendungen braucht. Die 64-Bit-Systemdateien liegen stattdessen im Ordner System32.

Wenn ein 32-Bit-Programm versucht, auf C:\Windows\System32 zuzugreifen, geht Windows stillschweigend davon aus, dass es nicht um den Ordner selbst, sondern um dessen Inhalt geht, nämlich die darin liegenden Systemdateien. Weil eine 32-Bit-Anwendung mit 64-Bit-Systemdateien üblicherweise ohnehin nichts anfangen kann, schiebt Windows der Anwendung in diesem Moment kurzerhand den Inhalt von C:\Windows\SysWOW64 unter – dort aber gibt es den Ordner „etc“ nicht, weshalb er im Öffnen-Dialog des 32-Bit-Notepad auch nicht zu finden ist. Diese Umleitung gilt auch für den 32-Bit-Explorer in einem 64-Bit-Windows. Windows+E ruft zwar standardmäßig den 64-Bit-Explorer auf, doch wie am Anfang des Artikels bereits erwähnt, sind auch Öffnen- und Speichern-Dialoge bloß Explorer-Fenster, und wenn man so einen in einer 32-Bit-Anwendung aufruft, erscheint auch ein 32-Bit-Dialog.

Die Namensverwürfelung der Systemordner hat übrigens historische Gründe: In den 16-Bit-Anfangszeiten von Windows lagen die Systemdateien im Ordner „C:\Windows\System“ (heutzutage ein quasi leerer Ordner), zu 32-Bit-Zeiten kam dann „System32“ eben für 32-bittige Systemdateien hinzu. Aus Kompatibilitätsgründen wurde „System32“ als Standard-Ordner für die Systemdateien beim Umstieg auf 64 Bit beibehalten und für das 32-Bit-Subsystem ein neuer Ablageort geschaffen: „SysWOW64“. Dessen Name steht für zweierlei: „Sys“ für Systemdateien“ und „WOW64“ für „Windows on Windows 64“. Per 32-Bit-Virtualisierung jubelt Windows 32-Bit-Prozessen diesen Ordner unter, wenn sie versuchen, auf System32 zuzugreifen.

Auch für Anwendungen existiert die doppelte Buchhaltung. Der Ordner „C:\Programme“ (eigentlich C:\Program-Files) enthält 64-Bit- und der Ordner „C:\Programme (x86)“ 32-Bit-Anwendungen. Wobei das Anhängsel „x86“ insofern irreführend ist, weil es „x86“ mit 32 Bit gleichsetzt. Das ist aber Unsinn, denn die von Microsofts Marketingabteilung „x64“ getauften Prozessoren sind in Wirklichkeit auch x86-Prozessoren, nur eben mit 64-Bit-Erweiterung.

Wer sich nun fragt, was denn mit Windows-Versionen für andere Prozessor-Architekturen ist: Dort gibt es zusätzlich (!) zu den beiden genannten noch einen weiteren Programme-Ordner namens „C:\Programme (Arm)“, und auch ein weiteres System-Verzeichnis, bei der 64-Bit-IoT-Version für ARM-Prozessoren beispielsweise namens „SysARM32“. Das alles nun auch noch auseinanderzudröseln ersparen wir Ihnen aber lieber.

(axv@ct.de) **ct**

Microsoft-Dokus: ct.de/y971

Pinguin auf Obst

macOS: Linux via USB in VirtualBox booten

Was tun, wenn das TerraMaster-NAS zwar bootet, aber im Netz unsichtbar bleibt und weder über Monitor noch über Tastaturanschluss verfügt? Den Weg zur Lösung versperren mehrere Hürden, zumal wenn für die Analyse ausschließlich ein Mac zur Verfügung steht.

Von Dušan Živadinović

Manche Hersteller spendieren ihren NAS-Geräten keine Tastatur- und Monitoranschlüsse, sodass man sie nur übers Netzwerk warten kann. Schleicht sich dann ein Fehler in deren Netzwerk-Konfiguration ein, bleibt nur noch übrig, das Boot-Laufwerk via USB auf einem PC zu untersuchen.

Knifflig wird es, wenn dafür ausschließlich ein Mac zur Verfügung steht, der mangels ext-Filesystemtreiber auf Linux-Partitionen nicht zugreifen kann. Dieses Problemchen umgeht man, indem man das Linux einfach auf dem Mac bootet.

Extra-knifflig wird es, wenn auf dem NAS das quelloffene Open Media Vault eingerichtet ist (OMV), denn es partitioniert die Platte mit dem alten Master-Boot-Record-Schema, das zum Booten einen PC mit Compatibility Support Module voraussetzt – aktuelle Macs können von solchen Partitionen nicht booten.

Als Ausweg bietet sich VirtualBox von Oracle an. VirtualBox bootet diverse Betriebssysteme in einer virtuellen Maschine (VM), sowohl von GPT- als auch von MBR-Partitionen. Auf einem Mac braucht VirtualBox zusätzliche Zugriffsrechte für Laufwerke. Um die einzurichten, schaltet man Apples System Integrity Protection (SIP) vorübergehend ab.

Wir haben die Methode mit dem aktuellen macOS 10.14 (Mojave) und VirtualBox 6.0.10 durchgespielt. Sie hat ebenso auf der Beta-Version 7 des kommenden macOS 10.15 (Catalina) funktioniert. Starten Sie Ihren Mac im Recovery-Modus (Tastenkombination Command+R beim Boot-Vorgang). Stellen Sie im Sprachwahldialog „Deutsch“ ein, starten

Sie über das Menü „Dienstprogramme“ das Terminal und schalten Sie SIP ab:

```
csrutil disable
```

Starten Sie den Mac neu und melden Sie sich wie üblich an. Öffnen Sie das Festplattendienstprogramm, schließen Sie das NAS-Boot-Laufwerk an, klicken Sie auf dessen Volume-Namen und merken Sie ihn sich (z. B. „Media“). Notieren Sie sich den rechts unten eingeblendeten Laufwerks-Identifizier. Er unterscheidet sich je nach Anzahl der Laufwerke auf Ihrem Mac. In unserem Beispiel steht dort disk3.

Zwischendrin moniert macOS: „Das eingelegte Medium konnte nicht gelesen werden“, denn das ext-Filesystem fehlt. Das passiert im weiteren mehrfach. Klicken Sie jedes Mal auf „Ignorieren“, damit das Medium nicht ausgeworfen wird und VirtualBox darauf zugreifen kann.

Starten Sie das Terminal. In den Grundeinstellungen darf auf das Laufwerk nur der User root zugreifen, der zur Gruppe operator gehört. Um es aus VirtualBox ansprechen zu können, stellen Sie Zugriffsrechte für beliebige Nutzer ein. Setzen Sie statt disk3 die Bezeichnung ein, unter der Ihr Mac das Linux-Laufwerk führt:

```
sudo chmod 666 /dev/disk3
sudo chmod 666 /dev/disk3s1
```

Im Beispiel werden die Rechte für das Laufwerk disk3 und das Volume disk3s1 geändert. Ob Ihr Laufwerk weitere Volumes enthält, können Sie mit `diskutil list`

auslesen. Falls ja, gewähren Sie auch für diese Volumes Zugriffsrechte für beliebige Nutzer, wenn VirtualBox darauf zugreifen soll (z. B. `sudo chmod 666 /dev/disk3s5`). Diese Änderungen gelten nur während der aktuellen Sitzung. Bereiten Sie den Zugriff auf das Volume für VirtualBox vor:

```
VBoxManage internalcommands createj
rawvmdk -filename /Users/dz/drive.j
vmdk -rawdisk /dev/disk3
```

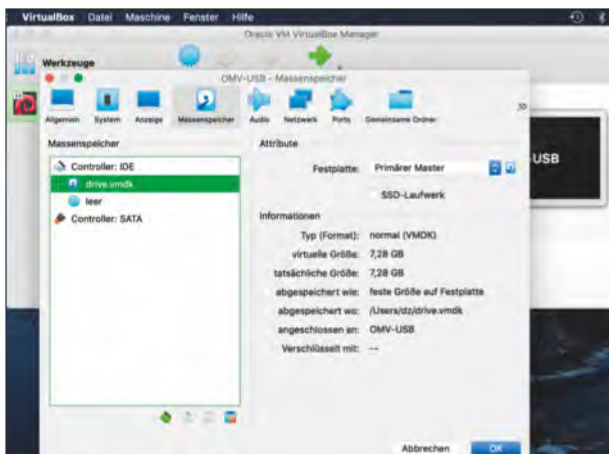
Tragen Sie statt /dz/ Ihr Kürzel auf dem Mac ein sowie den zutreffenden Disk-Identifizier. Im Beispiel ist das /dev/disk3. Im Ordner /Users/dz/ sollte nun die Datei drive.vmdk erscheinen.

Linux-VM erstellen

Starten Sie VirtualBox, erstellen Sie eine neue Linux-VM (z. B. OMV-USB), tragen Sie den Linux-Typ ein (Debian 64-Bit für Open Media Vault) und wählen Sie „Keine Festplatte“. Übernehmen Sie die übrigen Vorgaben und klicken Sie auf „Erzeugen“.

Öffnen Sie die Einstellungen der neuen Linux-VM über den Button „Ändern“ und klicken Sie auf „Massenspeicher“. Fügen Sie dem „IDE-Controller“ eine Festplatte hinzu. Wählen Sie im Dialog „Vorhandene Festplatte...“ und klicken Sie links oben auf „Hinzufügen“. Öffnen Sie im Dateidialog Ihr Heimverzeichnis und doppelklicken Sie auf „drive.vmdk“. Im VirtualBox-Fenster ist das neue Laufwerk im Bereich „Not Attached“ aufgeführt. Klicken Sie es an und dann die Buttons „Auswählen“ und „OK“. Nun können Sie das Linux-System booten und nach dem Rechten sehen.

Bringen Sie den Mac anschließend wieder in den Recovery Mode und schalten Sie die SIP mit den Befehlen `csrutil enable` und `reboot` wieder ein. Damit ist der Mac wieder im Ursprungszustand. (dz@ct.de) **ct**



VirtualBox bootet Linux vom Stick für die NAS-Analyse: Auf dem Mac braucht es dafür kleine Anpassungen.



Farbtreuer Pinguin

Monitorkalibrierung und Farbmanagement unter Linux

Das vermeintlich schlechte Farbmanagement ist ein Grund dafür, dass selbst Open-Source-affine Fotografen und Grafiker zögern, auf Linux umzusteigen. Dem freien Betriebssystem haftet jedoch zu Unrecht dieser Ruf an. Wenn man einige Regeln beachtet, stellt auch Linux eine weitestgehende Farbverbindlichkeit sicher.

Von Anna Simon

Farbmanagement verfolgt das Ziel, Fotos und Grafiken auf allen Ausgabegeräten farblich möglichst identisch wiederzugeben. Unverzichtbar ist Farbmana-

gement vor allem bei Monitoren mit großem Farbraum, da diese ohne Farbmanagement die Farben als übersättigt anzeigen[1]. Ihr Farbraum ist deutlich größer als der Standardfarbraum sRGB.

Zum Einrichten des Farbmanagements zeigt man eine Anzahl von Farbfeldern auf dem Monitor an und vermisst diese mit einem Messgerät. Als Alternative zu den sehr präzisen aber teuren Spektrometern bieten sich dafür die günstigeren Colorimeter ab 80 Euro an. Mit den so gewonnenen Daten erstellt man dann ein Farbprofil, das Farbmanagement-fähige Programme wie GIMP, Krita oder Scribus zur korrekten Berechnung und Anzeige der Farben nutzen können.

Die korrekte Einstellung von Monitoren gliedert sich in zwei Schritte. Die erste Phase ist die eigentliche Kalibrierung.

Teure Profi-Monitore bieten eine Hardwarekalibrierung und speichern die Kalibrierungsdaten im Monitor selbst.

Ansonsten stellt man mithilfe eines Colorimeters und des Monitormenüs die Helligkeit und den Weißpunkt ein. Im Anschluss daran erzeugt man mithilfe einer Software und weiteren Messungen mit dem Colorimeter Kalibrierungskurven. Diese speichert man im Gegensatz zur Hardware-Kalibrierung in der Lookup-Table des Grafiktreibers, die dieser zur Korrektur der Anzeige nutzt. Erst dann erfolgt die Profilierung, das heißt die Vermessung des Farbraums und die Erstellung des Monitorprofils.

Ein Hinweis vorab: Farbmanagement ist beim Wayland-Protokoll und den Wayland-Compositoren wie der Gnome Shell noch in der Entwicklung. Für farbgerechte

Darstellung sollten Sie Gnome im X11-Modus betreiben.

Messgeräte beschaffen

Ein Colorimeter ist auch für Amateure erschwinglich. Beliebte Modelle wie das Datacolor SpyderX oder das i1 Display Pro von X-Rite kosten zwischen 150 und 200 Euro. Wer diese Geräte nur mit freier Software verwenden möchte, kann die Basis-Varianten wählen oder auf Modelle ohne Software zurückgreifen. Das Eizo EX3 ist baugleich mit dem Spyder 5 und bereits ab 80 Euro erhältlich. Vor dem Kauf sollten Sie beachten, dass das Messgerät mit der Hintergrundbeleuchtung Ihres Monitors kompatibel ist.

Wer kein Colorimeter kaufen möchte, kann sich alternativ das zum Monitor passende Profil auf der Website des Herstellers besorgen. Die ICM- oder ICC-Datei findet man auch in den Windows-Treibern, wenn man die Zip- oder Exe-Dateien entpackt. Die Profile sind aber aufgrund der Streuung bei der Produktion ein Näherungswert und manchmal auch nicht zuverlässig.

Hardwarekalibrierung unter Linux

Eizo und NEC bieten ihre Kalibrierungssoftware auch für Linux an. Bei anderen Monitormarken hat man derzeit nur die Option, die Hardwarekalibrierung unter Windows oder macOS auszuführen und die Profildatei zu übernehmen. Manchmal kann man im On-Screen-Display den nativen Farbraum auswählen – also den größtmöglichen des Monitors. Nutzt man dann das Herstellerprofil, ist der Verzicht auf eine Hardwarekalibrierung meist unproblematisch. Gleiches gilt für Modi mit AdobeRGB oder sRGB unter Verwendung dieser Standardprofile.

Kalibrierung und Profilierung mit ArgyllCMS und Displaycal

Datacolor und X-Rite, die beiden wichtigsten Hersteller von Farbmessgeräten, stellen ihre Kalibrierungssoftware nur für Windows und macOS bereit. Allerdings gibt es mit Argyll Color Management System (ArgyllCMS) samt Displaycal eine freie Alternative zu den Programmen der Hersteller, die neben Linux auch für Windows und macOS verfügbar ist. Diese bietet zahlreiche Konfigurationsoptionen und ist teilweise sogar umfangreicher als die Software der Colorimeter. Displaycal ist dabei eigentlich nur eine grafische Oberfläche für

das Kommandozeilenprogramm Displaycal, das zu ArgyllCMS gehört. Mit ArgyllCMS lassen sich auch Drucker, Scanner und Digitalkameras kalibrieren und profilieren, was hier den Rahmen sprengen würde. Sowohl ArgyllCMS als auch Displaycal sind in den aktuellen Linux-Distributionen enthalten – Letzteres in Ubuntu allerdings erst ab Version 19.04. Auf der Projekt-Website von Displaycal können Sie aber ein Paket für Ubuntu 18.04 herunterladen (siehe ct.de/yspe).

Vor der Ausführung von Displaycal sollten Sie Ihren Monitor im On-Screen-Display auf seine Werkseinstellungen zurücksetzen und mindestens eine halbe Stunde warmlaufen lassen. Schalten Sie außerdem den dynamischen Kontrast, die Standby-Funktion und den Bildschirm-schoner ab. Schließen Sie dann das Messgerät an den Computer an und starten Sie Displaycal.

Beim ersten Start von Displaycal werden Sie dazu aufgefordert, die zu Ihrer Hardware passenden Colorimeter-Korrekturen zu installieren, die ArgyllCMS zur Ansteuerung benötigt. Folgen Sie hier den Anweisungen des Programms und laden Sie diese direkt aus dem Internet herunter oder wählen Sie die Windows-Installationsdatei der Original-Software aus. Displaycal extrahiert dann daraus die notwendigen Daten. Einen Hinweis auf ein Update von Displaycal können Sie ignorieren, aber ArgyllCMS sollten Sie mindestens auf Version 2.1 aktualisieren, da hier einige Fehler behoben wurden. Displaycal installiert dieses dann in ihrem Homeverzeichnis.

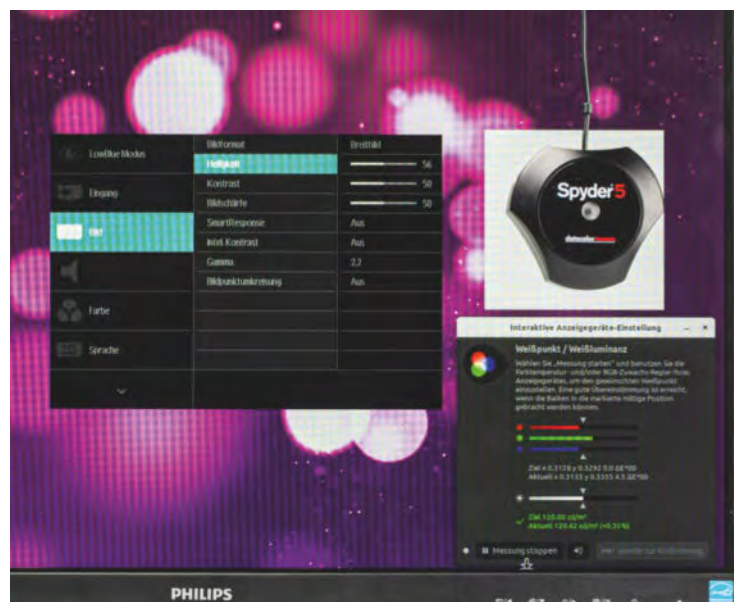
Ein Colorimeter misst den Unterschied zwischen Soll- und Ist-Wert von Farbwerten und Helligkeit. Dazu platziert man es auf die angezeigte Testfläche.

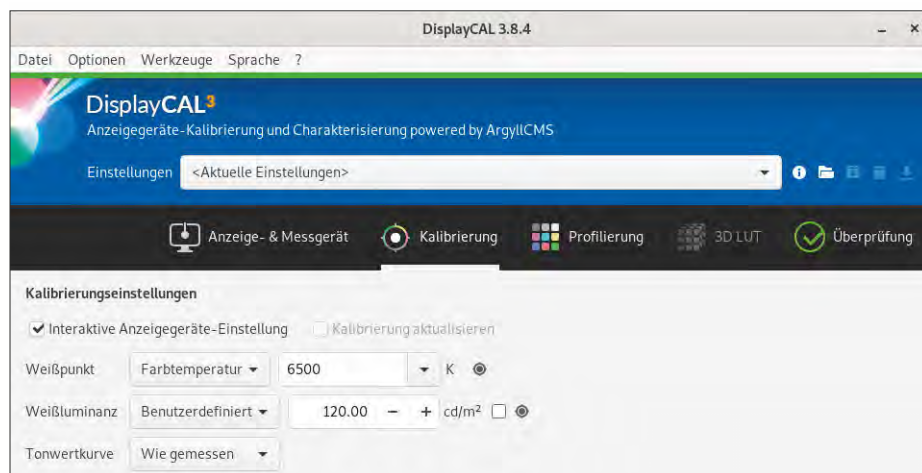
Im ersten Reiter „Anzeige- und Messgerät“ wählen Sie Ihren Monitor aus. Unter Messgerät sollte das angeschlossene Colorimeter auftauchen. Ansonsten aktivieren Sie mit einem Klick auf die beiden Pfeile die Messgeräte-Erkennung. Informieren Sie sich, welche Art von Hintergrundbeleuchtung Ihr Monitor nutzt und wählen Sie unter Modus die passende Einstellung. Wählen Sie im Zweifelsfall „LCD Weiße LED“, da die Mehrzahl der Monitore heutzutage weiße LEDs verwendet.

Messgerät einrichten

Im zweiten Reiter mit dem Titel „Kalibrierung“ können Sie festlegen, ob Sie nur eine Profilierung durchführen wollen oder diese mit einer Kalibrierung kombinieren möchten. Wenn Sie bereits eine Hardwarekalibrierung durchgeführt haben, wählen Sie eine reine Profilierung. Deaktivieren Sie hierfür die Option „Interaktive Anzeigegeräte-Einstellung“ und wählen Sie für Weißpunkt, Weißluminanz und Tonkurve „Wie gemessen“.

Ansonsten sollten Sie eine Kalibrierung wählen, die sich nur auf die Einstellung der Monitorhelligkeit beschränkt. Wählen Sie für die Weißluminanz „benutzerdefiniert“ und tragen Sie daneben einen Wert zwischen 100 und 140 Candela ein, abhängig von Ihrer Präferenz und der Raumhelligkeit. Wenn Sie einen Wert über oder unter diesen beiden Grenzwerten wählen, werden Ihre Ausdrucke zu hell oder zu dunkel sein. In einem durchschnittlichen Büroraum empfiehlt sich 120 cd. Lassen Sie die Werte für Weißpunkt, Schwarzluminanz und Ton-





Displaycal führt Schritt für Schritt durch die Farbprofilierung und bietet so Zugang zu den zahlreichen Optionen des Kommandozeilen-Programms ArgyllCMS.

wertkurve bei „wie gemessen“.

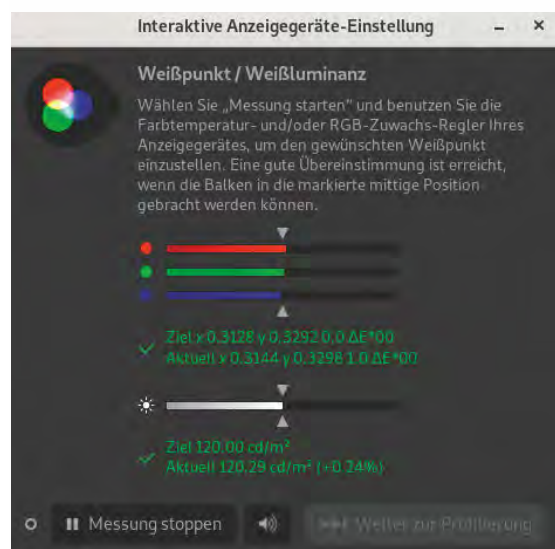
Im nächsten Reiter „Profilierung“ können Sie festlegen, wie viele und welche Farbfelder bei der Profilierung angezeigt werden sollen. Bei farbstabilen Monitoren erreichen Sie bereits mit einer kleineren Testform, wie der „Standard-Testform“, gute Ergebnisse. Bei preiswerteren und daher farblich etwas wackligeren Monitoren sorgt eine größere Testform für bessere Resultate. Wenn Sie eine größere Testform wählen, wird die Profilierung präziser, der Prozess dauert jedoch länger.

Messung durchführen

Klicken Sie abschließend unten auf „Kalibrieren und profilieren“. Legen Sie nun das Messgerät auf den Bildschirm, positionieren Sie es über dem Messfenster und klicken Sie dann auf „Messung starten“. Da-

nach erscheint die „Interaktive Anzeigegeräte-Einstellung“, wenn Sie diese nicht vorher ausgewählt haben. Nach der Initialisierung des Colorimeters drücken Sie „Messung starten“. Nun müssen Sie das Menü Ihres Monitors aktivieren und dort die Bildschirmhelligkeit einstellen. Senken oder erhöhen Sie die Helligkeit mit Hilfe der Einstellknöpfe des Monitors, bis der unterste Balken im Programmfenster die vorgegebene mittlere Position erreicht. Stoppen Sie die Messung, um mit „Weiter zur Profilierung“ fortfahren zu können.

Die anschließende Profilierung dauert je nach gewählter Einstellung zwischen wenigen Minuten und einer Stunde. Nach Abschluss der Profilierung zeigt Ihnen Displaycal ein Fenster mit Infos zur Farbqualität Ihres Bildschirms – etwa wie gut dieser Standardfarbräume abdeckt –



Bei der Interaktiven Einstellung eines Monitors unter Linux nutzt man die Live-Messdaten des Colorimeters, um Helligkeit und Farbe einzustellen.

und bietet Ihnen an, das Profil zu installieren. Dies klappt bei Gnome und Cinnamon meist reibungslos. Bei anderen Desktopumgebungen wird jedoch möglicherweise eine Fehlermeldung angezeigt, die Sie ignorieren können.

Da Monitore sich nie gleichen und besonders die günstigen Geräte einer gewissen Serienstreuung unterliegen, kann man kein Patentrezept geben. Experimentieren Sie ruhig mit verschiedenen Einstellungen für Weißpunkt, Tonkurve oder Helligkeit. Vergessen Sie dabei nicht, das Ergebnis mit Ihren eigenen Augen zu beurteilen und konsultieren Sie die Dokumentation von Displaycal. Nutzen Sie dazu auch Testbilder (siehe ct.de/yspe). Verlassen Sie sich nicht „blind“ auf das Messinstrument, da die günstigen Colorimeter nicht ganz exakt messen. Das Ziel einer exakt identischen Farbwiedergabe bei allen Geräten ist letztlich Theorie; man kann vor allem bei preiswerten Monitoren nur eine möglichst große Ähnlichkeit erreichen.

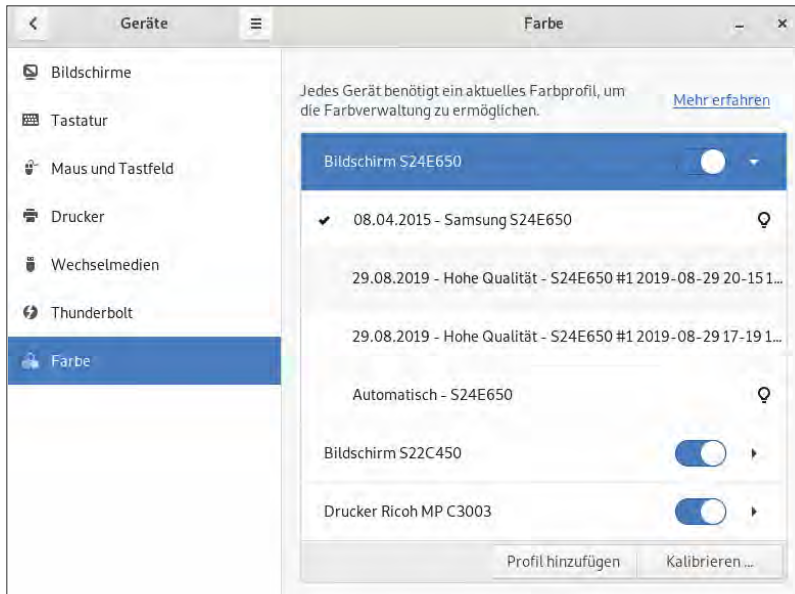
Monitorprofile in Gnome & Co. aktivieren

Zur Aktivierung von Farbprofilen öffnen Sie in Gnome in den Einstellungen den Abschnitt Geräte/Farbe. Die Schaltfläche zum Importieren der Profildateien erscheint, wenn Sie Ihren Monitor auswählen. Das Programm trägt den Pfad zum Profil in ein spezielles Feld in der Datenbank des X-Servers ein; ebenso im Systemdienst Colord. Da diese Datenfelder im X-Server Atome heißen, spricht man verkürzt vom „X Atom“. Grafikprogramme rufen daraus die Profelinformationen ab. So muss man nicht nach jedem Monitorwechsel das Profil in jedem einzelnen Programm einstellen. Darüber hinaus können so auch ins Profil eingebettete Kalibrierungskurven beim Start der Desktopumgebung geladen werden.

Unter KDE installieren Sie das Paket `colord-kde`, dass sich aber noch in Entwicklung befindet. Es bringt daher beim Wechseln zwischen Monitoren die Profile unter Umständen durcheinander. Xfce bietet seit Version 4.14 ein grafisches Tool zur Konfiguration von Colord.

Farbmanagement überprüfen

Ob das Farbmanagement auf Ihrem System korrekt konfiguriert ist, können Sie mit dem Kommandozeilenprogramm `darktable-cmstest` überprüfen. Das Tool ist Bestandteil der Raw-Entwickler-Software Darktable. Öffnen Sie nach der Installa-



In den Gnome-Einstellungen kann man ein erzeugtes Farbprofil aktivieren oder importieren. Zwar kann man auch direkt mit Gnome kalibrieren, aber dies ist weniger zuverlässig.

tion von Darktable ein Terminalfenster und geben Sie `darktable-cmstest` ein.

In der darauf folgenden Textausgabe erfahren Sie, welche Monitore an Ihr System angeschlossen und welche Profile für diese in X Atom und Colord eingetragen sind. Die hier angezeigten Profile sollten diejenigen sein, die Sie erstellt haben und im X Atom und Colord identisch sein. Am Ende der Ausgabe weist der Test darauf hin, ob die Einstellungen konsistent sind oder nicht.

Konfiguration anderer Desktopumgebungen

Auch mit anderen Desktopumgebungen, darunter auch sehr rudimentären wie Openbox, können Sie farbverbindlich arbeiten. Allerdings müssen Sie das Farbmanagement dann auf der Kommandozeile konfigurieren. Die Konfiguration im Terminal kann auch dann sinnvoll sein, wenn Sie abseits von Gnome mehrere Monitore nutzen wollen; beispielsweise wenn Sie ein externes Display an Ihren Laptop anschließen.

Dank des zu ArgyllCMS gehörigen Programms `dispwin` ist die manuelle Änderung des Wertes im X Atom einfach. Haben Sie mit Displaycal eine neue Version von ArgyllCMS heruntergeladen, finden Sie diese im Homeverzeichnis in `~/.local/share/DisplayCAL/dl/`.

Erstellen Sie danach in den Einstellungen Ihrer Desktopumgebung einen Autostarteintrag für den Befehl `dispwin -X`,

um diesen als Hintergrunddienst zu starten. Achten Sie hier darauf, dass Sie den vollen Pfad zu `dispwin` angeben. Für Version 2.1.1. wäre dies:

```
/home/cttest/.local/share/DisplayCAL/dl/
↳dl/Argyll_V2.1.1/bin/dispwin -X
```

Ersetzen Sie `cttest` durch Ihren Benutzernamen. Der Hintergrunddienst sorgt dafür, dass die Profile nicht durcheinander kommen, wenn Sie zwischen unterschiedlichen Monitoren wechseln. Loggen Sie sich dann neu ein. Öffnen Sie nun ein Terminalfenster und gehen Sie in das Verzeichnis, in dem sich `dispwin` befindet:

```
cd ~/.local/share/DisplayCAL/dl/
↳Argyll_V2.1.1/bin/
```

Wie unter Linux üblich, steht die Tilde für das Home-Verzeichnis. Installieren Sie dann mit je einem Aufruf von `dispwin` pro Monitor die Monitorprofile, wozu Sie die Option `-I` verwenden. Mit der Option `-d` geben Sie die Nummer des Bildschirms an. Die aktuelle Zuordnung der Nummern finden Sie mit `dispwin -?`, versteckt unter der Zeile mit der Erklärung zu `-d`. Abschließend geben Sie das mit Displaycal erstellte ICM- oder ICC-Profil samt Pfadnamen an:

```
./dispwin -I -d1 ~/profil1.icm
./dispwin -I -d2 ~/profil2.icc
```

Überprüfen Sie anschließend mit `darktable-cmstest`, ob Ihren Monitoren die richtigen Profile zugewiesen wurden. Die Profildateien dürfen Sie später nicht verschieben, da nur Referenzen zu diesen im X Atom hinterlegt werden.

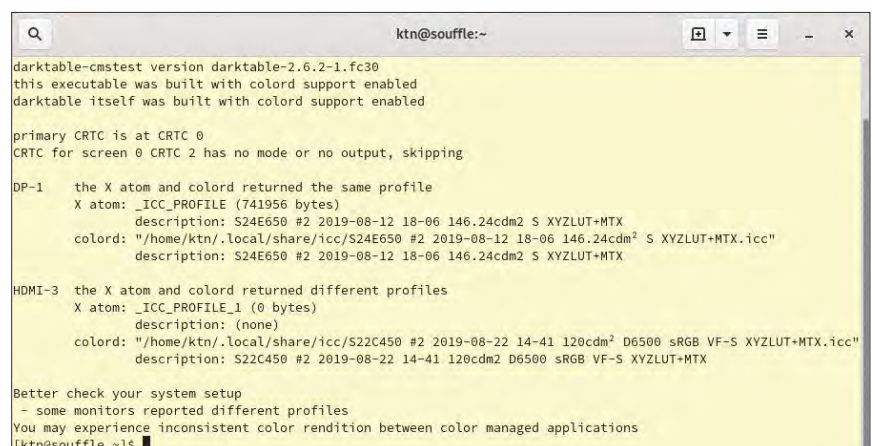
Hilfestellung

Spätestens nach diesen Schritten sollten Sie ein farbtreues Linux-System haben. Damit können Sie mit GIMP und Konsorten auch unter Linux farbtreu arbeiten und mit Gewissheit Ihre Werke zur Druckerei schicken. Hilfestellung bieten sonst auch die Dokumentationen von ArgyllCMS und Displaycal oder das sehr aktive Forum Pixls.us, in dem sich kreative Linux- und Open-Source-Nutzer austauschen. (ktn@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Jörg Wirtgen, Gib mir Profilnamen, Das Arbeiten mit Farbprofilen unter Windows, c't 12/2017, S. 142

Projekt-Websites, Monitortest und Hilfen: ct.de/yspe



Die Fotosoftware Darktable bietet auf der Kommandozeile einen Test, um die Farbprofil-Einstellungen zu kontrollieren.

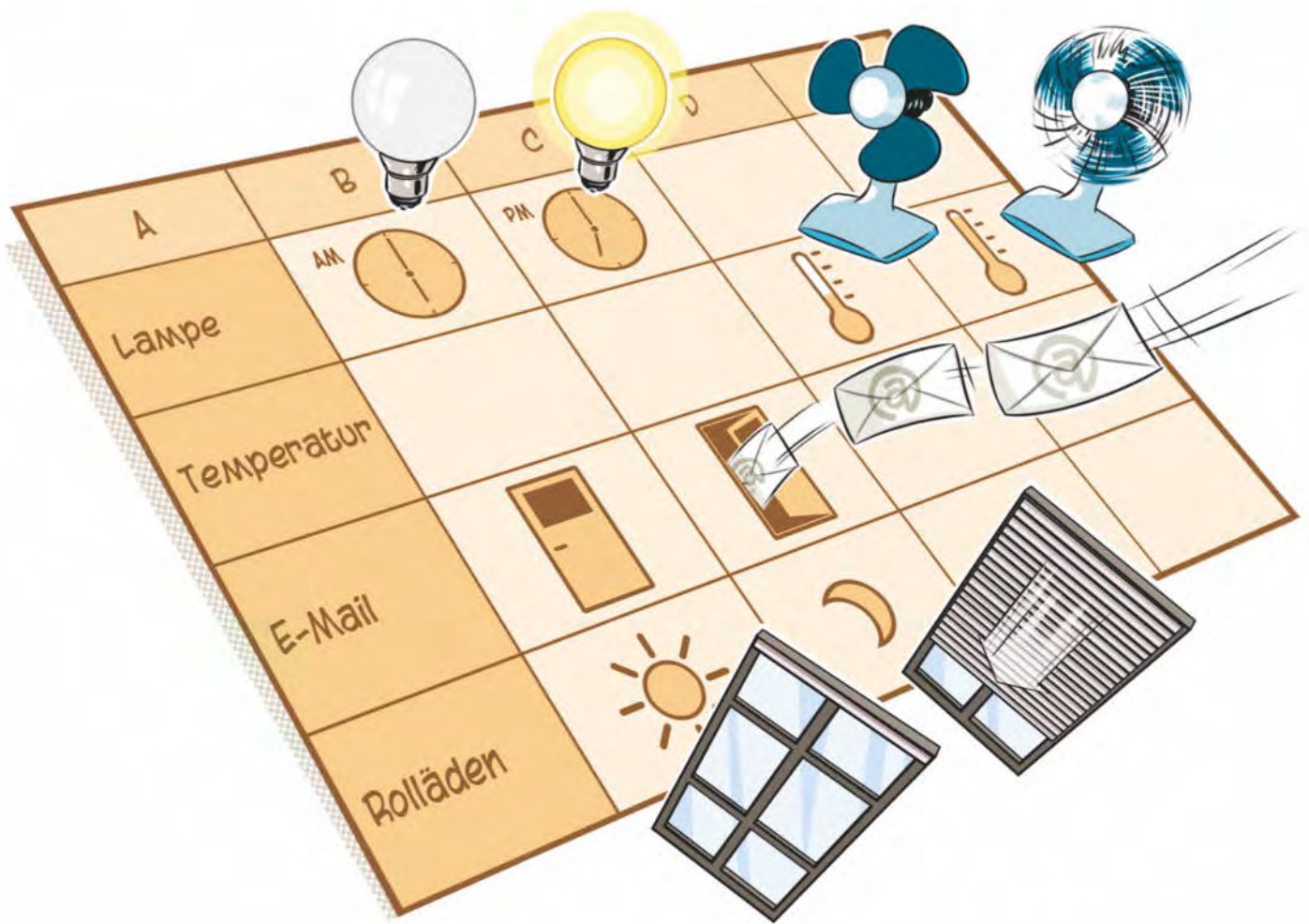


Bild: Albert Hulm

Live-Tabellen

Tabellenkalkulation mit Echtzeitdaten für Automation und Datenanalyse

Excel-Tabellen sind praktisch, um mit bereits erfassten Daten zu rechnen. Die Webanwendung Streamsheets überträgt diese Idee auf Echtzeitdaten, spricht MQTT, läuft auf einem Raspberry Pi und eignet sich damit für Hausautomation und Industrieanwendungen.

Von Jan Mahn

Formeln und bedingte Formatierungen in Excel, LibreOffice und anderen Tabellenkalkulationen sind ein leicht zugänglicher Weg, um ohne tiefe Program-

mierkenntnisse Daten zu verarbeiten. Sie sind aber nicht dafür gemacht, in Echtzeit Daten zu empfangen, sofort zu bearbeiten und über einen beliebigen Kanal wieder herauszugeben. Der Nutzer kann Daten eintragen, damit eine Berechnung anstoßen und aus den Ergebnissen seine Schlüsse ziehen. Für Echtzeitanwendungen, etwa das Rechnen mit Sensordaten oder Zugriffszahlen auf den Webserver, muss man umständlich zu Makros greifen. Oder man verabschiedet sich von der Tabellenkalkulation und programmiert stattdessen eine eigene Anwendung.

Die vor wenigen Wochen erschienene Software Streamsheets will das Bedienkonzept einer Tabellenkalkulation mit der Logik einer Automationssoftware für Echtzeitdaten verbinden. Streamsheets

läuft als Serverdienst und wird im Browser bedient, sodass die eingerichtete Datenanalyse auch dann weiter läuft, wenn kein Benutzer die Oberfläche geöffnet hat. Daten können zum Beispiel über das Telemetrie-Protokoll MQTT [1] in die Tabellen kommen, aber auch an HTTP-APIs, Datenbanken oder E-Mail ist gedacht. Streamsheets ist nicht nur für Heim- und Industrieautomatisierer einen Blick wert, sondern kann allen Arbeit abnehmen, die regelmäßig strukturierte Daten verarbeiten lassen wollen.

Das Unternehmen Cedalo, das Streamsheets entwickelt, hat sich dafür entschieden, das Programm in zwei Ausgaben anzubieten: Für den privaten Einsatz, also zum Beispiel für die Hausautomation, ist Streamsheets kostenlos und

unbeschränkt nutzbar. Die Einrichtung auf einem Raspberry Pi, der als Server dient, haben die Entwickler mit Docker-Containern und einem einzigen Installations-Skript so einfach wie möglich gestaltet. Wer Streamsheets dagegen im Unternehmen einsetzen will, muss Kontakt mit Cedralo aufnehmen und Lizenzen erwerben.

Schnellstart

Um die erste „Stream Machine“ (der Streamsheets-Ausdruck für eine Tabellenmappe) zu sehen und damit arbeiten zu können, brauchen Sie einen Raspberry Pi mit Raspbian (wir haben mit einem Modell 3B+ und Raspbian Buster ohne grafische Oberfläche getestet) und einen PC im gleichen Netzwerk. Verbinden Sie sich über SSH mit dem Raspberry und installieren Sie mit `sudo apt update && sudo apt upgrade` alle Updates.

Am schnellsten geht die Installation über das Installations-Skript, das Sie mit einem Kommandozeilen-Einzeiler herunterladen und ausführen können. Der Befehl ist zum Abtippen zu lang und enthält eine längere URL. Sie finden ihn daher über `ct.de/yqau` zum Kopieren. Dort gelangen Sie auch zur Streamsheets-Dokumentation. Der Installationsassistent auf der Kommandozeile fordert an zwei Stellen Ihre Zustimmung (y) und installiert nacheinander Docker, Python und startet anschließend die Container, die für Streamsheets nötig sind. Nach etwa 5 Minuten beruhigt sich die Aktivität auf der Kommandozeile und Sie können die Web-Oberfläche im Browser öffnen. Sie antwortet auf der Adresse „<IP des Raspi>: 8081“. Damit Streamsheets nach einem Neustart des Raspi wieder startet, sollten Sie das Start-Skript zum Autostart hinzufügen. Öffnen Sie dazu die Cron-Tabelle mit `crontab -e` und fügen Sie die Zeile `@reboot ~/cedalo/streamsheets/scripts/start.sh` ein.

Der Begrüßungs-Assistent ist schnell durchgeklickt. Nachdem Sie die Lizenzbedingungen gelesen und bestätigt haben, dass Sie Streamsheets nicht kommerziell nutzen, können Sie sich optional für einen Newsletter registrieren – oder den letzten Schritt überspringen. Danach dürfen Sie sich mit dem Benutzernamen „admin“ und dem Kennwort „1234“ anmelden. Im ersten Schritt sollten Sie ein neues Kennwort vergeben – den Dialog finden Sie über den Punkt „Account“ im Menü oben rechts, das sich mit einem Klick auf das Benutzer-Symbol öffnet. Das Disketten-Symbol zum Speichern ist etwas versteckt rechts oben im grünen Rahmen. Der Schalter zum Wählen der Sprache funktioniert bei Redaktionsschluss nicht. Daher kommt im Folgenden die englische Oberfläche zum Einsatz. Das bedeutet auch, dass Sie das Komma bei Dezimalwerten durch einen Punkt ersetzen müssen.

Verbindungsaufbau

Damit Sie das Prinzip von Streamsheets ausprobieren können, brauchen Sie eine Software, mit der Sie Daten per MQTT verschicken und empfangen können. Eine geeignete Open-Source-Lösung ist MQTT.fx, den Download finden Sie über `ct.de/yqau`. Nach dem ersten Start müssen Sie ein Verbindungsprofil anlegen. Klicken Sie dazu auf das Zahnrad in der oberen Menüleiste.

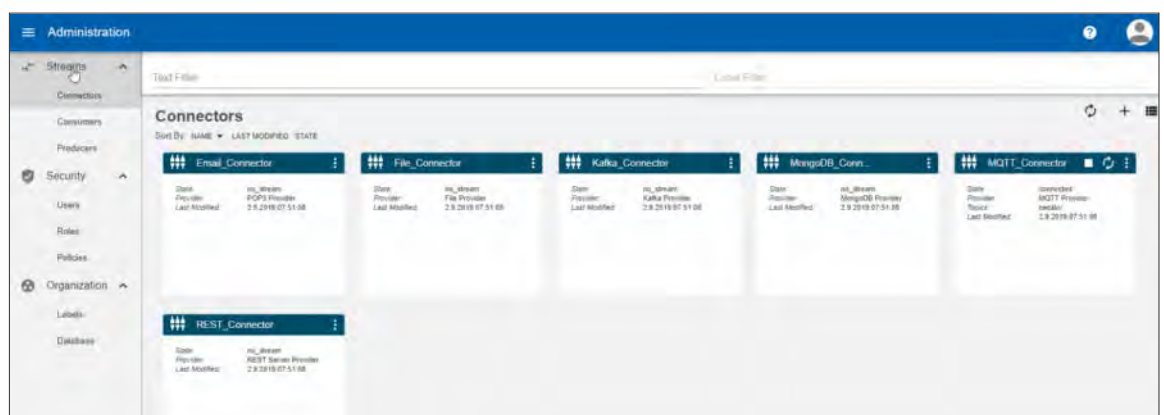
Streamsheets bringt einen eigenen MQTT-Broker mit. Als „Broker Address“ tragen Sie daher die IP-Adresse des Rasperrys ein. Im Reiter „User Credentials“ müssen Sie einen Benutzernamen und ein Kennwort angeben. Diese finden Sie in der Streamsheets-Web-Oberfläche. Öffnen Sie das Menü über das Hamburger-Symbol oben links und klicken Sie auf „Administration“. Sie landen im Dialog für „Connectors“. Hier werden alle Anbin-

dungen an Datenbanken und externe Dienste eingerichtet. Öffnen Sie den Eintrag „MQTT_Connector“ und übertragen Sie Benutzernamen und Kennwort in MQTT.fx. Wenn die Verbindung hergestellt ist, können Sie mit dem ersten Tabellenblatt beginnen. Wenn Sie bereits einen MQTT-Broker im Einsatz haben, können Sie diesen als Connector in Streamsheets einrichten.

Um eine Stream Machine anzulegen, klicken Sie links auf das Menü und wählen Sie „New“. Hier dürfen Sie dem Projekt einen kreativen Namen geben. Der Browser rechnet kurz und präsentiert eine Oberfläche, die aus Tabellenkalkulationsprogrammen bekannt ist. Alle grundlegenden Funktionen aus diesen Programmen finden Sie auch in Streamsheets und sie funktioniert ähnlich wie Google Sheets. So können Sie mit einem „=“ am Anfang einer Zelle eine Formel einleiten und per Klick auf andere Zellen Rechenoperationen formulieren. Tragen Sie zum Test in Zelle A1 die Zahl 5, in Zelle A2 die Zahl 10 und in A3 die Formel `=A1+A2` ein. Wenn Sie jetzt den Wert von A1 verändern, wird das Ergebnis nicht neu berechnet. Das ist aber kein Fehler. Streamsheets hat oben rechts Bedienelemente für Start und Stop, die später bei der Verarbeitung von Echtzeitdaten wichtig werden. Starten Sie die Stream Machine mit dem Start-Button und spielen Sie mit dem Wert in A1 – Zelle A3 verändert sich sofort.

Um Werte aus MQTT zu empfangen, brauchen Sie einen sogenannten „Consumer“. Das ist die Verbindung zwischen „Connector“ und Streamsheets-Tabelle. Klicken Sie auf das Zahnrad im oberen Rahmen der Tabelle und im Dialog auf „add new consumer“. Sie landen in einem neuen Tab in der Administration und können oben rechts mit dem „+“ einen neuen anlegen. Setzen Sie einen Namen wie

Neben dem IoT-Protokoll MQTT unterstützt Streamsheets die Anbindung an MongoDB und spricht mit REST-APIs.



„Testdaten“ und den Connector „MQTT_Connector“. Der Connector erwartet noch ein MQTT-Topic, auf das er hören soll. Geben Sie unter „MQTT Topics“ zum Beispiel „testdata“ ein. Weitere Einstellungen sind hier nicht nötig und Sie können oben rechts speichern und zurück in die Tabelle wechseln. Wählen Sie den neuen Consumer aus und wechseln Sie im Formularfeld „Calculate Streamsheet“ auf die Option „On Message Arrival“. Dadurch wird immer dann eine Berechnung ausgelöst, wenn eine MQTT-Nachricht eingeht.

Wechseln Sie zu MQTT.fx und bereiten Sie im Abschnitt „Publish“ eine Nachricht vor: Als Topic wählen Sie „cedalo/testdata“ („cedalo“ ist das Basis-Topic, das im Connector eingestellt ist, „testdata“ der im Consumer festgelegte Name). Die Nachricht selbst muss als JSON-Objekt formatiert sein und kann beliebige Werte enthalten. Erzeugen Sie zum Test folgende JSON-Daten, die von einem Wettersensor stammen könnten:

```
{
  "temp": "25.5",
  "humidity": "20",
  "pressure": "1000",
  "sensor": "outdoor"
}
```

Starten Sie in Streamsheets mit dem Start-Button oben rechts die Stream Machine und verschicken Sie das vorbereitete Datenpaket aus MQTT.fx. Links können Sie das eingehende Datenobjekt beobachten.

Klicken Sie mit der Maus auf den orangefarbenen Balken „Data“ und ziehen Sie ihn per Drag and Drop auf die Arbeitsfläche. Wenn Sie jetzt einen Messwert in MQTT.fx verändern und die Daten erneut versenden, werden sie sofort in der Tabelle aktualisiert. Excel-Veteranen können die Gelegenheit nutzen und mit Formeln experimentieren – eine Übersicht über alle Operationen bekommen Sie über die Schaltfläche „f(x)“ in der Menüleiste.

Streamsheets verarbeitet die Daten bei jedem Schritt (im aktuellen Fall also bei jeder neuen Nachricht) von oben nach unten. Das ermöglicht es, mit wenigen Handgriffen eine einfache Historie einzurichten, ohne eine Datenbank zu bemühen. Ein Beispiel: Der Wert „temp“ für die Temperatur liegt im Feld B2 und die letzten 20 Temperaturwerte sollen in einem kleinen Diagramm dargestellt werden (siehe Bild auf dieser Seite). Bearbeiten Sie einfach eine Zelle weiter unten, zum Beispiel D30. Sie bekommt die Formel =B2. Zelle D29 darüber bekommt die Formel =D30. Markieren Sie die Zelle D29 und kopieren Sie ihren Wert mit Strg+C. Ziehen Sie jetzt einen Rahmen über die 18 Zellen darüber und fügen Sie mit Strg+V den Inhalt der Zwischenablage ein. Streamsheets unterstützt die gleiche Magie, die auch Excel kennt und die Formeln werden so angepasst, dass jede Zelle den Wert der Zelle darunter bekommt. Ändern Sie jetzt mehrfach den Wert für temp in MQTT.fx und verschicken Sie die Nachricht. In

Streamsheets können Sie beobachten, dass die Historie funktioniert.

Um sie grafisch darzustellen, klicken Sie oben auf das Diagramm-Symbol und dann in eine freie Zelle. Klicken Sie auf „Data Range“ und markieren Sie die Zellen – fertig ist das Diagramm, das sich immer aktualisiert, wenn eine Nachricht eingeht.

MQTT-Rückweg

Streamsheets kann nicht nur MQTT empfangen, sondern auch Nachrichten darüber verschicken. Als Beispiel soll der Temperaturwert aus B2 in Fahrenheit umgerechnet und per MQTT verschickt werden. Versehen Sie eine freie Zelle mit der Formel für die Fahrenheit-Umrechnung: =B2*1.8+32. Klicken Sie auf die freie Zelle daneben und dann im Menü auf das Papierflieger-Symbol. Rechts im Dialog ist „MQTT.PUBLISH“ bereits eingestellt. Wählen Sie als „Message“ die Zelle mit der Umrechnung und als Topic zum Beispiel „fahrenheit“.

In MQTT.fx sollten Sie jetzt mit dem Platzhalter „#“ unter „Subscribe“ alle Nachrichten abonnieren und dann ein neues Datenobjekt verschicken. Unter „cedalo/fahrenheit“ sehen Sie den umgerechneten Wert.

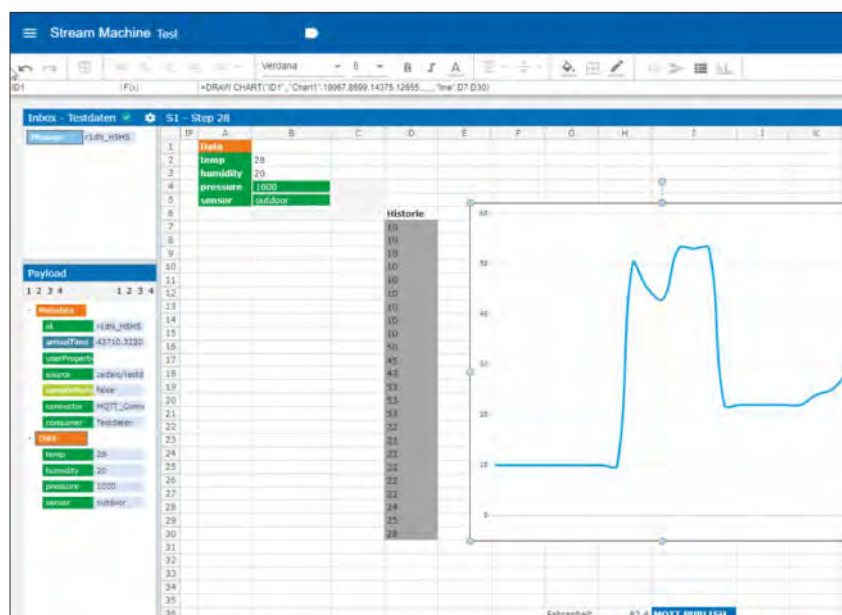
Neuer Ansatz

Streamsheets ersetzt andere Automatisierungswerkzeuge nicht, sondern fügt sich vielmehr in eine MQTT-Umgebung, zum Beispiel auf Basis von Node-Red ein [2]. Die gewohnte Tabellendarstellung macht den Einstieg vergleichsweise einfach. Die Software ist, obwohl erst wenige Wochen alt, schon sehr weit entwickelt und wirkt sehr ausgereift und stabil. Eine intelligente Weiterentwicklung des bekannten Excel-Konzepts ist die Zeile „IF“, links neben Spalte A, die einen Blick wert ist. Enthält eine Zelle den Wert „1“, ist die Zeile daneben aktiv, mit dem Wert „0“ kann man eine Zeile deaktivieren – damit wird das Anlegen von komplizierten Regeln deutlich vereinfacht. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142

Dokumentation und Downloads:
ct.de/yqau



Streamsheets übernimmt das Bedienkonzept einer Tabellenkalkulation, verarbeitet Daten aber in Echtzeit.

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Ersatzschlüssel für FIDO2

? In Ihrem Artikel „Schlüssel zum Glück“ (c't 18/2019, S. 20) schreiben Sie, dass man sich vor dem Ausfall eines FIDO2-Schlüssels schützen sollte, etwa indem man einen zweiten Schlüssel sicher verwahrt. Wie funktioniert das denn? Kann ich mit einem Zweitschlüssel das Original kopieren wie bei einem „analogen“ Schlüssel oder muss ich im Vorgriff auf einen eventuellen Defekt des Erstschlüssels den Zweitschlüssel bei allen Diensten ebenfalls anmelden?

! Eine wichtige Schutzzeigenschaft der Security Keys ist, dass sich diese nicht kopieren lassen. Sie müssen den „Ersatzschlüssel“ also mit jedem Account verknüpfen, solange Sie noch Zugriff auf die Accounts haben.

Es muss nicht zwangsläufig ein zweiter Security Key sein. Wichtig ist, dass Sie überhaupt eine Backup-Option haben, über die Sie auf Ihre Accounts zugreifen können, wenn der Security Key nicht mehr vorhanden oder defekt ist. Alternativ können Sie häufig eine Authenticator-App wie den Google Authenticator verknüpfen. Auch die klassische „Passwort vergessen“-Funktion, die Ihnen einen Reset-Link per Mail schickt, ist nicht zwangsläufig schlecht, solange Sie den Zugriff auf Ihren Mail-Account gut abgesichert haben.

Im Idealfall kümmern sich die Anbieter darum, dass die Nutzer zwingend eine geeignete Backup-Option einrichten.

(rei@ct.de)

Nullnullnullnull...

? Hin und wieder taucht in Ihren Tipps und Anleitungen auf, dass man einen DWORD-Eintrag in der Registry doppelklicken und ihm beispielsweise den Wert 0 zuweisen soll. Das mache ich, aber danach lautet der Eintrag in der Datenspalte 0x00000000 (0). Was läuft da falsch?

! Gar nichts. Der Registry-Editor zeigt bloß zuerst den korrekt ausgeschriebenen 32-Bit-Hexadezimalwert an, gefolgt vom Dezimalwert in Klammern.

(jss@ct.de)

Datenträgerbereinigung löscht Downloads

! Vorsicht, Falle: Sobald Windows 10 auf Version 1809 oder 1903 aktualisiert wurde, bietet die Windows-eigene Datenträgerbereinigung unter anderem an, den Inhalt des Download-Ordners zu löschen. Wer in diesem Ordner also wichtige Daten abgelegt hat, wird sie verlieren, wenn er das entsprechende Häkchen bei der Auswahl der zu bereinigenden Komponenten setzt.

Einen ausführlichen Praxis-Artikel zur Datenträgerbereinigung finden Sie in c't 8/2018 – seinerzeit war Windows 10 Version 1709 aktuell und der Inhalt des Download-Ordners noch ungefährdet.

(axv@ct.de)

Bild vom Mac auf älterem Monitor unscharf

? Ich verbinde meinen neuen Mac über den USB-C-HDMI-Adapter mit einem älteren Bildschirm von Dell, der bisher einwandfrei funktioniert hat. Das Bild ist merkwürdig unscharf und verpixelt. Auch das Kabel habe ich getauscht – keine Abhilfe. Ist hier etwas defekt?

! Sie sind auf einen altbekannten Bug gestoßen, der mit vielen älteren Dell-Bildschirmen in der Kombination auftritt. Der Monitor meldet sich als YCbCr-Gerät, nicht als RGB-Bildschirm. In der macOS-Oberfläche gibt es leider keinen Umschalter.

Fortgeschrittene macOS-Nutzer können sich aber helfen: Es gibt ein Ruby-Skript, das einen Ordner mit einer neuen Konfigurationsdatei für den Monitor erzeugt, in der der RGB-Modus erzwungen wird. Das Skript (und die Diskussion dazu mit allen möglichen Sonderfällen) erhalten Sie in einem Blogpost, zu finden über ct.de/yt7a. Führen Sie es bei angeschlos-



Achtung: Wer in der Datenträgerbereinigung aus alter Gewohnheit einfach alle Häkchen setzt, verliert seit Windows 10 Version 1809 seine Downloads.

senem Bildschirm mit Root-Rechten aus. Den erzeugten Ordner mit der geänderten Konfiguration müssen Sie in den Ordner /System/Library/Displays/Contents/Resources/Overrides verschieben. Nach einem Neustart sollte der Bildschirm im RGB-Modus arbeiten.

(jam@ct.de)

Skript und Anmerkungen: ct.de/yt7a

Explorer-Absturz bei .dng-Dateien

? Der Datei-Explorer in Windows 10 stürzt regelmäßig bei dem Versuch ab, in einem Ordner mit .dng-Dateien Thumbnails zu erstellen. Der Bildschirm wird schwarz und die Taskleiste verschwindet. Nach ein paar Sekunden ist alles wieder normal. Um den Absturz zu vermeiden, muss ich unter „Ansicht/Optionen/Ordneroptionen“ im Reiter Ansicht immer Symbole statt Miniaturansichten anhängen. Xnview, Affinity Photo oder Lightroom haben kein Problem, die Dateien zu öffnen.

! Das .dng-Dateiformat ist nicht so ganz eindeutig definiert – in bestimmten Details kocht jeder Kamerahersteller bei den „digitalen Negativen“ sein eigenes Süppchen. Offenbar haben Sie Dateien, an denen sich der in Ihrem System eingetragene Thumbnail-Handler so arg ver-

schluckt, dass er dabei den gesamten Explorer zum Absturz bringt.

Der Thumbnail-Handler für .dng-Dateien ist in der Registry konfiguriert, und zwar im Schlüssel HKEY_CLASSES_ROOT\.dng\ShellEx\{e357fcd-a995-4576-b01f-234630154e96}. Wahrscheinlich hat sich dort eines der von Ihnen erwähnten Programme eingetragen und verhebt sich nun. Um auf den Standard zurückzuschalten, nämlich auf den in Windows 10 enthaltenen „PhotoMetadataHandler“, tragen Sie in den (Standard)-Wert des erwähnten Registry-Schlüssels die Zeichenfolge {C7657C4A-9F68-40fa-A4DF-96BC08EB3551} ein. Bei unseren Versuchen blieben danach einige Symbole leer, aber Explorer-Abstürze haben wir nicht mehr erlebt. (hos@ct.de)

LibreOffice-Seriendruck stürzt ab

? LibreOffice stürzt beim Seriendruck immer ab – früher hat das einwandfrei funktioniert. Wo liegt der Fehler und was kann man gegen ihn tun?

! Seit LibreOffice 6.0 klappt das gewohnte Verfahren zur direkten Einbindung eines Tabellendokumentes als Datenquelle nicht mehr. Stattdessen ist nun zwingend eine odb-Datenbank zu nutzen, die jedoch selbst als Datenquelle ein ods- oder xls-Dokument verwenden kann. Das zugrunde liegende Tabellen-

Fragen richten Sie bitte an

ct hotline@ct.de

f [c't magazin](#)

tw [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

dokument kann danach jederzeit inhaltlich geändert werden, eine Neuerstellung der odb-Datenbank ist nicht notwendig.

Öffnen Sie dazu über „Datei/Neu/Datenbank“ den Datenbankassistenten und wählen dort die Option „Verbindung zu einer bestehenden Datenbank herstellen“ sowie „Tabellendokument“ in der Auswahlliste.

Nachdem Sie im nächsten Schritt Ihr Tabellendokument ausgewählt haben, kontrollieren Sie, ob der Punkt „Ja, die Datenbank soll angemeldet werden“ aktiviert ist, und entfernen Sie das Häkchen bei „Die Datenbank zum Bearbeiten öffnen“.

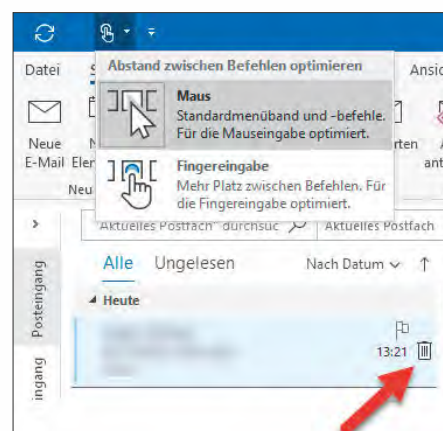
Nach dem Speichern der odb-Datenbank – am besten unter demselben Namen und im selben Verzeichnis wie die Tabellendatei – können Sie diese unter „Bearbeiten – Datenquelle austauschen“

mit Ihrem Textdokument verknüpfen. Vielen Dank an unseren Leser Marcus Röckrath für diesen Tipp. (atr@ct.de)

Papierkorb-Icon fehlt in der Outlook-Nachrichtenliste

? Auf meinem Desktop-Rechner bietet mir Outlook in der Nachrichtenliste rechts neben jedem Eintrag ein Papierkorb-Symbol, mit dem ich Mails schnell löschen kann. Auf meinem Surface-Tablet fehlt dieses Icon jedoch, obwohl ich auf beiden Rechnern exakt dieselbe aktuelle Version von MS Office installiert habe. Weder in den Optionen noch im Menü „Ansicht“ finde ich eine entsprechende Einstellung. Wie kann ich das Icon auch auf dem Surface aktivieren?

! Wahrscheinlich ist auf dem Surface-Tablet der Touch-Modus von MS Office aktiviert. Das erkennen Sie auch daran, dass das dortige Outlook rechts neben der Nachrichten-Vorschau eine vertikale Symbolleiste zeigt, die unter anderem auch das Papierkorb-Symbol enthält. Zwischen Touch- und Desktop-Modus wechseln Sie in Office-Programmen über das entsprechende Symbol in der Schnellstartleiste. Das ist die immer sichtbare Symbolleiste ganz links oben in der Titelleiste des Fensters. Wechseln Sie hier von „Fingereingabe“ auf „Maus“, dann erscheint der Papierkorb wieder neben den Nachrichtentiteln. (swi@ct.de)



Damit in Outlook auch auf Windows-Geräten mit Touchscreen ein Papierkorbsymbol neben den Einträgen in der Nachrichtenliste steht, muss der Touch-Modus abgeschaltet sein.

Office geht in Dropbox und OneDrive nicht

? In einem Team arbeiten wir mit Office-Dateien in einer Dropbox. Einige Leute können die Dateien problemlos bearbeiten, andere nicht. An den Zugriffsrechten liegt es nicht, und per OneDrive tritt das gleiche Problem auf.

! Möglicherweise liegt es am Dateiformat der Office-Dateien – und daran, dass einige Teammitglieder per Android, iOS oder per Browser an die Cloud-Daten gehen. Greift man per Browser auf Dropbox und OneDrive zu, öffnen sich Office-Dateien in Microsofts Online Office. Auf Smartphones und Tablets mit iOS und mit Android laufen die Mobilversionen des Office.

Sowohl die Online- wie auch die Mobilversion sind zwar recht mächtig, aber gegenüber den Desktop-Versionen eingeschränkt. Vor allem funktioniert der Schreibzugriff nur auf die aktuellen Dateiformate von Office. Ältere Versionen bis Office 2003 (Endungen .ppt, .xls und .doc) können diese Versionen nur lesen. Unter manchen Umständen wird eine Konvertierung angeboten, aber dann haben Sie zwei Dateiversionen in der Cloud.

Die einfachste Lösung ist daher, auf diese alten Office-Formate zu verzichten und alles in die modernen Formate (Endungen pptx, .xlsx und .docx) zu konvertieren. Damit dürften auch alle halbwegs aktuellen anderen Office-Pakete zu recht kommen – jedenfalls konnten wir eine .xlsx-Datei mit einem OpenOffice von 2009 problemlos bearbeiten. (jow@ct.de)

Funktionstasten auf Thinkpads

? Ein Freund hat mir ein Lenovo Thinkpad vermacht – leider ohne Handbuch. Ich habe Schwierigkeiten mit der Tastatur: Ich kann die Funktionstasten nicht bedienen. Ganz links in der Reihe gibt es noch eine mit Esc und FnLk beschriftete Taste, aber die hilft mir auch nicht weiter. Was mache ich falsch?

! FnLk steht für Fn-Lock beziehungsweise Function-Lock. Normalerweise lassen sich über die Tasten in der Funktionsleiste die aufgedruckten Funktionen etwa zum Regeln von Lautstärke und Hel-

ligkeit oder zum Ein- und Ausschalten des WLAN erreichen. Drückt man sie in Kombination mit der Fn-Taste (ganz unten links), verhalten sie sich wie die F1- bis F12-Tasten auf normalen Tastaturen. Mit der Tastenkombination Fn+FnLk (also Fn gedrückt halten und Esc/FnLk drücken) kann man das umdrehen. Danach gibt es also die herkömmlichen F1- bis F12-Tasten ohne und die Sonderfunktionen mit gedrückter Fn-Taste. Dann sollte auch die LED in der Fn-Taste leuchten.

(hos@ct.de)

Akzente statt Anführungszeichen

? Seit einer Weile verhält sich die Tastatur meines Windows-10-Rechners seltsam: Gebe ich ein Anführungszeichen (einfaches oder Gänsefüßchen) ein, passiert zunächst nichts. Erst wenn ich danach die Leertaste drücke, erscheint das gewünschte Zeichen. Erwische ich stattdessen einen anderen Buchstaben, kommen entweder beide Zeichen nacheinander oder der Buchstabe erhält einen Akzent oder ein Trema (zwei Punkte wie bei einem Umlaut). Als Sprache habe ich Deutsch eingestellt, aber weil ich viel

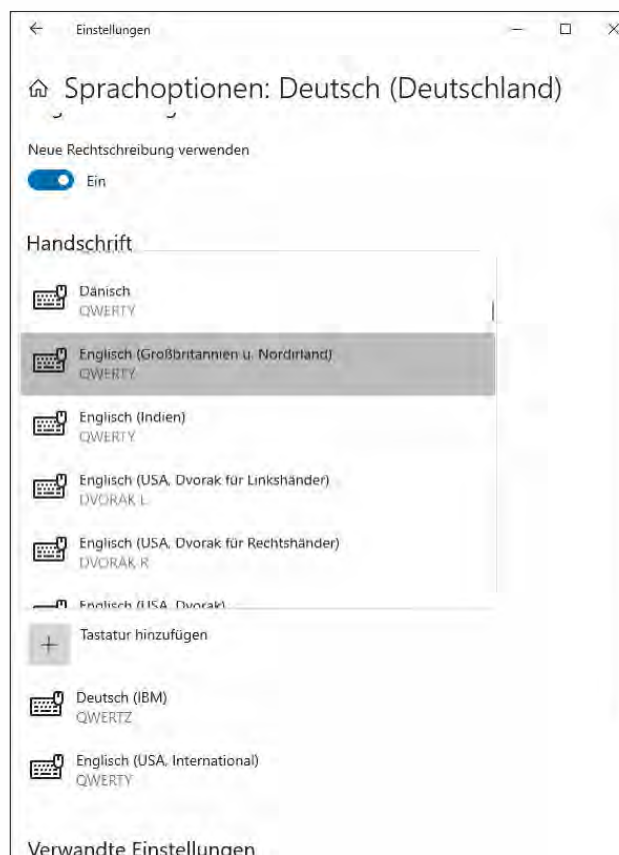
programmiere, benutze ich ein englisches Tastatur-Layout. Kann man mir noch helfen?

! Ja, und zwar durch die Auswahl einer anderen Tastatur. Das Verhalten, das Sie beschreiben, ist typisch für das Tastatur-Layout „Englisch (International)“. Das ist eigentlich kein Wunder, denn dieses Layout ist ja gerade dazu gedacht, trotz englischer (oder amerikanischer) physischer Tastatur noch Umlaute und andere internationale Spezialitäten eingeben zu können. Wählen Sie als Tastatur also „Englisch (USA)“ oder „Englisch (Großbritannien u. Nordirland)“ aus, dann verhalten sich die Akzent- und Anführungszeichen-Tasten wie gewünscht.

Allerdings fehlt dann die Möglichkeit, mit zwei Tastendrücken Umlaute einzugeben. Bei Bedarf müssen Sie dann also über die Sprachleiste im System-Tray oder über die ausgewählten Tastenkürzel (Einstellungen/Geräte/Eingabe/Erweiterte Tastatureinstellungen/Tastenkombination für Eingabesprachen) zwischen verschiedenen Tastaturlayouts umschalten. Alternativ können Sie sich auch angewöhnen, Umlaute künftig über das Emoji-Eingabefeld auszuwählen, das sich mit der Tastenkombination Windows+ öffnet.

(hos@ct.de)

Wenn das Verhalten eines der „Internationalen“ Tastatur-Layouts irritiert, sollte man eine Tastatur ohne diesen Zusatz installieren.





Emotet (bei Heise)

Seit die Heise Gruppe von einer Emotet-Infektion betroffen war, erreichen uns immer wieder Rückfragen. Die wollen wir im Folgenden beantworten und außerdem einige bislang offen gebliebene Punkte ergänzen.

Von Sylvester Tremmel

Ausbreitung & Kundendaten

? Genau welche Systeme bei Heise konnte Emotet denn infizieren? Waren Daten von Lesern betroffen?

! Nein, Daten von Lesern, Abonnenten, Inhabern von heise-online-Accounts und so weiter waren nicht betroffen. Emotet konnte nicht in die Netze des Verlags Heise Medien vordringen, zu dem c't und ihre Schwesterzeitschriften gehören. Die Infektion betraf stattdessen Heise Regio-Concept, ebenfalls eine Tochter der Heise Gruppe, die zwar teilweise im gleichen Gebäude sitzt, aber getrennte Rechner-netze hat.

Erstinfektion

? Wie kam Emotet überhaupt in eure Netze?

! „Patient Zero“, also das erste kompromittierte System, wurde per E-Mail infiziert. Das geschah, wie für Emotet typisch, per Dynamit-Phishing: Ein Mitarbeiter erhielt eine Mail, die scheinbar von einem Hotel stammte, das der Verlag häufig nutzt. Es war also nicht weiter verwunderlich, dass das Hotel darum bat, die Daten eines Word-Dokuments im Anhang zu prüfen und der betroffene Mitarbeiter schöpfte keinen Verdacht. Das Dokument forderte ihn dann auf, „Inhalte“ zu akti-

vieren; er kam dem nach und das Unheil nahm seinen Lauf.

Emotet verbreitete sich zunächst erfolgreich und installierte auf infizierten Systemen die Malware Trickbot. Der nächste Schritt wäre vermutlich das Nachladen einer Ransomware wie Ryuk gewesen. Dem kamen wir zuvor, indem die betroffenen Netze vom Internet getrennt und letztendlich komplett aufgelöst wurden.

Phishing mit Sprengstoff

? Was soll denn „Dynamit-Phishing“ sein?

! Der Begriff lehnt sich an die bekannteren Bezeichnungen „Phishing“ und „Spear-Phishing“ an. „Phishing“ – eine absichtliche Fehlschreibung von „Fishing“, also „Fischfang“ – ist der Versuch, Malware zu verbreiten (oder Zugangsdaten zu stehlen et cetera), indem eine große Anzahl von Empfängern mit gefälschten Nachrichten, Websites und ähnlichem konfrontiert wird. Die Fälschungen sind notwendigerweise recht generisch und daher leicht zu erkennen. Aber bei einer genügend großen Menge von Empfängern reicht es auch, wenn nur ein kleiner Anteil von ihnen auf die Masche hereinfällt. Es wird sozusagen ein schlechter Köder in fischreichen Gewässern verwendet.

Darauf aufbauend bezeichnet Spear-Phishing (also Fischen mit dem Speer) die

Methode, einem ganz gezielt ausgewählten Opfer eine aufwendige Fälschung zu präsentieren, sodass eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit im Einzelfall besteht. Oft ist das mit viel Recherche und Handarbeit verbunden und für das Opfer kaum zu durchschauen. In der Metapher entspricht das dem geduldigen Warten, bis ein einzelner Fisch in Reichweite des Speers kommt.

Die Taktik von Emotet verläuft zwischen diesen Extremen: Er verbreitet sich über vergleichsweise gute, aber nicht perfekte Fälschungen, die trotzdem automatisiert erstellt werden; Details erklären wir in [ct.de/y4wb](https://www.ct.de/y4wb). Reichweite und Erfolgswahrscheinlichkeit im Einzelfall befinden sich irgendwo zwischen Phishing und Spear-Phishing, daher das Fischen mit Dynamit als Bild.

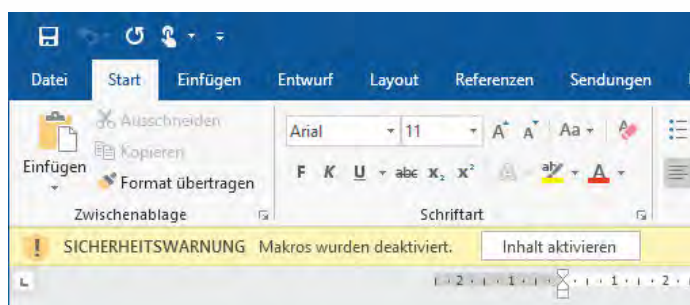
Malware-Zoo

? Emotet, Trickbot, Ryuk – womit wurde Heise denn nun infiziert?

! Emotet – und dann Trickbot. Ryuk oder andere Malware wäre vermutlich der nächste Schritt gewesen. Das Schema ist relativ typisch: Die Kriminellen hinter Emotet infizieren automatisiert so viele Systeme wie möglich und verkaufen diese Zugänge (Malware as a Service). Infizierte Systeme in Deutschland kaufte scheinbar die Gruppe hinter Trickbot ziemlich exklusiv.

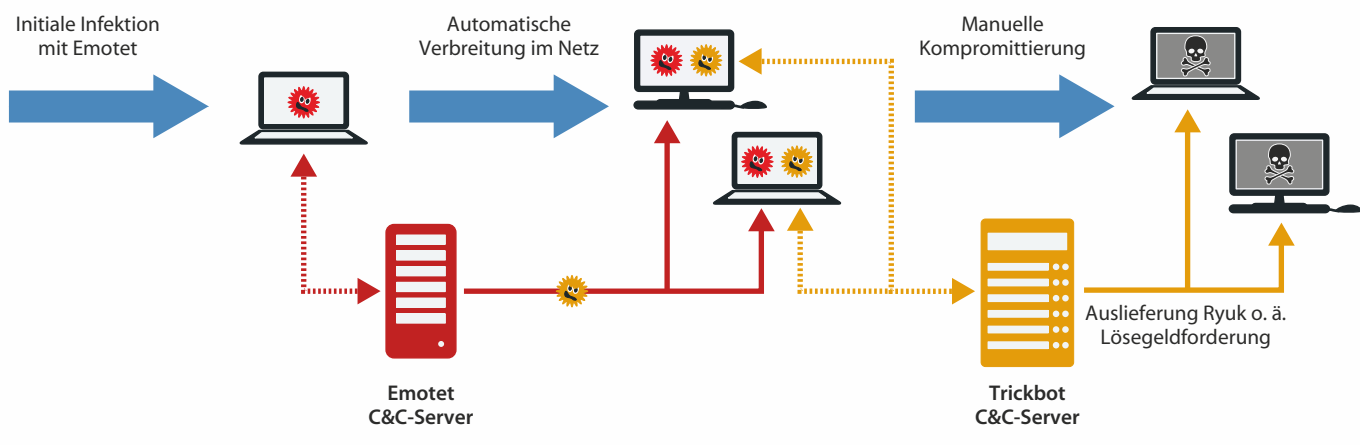
Diese zweite Gruppe nutzt den gekauften Zugang, um ihre Malware Trickbot auf die Systeme zu bringen. Damit sehen sie sich dann bei ihrem Opfer um, was zumindest teilweise Handarbeit ist. Wenn sich das Ziel lohnt, wird über Trickbot wiederum Malware nachgeladen und zielgerecht installiert, um möglichst viel Kasse zu machen. Was genau geschieht, hängt vom Ziel ab, oft werden Verschlüsselungstrojaner wie Ryuk ein-

Das könnte Word deutlich schärfer formulieren. Wer hier auf „Inhalte aktivieren“ klickt, hat unter Umständen eine Malware-Infektion am Hals.



Eins, zwei, drei ... Verloren

Der bösartige Dreischritt: Infektion mit Emotet, Sekundärinfektion mit Trickbot und dann die gezielte Kompromittierung relevanter Systeme. Letzterem konnte Heise zum Glück zuvorkommen.



gesetzt, um Daten (und beschreibbare Backups!) zu verschlüsseln und das Opfer zu erpressen.

Die verschiedenen Malware-Typen kommen also nicht nur aus technischer Notwendigkeit zum Einsatz, sondern sind auch ökonomisch bedingt. „Malware“ ist heutzutage ein ganzes Wirtschaftssystem, mit verschiedenen Märkten und florierendem Handel.

Kostproben

? Können Sie mir Samples oder zumindest Hash-Werte der gefundenen Schadprogramme zukommen lassen, damit ich bei mir danach suchen kann?

! Das ist nicht sinnvoll. Emotet – wie viel andere Malware auch – existiert in vielen verschiedenen Varianten, die alle unterschiedliche Hashes produzieren. Das ist auch der Grund, warum Virens Scanner oft ein paar Tage brauchen, bis sie neue Varianten zuverlässig erkennen. Deshalb konnte die E-Mail zur Erstinfektion auch den Mail-Virens Scanner von Heise passieren. Die Samples der Heise-Infektion sind also veraltet und ohnehin kein gutes Mittel, um Emotet zu erkennen.

Reaktionszeit

? Heise wurde an einem Montag infiziert, bemerkte das volle Ausmaß des Problems aber erst am Mittwoch. Wieso

reichen zwei Tage nicht, um Daten abzu ziehen oder zu verschlüsseln?

! Zwei Tage würden wohl reichen, die Gruppe hinter Trickbot hat scheinbar bloß zu viel zu tun. Wie erwähnt erfolgt die Infektion mit Emotet und die Folgeinfektion mit Trickbot automatisch. Danach sehen sich die Angreifer auf den Systemen um, und mit dieser Handarbeit kommen sie offenbar nicht hinterher. Deswegen fielen auch in den letzten Wochen relativ konstant neue Trickbot-Infektionen auf, obwohl Emotet in eine Art Sommerpause gegangen war: Die Gang hinter Trickbot scheint ihre von Emotet gut gefüllte „Auftragsliste“ abgearbeitet zu haben. Mittlerweile ist auch Emotet wieder aktiv.

Die Verzögerung durch diesen Rückstau bei Trickbot beträgt typischerweise ein bis zwei Wochen, aber es sind auch Fälle von mehreren Monaten bekannt. Heise jedenfalls hat die Verzögerung nutzen können, um die infizierten Netze vom Internet zu trennen und so das Schlimmste zu verhindern.

Kosten

? Welche Kosten sind dem Verlag durch die Infektion entstanden?

! Das kommt darauf an, wie man rechnet. Die direkten Kosten, insbesondere für die hinzugezogenen externen Experten betragen ungefähr 50.000

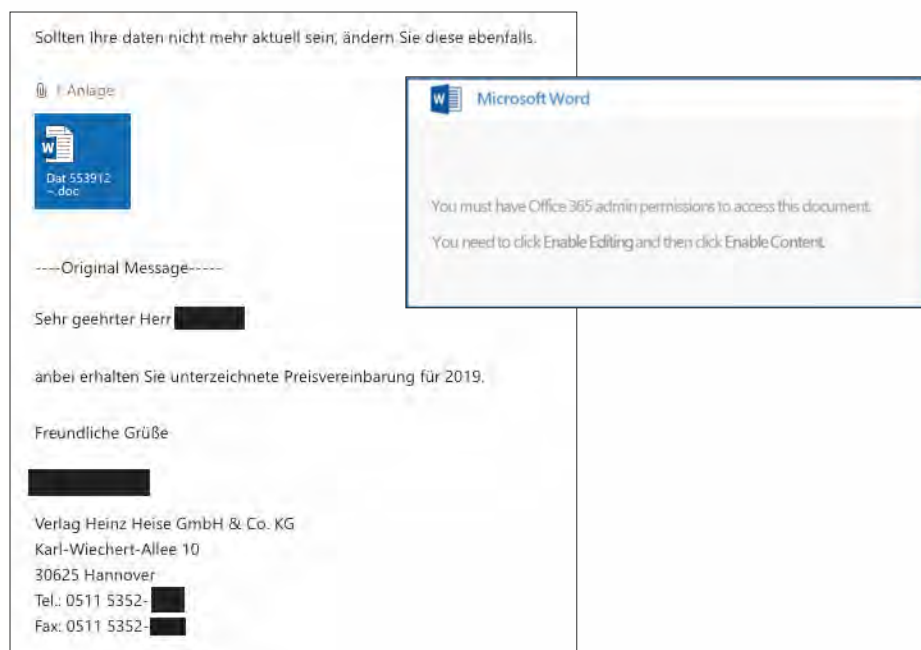
Euro. Hinzu kommen interne Kosten, wie die Mehrarbeit der hauseigenen IT. Kaum sinnvoll zu beziffern sind mögliche Umsatzeinbußen. Schließlich konnten Mitarbeiter teilweise tagelang nicht oder nur eingeschränkt arbeiten. Entweder weil ihr Computer direkt betroffen war, oder weil ihr Arbeitsplatz an einem kompromittierten Netz hing und deshalb vom Internet getrennt worden war – ohne Internet geht heutzutage nicht viel, auch wenn unsere Kollegen die Faxgeräte wiederentdeckt haben.

Außerdem implementiert der Verlag ein neues Sicherheitskonzept, für das in den nächsten Jahren etwa 500.000 Euro veranschlagt sind – allerdings sind das keine Kosten, die man direkt der Infektion zuordnen kann, IT-Sicherheit muss ohnehin laufend fortentwickelt werden.

Spatzen, Kanonen und die Rosskur

? Habt ihr bei euren Gegenmaßnahmen nicht mit Kanonen auf Spatzen geschossen? Die Kosten die entstehen, wenn mangels Internet tagelang niemand vernünftig arbeiten kann, sind ja nicht unerheblich.

! Das ist zwar richtig, aber eindeutig das kleinere Übel. Wenn die Angreifer wirklich zum Zug kommen, ist der Schaden in der Regel deutlich größer, oft existenzbedrohend. Die Täter wollen schließlich ihren Gewinn maximieren. An



Perfide Masche: Die „Original Message“ ist eine authentische Mail, was die „Antwort“, mit der Emotet kommt, plausibel macht. Das angehängt Word-Dokument präsentiert dann ein gut gemachtes „Pop-up“, das zum Aktivieren von Inhalten auffordert.

die absolute Schmerzgrenze können Sie mit ihren Forderungen dann gehen, wenn die Alternative der komplette Ruin der Firma ist.

Außerdem ist es brandgefährlich, ein infiziertes Netz wieder mit dem Internet zu verbinden – auch wenn es scheinbar gesäubert ist. Moderne Malware kennt unzählige Tricks um irgendwo zu schlafen und dann Wochen später wieder „auszubrechen“. Wir haben die infizierten Netzwerke deswegen entfernt. Alle beteiligten Maschinen wurden komplett neu aufgesetzt und erst dann mit einem neuen Netz verbunden.

Mailerkennung

? Kann man solche Phishing-Mails denn nicht erkennen? Fiel dem Mitarbeiter nicht auf, dass der Absender gefälscht war?

! Nein, das lässt sich nicht zuverlässig erkennen und man sollte sich tunlichst nicht auf den eigenen Spürsinn verlassen. Zum einen lassen sich Angaben wie Name oder Mail-Adresse des Absenders fälschen – Emotet macht das. Zum anderen verbreitet sich Emotet unter an-

derem dadurch, dass auf einem bereits infizierten System E-Mail-Konversationen untersucht werden. Die Malware nimmt dann solche Schriftwechsel wieder auf, baut eine Antwortmail – komplett mit zitiertem originalen Inhalt – und versendet sich an ein neues Opfer.

So ist nicht nur der vorgebliche Ursprung der Mail plausibel, sie referenziert auch eine reale Kommunikation. Hinzu kommt, dass das angehängte Dokument erklärt, man müsse „Inhalte aktivieren“, also Makros ausführen. Gerade wenn Dokumente mit Makros im Alltag genutzt werden, führt das alles schnell zu einem unbedachten Klick.

Ein guter Schutz dagegen ist, Dokumente mit Makros grundsätzlich nicht zuzustellen. Wie ihr E-Mail-System solche und andere Anhänge handhabt, können Sie übrigens mittlerweile mit dem E-Mail-Check von heise Security prüfen, siehe ct.de/y4wb.

Sündenbock gesucht

? Gab es Konsequenzen für den Verursacher – also den Mitarbeiter, der die Mail bekommen und Makros in der angehängten Datei aktiviert hat?

! Nein, natürlich nicht. Der Verlagsinhaber Ansgar Heise hat in Interviews auch erklärt: „Das hätte mir selbst auch passieren können.“ Individuelle Konsequenzen – welcher Natur auch immer – wären schlicht unfair; Fehler können nun mal jedem passieren. Außerdem führen solche Reaktionen dazu, dass Mitarbeiter aus Angst vor Repressalien Probleme nicht mehr melden, womit niemandem gedient ist.

Stattdessen arbeiten wir daran, die Gefahr solcher Fehler in Zukunft zu verringern, teilweise durch technische Maßnahmen und teilweise durch Schulungen für Mitarbeiter.

Mehr Details

? Ich möchte mehr technische Details – insbesondere zu den von Heise jetzt (zusätzlich) getroffenen Schutzmaßnahmen.

! Wir haben dazu bereits zwei Webinare veröffentlicht, damit insbesondere andere Firmen und deren Systemadministratoren aus unseren Fehlern lernen können. Darin gehen wir sowohl auf die allgemeine Gefahrenlage und mögliche Schutzmechanismen ein, als auch auf die konkreten Gegenmaßnahmen, die Heise jetzt einführt. Kostenpflichtige Aufzeichnungen dieser Webinare finden Sie unter ct.de/y4wb.

Leidensgenossen

? Meine Firma hat auch mit einem Malwarebefall zu kämpfen. An wen kann ich mich denn wenden, um Hilfe zu bekommen?

! Von den Polizeien der Bundesländer (und auch vom BKA) gibt es „Zentrale Ansprechstellen Cybercrime“ (ZAC). Dort können Sie nicht nur eine Anzeige zum Vorfall erstatten, sondern Sie bekommen auch praktische Hilfe. Die ZACs können Ihnen außerdem lokale Dienstleister nennen, die Erfahrung mit derartigen Notfällen haben.

Eine Liste aller ZACs samt Mail-Adressen und Telefonnummern finden Sie unter ct.de/y4wb. (syt@ct.de)

Weiterführende Links: ct.de/y4wb



Klaus Gebeshuber, Egon Teiniker,
Wilhelm Zugaj

Exploit!

Code härten, Bugs analysieren,
Hacks verstehen

Rheinwerk, Bonn 2019
ISBN 978-3-8362-6598-0
519 Seiten, 45 €
(Epub-/PDF-/Mobi-E-Book: 40 €)

Grundwissen für Code-Abklopfer

Programmierfehler öffnen Sicherheitslücken in Software, eine sorgfältige Qualitätskontrolle findet solche Risikoquellen. „Exploit!“ sensibilisiert Entwickler, führt typische Schwachstellen vor und gibt Tipps zu deren Vermeidung.

Angriffe auf Computersysteme erfolgen oft mehrstufig. Die Autoren zeigen das beispielhaft daran, wie sich eine XSS-Schwachstelle in einem Forum durch Ausnutzung weiterer Sicherheitslücken zum vollwertigen Root-Zugriff auf ein Unternehmernetz ausbauen lässt. Dergleichen ruft nach Abwehrmaßnahmen – diese setzen bei Softwarearchitektur und Programmierertechnik an.

Das Autorenteam richtet seinen Blick hauptsächlich auf Software, die in C und Java geschrieben worden ist. Auch Webtechnik wird behandelt, allerdings erst nachrangig. Zur Demonstration einzelner Lösungsansätze dienen kurze Codesequenzen. Lobenswert sind die Kurzerklärungen zu X86- und X64-Assembler-Sprache, welche die für Sicherheitsexperten relevanten Aspekte knapp, aber sinnvoll beleuchten.

Mancher Kryptovirus konnte geknackt werden, weil seine Entwickler kryptografische APIs nicht korrekt verwendet hatten. Die Autoren stellen Kryptografie und dafür geeignete Programmierschnittstellen kompakt vor, geben Anwendungshinweise und erläutern kurz die mathematischen Grundlagen.

So richtig praktisch wird es bei der Darstellung einiger Beispielangriffe gegen Windows-Software. Pufferüberläufe spielen dabei eine wichtige Rolle – das ist gewissermaßen Tradition seit dem 1996er Hacker-Leitfaden „Smashing the Stack for Fun and Profit“ von Aleph One. In Hardware implementierte Absicherungsverfahren wie ASLR und DEP werden erwähnt; die Autoren zeigen, wie man dergleichen umgeht. Zu guter Letzt finden sich noch Ausführungen zu den beispielsweise in *printf* verwendeten Formatstrings, außerdem kommen medienbekannte Sicherheitslücken wie Heartbleed zur Sprache.

Die Professoren Gebeshuber, Teiniker und Zugaj lehren an der FH Joanneum in Kapfenberg (Österreich) Internettechnik, Software-Design und IT/Mobile Security. Ihr erfreulich verständliches Lehrbuch vermittelt Entwicklern und Softwareverantwortlichen aller Art ein relativ breites Grundwissen zum Thema Software-Schwachstellen und Exploits. (Tam Hanna/psz@ct.de)

Wenn Informationen stressen

Erderwärmung, Flüchtlingskrise, Artensterben – auf sämtlichen Nachrichtenkanälen erreichen uns pausenlos Schreckensmeldungen. Dafür ist die menschliche Natur nicht gemacht, schreibt die Neurowissenschaftlerin Maren Urner.

Die Journalistin und Kognitionswissenschaftlerin hat rund um das menschliche Hirn und seine Verarbeitung von Nachrichten viel Spannendes zu berichten. Der Untertitel verspricht Hilfe gegen die „digitale Vermüllung unserer Gehirne“ – tatsächlich geht es generell um ein Zuviel an Informationen, Nachrichten und insbesondere Katastrophenmeldungen. Die beziehen heutzutage viele Menschen online. Aber auch Zeitungen, Zeitschriften, Fernsehen und Radio melden laut Maren Urner in einem fort Nachrichten, die „stressiger als die Realität“ sind.

Auf Dauer, so die Autorin, schadet uns die Informationsflut. Gleichzeitig werden Gehirn und Psyche regelrecht süchtig danach. Urner beschreibt systematische Fehler beim Behalten und Wiedergeben von Informationen und referiert interessante psychologische Studien. Immer wieder fordert sie den Leser zur Selbstkritik auf. So manches Mal fühlt man sich beim Lesen ertappt: Wer auf der Autobahn schneller fährt als man selbst ist ein Raser, wer langsamer fährt ein Verkehrshindernis? Ja, genau! Vorsicht – wer so denkt, schreibt Urner, hält sich fälschlicherweise für das Maß aller Dinge und ist damit besonders anfällig für Fake News.

Die Autorin schildert durchaus kenntnisreich, wie uns die alltägliche Nachrichtenflut überfordert. Mit einer übersichtlichen Gliederung wären ihre Ausführungen allerdings wesentlich zugänglicher. Zwar finden sich an vielen Stellen im Buch nummerierte Listen – 7 Lektionen gegen die tägliche Informationsflut beispielsweise oder 4 Schritte zum Durchbrechen gewohnter Gedankenschleifen. Doch die vielen teils konkurrierenden Aufzählungen tragen nicht dazu bei, den Inhalt des Buchs sinnvoll zu strukturieren. Häufige Wiederholungen stören den Lesefluss. Was zu kurz kommt, sind geeignete Gegenmaßnahmen, mit denen sich Medienkonsumenten gegen den ständigen Strom der Schreckensmeldungen schützen könnten. Dazu empfiehlt Urner im Wesentlichen eins: ein Abo des von ihr mitbegründeten Online-Magazins *Perspective Daily*. (dwi@ct.de)



Maren Urner

Schluss mit dem täglichen Weltuntergang

Wie wir uns gegen die digitale Vermüllung unserer Gehirne wehren

Droemer, München 2019
ISBN 978-3-4262-7776-8
224 Seiten, 17 €
(Epub-/Mobi-E-Book: 15 €)



Platzverwalter

Eigenheiten und Fähigkeiten des NTFS-Dateisystems ausreizen

Für die Verwaltung von Dateien, Ordern und freiem Platz auf der Platte ist unter Windows das Dateisystem NTFS zuständig. Viele seiner erweiterten Funktionen schlummern aber eher im Verborgenen. Wer sie kennt, kann verborgene Daten auslesen, Speicherplatz sparen, ein und dieselbe Datei in mehreren Ordnern speichern und vieles mehr.

Von Hajo Schulz

Festplatten, SSDs und ähnliche Datenträger sind in erster Näherung eine große Ansammlung von Speicherplatz. Um handhabbar zu werden, ist dieser Platz in fortlaufend nummerierte, gleich große Häppchen unterteilt: die Sektoren. Ein Sektor fasst typischerweise 512 Bytes, auf modernen Datenträgern setzt sich auch eine Sektorgröße von 4096 Bytes zunehmend durch. Ein Sektor wird immer als Ganzes gelesen oder beschrieben.

Wenn ein Anwender etwa ein Foto auf der Platte speichert, will er sich allerdings nicht darum kümmern, in welchen

Sektoren es landet und dass diese Sektoren anschließend bis auf Weiteres als belegt gelten sollen. Er will das Bild unter einem bestimmten Namen in einem benannten Ordner wiederfinden. Die

Instanz, die zwischen diesen beiden Sichtweisen vermittelt, nennt sich Dateisystem und besteht aus zwei

Komponenten: zum einen aus dem Code, der die Verwaltung der Daten regelt, und zum anderen aus ebenfalls auf dem Datenträger gespeicherten Informationen zu Dateien, Ordnern, dem Zustand der einzelnen Sektoren und so weiter.



Das unter Windows mit weitem Abstand populärste und mittlerweile für den Systemdatenträger vorgeschriebene Dateisystem heißt NTFS. Die Abkürzung steht für New Technology File System; Microsofts Betriebssysteme beherrschen es seit Windows NT.

Außer normalen Dateien und Ordnern kennt NTFS einige Spezialitäten, die für Anwender wie Programme bei naiver Benutzung überraschende Effekte provozieren. Grund genug, sich diese Eigenheiten einmal genauer anzusehen.

Limits

Wie die meisten Dateisysteme verwaltet NTFS den Platz auf dem Datenträger in Clustern. Innerhalb eines Volumes sind alle Cluster gleich groß und können einen oder mehrere physische Sektoren umfassen. Unter NTFS dürfen Cluster 512 Byte bis 64 KByte groß sein. NTFS adressiert sie mit 64-Bit-Nummern, sodass ein NTFS-Laufwerk theoretisch $2^{64} \cdot 64 \text{ KByte} = 2^{80} \text{ Byte}$ groß sein kann, das sind rund $1,2 \cdot 10^{24} \text{ Byte}$. Die Windows-Implementierung beschränkt die Größe aber auf 2^{32} Cluster, was bei einer Cluster-Größe von 64 KByte 2^{48} oder rund $2,8 \cdot 10^{14} \text{ Bytes}$ entspricht, also 256 TByte. Ein NTFS-Laufwerk kann maximal 2^{32} Dateien speichern; eine einzelne Datei kann theoretisch bis zu 16 Exabyte groß werden, Windows beschränkt die maximale Dateigröße aber auf 16 TByte.

Die zentrale Verwaltungsstruktur von NTFS-Dateisystemen heißt Master File Table (MFT). Sie besitzt für jede Datei und jeden Ordner einen Eintrag, der alle Informationen zu diesem Objekt enthält – im Jargon der NTFS-Entwickler ihre Attribute. Dazu gehören unter anderem der Name, eine Liste der von diesem Objekt verwendeten Clusternummern sowie Erstell-, Zugriffs- und Änderungsdatum. Außerdem verwaltet NTFS für jedes Dateisystemobjekt Zugriffsrechte: Access Con-

trol Lists (ACLs) spezifizieren haarklein, unter welchen Benutzerkonten Anwender und Prozesse lesend und schreibend auf die jeweilige Datei oder den Ordner zugreifen dürfen. Zu jedem Attribut gehört ein sogenannter Stream, also eine Folge von Bytes, in denen die jeweiligen Informationen stecken.

Alternate Data Streams

Auch der eigentliche Inhalt einer Datei gehört zu diesen Attributen. Außerdem ist es möglich, einer Datei neue Streams mit beliebigem Namen und beliebigem Inhalt hinzuzufügen.

So können sich hinter einer Datei nicht nur die offensichtlichen Daten verbergen, die man sieht, wenn man sie öffnet oder anzeigen lässt. Vielmehr kann eine Datei noch beliebige weitere sogenannte Alternate Data Streams (kurz ADS) enthalten. Prinzipiell ist der Zugriff darauf nicht schwierig: Der Name eines solchen Streams besteht aus dem Namen der Ausgangsdatei, einem Doppelpunkt und einem Bezeichner für den Stream, also beispielsweise `Test.zip:Zusatzdaten`. Der Versuch, in einen solchen Stream zu schreiben oder aus ihm zu lesen, scheitert allerdings in den weitaus meisten Windows-Anwendungen daran, dass sie den Namen für ungültig halten – ein Doppelpunkt mitten im Dateinamen wird kategorisch abgelehnt.

Von den Programmen aus dem Lieferumfang von Windows sind nur die Eingabeaufforderung und die PowerShell in der Lage, ADS zu verarbeiten, und dort schaffen das auch nur ausgewählte Befehle. In der Eingabeaufforderung etwa listet der Befehl `dir /r` die Dateien eines Ordners samt der dazugehörigen Alternate Streams auf. Wenn Sie das selbst ausprobieren wollen: Fündig werden Sie am ehesten in Ihrem Download-Ordner. Die gängigen Browser verpassen heruntergeladenen Dateien nämlich einen zusätzlichen Stream

namens `Zone.Identifier` und vermerken dort, aus welcher Sicherheitszone die Datei stammt. Diese Information wertet etwa der Explorer aus, wenn Sie die Datei doppelklicken, und warnt Sie vor Gefahren beim Ausführen unbekannter Dateien. Dass dir derartige ADS als `Zone.Identifier:$DATA` angezeigt, hat damit zu tun, dass es sich um einen Daten-Stream handelt; auch die normalen Daten einer Datei stecken eigentlich in einem Stream namens `$DATA`. Beim Zugriff auf den Stream können Sie das Anhängsel aber weglassen.

Auslesen können Sie den Inhalt von ADS in der Eingabeaufforderung mit dem Befehl `more`, also zum Beispiel:

```
more < Beispiel.zip:Zone.Identifier
```

Das Schreiben eines ADS gelingt mit `echo`:

```
echo "Test" > Beispiel.zip:MeinStream
```

In der PowerShell kann man sich die Streams einer Datei mit dem Befehl `Get-Item` und dessen Parameter `Streams` anzeigen lassen:

```
Get-Item Beispiel.zip -Streams *
```

Den Inhalt eines ADS bekommt man mit

```
Get-Content Beispiel.zip `
-Stream Zone.Identifier
```

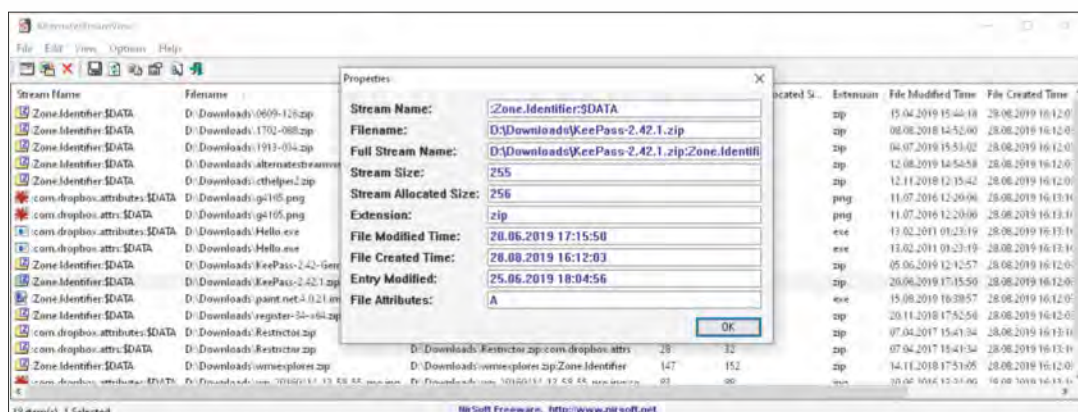
zu sehen. Anlegen kann man einen Stream mit dem Befehl `Set-Content`:

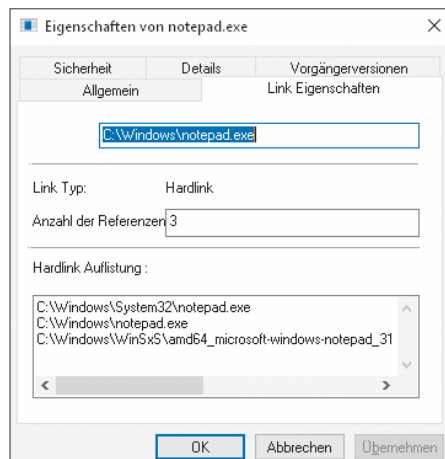
```
Set-Content Beispiel.zip `
-Stream MeinStream -Value 'Ein Test'
```

Auch das Cmdlet `Remove-Item` kennt den Parameter `Stream` und kann damit ADS löschen.

Weil Alternate Data Streams bei Malware-Attacken dazu verwendet werden können, Code und andere Informationen vor unbedarften Anwendern zu verstecken, haben sie einen schlechten Ruf. Das pure Vorhandensein von ADS sollten Sie allerdings keinesfalls als Zeichen missdeuten,

Mit Windows-Bordmitteln lassen sich Alternate Data Streams nur per Text-Shell erkunden. Eine grafische Ansicht bietet das Nirsoft-Tool `AlternateStreamView`.





Die Link Shell Extension bringt es an den Tag: Der Editor Notepad steckt gleich drei Mal im Windows-Verzeichnis. Platz belegt er aber nur einmal.

dass Ihr Rechner gehackt wurde. Einfach blind alle zu löschen, ist jedenfalls keine gute Idee – der Dropbox-Client legt hier beispielsweise Verwaltungsinformationen zu den synchronisierten Dateien ab.

Ein beliebtes Werkzeug zum Umgang mit ADS ist das Kommandozeilenprogramm `streams` aus der Sysinternals-Suite (Download aller im Artikel erwähnten Tools via ct.de/yb7g). Mit ihm lassen sich notfalls auch mal alle Streams von Dateien aus einem Ordner löschen. Wer es lieber grafisch mag, greift zu dem Nirsoft-Tool `AlternateStreamView`. Den Inhalt von Streams anzeigen kann das Programm nicht, aber es exportiert sie auf Wunsch in gewöhnliche Dateien und macht sie so für andere Anwendungen wie Viewer oder Editoren zugänglich.

ADS überleben das Umbenennen oder Verschieben der Hauptdatei, auch beim Kopieren per Explorer kommen sie mit, sofern das Ziel wieder ein NTFS-Laufwerk ist. Im Eigenschaften-Dialog des Explorers umfasst die „Größe“ einer Datei deren ADS nicht, wohl aber ihre „Größe auf Datenträger“.

Hardlinks

Ein und dieselbe Datei kann auf NTFS-Laufwerken unter mehreren Namen und sogar in mehreren Ordnern ansprechbar sein, ohne mehrfach Platz zu belegen. Möglich machen das verschiedenartige Links, die unterschiedlich funktionieren und jeweils andere Vor- und Nachteile haben.

Zu ihnen gehören die sogenannten Hardlinks. Sie stehen nur für Dateien zur Verfügung (nicht für Ordner) und müssen

sich immer auf Dateien auf demselben Volume beziehen. Technisch funktionieren sie so, dass zu einer bestehenden Datei einfach ein neuer Verzeichniseintrag erzeugt wird. Dazu muss man wissen, dass die internen Strukturen des Dateisystems für jede Datei eine Volume-weit eindeutige sogenannte File Record Number verwalten. Ein Verzeichniseintrag zu einer Datei verweist auf diese Nummer. Ein Hardlink ist nichts anderes als ein weiterer Verzeichniseintrag, der dieselbe File Record Nummer enthält. Damit ist er für normale Anwendungen – darunter auch den Explorer – nicht von einer normalen Datei zu unterscheiden, die zufällig denselben Inhalt wie die erste hat. Da bei einem Hardlink hinter mehreren Verzeichniseinträgen ein und dieselbe Datei steckt, haben auch alle dieselben Zugriffsrechte und dieselben Einträge beim Erstelldatum und dem Datum der letzten Änderung.

Damit Hardlinks funktionieren, verwaltet NTFS zu jeder Datei einen Referenzzähler, der sich merkt, unter wie vielen Namen eine Datei zu erreichen ist. Löscht man eine Datei, wird zunächst nur ihr Verzeichniseintrag entfernt und der Zähler um eins vermindert; erst wenn er null erreicht, wird die eigentliche Datei gelöscht und der von ihr belegte Platz freigegeben. Bei hart verlinkten Dateien ist es also egal, in welcher Reihenfolge man die Verzeichniseinträge löscht: Ein Hardlink kann nie ins Leere zeigen.

Mit Bordmitteln kann man Hardlinks in der Eingabeaufforderung mit dem Befehl `mklink` und dessen Option `/H` herstellen:

```
mklink /h link.dat existing.dat
```

erzeugt einen Verzeichniseintrag namens `link.dat`, hinter dem die bestehende Datei `existing.dat` steckt. Dasselbe tut das Kommandozeilenprogramm `fsutil`, wenn man es mit dem Befehl `hardlink create` aufruft:

```
fsutil hardlink create link.dat
existing.dat
```

Dieser Aufruf funktioniert auch in der PowerShell, die für den Zweck aber auch eine eigene Syntax kennt:

```
New-Item -ItemType HardLink
-Name link.dat -Value existing.dat
```

Um in Erfahrung zu bringen, welche Hardlinks auf dieselbe Datei verweisen wie eine gegebene, kommt wieder das Programm `fsutil` zum Einsatz:

```
fsutil hardlink list link.dat
```

Wer mit den Text-Shells fremdelt, kann sich die „Link Shell Extension“ des österreichischen Software-Autors Hermann Schinagl installieren (Download via ct.de/yb7g): Die erweitert den Explorer um Befehle, mit denen sich Hardlinks (und auch symbolische Verknüpfungen sowie Junctions – siehe weiter unten) anlegen lassen. Außerdem ergänzt sie den Eigenschaften-Dialog von Dateien und Ordnern um eine Seite mit Informationen zu allen möglichen Link-Formen. Vom selben Autor stammt übrigens auch das Kommandozeilenprogramm `ln`, das eine Unmenge an Optionen zum Umgang mit NTFS-Links aller Art kennt.

Zu gebrauchen sind Hardlinks eigentlich nur für Dateien, die sich selten oder nie ändern. Für Dokumente, die Sie selbst gelegentlich bearbeiten, sollten Sie sie nicht verwenden, denn da lauert eine Falle: Ob eine Hardlink-Verbindung zwischen Dateien eine Bearbeitung überlebt, ist Glückssache und hängt davon ab, wie das dabei verwendete Programm mit Dateien umgeht. Schreibt es Änderungen direkt in die geöffnete Datei, ist alles in Ordnung. Viele Programme gehen beim Speichern aber auf Nummer Sicher, indem sie Änderungen zunächst in einer neuen Datei speichern und abwarten, ob dabei alles gut geht. Erst danach löschen sie die alte Version und benennen die neue Datei mit dem alten Namen um. Beim Speichern entsteht also eine neue Datei mit einer neuen File Record Nummer; unter den anderen, bis jetzt hart verlinkten Dateinamen existiert dann immer noch die alte, unveränderte Datei.

Microsoft nutzt Hardlinks intensiv bei der Installation von Windows: Praktisch alle Systemdateien landen zunächst in kryptisch benannten Unterordnern von `\Windows\WinSxS`. Von dort werden Sie per Hardlinks auf die eigentlichen Systemordner wie `\Windows` oder `\Windows\System32` verteilt. Dasselbe passiert auch, wenn Sie nachträglich ein optionales Windows-Feature aktivieren. Für naive Programme wie den Windows Explorer sieht es dadurch so aus, als existiere jede Systemdatei zweimal, was bei der Berechnung der Größe des Windows-Ordners zu einem viel zu großen Ergebnis führt. Als Daumenwert können Sie von der berechneten Größe des Windows-Verzeichnisses die des Ordners `WinSxS` abziehen, um auf den wahren Platzbedarf des Systems zu kommen. Wer es noch genauer wissen will, besorgt sich das Programm „du“ aus

der Sysinternals Suite: Das zählt hart verlinkte Dateien jeweils nur einmal und gibt auf Wunsch auch ein Zwischenergebnis für jeden Unterordner aus.

Symbolische Links

Eine andere Möglichkeit, um Dateisystemobjekte unter mehr als einem Namen anzusprechen, liefern symbolische Verknüpfungen, auch Soft Links oder kurz Symlinks genannt. Symlinks können sowohl auf Dateien als auch auf Ordner verweisen. Das Ziel muss nicht auf demselben Volume liegen wie der Link und darf sogar auf einem Netzlaufwerk gespeichert sein.

Eine symbolische Verknüpfung enthält einfach in Textform die Adresse des Link-Ziels. Diese Pfad-Angabe kann wahlweise absolut oder relativ sein. Dateien und Ordner bekommen nichts davon mit, wenn ein Symlink auf sie verweist. Löscht man eine verlinkte Datei, bleibt der ungültig gewordene Link bestehen und zeigt ins Nichts.

Das Bearbeiten oder Ändern einer Datei über einen Symlink, der auf sie weist, birgt dieselben Gefahren wie bei Hardlinks: Je nachdem, wie die verwendete Anwendung dabei vorgeht, kann die Verbindung zu Bruch gehen und eine neue Datei entstehen. Das Überschreiben der Originaldatei ist aber ungefährlich.

Auch wenn sich die Funktion ähnelt, sollte man Soft Links nicht mit den Windows-Verknüpfungen verwechseln, wie sie etwa im Startmenü verwendet werden. Letztere sind eigenständige Dateien mit der Endung .lnk und werden von der Windows-Shell verarbeitet.

Im Windows Explorer sind symbolische Verknüpfungen an einem kleinen Pfeil im Datei- oder Ordnersymbol zu erkennen; bei Dateien steht außerdem in der Detailansicht in der Typ-Spalte „symlink“. Wohin der Link verweist, verrät der Eigenschaften-Dialog auf der Seite „Verknüpfung“.

In der Eingabeaufforderung erkennt man Soft Links in der Ausgabe des Be-

fehls `dir` am Eintrag „<SYMLINK>“ (bei Dateien) beziehungsweise „<SYMLINKD>“ (bei Ordnern) in der Ordner-Spalte. Das Ziel der Verknüpfung steht dann jeweils am Ende der Zeile. In der PowerShell markiert ein „l“ in der „Mode“-Spalte der `dir`-Ausgabe eine symbolische Verknüpfung. Das Ziel wird hier standardmäßig nicht mit ausgegeben, lässt sich aber in der Eigenschaft `Target` der Dateisystemobjekte nachschlagen.

Anlegen lassen sich Soft Links mit Bordmitteln nur in der Eingabeaufforderung oder der PowerShell. Die Syntax ähnelt der zum Erstellen von Hardlinks. In der Eingabeaufforderung lautet sie

```
mklink link.dat existing.dat
```

für Dateien und

```
mklink /d linkdir somefolder
```

für Ordner. Die PowerShell unterscheidet nicht zwischen Datei- und Ordner-Links; hier sieht der Befehl einheitlich so aus:

```
New-Item -ItemType SymbolicLink -Name link -Value existing
```

Unabhängig davon, auf welche Weise Sie eine symbolische Verknüpfung erstellen wollen, benötigen Sie dazu Administratorrechte. Unter Windows Pro und Enterprise können Sie das ändern: Starten Sie dazu mit der Eingabe `secpol.msc` in den Win+R-Dialog die „Lokale Sicherheitsrichtlinie“. Navigieren Sie in den Ordner „Sicherheitseinstellungen/Lokale Richtlinien/Zuweisen von Benutzerrechten“ und öffnen Sie den Eintrag „Erstellen symbolischer Verknüpfungen“. Hier können Sie der Liste der autorisierten Konten entweder einzelne Benutzer oder ganze Gruppen hinzufügen.

Abzweigungen

Technisch sind symbolische Verknüpfungen als sogenannte Reparse Points realisiert. Das bedeutet, dass eine Anwendung bei dem Versuch, auf dieses Dateisystemobjekt zuzugreifen, zunächst einen Fehler zurückgeliefert bekommt, dessen Bedeutung etwa lautet: „Die gewünschten Daten sind nicht hier, sondern woanders.“

Zu den Reparse Points gehören auch sogenannte Junctions. Von der Funktion her gleichen sie symbolischen Verknüpfungen, allerdings kann man damit keine Dateien verlinken, sondern nur Ordner und die auch nur innerhalb desselben Volume. Verglichen mit Symlinks gab es Junctions schon in älteren Windows-Versionen; abgesehen von der Kompatibilität bieten sie heute keine Vorteile gegenüber ihren Verwandten. Anlegen lassen sie sich mit `mklink`, indem man die Option `/j` verwendet, oder mit `New-Item` und dem Argument `-ItemType Junction`.

Dateikompression

Um Platz zu sparen, kann NTFS Dateien komprimieren. Das geschieht für Anwendungen völlig transparent: Das Betriebssystem kümmert sich automatisch darum, dass die Daten komprimiert werden, bevor sie auf dem Datenträger landen, und beim Laden stellt es die Originaldaten wieder her, bevor es sie an die Anwendung weiterreicht. Diese bekommt davon nichts mit, allerdings kann sich die Wartezeit beim Laden und Speichern vergrößern: Kompression und Dekompression kosten CPU-Zeit.

Wie viel Platz sich sparen lässt, hängt von der Art der Daten ab: In reinen Textdateien ist vergleichsweise viel Luft, bei Programmcode bringt die Kompression meist wenig und bei bereits komprimierten Daten gar nichts. Zur letzten Kategorie gehören sämtliche Archivformate wie .zip, .rar oder .7z, Installationspakete in den Formaten .cab und .msi sowie die neueren Dateiformate von Word, Excel, PowerPoint und deren Pendanten von OpenOffice/LibreOffice. Auch die meisten Medien- und Bildformate sind bereits komprimiert; zu den gut komprimierbaren Ausnahmen gehören .tif-, .bmp- und .wav-Dateien.

Welche Dateien das Dateisystem komprimieren soll, legt der Anwender fest: Im Explorer gibt es dazu im Eigenschaften-Dialog von Dateien und Ordnern auf der Seite „Allgemein“ die Schaltfläche „Erweitert“. Ein Klick öffnet einen weiteren Dialog, auf dem es unter anderem einen Schalter „Inhalt komprimieren, um Speicherplatz zu sparen“ gibt. Bei Ordnern wirkt er auf alle darin enthaltenen Dateien. Schaltet man die Kompression bei bestehenden Dateien ein, kann es je

nach Umfang und der Geschwindigkeit des Datenträgers eine Weile dauern, bis Windows sie komprimiert hat.

Um auf den ersten Blick zu sehen, welche Dateien komprimiert gespeichert sind, kann man den Explorer anweisen, sie farblich hervorzuheben. Dazu klickt man im Ribbon zunächst auf Ansicht, dann auf „Optionen/Ordner- und Suchoptionen ändern“. Auf dem erscheinenden Dialog wechselt man auf die Seite Ansicht und schaltet in der Liste der „Erweiterten Einstellungen“ die Option „Verschlüsselte oder komprimierte NTFS-Dateien in anderer Farbe anzeigen“ an. Fortan stellt der Explorer die Namen komprimierter Dateien und Ordner mit blauer Schrift dar.

Ob die Kompression tatsächlich Platz spart, kann man über die Eigenschaften komprimierter Dateien oder Ordner kontrollieren: Hier gibt die „Größe“ den Umfang der unkomprimierten Daten an und „Größe auf Datenträger“ den Platzbedarf nach der Kompression. Ob sich das Komprimieren bestimmter Dateien für Sie lohnt, müssen Sie selbst entscheiden; das Urteil hängt vor allem von der Platznot auf der Platte und der CPU-Power ab, die ja fürs Packen und Entpacken bei jedem Dateizugriff gebraucht wird.

Fans von Eingabeaufforderung und PowerShell können zum Steuern und Kontrollieren der NTFS-Kompression den Befehl `compact` verwenden. Dessen zahlreiche Optionen gibt `compact /?` preis.

Dünne Daten

Ein weiteres NTFS-Feature, mit dem sich Speicherplatz sparen lässt, sind die sogenannten Sparse Files, zu Deutsch etwa „dünn besetzte Dateien“. Als Benutzer hat man mit ihnen praktisch nichts zu tun, aber Entwickler können sie in ihren Anwendungen benutzen. Sie funktionieren folgendermaßen: Angenommen, ein Datenbankprogramm möchte eine Datei von 1 MByte Größe erstellen. In dieser Datei sind zunächst nur am Anfang einige Verwaltungsinformationen gespeichert, vielleicht irgendwo in der Mitte ein paar Daten und am Ende ein Index. Als herkömmliche Datei würde diese Datenbank von Anfang an das komplette Megabyte belegen. Kennzeichnet der Programmierer sie dagegen als Sparse File, fressen nur die Bereiche Platz, die tatsächlich Daten enthalten. Der Versuch, die dazwischen liegenden leeren Bereiche zu lesen, liefert einfach Nullen.

Der Explorer hebt Sparse Files nicht hervor. Erkennen lassen sie sich allenfalls

```
Administrator: Eingabeaufforderung

C:\Windows\System32>du -u c:\Windows

DU v1.61 - Directory disk usage reporter
Copyright (C) 2005-2016 Mark Russinovich
Sysinternals - www.sysinternals.com

Files:      149565
Directories: 39415
Size:      35,435,689,200 bytes
Size on disk: 35,216,027,648 bytes

C:\Windows\System32>du c:\Windows

DU v1.61 - Directory disk usage reporter
Copyright (C) 2005-2016 Mark Russinovich
Sysinternals - www.sysinternals.com

Files:      116558
Directories: 39415
Size:      29,024,560,562 bytes
Size on disk: 28,726,452,224 bytes

C:\Windows\System32>
```

Hardlinks verfälschen die Größenberechnung des Windows-Ordnern massiv: In Wahrheit belegt er auf diesem System über 6 GByte weniger, als bei naiver Zählung herauskommt.



daran, dass die „Größe auf Datenträger“ deutlich unter der „Größe“ liegt, obwohl die Datei nicht komprimiert ist. In Eingabeaufforderung und PowerShell lässt sich mit dem Befehl

```
fsutil sparse queryflag datei.dat
```

überprüfen, ob es sich bei einer bestimmten Datei um ein Sparse File handelt.

Komprimierte Dateien, aber vor allem auch Sparse Files können bei Backups für Probleme sorgen: Ist das Ziel kein NTFS-Laufwerk oder kennt die Backup-Software diese Spezialitäten nicht, so bläst sie die Dateien auf ihre volle Größe auf. Dadurch kann der Platzbedarf für die Sicherung den für die Originaldaten deutlich übersteigen.

Verschlüsselung

NTFS sorgt mit seiner Rechteverwaltung dafür, dass nicht jeder Benutzer jede Datei lesen oder gar ändern darf. Für wirklich vertrauliche Daten reicht dieser Schutz aber nicht aus: Ein vom USB-Stick gestartetes Zweit-Windows oder das Verfrachten des Datenträgers in einen Linux-Rechner kann die Einschränkungen komplett umgehen. Wirklich geheim bleiben Dateien nur, wenn sie verschlüsselt sind.

Zu diesem Zweck enthält NTFS ein Feature namens Encrypted File System (EFS). Damit lassen sich Dateien transparent verschlüsseln, das heißt, im normalen Betrieb bekommen weder der Anwender noch seine Programme etwas von der Verschlüsselung mit. Den verwendeten Schlüssel bewahrt Windows im benutzer-eigenen Zertifikatsspeicher auf und sichert ihn seinerseits mit dem zur Benutzeranmeldung verwendeten Kennwort ab. So kann niemand, der dieses Kennwort

Dateien, die mit der NTFS-Funktion EFS verschlüsselt wurden, sind endgültig verloren, wenn das Benutzerkonto unbenutzbar wird. Davor schützt der Export des verwendeten Schlüssels.

nicht kennt, der Inhalt der verschlüsselten Dateien lesen.

In Windows Home fehlt EFS. In den anderen Windows-Editionen aktiviert man es für einzelne Dateien oder gesamte Ordner mit denselben Bedienschritten wie oben bei der Dateikompression beschrieben, nur dass der Schalter in den erweiterten Ordner- oder Dateiattributen „Inhalt verschlüsseln, um Daten zu schützen“ heißt. Die farbige Hervorhebung lässt verschlüsselte Dateien in Grün erscheinen.

Bei der ersten Benutzung der EFS-Verschlüsselung rät Windows, den dazu verwendeten privaten Schlüssel auf einen externen Datenträger zu exportieren und sicher zu verwahren. Diesen Rat sollten Sie unbedingt befolgen! Anderenfalls sind die verschlüsselten Daten unwiederbringlich verloren, falls ein technischer Defekt oder ein vergessenes Kennwort Sie daran hindert, sich an dieses Konto anzumelden. Auch das Zurücksetzen des Benutzerkennworts von außen, etwa mit dem Programm ntpwedit aus dem c't-Notfall-Windows, verhindert den Zugriff auf die verschlüsselten Daten endgültig.

Nicht verwechseln sollte man das EFS mit Bitlocker: Ersteres verschlüsselt benutzerspezifisch, nutzt also unter jedem Konto einen anderen Schlüssel. Bitlocker schützt dagegen den kompletten Datenträger davor, ohne passendes Kennwort gelesen zu werden. Wenn es vor allem darum geht, Daten auf einem mobilen Rechner vor ungewolltem Zugriff zu schützen, falls der mal verloren geht, ist Bitlocker die bessere Wahl: Einmal eingerichtet kann man schlicht nicht mehr vergessen, Dateien beim Speichern zu verschlüsseln. Es spricht aber auch nichts dagegen, auf einem Bitlocker-geschützten Laufwerk zusätzlich EFS zu verwenden.

Kontingente

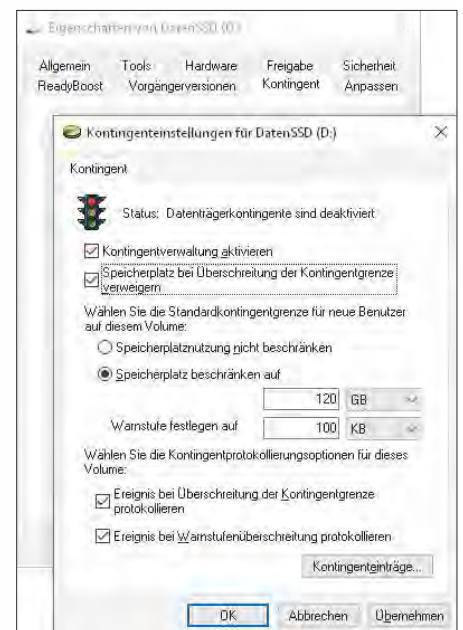
Vor allem auf Servern, aber auch in Umgebungen, wo sich mehrere Anwender einen PC teilen, kann es sinnvoll sein, den Platz zu beschränken, den ein Benutzer auf der Festplatte mit seinen Dateien belegen darf. Dazu verwaltet NTFS auf Wunsch benutzerspezifische Kontingente, auf Englisch Quotas.

Dieses Feature ist standardmäßig ausgeschaltet. Aktivieren lässt es sich für jedes NTFS-Laufwerk in dessen Eigenschaften im Explorer, und zwar mit einem Klick auf die Schaltfläche „Kontingenteinstellungen anzeigen“ auf der Seite „Kontingent“. Pro Benutzer kann man anschließend festlegen, ab welchem belegten Speicherplatz das System einen Eintrag in die Ereignisanzeige schreiben soll und ab welchem Platzverbrauch es das Schreiben weiterer Dateien mit der Fehlermeldung „Datenträger voll“ ablehnen soll. Welche Daten einem Benutzer gehören, wird durch den Eigentümer in den Sicherheitseigenschaften (ACL) der Dateien bestimmt, nicht etwa dadurch, dass sie in seinem Benutzerprofil liegen.

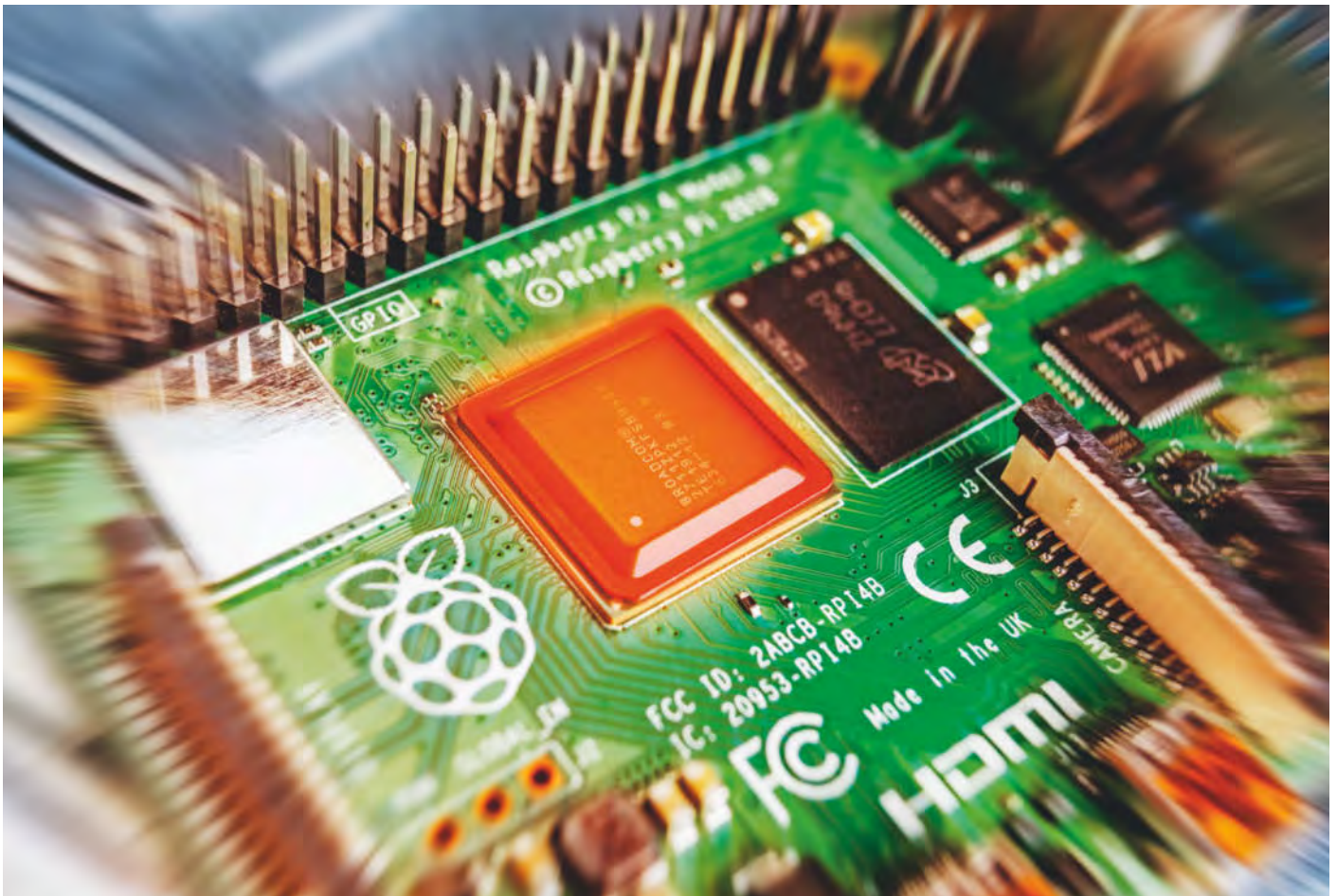
Für Tastatur-Fans und für den Einsatz in (Batch-)Skripten kennt das Programm fsutil den Unterbefehl quota. Weitere Details verrät fsutil quota /?.

(hos@ct.de) **ct**

Alle Tools zum Download: ct.de/yb7g



In Windows lässt sich der für einen Benutzer verfügbare Plattenplatz beschränken. Über die Einhaltung der Kontingente wacht das NTFS.



Raspi-Kernschau

Das Prozessor-Innenleben des Raspberry Pi 4 im Detail

Der Raspberry Pi 4 ist nicht nur schneller als seine Vorgänger, sondern hat auch viel mehr und schnellere Schnittstellen. Dazu wurde sein Prozessor stark überarbeitet – und es gab noch etliche weitere Veränderungen.

Von Dr. Maik Merten

Der Einplatinencomputer Raspberry Pi ist begehrt, weil er flexibel nutzbar ist, ein passendes Linux mitbringt und sich zahllose Projekte damit umsetzen lassen. Vor allem aber kostet er bloß 40 Euro. Um trotz gleichem Preis jeder neuen Raspi-Generation mehr Funktionen und Performance zu verleihen, legt sich die Raspberry Pi Foundation mit dem Master-

mind Eben Upton sehr ins Zeug. Raspi-Herzstück ist jeweils ein hoch integrierter Kombiprozessor von Broadcom, ein sogenanntes System-on-Chip (SoC). Die jüngste Version BCM2711 bringt überraschend viele Verbesserungen im Vergleich zu seinen Vorgängern – wir schauen auf seinen Aufbau und erläutern viele Details.

Der Ur-Raspi kam 2012 mit dem BCM2835, den Broadcom vor allem für Settop-Boxen entwickelt hatte – also für Kabel- und Satelliten-TV-Tuner oder auch für Streaming-Player. Wichtiger als der schon damals etwas angestaubte ARM-Prozessorkern vom Typ ARM1176JZF-S mit nur 700 MHz war der Grafik- beziehungsweise Videoteil. Der entstammt beim BCM2835 und seinen Nachfolgern Broadcoms hauseigener VideoCore-Fami-

lie, die Eben Upton maßgeblich mitentwickelt. Dank HDMI-Buchse ließ sich schon der erste Raspi problemlos an viele Monitore und TV-Geräte anschließen und grafisch bedienen. Außerdem brachte er Hardware-Decoder für die flüssige Wiedergabe passend kodierter Videos mit, weshalb viele Bastler ihn fürs Streaming nutzten – etwa mit der Multimedia-Software Kodi beziehungsweise LibreElec.

Weil die Verarbeitung von Grafikdaten Hauptzweck des BCM2835 war und vergleichsweise hohe Speichertfertraten erfordert, steckt der Speicher-Controller, der das DRAM anbindet, auch gleich im VideoCore. Das ist ein wichtiger Unterschied zu typischen Smartphone-SoCs: Dort ist der Speicher-Controller enger an die CPU-Kerne gekoppelt. Bis zum BCM2837 konnte der Speicher-Controller



maximal 1 GByte Low-Power-(LP-)DDR2-SDRAM ansteuern. Der BCM2711 des Raspi 4 hat einen komplett neuen Speicher-Controller für fest verlötete LPDDR4-SDRAM-Chips, wie sie etwa auch in aktuellen Smartphones stecken. Er steuert derzeit je nach Raspi-4-Version 1, 2 oder 4 GByte RAM an.

Bessere Kerne

Bei den SoCs für Raspi 2 (BCM2836, ARM Cortex-A7) und Raspi 3 (BCM2837, Cortex-A53) hat Broadcom jeweils vor allem die CPU-Kerne verbessert. Schon der Cortex-A53 ist 64-Bit-tauglich, was das wichtigste Raspi-Betriebssystem Raspbian aber bisher nicht nutzt – es arbeitet weiter 32-bittig. Man kann zwar auch 64-Bit-Linux installieren, doch davon erwartet die Raspberry Pi Foundation keine großen Vorteile. Sie setzt vor allem auf Kompatibilität, ältere Projekte sollen ohne große Änderungen auch auf neuen Raspis laufen. Das ist auch ein wichtiges Argument für die gewerblichen Raspi-Käufer, die den Raspi Zero oder eine der CM-Versionen in ihren Geräten einsetzen. Denn eine kleine Steuerbox für eine Industriemaschine oder eine Smart-Home-Zentrale muss jahrelang repariert werden können.

Der BCM2711 hat weiterhin vier CPU-Kerne, aber vom Typ Cortex-A72. Diese sind mindestens eine Gewichtsklasse höher einzustufen als die Cortex-A53. Ein A53 kann zwar zwei Befehle pro Takt dekodieren und an seine Ausführungseinheiten weiterreichen (Dispatch). Seine In-Order-Architektur führt jedoch Befehle nur fest in der Programmreihenfolge aus. Deshalb kann sie Wartezeiten, die beispielsweise beim Zugriff auf RAM auftreten, nicht durch die Ausführung anderer Instruktionen überbrücken. Folglich schafft ein A53 nur in günstigen Fällen tatsächlich auch zwei Befehle pro Takt. Die In-Order-Technik ist aber potenziell sparsamer als die leistungsfähige Out-of-Order-Technik, die Befehle umsortiert, wenn das Vorteile verspricht.

Letzteres kann der Cortex-A72. Sein Decoder liefert überdies bis zu drei Befehle pro Takt und fasst im Idealfall mehrere Befehle zusammen (Instruction Fusing), womit sich die Zahl dekodierter Befehle effektiv erhöht. Beim Dispatching kann er diese Befehle wieder aufteilen und pro Takt bis zu fünf auf die Ausführungseinheiten verteilen. Im Vergleich zum A53 ist ein A72 somit deutlich „breiter“ und kann das auch besser ausreizen. Wie gut diese

Vorteile zum Tragen kommen, hängt aber auch vom jeweils tatsächlich verarbeiteten Code ab. Grob geschätzt sollte ein A72 pro Taktschritt rund 50 Prozent schneller sein als ein A53. Dazu kommt noch schnelles RAM und ein verbesserter und größerer Cache für die CPU-Kerne (der VideoCore hat weiterhin eigenen Cache).

Außerdem takten die A72-Kerne des BCM2711 mit bis zu 1,5 GHz etwas höher als die A53-Kerne im BCM2837 (1,4 GHz). Dass sie dabei nicht viel mehr Strom schlucken und sogar später drosseln, liegt unter anderem daran, dass Broadcom den BCM2711 mit 28-Nanometer-Technik fertigen lässt, während der Vorgänger 40-nm-Strukturen hat. Apropos Drosselung: Eine eingebaute Temperaturüberwachung schützt den BCM2711 vor dem Hitzetod und senkt die Taktfrequenz, wenn der Chip zu heiß wird. Diese Drosselung kann Anwendungen, die die Rechenwerke über längere Zeit hoch belasten, nach einigen Dutzend Sekunden deutlich spürbar bremsen. Gegensteuern kann man mit Kühlern.

Mit dem A72 holt sich der Raspberry Pi eine Anfälligkeit für manche Spectre-Sicherheitslücken ins Haus, von denen der A53 nicht betroffen ist. Diese Lücken bügeln Kernel-Workarounds jedoch wieder weitgehend aus, ohne nennenswert Performance aufzureiben.

Video Core VI

Auch der BCM2711 nutzt weiter VideoCore-Technik: die 3D- und 2D-GPU, die Display-Engine sowie De- und Encoder für Videos (MPEG-4/H.264, HEVC/H.265). Das liegt nicht nur an den engen Beziehungen der Raspberry Pi Foundation zu Broadcom – Eben Upton steht dort weiter in Diensten –, sondern auch an der Dokumentation des VideoCore. Letztere ermög-

licht die Entwicklung quelloffener Treiber, insbesondere für die 3D-Einheit. Sowohl für den alten VideoCore IV (VC4), der bis zum Raspberry Pi 3+ eingesetzt wurde, wie auch für den neueren VideoCore VI (VC6) im BCM2711 gibt es längst quelloffene Treiber in der Mesa-Treibersammlung. Das ist ein gewaltiger Vorteil im Vergleich zu anderen Grafikernen, die man aus Smartphones kennt wie ARM Mali und Imagination PowerVR: Sie sind nicht so offen, weshalb quelloffene Treiber dafür mühselig per Reverse-Engineering entwickelt werden und viel weniger reifen konnten.

Der VC6 im BCM2711 mischt neue und alte Komponenten. Neu ist die 3D-Einheit der sechsten VC-Generation, die mit OpenGL ES 3.0 kompatibel und grob geschätzt etwa viermal schneller ist als die alte OpenGL-ES-2.0-GPU. Der 3D-Teil hat eine eigene MMU, bei der sich festlegen lässt, auf welche Speicherbereiche sie zugreifen kann. Diese MMU fehlte im VC4, was die Validierung von 3D-Shaderprogrammen zu einer aufregenden Aufgabe machte, damit böswillige 3D-Anwendungen, etwa im Browser per WebGL ausgeführt, nicht den gesamten Speicher nach Belieben durchwühlen konnten.

Apropos Speicher: Weiter beim VideoCore angesiedelt ist der Speicher-Controller. Gegenüber dem BCM2837 hat sich die Transferrate in etwa verdoppelt, was sowohl der Grafikeinheit als auch der CPU zugute kommt. Der Speicher-Controller kann grundsätzlich bis zu 16 GByte (2³⁴ Bit) ansprechen. Derzeit gibt es laut Upton aber noch keinen Chip mit 8 GByte – geschweige denn 16 GByte –, der zum Layout des Raspberry Pi 4 passt.

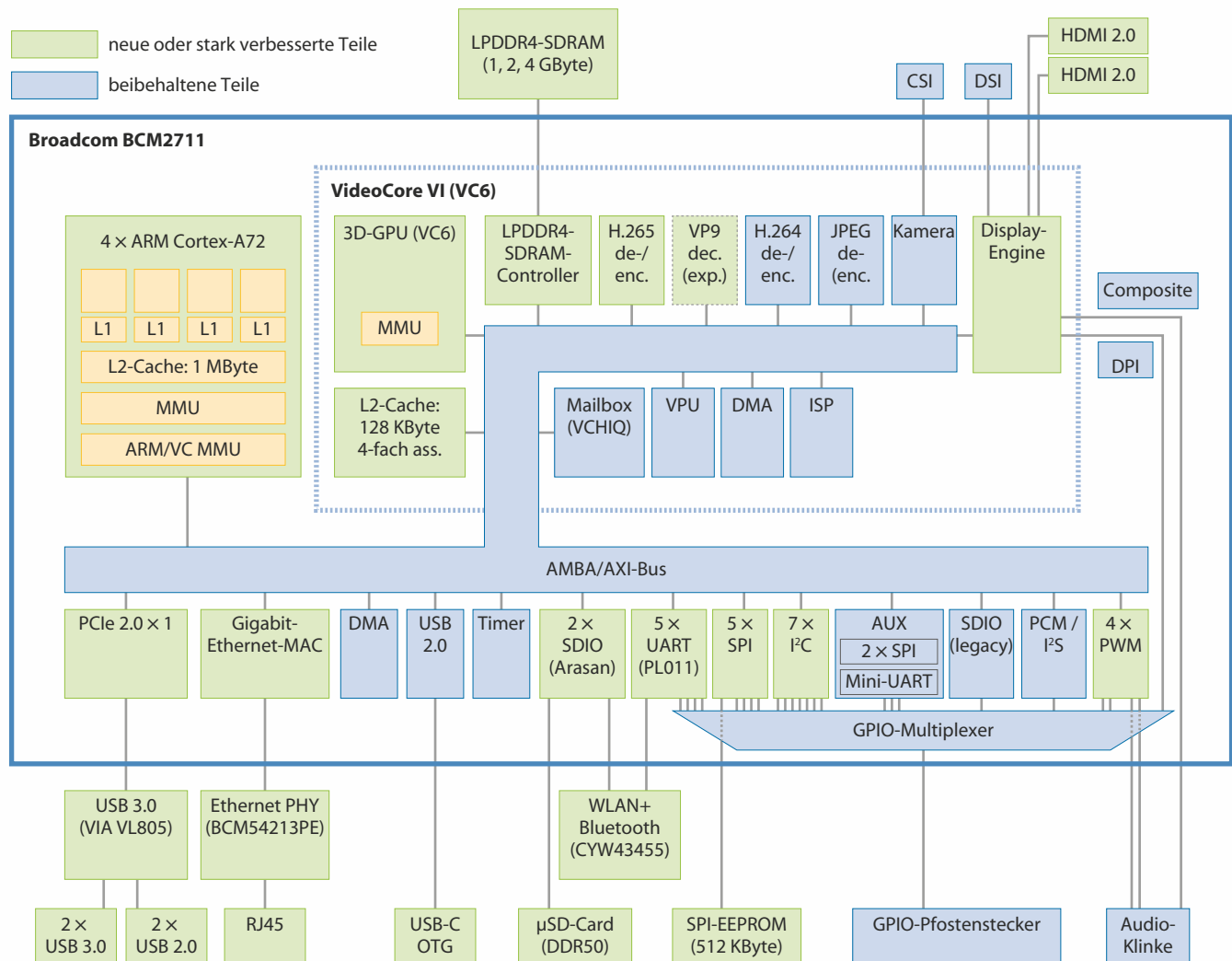
Neu ist auch die Videoskalierungseinheit (Display Engine), die der fünften VC-



Die Platine des Raspberry Pi 4 hat wie seine Vorgänger die Fläche einer Kreditkarte. Trotz insgesamt sechs Kupferlagen ist der Platz für die vielen Leiterbahnen knapp.

Herz des Raspberry Pi 4: Broadcom BCM2711

Das System-on-Chip (SoC) BCM2711 vereint nicht nur vier CPU-Kerne mit einer GPU, sondern enthält auch Controller für viele Schnittstellen.



Generation entliehen ist und gleich zwei HDMI-Buchsen ansteuert sowie das Display Serial Interface (DSI), das optional via GPIO nutzbare Display Parallel Interface (DPI) und den in der Audio-Klinkenbuchse versteckten FBAS-(Composite-)Ausgang für Röhrenfernseher. Um Platz zu sparen, haben die HDMI-Buchsen Micro-HDMI-Format; über billige Adapter oder Adapterkabel lassen sich Monitore mit normal großen HDMI-Eingängen versorgen.

Die HDMI-2.0-Ausgänge können mit 4K-Inhalten umgehen, die der neue H.265-Decoder liefert. Sie übertragen 60 Bilder pro Sekunde und eine Farbtiefe von 10 Bit, im Prinzip also auch Videos mit erhöhtem Dynamikumfang (HDR). HDR-Videos werden sich jedoch laut den LibreELEC-Entwicklern erst mit dem Linux-Kernel 5.2

abspielen lassen. Eine Hardware-Einheit, die Teile des Bitstreams von VP9-Videos dekodieren kann, ist ebenfalls an Bord. Laut Eben Upton hat sie jedoch eher experimentellen Charakter.

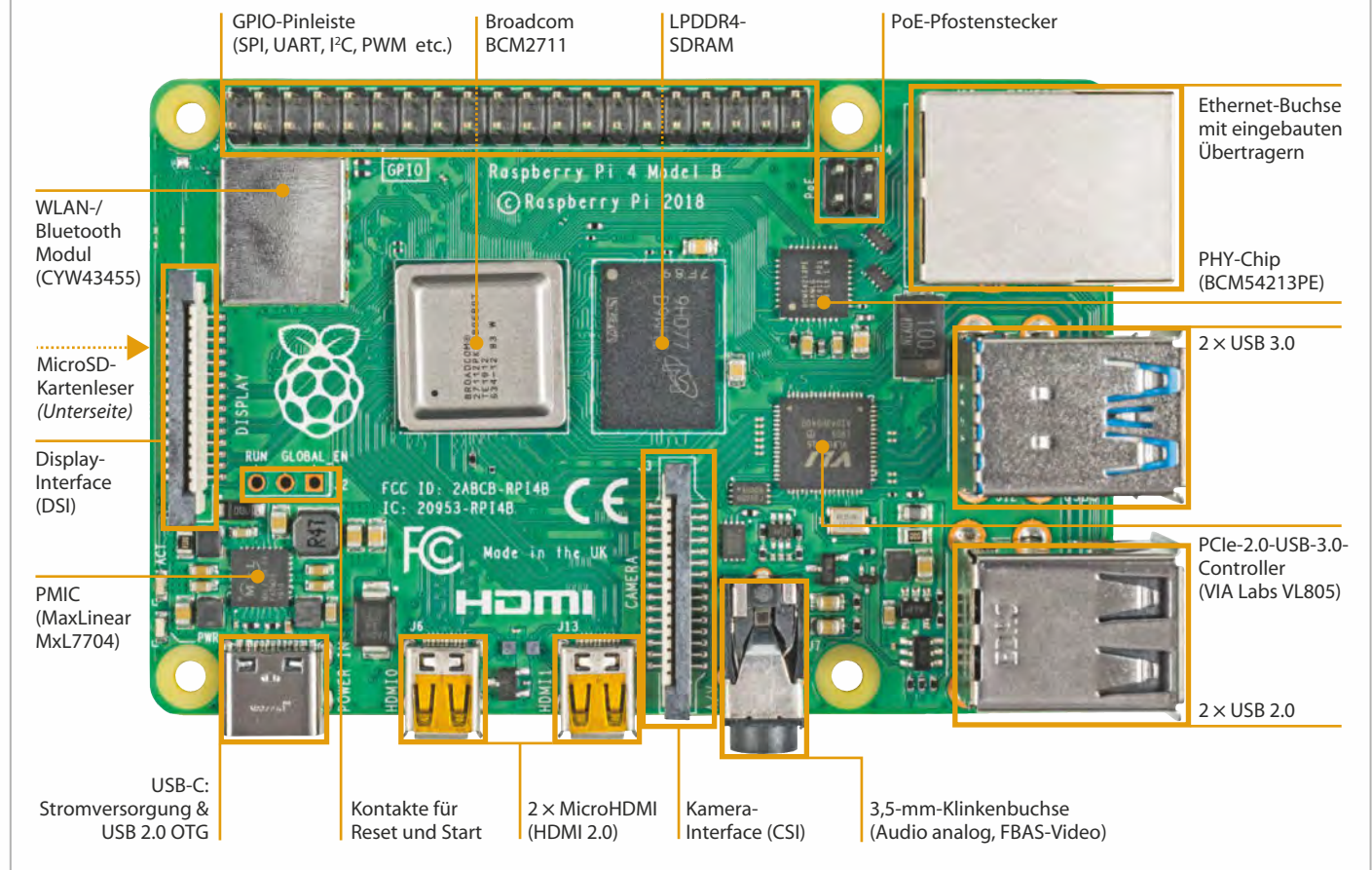
Keine Änderungen gibt es in Sachen H.264 – Decoding weiterhin mit 1080p60, Encoding mit 1080p30. Das bedeutet, dass sich 4K-Videos im H.264-Format nicht ruckelfrei abspielen lassen – 4K klappt nur mit H.265. Unverändert blieben etwa auch die De- und Encoder für JPEG, die Image Sensor Pipeline (ISP) und die Vector Processing Unit (VPU). Die ISP verarbeitet in erster Linie Daten der per Camera Serial Interface (CSI) angeschlossenen Kamera. Die VPU ist ein RISC-artiger Prozessorkern im VideoCore, der Code unabhängig vom Restsystem ausführt –

dazu gleich mehr. Unveränderte Hardware-Einheiten wie die VPU können übrigens weiterhin nur 1 GByte Speicher ansprechen. Daraus ergeben sich aber keine praktisch relevanten Nachteile.

Dass man im VideoCore einige alte Bekannte trifft, verspricht eine hohe Kompatibilität zu Programmen, die direkt mit der VideoCore-Hardware interagieren. Von ein wenig Hardware muss man sich aber verabschieden: Die Video-Decoder für MPEG-2 und VC-1 haben den Sprung in den neuen BCM2711 nicht geschafft. Diese Decoder waren bisher aus Patentlitzengründen standardmäßig abgeschaltet und nur mit einem gerätespezifischen Freischaltsschlüssel nutzbar. Die mittlerweile viel leistungsfähigeren ARM-Prozessorkerne dekodieren jedoch problemlos

Die Komponenten des Raspberry Pi 4 Model B

Der Platz auf der Platine des Raspberry Pi 4 ist knapp: Die Entwickler mussten im Vergleich zum Vorgänger etwa Anschlussbuchsen umsetzen und verkleinern, um alle Komponenten unterzubringen.



MPEG-2- und VC-1-Videos mit Software, sodass sich der Trennungsschmerz in Grenzen hält.

Mehr Durchsatz

Ein wesentlicher Nachteil älterer Raspis ist, dass sowohl der Ethernet-Controller als auch sämtliche USB-Ports lediglich über eine einzige USB-2.0-Verbindung angebunden sind. Das wurde spätestens mit dem Raspberry Pi 3+ zu einem Flaschenhals, da es seine Gigabit-Ethernet-Schnittstelle auf ein Drittel ihrer eigentlichen Leistungsfähigkeit beschränkt: nur rund 30 statt rund 100 MByte/s. Die Raspi-4-Vorgänger waren daher für den Einsatz als Server oder Netzwerkspeicher (NAS) denkbar ungeeignet.

Das neue SoC löst dieses Problem auf zweierlei Weise: Zum einen ist ein Gigabit-Ethernet-(GE-)Controller integriert inklusive eines Media Access Controller (MAC), der über das Reduced Gigabit Media Independent Interface (RGMII) mit dem „PHY“-Chip Broadcom

BCM54213PE verbunden ist, an dem wiederum die RJ45-Buchse hängt. Sie schafft volle GE-Geschwindigkeit.

Zum anderen steckt im SoC ein PCI-Express-Controller, der eine PCIe-2.0-Lane mit bis zu 500 MByte/s bereitstellt. Daran hängt der USB-3.0-Controller VIA Labs VL805, von dessen vier Ports aber nur zwei auch als USB 3.0 herausgeführt sind. Von den beiden anderen nutzt der Raspi 4 nur den USB-2.0-Teil, weil die für Superspeed-USB zusätzlichen notwendigen Leitungen nicht mehr auf die Platine passen.

Der alte USB-2.0-Controller ist immer noch vorhanden: Damit lässt sich die in erster Linie zur Energieversorgung gedachte USB-C-Buchse auch für „Upstream“-Datenübertragung als USB-On-the-Go-Port (OTG) nutzen.

Auch die MicroSD-Fassung ist schneller angebunden, denn das SD-Interface beherrscht nun den Modus DDR50 mit bis zu 50 MByte/s. Dies war zwar theoretisch auch mit den alten SoCs möglich,

doch war die Spannung für die SD-Karte bisher fest auf 3,3 Volt eingestellt, womit maximal Übertragungsmodi bis 25 MByte pro Sekunde spezifiziert sind. Nun liefert der Pi auch die für DDR50 geforderten 1,8 Volt.

Boot noch einmal, VPU

Bei allen bisher auf Raspberry Pis eingesetzten SoCs werden beim Systemstart nicht zuerst die ARM-Kerne tätig, sondern die erwähnte VideoCore-VPU. Diese startet einen ersten Bootloader, dessen Code fest in einem internen ROM des SoCs eingebrannt ist. Er lädt den zweiten Bootloader (bootcode.bin) von der SD-Karte in den L2-Cache des VideoCore: Der Hauptspeicher ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht initialisiert, daher wird der L2-Cache kurzzeitig umgewidmet. Der zweite Bootloader initialisiert den Hauptspeicher, teilt diesen zwischen VideoCore- und ARM-Welt auf und lässt schlussendlich die ARM-Kerne loslaufen. Diese laden dann das eigentliche Betriebssystem und führen es aus.

Diese Bootsequenz wirkt unnötig kompliziert, funktioniert aber zuverlässig. Ab dem BCM2837 lernte der SoC-ROM-Bootloader sogar, den weiteren Bootcode von USB-Massenspeichern oder per Ethernet zu laden. Zunächst klappte der USB-Boot jedoch nicht von allen Speichersicks, beispielsweise wenn diese zu langsam reagierten. Da der Bootloader jedoch in einem ROM hinterlegt ist, sind Bugfixes erst mit neuen SoCs möglich: Der BCM2837B0 brachte einige Korrekturen.

Beim BCM2711 wurde die Bootsequenz verändert: Den Code, der traditionell in der Datei bootcode.bin enthalten war, lädt er nun aus einem SPI-Flash-Chip (SPI-EEPROM) mit 512 KByte Kapazität. Dies wurde unter anderem nötig, weil der Pi erst die PCIe- und USB-Controller initialisieren muss, bevor er auf USB-Massenspeicher zugreifen kann. Beim Marktstart des Raspberry Pi 4 sind USB- und Netzwerk-Boot noch nicht möglich, sollen aber später als SPI-EEPROM-Update kommen. Ein anderes Update bringt dem USB-Controller Stromsparfunktionen bei, die den ersten Firmware-Versionen fehlten. Dieses Active-State Power Management (ASPM) spart etwas Energie, sodass der BCM2711 kühler bleibt.

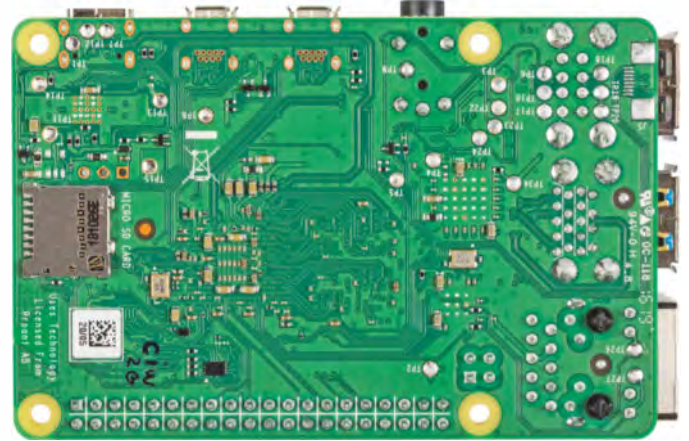
Nach dem Systemstart hat die VPU beim BCM2711 weniger Arbeit als früher: Damals führte sie den Treiber für die 3D-GPU als Closed-Source-Binärkode (BLOB) aus, dem Linux-Anwendungen über einen schlanken Software-Wrapper 3D-Befehle senden konnten. Die aktuellen Open-Source-Treiber laufen hingegen auf den ARM-Kernen; für den VC6 gibt es gar keinen VPU-Treiber mehr.

Mehr Peripherie

Freunde der Tautologie wussten es schon immer: Mehr ist mehr. Schon ältere Raspi-SoCs stellten zwar Schnittstellen wie SPI, I²C und UART zur Verfügung, doch nun gibt es viel mehr davon. Ein konfigurierbarer Multiplexer-Funktionsblock im BCM2711 schaltet wie bei seinen Vorgängern die jeweils gewünschten internen Ports auf bestimmte Pins der GPIO-Pinleiste. Mit den zusätzlichen Schnittstellen wächst auch die Anzahl möglicher „GPIO-Overlays“, die man über die Datei /boot/config.txt auswählt.

UART steht für Universal Asynchronous Receiver Transmitter und lässt sich etwa als serielle RS-232-Schnittstelle verwenden. Die bisherigen Raspi-SoCs hatten nur einen vollwertigen UART (ARM

Auf der Unterseite des Raspberry Pi sitzt weiterhin der MicroSD-Kartenleser; ansonsten gibt es hier nur einfachere Bauelemente, keine größeren ICs.



PrimeCell PL011) sowie einen abgespeckten „Mini-UART“. Die Raspi mit Bluetooth belegen den PL011-UART zum Anschluss des Bluetooth-Teils des kombinierten WLAN- und Bluetooth-Chips (der WLAN-Teil hängt an einem SDIO-Port). Deshalb ist auf der GPIO-Pinleiste nur der Mini-UART nutzbar. Der hat einen Haken: Seine Baudrate ist an die Taktrate des SoC gebunden, womit die serielle Kommunikation bei einem Wechsel der Taktrate abbricht. Wer also für Bastelprojekte einen UART benötigte, musste entweder Bluetooth deaktivieren oder die Taktrate festnageln. Mit vier PL011 stehen beim BCM2711 mehrere vollwertige UARTs bereit.

Die alten SoCs hatten nur zwei SDIO-Ports, die mit MicroSD-Karte und WLAN-Controller belegt waren – nun gibt es einen dritten, der sich auf die GPIO-Pinleiste schalten lässt. SPI und I²C sind gängige Schnittstellen für Sensoren und andere Chips. I²S überträgt Audiodaten per Puls-Code-Modulation (PCM). Zwei der vier Ausgänge für pulswidenmodulierte (PWM-)Signale liefern der Klinkenbuchse analoge Tonsignale.

Stromversorgung

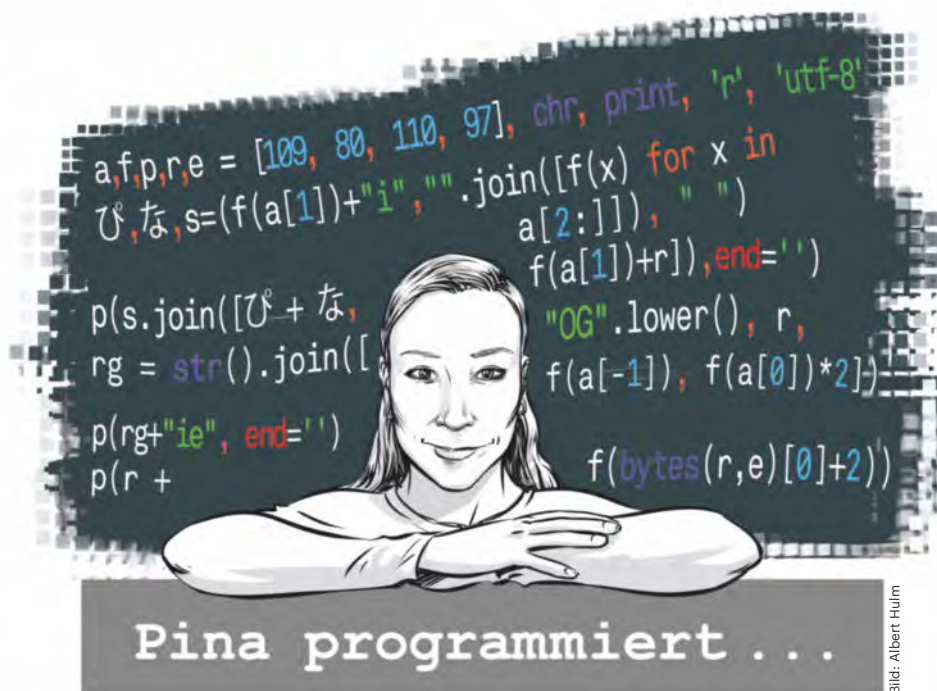
Der BCM2711 arbeitet nicht direkt mit den 5 Volt, die man per USB-C-Buchse oder per GPIO-Leiste einspeist. Vielmehr braucht er wie seine Vorgänger mehrere niedrigere Spannungen, wobei sich die für die ARM-Kerne je nach Taktfrequenz verändert, um Strom zu sparen. Ein sogenanntes Power Management IC (PMIC) steuert und regelt diese Spannungen.

Auch die Energieversorgung per Power-over-Ethernet (PoE) ist möglich, aber nur mit einer Zusatzplatine. Dafür hat der Raspi einen Pfostenstecker in der Nähe der Netzwerkbuchse, an dem die per LAN-

Kabel angelieferte Spannung anliegt. Die PoE-Zusatzplatine verwandelt diese in 5 Volt. In der Netzwerkbuchse sitzen sogenannte Übertrager, die man sich wie winzige Transformatoren vorstellen kann: Sie isolieren die Ethernet-Signale aus dem PHY-Chip galvanisch vom Netzkabel. Überspannungen im LAN könnten sonst den Raspi zerstören. Die PoE-tauglichen Übertrager lassen aber umgekehrt die Speisespannung aus dem Netzkabel durch.

Was auch dem Raspi 4 fehlt, ist ein Taster zum Ein- und Ausschalten. Ein Ausschalter lässt sich aber sehr leicht nachrüsten, indem man ihn an die GPIO-Leiste anschließt und eine kleine Änderung in der Datei /boot/config.txt vornimmt, Stichwort GPIO-Overlay. Das Einschalten ist schwieriger, weil der Raspi in der Werkeinstellung auch die GPIO-Logik weitgehend abschaltet. Das Problem lässt sich lösen, wenn man zwei Kontaktstifte oder Kabelenden auflötet, und zwar an das Lötauge mit der Bezeichnung GLOBAL_EN und an das direkt danebenliegende, das ein Massekontakt ist (neben dem Reset-Anschluss RUN). GLOBAL_EN steht für den „Global Enable“-Pin des PMIC MaxLinear MxL7704; verbindet man diesen Anschluss per Taster kurz mit Masse, schaltet der „schlafende“ MxL7704 die Spannungsversorgung des BCM2711 wieder ein, das System bootet. Achtung: Den Taster kann man nicht zum Herunterfahren verwenden, eine Betätigung im laufenden Betrieb würde wie ein plötzliches Entfernen des Netzteils wirken. Dabei können Daten verloren gehen und im dümmsten Fall wird das Dateisystem auf der MicroSD-Karte beschädigt, sodass der Raspi nicht mehr startet. (ciw@ct.de) **ct**

Blockschaltbild als SVG: ct.de/yskj



Druckreif programmiert

Mit der Python-Bibliothek fPDF Rezepte und andere Dokumente erzeugen

Ein paar Zeilen Python mit der Bibliothek fPDF erzeugen automatisch druckbare Dokumente. Liegen beispielsweise Kochrezepte als strukturierte Daten vor, entstehen so im Handumdrehen hübsche Ausdrucke für die Küche.

Von Pina Merkert

PDFs eignen sich hervorragend für Belege, Rechnungen und andere Dokumente, die als Kopie auf Papier im Aktenordner im Regal landen sollen. Programme wie LibreOffice exportieren zwar ordentliche PDFs, aber bevor ich mich mit den Tücken von datenbankgetriebenen Serien-

dokumenten auseinandersetze, programmiere ich die PDFs lieber mit Python.

Im konkreten Beispiel habe ich einige Rezepte für persische und indische Köstlichkeiten als strukturierte Datensätze im JSON-Format gesammelt (recipes.json im GitHub-Repository, zu finden über ct.de/yqjq). Die Rezepte haben einen

Methoden von fPDF-Objekten

Name	Nutzen
<code>add_page()</code>	neue Seite
<code>set_font()</code>	Schriftart und -größe
<code>write()</code>	Absatz mit Text
<code>cell()</code>	Textblock an einer bestimmten Stelle
<code>image()</code>	Bild
<code>line()</code>	gerade Linien

Titel, geben die Portionsgröße an, listen die Zutaten auf und beschreiben die Zubereitung als Liste von Absätzen. Die Bibliothek fPDF und eine Handvoll Zeilen Python-Code verwandeln das wenig anscheinliche JSON in ein hübsches Dokument mit einem Rezept pro Seite. Um eine dieser Seiten sofort sehen zu können, habe ich den Python-Code direkt in einem Jupyter-Notebook programmiert [1].

Dokument programmiert

Die Arbeit mit fPDF beginnt damit, ein fPDF-Objekt für das Dokument zu erzeugen. Hoch- oder Querformat, Seitengröße und die verwendeten Einheiten legt man am besten direkt fest:

```
from fpdf import FPDF
pdf = FPDF(orientation='P', unit='mm',
           format='A4')
```

Das pdf-Objekt stellt nun Methoden bereit, mit denen man das Dokument mit Inhalten befüllt. Die wichtigsten finden Sie in der kleinen Tabelle unten, den Rest in der Doku über ct.de/yqjq.

Exotische Schriften

fPDF bringt zwar praktische Aliase für die Standardschriften Courier, Helvetica beziehungsweise Arial, Times, Symbol und Zapf-Dingbats mit, ich wollte für meine Rezepte aber eine verschnörkelte Fantasy-Schriftart nutzen (Titans2.ttf im Repository). Damit fPDF die findet, muss man im Paket die Variable `SYSTEM_TTFONTS` setzen. Man kann dafür das Schriftarten-Verzeichnis des Users angeben (unter Linux üblicherweise `~/.local/share/fonts/`), das des Systems (unter Windows zumeist `C:\Windows\Fonts`) oder auch das aktuelle Verzeichnis:

```
import fpdf
fpdf.SYSTEM_TTFONTS = '.'
pdf.add_font('Titans2', '',
            'Titans2.ttf', uni=True)
```

Die Funktion `pdf.add_font()` sorgt dafür, dass die neue Schrift im Dokument einen eindeutigen Namen bekommt (erster Parameter). Der zweite Parameter legt den Schriftstil (B: Bold, I: Italic, BI: Bold-Italic) fest. Ein leerer String steht hier für „Regular“, also normale Schrift. Danach kommt der Dateiname. `uni=True` besagt, dass die Schrift Unicode unterstützt.

Eine so registrierte Schrift nutzt man anschließend wie die Standardschriften mit `set_font()`:

```
pdf.set_font('Titans2', size=12)
```

Hintergrundbild

Um den Fantasy-Eindruck zu unterstreichen, fügt je ein `image()` auf allen Seiten ein Hintergrundbild von altem Pergament ein (Dank an Caleb Kimbrough für das Bild mit Creative-Commons-Lizenz):

```
pdf.image("Parchment.jpg", x=-4, y=-8,
          w=217, h=313)
```

Die Angabe der Größe streckt das Bild auf die angegebene Größe in Millimetern. Lässt man eine Größenangabe weg, erhält fPDF das Format und skaliert beide Seiten. Lässt man die Position weg, platziert fPDF es dort, wo es auch den nächsten Textblock platzieren würde.

Rezept programmiert

Jede Seite des kleinen Rezeptbuchs entsteht durch Textblöcke für die Überschrift und Mengenangabe (`cell()`), die Liste an Zutaten als Textblöcke mit rechts (`align="R"`) und links (`align="L"`) ausgerichteten Textblöcken (ein leerer Textblock dient als Abstandshalter) und der Beschreibung aus Fließtext mit `write()`:

```
for recipe in recipes:
    pdf.add_page()
    pdf.image("Parchment.jpg",
              x=-4, y=-8, w=217, h=313)
    pdf.set_font('Titans2', size=28)
    pdf.cell(0, pdf.font_size * 1.8,
            txt=recipe["title"],
            ln=1, align="L")
    pdf.set_font('Titans2', size=8)
    pdf.cell(0, pdf.font_size * 2,
            txt=recipe["servings"],
            ln=1, align="L")
    pdf.set_font('Titans2', size=12)
    for ig in recipe["ingredients"]:
        pdf.cell(40, pdf.font_size * 1.0,
                txt=ig[0], ln=0, align="R")
        pdf.cell(2, 0,
                txt="", ln=0, align="R")
        pdf.cell(0, pdf.font_size * 1.0,
                txt=ig[1], ln=1, align="L")
    pdf.ln()
    pdf.ln()
    for line in recipe["description"]:
        pdf.write(h=pdf.font_size * 1.8,
                txt=line)
    pdf.ln()
pdf.output("recipe-book.pdf")
```

Die Funktion `ln()` fügt jeweils einen Zeilensprung ein.

Die Methoden sammeln inhaltschwere Seiten zunächst nur im `pdf`-Objekt. Die `output()`-Funktion speichert erst das Dokument im angegebenen Pfad.

Vorschau im Jupyter-Notebook

Um im Jupyter-Notebook sofort eine Vorschau einer Seite des PDFs zu sehen, muss man eine zweite Bibliothek einspannen: Wand. Jupyter-Notebooks können nämlich keine PDFs anzeigen, sondern nur Bilder. Wand konvertiert Seiten aus PDFs mithilfe von ImageMagick in Bilder.

Genau das verbietet die Standardkonfiguration von ImageMagick aber bei vielen Linux-Distributionen. Um das Verbot aufzuheben, fügen Sie in `/etc/ImageMagick-6/policy.xml` oder `/etc/ImageMagick-7/policy.xml` (je nach installierter Version) folgende Zeile ein:

```
<policy domain="coder"
      rights="read|write"
      pattern="PDF" />
```

Manche Distributionen wie Arch verbieten die Konvertierung in der Datei auch explizit, sodass Sie zusätzlich PDF aus der folgenden Zeile löschen müssen:

```
<policy domain="coder" rights="none"
      pattern="{PS,PS2,PS3,EPS,PDF,XPS}"
/>
```

Außerdem verhindert die folgende Zeile den Aufruf von Wand (Sie können sie einfach mit `<!-- -->` auskommentieren):

```
<policy domain="delegate"
      rights="none" pattern="gs" />
```

Sobald ImageMagick die Konvertierung nicht mehr verbietet, ist Wand ganz leicht einzusetzen:

```
from wand.image import Image as WImage
WImage(filename="recipe-book.pdf[9]",
        resolution=110)
```

Die eckige Klammer hinter dem Dateinamen enthält die Seite aus dem PDF, die Wand in ein darstellbares Bild konvertiert. `resolution=110` setzt die Auflösung des Bilds auf 110 dpi. Jupyter kann das `WImage`-Objekt direkt als Bild einbetten und anzeigen.

fPDF eignet sich sicherlich nicht, um kunstvolle PDFs für den nächsten Design-Wettbewerb zu programmieren. Das Framework ist aber leicht zu bedienen und baut verlässliche Dokumente zusammen. Das eignet sich nicht nur, um Daten automatisch in Jupyter-Notebooks druckreif aufzubereiten, sondern beispielsweise auch, um in einer Django-Anwendung Belege zu erzeugen, für ASCII-Art [2] oder Daumenkino [3]. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Pina Merkert, Plotexpress, Datenvisualisierung mit Python, c't 18/2019, S. 80
- [2] Oliver Lau, ASCII-Art, Mit Python PDF-Dateien erstellen, c't 7/2016, S. 172
- [3] Oliver Lau, YouTube analog, Kinderleicht vom Video zum Daumenkino in vier Schritten, c't 11/2016, S. 140

Beispielcode bei GitHub, Dokumentation: [ct.de/yqjq](https://github.com/pmk/ct.de/yqjq)





Bild: Albert Hulm

Schluss mit „Hallo, hört ihr mich?“

Telepräsenz-System individuell zusammengestellt

Wer häufiger in verteilten Teams arbeitet, kennt das nervige Gefrickel bei Meetings. Erst will die Hard- und Software auf diversen Systemen eingerichtet sein. Und dann sind die Teilnehmer über ihre Notebook-Mikros kaum zu verstehen. Solche Frusterlebnisse lassen sich mit der richtigen Ausstattung ein für allemal vermeiden.

Von Jan Bender

Das Bild stockt, der Ton rauscht und ein Teilnehmer am anderen Ende der Videokonferenz ist überhaupt nicht zu verstehen, weil er zu weit weg vom Mikrofon sitzt: Videokonferenzen nerven die Teilnehmer und kosten Firmen Zeit und Geld. Umso erstaunlicher ist es, dass dieses Thema oft stiefmütterlich behandelt wird, obwohl sich viele Probleme mit wenig Geld lösen lassen.

Dieser Artikel zeigt beispielhaft, aus welchen Hard- und Softwarekomponenten sich einfach und günstig eine Infrastruktur für professionelle Videokonferenzen aufbauen und warten lässt. Die Erfahrungen für diesen Artikel haben wir bei mehreren Installationen für meinen

Arbeitgeber gesammelt, die QAware GmbH.

Unser Softwarehaus hat 2015 einen neuen Standort in Mainz eröffnet, der eng mit dem Mutterhaus in München vernetzt werden sollte. Dafür haben wir an beiden Standorten mehrere kleine Konferenzräume eingerichtet. Täglich treffen sich verschiedene Teams dort zu Meetings, zum Beispiel Sekretariatsmitarbeiter, Entwickler oder das Management. Die meisten Termine sind Regeltermine wie Personalplanung oder Sprintwechsel in der Entwicklung. Die Programmierer nutzen die Räume bei Bedarf auch für technische Absprachen.

Zusätzlich haben wir ein großes Auditorium eingerichtet. Es kommt nur bei

firmenweiten Veranstaltungen wie Weiterbildungsvorträgen oder Monatsmeetings zum Einsatz und wird etwa zwei- bis dreimal im Monat verwendet. Im Zuge der Einrichtung der Meeting-Räume haben wir etliche Komponenten getestet – Kameras, Mikrofone und Software. Hier stellen wir die Produkte vor, die sich dabei bewährt haben.

Als wären sie hier

Uns war wichtig, dass bei Konferenzen für alle Teilnehmer der Eindruck entsteht, als säßen die Personen im gleichen Raum. Exzellente Audiotechnik stellt dabei sicher, dass auch mehrere Sprecher gleichzeitig oder Personen verstanden werden, die nicht direkt neben dem Mikrofon sitzen oder stehen. Durch hochwertige Kameras und lebensgroße Darstellung der Personen auf mehreren Bildschirmen lassen sich Mimik und Gestik der Teilnehmer besser interpretieren. Das hilft vor allem in angespannten Gesprächssituationen.

Dedizierte Videokonferenzräume haben den Vorteil, dass sich Teilnehmer nicht über ihren eigenen Rechner einwählen müssen. Dadurch treten übliche Probleme wie falsche Mikrofoneinstellungen oder Kompatibilitätsprobleme mit dem Betriebssystem nicht auf.

Systeme, die eine räumliche Trennung derart gut überbrücken, nennt man Telepräsenz-Systeme. Man kann sie als Komplettpakete kaufen. Dabei handelt es sich um umfangreiche Raumausstattungen, die nach einem festen Layout installiert werden müssen. Die Anschaffungskosten liegen dann oft bei mehreren hunderttausend Euro und die monatlichen Betriebskosten im fünfstelligen Bereich. Das sprengt jedoch das Budget vieler Unternehmen.

Wir haben uns aus preislichen, aber auch aus praktischen Gründen für eine andere, modulare Lösung entschieden. Sie lässt sich flexibler an die lokalen Gegebenheiten anpassen. Zudem kann man Komponenten bei Bedarf einfach austauschen. Derzeit etwa nutzen wir Full-HD-Auflösung für Videoübertragung, weil die zum Einsatz kommende Software höhere Auflösungen nicht unterstützt. Sollten eines Tages softwareseitig 4K- oder 8K-Übertragungen möglich werden, tauschen wir nur einige Kameras aus, ohne den Rest des Systems verändern zu müssen.

Als zentrale Steuereinheit genügt ein einfacher Rechner. Bei uns kommt ein Intel NUC8i7HVK Barebone mit 32 GByte

Arbeitsspeicher und SSD zum Einsatz. Er bietet trotz geringer Größe ordentlich Leistung. Mit zwei Mini-DisplayPort- und zwei HDMI-Anschlüssen kann er bis zu vier Bildschirme gleichzeitig ansprechen. Zusätzlich verwaltet der kleine Rechner das Video der Kamera und die Inhalte der Bildschirmfreigabe.

Mit seiner geringen Größe lässt sich der Rechner problemlos unter jedem Konferenztisch verstecken. Die gewöhnungsbedürftige an Gamer gerichtete Standardabdeckung lässt sich gegen eine schlichte tauschen, die im Lieferumfang enthalten ist. Der PC ist per Ethernet und nicht per WLAN mit dem Internet verbunden, um das WLAN nicht unnötig zu belasten.

Ohne Ton ist alles nichts

Ein Meeting ohne Bild ist möglich – eines ohne Ton allerdings nicht. Der Audioinstallation galt daher besondere Beachtung, insbesondere weil die Audiotechnik die problemfälligste Komponente im ganzen System ist.

Das hat unter anderem mit der Arbeitsweise der Mikrofone zu tun. So fokussieren professionelle Systeme den aktiven Sprecher und blenden so Hintergrundgeräusche aus. Beginnt ein weiterer Teilnehmer zu sprechen, muss ein Algorithmus entscheiden, ob es sich beim zweiten Sprecher um Hintergrundrauschen oder tatsächlich um einen zu übertragenden Beitrag handelt.

Diese Entscheidung benötigt Zeit und kann dazu führen, dass der Satzanfang des

zweiten Sprechers nicht übertragen wird. Neben dem Mikrofon selbst wendet auch das Backend Algorithmen zur Echo-Unterdrückung an. Diese Features können sich gegenseitig beeinträchtigen, was die Ursachenfindung im Problemfall erschwert.

Eine Empfehlung für die Audio-Komponenten hängt sehr von der Raumgröße ab. Ein zentrales Mikrofon kann tatsächlich bereits alleine einen relativ großen Bereich abdecken, sofern keine Person besonders leise redet. In einem solchen Optimalfall funktioniert ein Meeting mit zwölf Personen an einem rechteckigen Tisch problemlos.

Unsere Konferenztische sind beispielsweise etwa 2,5 × 1,5 Meter groß. In der Regel ist aber immer eine Person dabei, die leiser spricht. Um Verständigungsprobleme zu vermeiden, sollte das Mikrofon daher nicht weiter als anderthalb Meter entfernt von den Teilnehmern stehen. Je nach Layout der Sitzplätze passen dann etwa acht Personen in ein Meeting.

Bei uns haben sich sogenannte Speakerphones am besten bewährt, die als Lautsprecher und Mikrofon fungieren. Überzeugt haben das Jabra Speak 810 (ca. 400 Euro) und das MXL A-360Z (ca. 500 Euro). Wenn Mikrofon und Lautsprecher keine Einheit sind, empfiehlt sich der Einsatz eines dedizierten Audioprozessors für die Echo-Unterdrückung.

Unser Auditorium ist etwa 40 Quadratmeter groß, es gibt dort keine Tische



Ein Meetingraum für kleinere Teams: Das Jabra Speak 810 auf dem Tisch überzeugte im Test mit seiner natürlichen Sprachwiedergabe. Das iPad steuert die Zoom-Rooms-Umgebung. Das Google Jamboard dient als verteiltes Whiteboard.

und deutlich mehr Teilnehmer. Für seinen Verwendungszweck – meistens Vorträge – haben wir eine deutlich aufwendigere Audioinstallation gewählt, die aus einem Deckenmikrofon, dem Shure MXA910 (ca. 3500 Euro), und einem Handmikrofon oder Nackenbügelmikrofon besteht.

Selbst bei mehreren gleichzeitigen Sprechern sind Stimmen und Zwischenrufe so klar zu erkennen. Außerdem sorgt das Deckenmikrofon für eine außergewöhnliche Natürlichkeit der Kommunikation, die mit Handmikrofonen oder Headsets nicht zu erreichen ist. Das Handmikrofon oder Nackenbügelmikrofon sorgt für eine bessere Verständlichkeit des Vortragenden, wenn bei lautem Publikum zu viele Störgeräusche über das Deckenmikrofon aufgenommen werden. Mit Mikro-

fonempfängern, Audioprozessor und Montage liegen die Kosten einer solchen Installation bei etwa 14.000 Euro.

Ist eine solche Lösung zu teuer, empfiehlt sich ein Handmikrofon (Sennheiser EW 100 G3) oder ein Nackenbügelmikrofon (Sennheiser HSP-4) für den Sprecher. Zur Aufnahme des Publikums kann man das Handmikrofon herumreichen oder eine CatchBox Pro herumwerfen, die wir auch eine Zeit lang verwendet haben.

Dabei handelt es sich um ein mit weichem Stoff ummanteltes Wurfmikrofon, dem es auch nichts ausmacht, mal auf den Boden zu fallen. Die Versuche, das Mikrofon zu fangen, lockern die Atmosphäre regelmäßig auf. Im Alltag halten die Nutzer die CatchBox – anders als reguläre Handmikrofone – allerdings immer wieder intuitiv

zu weit vom Mund entfernt und waren dadurch zu leise, um sie gut zu verstehen.

Gut im Bilde

Eine Telepräsenz-Kamera sollte sich per Fernbedienung während des Meetings flexibel steuern lassen, um zwischenzeitlich beispielsweise ein Flipchart in den Fokus rücken zu können. Ist die Kamera für die jeweilige Videokonferenz-Software zertifiziert, lässt sie sich direkt daraus steuern. Uns hat insbesondere die AVer CAM 520 überzeugt (ca. 900 Euro). Sie bietet selbst bei schlechten Lichtverhältnissen ein gutes Bild. Eine Alternative stellt die Logitech PTZ Pro 2 (ca. 850 Euro) dar.

Eine interessante Alternative ist die Meeting-Owl-Kamera (ca. 900 Euro). Sie wird in der Tischmitte positioniert und bietet eine 360-Grad-Perspektive. In einer schmalen Leiste am oberen Bildrand deckt sie die komplette Rundumsicht ab. Daraus stellt sie bis zu drei sprechende Personen vergrößert dar.

Mit integriertem Mikrofon und Lautsprecher eignet sie sich zudem als mobile Kamera. Einziges kleines Manko: Das Mikrofon offenbarte im Test Schwächen bei der Aufnahme von Personen am Tischende. Bei dauerhaftem Einsatz an einem Standort empfiehlt sich daher der Einsatz eines separaten Mikrofons.

Die Software dirigiert

Das modulare Telepräsenz-System benötigt neben der Hard- auch eine Software, die alle Teilkomponenten harmonisch zusammenfügt wie der Dirigent sein Orchester. Eine wesentliche Erkenntnis unserer Recherche ist: Genauso wie es nicht nur eine Musikrichtung gibt, treffen verschiedene Softwareanbieter mit ihren Produkten verschiedene Geschmäcker. Deshalb stellen wir hier auch drei Software-Lösungen vor, für die wir uns nicht entschieden haben.

Cisco WebEx ist der Klassiker unter den Konferenzsystemen und in vielen Unternehmen etabliert. Der WebEx-Client bietet neben der Videokonferenz auch kleine Tools für die verteilte Zusammenarbeit, wie ein Whiteboard oder Umfragen. Für die Teilnahme an Meetings ist ein Browser-Plug-in notwendig, das bei uns im Einsatz auf Linux-Computern Probleme bereitete. So konnten sich unsere Mitarbeiter teilweise nur per Audio einwählen. Mit Chrome war die Einwahl oft gar nicht möglich. Im Internet finden sich zwar Workarounds, diese funktionierten

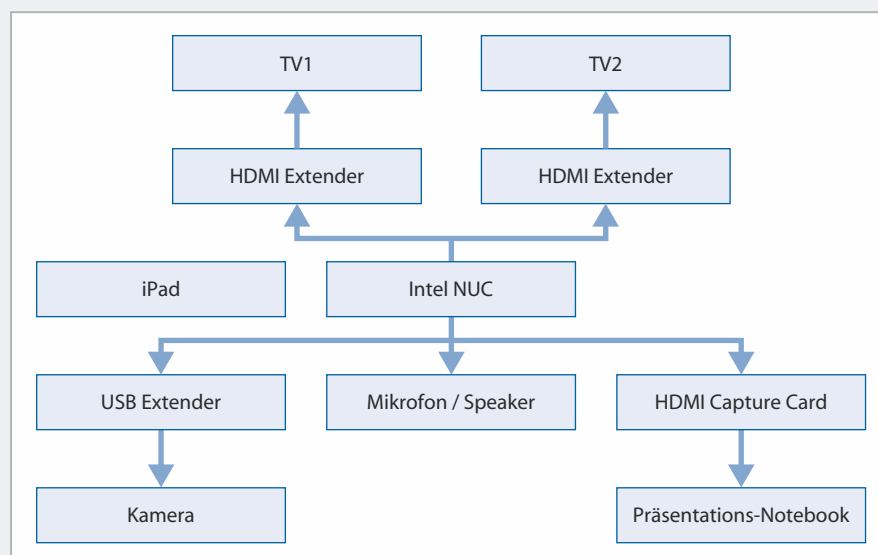
Beispielpaket

Die Abbildung unten zeigt die Beispielkonfiguration eines Team-Besprechungsraums, die Tabelle die ungefähren Kosten. Zum Gesamtpreis hinzu kommen noch „Kleinkram“ wie Standardkomponenten (Beamer, Verkabelung) und die Preise für die Zoom-Lizenz (46 Euro pro Monat und Raum plus gegebenenfalls Add-Ons wie Telefoneinwahl oder Cloud-Aufzeichnung).

Bei der Verkabelung sollte man die maximale Länge von HDMI- und USB-Kabeln von 10 beziehungsweise 5 Metern im Auge behalten. Strecken von deutlich über 10 Metern lassen sich mit einem

HDMI- oder USB-Extender erweitern, der das Signal zwischenzeitlich über eine Ethernet-Verbindung überträgt.

Komponente	Preis
Intel NUC817HVK inkl. 32 GB RAM und SSD	1200 €
2 x TV 75 Zoll	2800 €
Jabra Speak 810	400 €
AVer CAM 520	900 €
2 x HDMI-Extender	200 €
1 x USB-Extender	100 €
HDMI-Capture-Card	200 €
iPad und Tisch-Halterung	400 €
Gesamt	6200 €



bei uns aber nur zum Teil. Cisco bietet lediglich proprietäre Hardware an, sodass WebEx sich nicht für unser modulares Szenario eignet.

Lifesize, unser Kandidat Nummer zwei, war und ist häufig ein Vorreiter im Bereich der Videokonferenztechnik. Als einer von wenigen Anbietern bietet Lifesize schon jetzt Videokonferenzen in 4K an. Getestet haben wir die Software mit der Lifesize-eigenen Hardware Icon 600. Das Set aus Kamera, Mikrofon, Lautsprecher und Steuereinheit inklusive eines Touchpads überzeugte, weil es sich einfach bedienen ließ und gute Videoqualität bot.

Das System kann zudem auf zwei Bildschirmen verschiedene Inhalte darstellen. Die Meeting-Teilnahme per Browser funktioniert einwandfrei. Per Zusatzlizenz ist die Einwahl in andere Systeme wie WebEx möglich. Der einzige Wermutstropfen ist die Stabilität des Systems: Über Monate hinweg traten Verbindungsabbrüche auf oder die Bildschirmpräsentation wurde schwarz und ließ sich nicht wiederherstellen, ohne das Meeting zu beenden. Der Lifesize-Support war nicht in der Lage, das Problem zu beheben. Da die Hardware auf proprietäre Anschlüsse setzt, ist Lifesize ebenfalls nicht für ein modulares Videokonferenzsystem geeignet.

Früher unter dem Namen „Google Hangouts“ als Chat-Software mit Videofunktion gestartet, entwickelt sich unser dritter Testkandidat Google Meet zurzeit in Richtung einer vollwertigen Videokonferenzsoftware. Seit Kurzem ist es beispielsweise möglich, von einem Rechner sowohl eine Bildschirmfreigabe als auch das Kamerabild zu senden. Die Teilnahme an Meetings ist denkbar einfach, da Google Meet ohne Plug-ins im Browser funktioniert.

Google Meet ist hervorragend in die anderen Google-Produkte wie Google Kalender integriert. Jeder Termin im Kalender bekommt mit einem Klick eine Meeting-ID und auch sonst lassen sich neue Meetings mit einem Klick anlegen. Da wir auf Google-Infrastruktur arbeiten und stets mit unserem Google-Account eingeloggt sind, ist es sehr einfach, Meetings mit Google Meet anzulegen. Wir nutzen Google Meet für kleinere, überwiegende spontane Termine außerhalb der Besprechungsräume.

Grundsätzlich eignet sich Googles Konferenzlösung auch für Konferenzräume. So stellt Google selbst ein vorkonfigu-



Im Auditorium werden neben dem Sprecher in Lebensgröße die Slides in hoher Qualität auf dem zweiten Bildschirm angezeigt. Der silberne Kasten an der Decke, das Mikrofon-Array Shure MXA910, sorgt für einwandfreie Audioqualität.

riertes Hardware-Kit für Meet bereit, das aus Rechner, Kamera, Mikrofonen und einer Tablet-Steuerung besteht und etwa 3000 Euro kostet. Eigene Hardware lässt sich mit Google Meet ebenso verwenden, sodass es sich auch für unser modulares System eignet. Als wir uns für eine Konferenzraumlösung umgesehen haben, war Google Meet allerdings noch deutlich weniger ausgereift als heute.

Selbstläufer

Wir haben uns daher für Zoom Rooms entschieden, mit dem wir bis heute sehr zufrieden sind. Neben reibungslosen Videokonferenzen bietet Zoom Rooms eine gute Basis für Telepräsenz. Bestehende Räume lassen sich mit Zoom Rooms zu Telepräsenz-Räumen ausbauen. Schaltzentrale dafür ist ein PC mit Windows – bei uns der NUC – oder macOS, auf dem die Software läuft.

Der Administrator kann alle Optionen in der Weboberfläche anpassen, sowohl globale als auch raumspezifische wie die Bildschirmanordnung, Mikrofon- und Lautsprechereinstellungen. Für die Anwender ist die Benutzung des Systems ebenso einfach. Über das Tablet wählen sie sich bequem in ein Meeting ein – wenn der Raum mit einem Kalender verknüpft ist, sogar ohne eine Meeting-ID eingeben zu müssen.

Über ein iPad oder Android-Tablet lässt sich ein Raum steuern, etwa die

Lautstärke festlegen, die Kamera und das Mikrofon ein- und ausschalten sowie die Kamera drehen. Zusätzliches Goodie: Ein weiteres, außen am Raum montiertes Tablet kann zur Anzeige des für diesen Raum hinterlegten Kalenders genutzt werden. Der Raum lässt sich über das Tablet auch direkt buchen.

Möchte ein Teilnehmer seinen Bildschirm teilen, muss er lediglich ein HDMI-Kabel an sein Notebook einstecken und die Freigabe startet automatisch. Alternativ lässt sich der Bildschirm per AirPlay freigeben. Teilnehmer im Home Office können sich auch von dort aus in ein Meeting einwählen.

Resümee

Telepräsenz lässt sich bereits für relativ kleines Geld verwirklichen. Für Rechner, Vernetzung und Display kann Standardhardware zum Einsatz kommen. Besonders Augenmerk gilt der Auswahl der Audiotechnik, mit der Telepräsenz steht oder fällt. Hierbei und bei der Wahl einer Kamera ist es entscheidend, wie groß der Raum ist, wie viele Teilnehmer an Besprechungen teilnehmen sollen – und wie groß das Budget ist. Es ist eine gute Idee, bei der Planung eines Telepräsenz-Raums schon früh auch die Software mit einzubeziehen, denn sie sollte reibungslos mit der Hardware und der im Unternehmen vorhandenen Software zusammenarbeiten. (jo@ct.de) **ct**

Chip-Stereo

Wie das I²S-Protokoll für serielle Soundübertragung zwischen Chips arbeitet

I²S überträgt Audiosignale seriell mit beliebiger Bittiefe und Samplingrate. Mit dem Protokoll sendet beispielsweise ein Raspi ein sauberes Stereosignal an externe Digital-Analog-Konverter. Klingt es doch mal verzerrt, ist ein genauer Blick in die Funktionsweise von I²S hilfreich.

Von Pina Merkert

Um ein hochwertiges Stereosignal per I²S zu übertragen, brauchen Mikrochips lediglich drei Drähte. Die Periode des Rechtecksignals (Takt) auf dem ersten Draht (SCK oder BCLK) gibt die Länge eines Bits auf dem zweiten Draht (SD oder SDATA) vor. Dort überträgt I²S die Samples der Puls-Code-Modulation (PCM). Der Pegel auf dem dritten Draht (WS, LRCLK oder FS) entscheidet darüber, ob die Samples zum linken (> 0,8 V) oder rechten (< 2 V) Kanal gehören. Jeder Flankenwechsel auf WS leitet ein neues Sample ein, abwechselnd für den linken und rechten Kanal. I²S kann dadurch Daten mit beliebiger Genauigkeit übertragen. Wechselt WS (kurz für „word select“) schon nach 8 Bit, erreicht den Empfänger ein Signal in Telefonqualität. Lässt WS dagegen Platz für 24 Bit, erfreut der Datenstrom auch Goldöhrchen. Damit der dynamische Wechsel zwischen Bitraten klappt, beginnen die Samples mit dem Vorzeichen und danach dem größten Bit. So kann auch ein Empfänger einfach einen Teil der Daten abschneiden, falls er sie nicht mehr verarbeiten kann. Ein Abschneiden von Bits verringert allerdings die Tonqualität.

Megahertz

Üblicherweise erzeugt der Sender (Master) den Takt passend zur Samplerate des Quellmaterials. Bei CD-Qualität (44,1 kHz) wären das 44100 mal zwei Samples von je 16 Bit, also 1,4 MHz. Will er dagegen 48 kHz mit 24 Bit übertragen, ist eine

Frequenz von 2,3 MHz nötig. Diese hohe Frequenz führt beispielsweise beim Raspberry Pi zu Problemen: Je nach Taktfrequenz der ARM-Kerne kommt es zu Rundungsfehlern und damit zu leicht größeren und kleineren Zeitabständen. Das ergibt ein subtil verzerrtes Signal (mal gestaucht, mal gedehnt), was gute Ohren als Jitter hören. Diese Ungenauigkeiten treten periodisch auf und Menschen sind erstaunlich gut darin, solche Muster zu erkennen.

In so einem Fall kann auch eine weitere unabhängige Quelle SCK und WS erzeugen. Der Sender passt dann seine Daten in die von WS definierte Samplebreite ein. In der Praxis bedeutet das aber meist, dass der Sender alle Audiosignale auf eine konstante Samplingrate umrechnen muss, da die Quelle der Zeitsignale

nichts von der Samplingrate der Daten weiß. Leider kann auch dabei Jitter entstehen.

Vorankündigung

Beim Verarbeiten von WS muss der Empfänger beachten, dass das Signal bereits ein Bit vor dem Ende des Worts den Pegel ändert. Erkennt der Empfänger (Slave) einen Wortwechsel, folgt also das geringwertigste Bit des aktuellen Worts, bevor das höchste Bit des nächsten Worts beginnt. Dieser Verzug gibt ihm Zeit, Empfangspuffer auf den Wechsel zwischen den Kanälen umzuschalten.

In der Praxis beachten die Chips solche Feinheiten automatisch. Beim Schal-

tungsdesign muss man eher auf Impedanzen achten: I²S wurde für die Audioübertragung zwischen Chips auf der

gleichen Platine entworfen und arbeitet daher nur auf kurzen Leitungen fehlerfrei. Die Induktivität langer Kabel verschleift die Signale und stört die Übertragung durch ungenaues Timing und inkorrekte Pegel. Die Energie aus dem Magnetfeld hebt dann nämlich low über 0,8 V und senkt high unter 2 V. (pmk@ct.de) **ct**

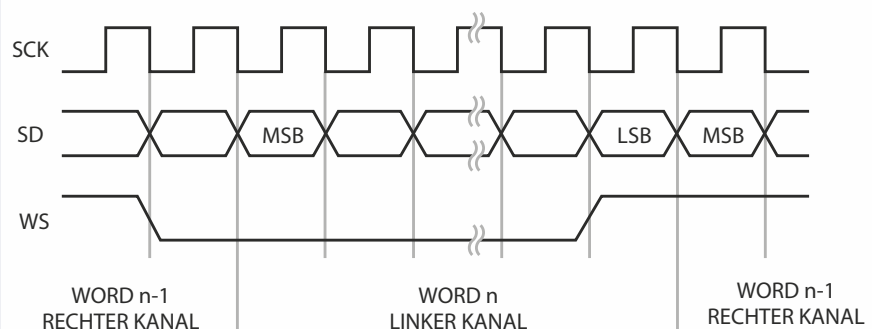
I²S-Spezifikation: ct.de/y831



Timing bei I²S

Das Zeitsignal SCK gibt ein Raster vor, in dem der Datenkanal SD die Bits überträgt. Die Quelle (Master) muss die Signale dabei jeweils innerhalb der mittleren 80 Prozent der Taktzeiten stabil auf high oder low halten, damit Empfänger (Slave) die Bits fehlerfrei lesen können.

Das dritte Signal WS entscheidet, ob gerade übertragene Bits zum linken oder rechten Stereokanal gehören. Da Empfänger fürs Umschalten von Empfangspuffern Zeit brauchen, wechselt WS ein Bit bevor das Sample für einen Kanal (WORD) endet.



Zeitverschiebung

Warum sich Linux und Windows manchmal bei der Zeit verhaspeln

Bei Dual-Boot-Systemen geht die Uhr schnell mal eine Stunde oder zwei verkehrt, weil Betriebssysteme die Echtzeituhr der Hardware unterschiedlich interpretieren. Ein Kommandozeilenbefehl oder ein Registry-Eingriff bereiten diesem Spuk schnell ein Ende.

Von Thorsten Leemhuis

Die aktuelle Zeit aus der Echtzeituhr des PCs auslesen und anzeigen klingt trivial. Trotzdem geht genau dabei immer wieder was schief, wenn auf dem PC eine Linux-Distribution und Windows parallel installiert sind. Linux ist der Zeit dann manchmal ein oder zwei Stunden voraus, während Windows ihr zeitweilig ebenso weit hinterherhinkt.

Das ist nicht nur ein kosmetisches Problem der Uhrzeitanzeige des Betriebssystems, sondern führt manchmal zu kuriosen Schwierigkeiten. So können Dateien dadurch ein Änderungsdatum in der Zukunft erhalten, was manche Anwendungen und insbesondere Programmierertools aus der Bahn wirft. Auch Zertifikatsprüfungen können durch eine falsche Uhrzeit fehlschlagen, wodurch es dann bei der Systemaktualisierung oder beim Anmelden in einer Domain hakt. Mit ein paar Handgriffen für Linux oder Windows können Sie diese und weitere Tücken aber leicht vermeiden.

Hin und Her

Die Ursache für die falschen Zeitangaben ist eine unterschiedliche Interpretation der Echtzeituhr des Mainboards – der „Real-Time Clock“ (RTC), die man auch im BIOS-Setup sehen und stellen kann. Windows nimmt nämlich an, dass diese die lokale Zeit nennt; Linux hingegen geht wie andere Betriebssysteme der Unix-Welt standardmäßig davon aus, dass die

Echtzeituhr die koordinierte Weltzeit nutzt. Dieser Zeitstandard heißt auch Coordinated Universal Time und ist primär unter dem Kürzel UTC bekannt. Die lokale Zeit errechnet Linux immer ad hoc aus der UTC; dazu nutzt es die Zeitzone, die Sie bei der Installation festlegt haben, und Dateien, die Informationen zu allen Zeitzonen samt Beginn und Ende der Sommerzeit enthalten.

Die lokale Zeit ist der UTC im deutschsprachigen Raum ein oder zwei Stunden voraus, je nachdem, ob gerade Winter- oder Sommerzeit herrscht. Das führt zu folgendem Problem: Wenn Sie auf einem Linux-System ein Windows parallel installieren, wird dessen Uhr an-

Bei diesem Linux-System ist statt der lokalen Zeit die Weltzeit in der Echtzeituhr des PC hinterlegt, was Windows verwirren kann.

Die Entwickler warnen: Das Windows-Verhalten, die lokale Zeit in der Echtzeituhr zu hinterlegen, kann unter Linux zu Problemen führen.

fangs eine oder zwei Stunden nachgehen. Kein Wunder, denn Windows nimmt nach dem Booten zuerst an, dass die Echtzeituhr die lokale Zeit enthält. Irgendwann wird es aber Zeitserver im Internet kontaktieren und dann die lokale Zeit in der Echtzeituhr hinterlegen. Wenn Sie nun eine Linux-Distribution starten, zeigt das eine Uhrzeit an, die zwei Stunden in der Zukunft liegt, denn Linux geht nach wie vor davon aus, dass die Echtzeituhr die UTC nennt. Früher oder später wird die Distribution die Zeit aber über das Internet abgleichen und die Echtzeituhr wieder ein oder zwei Stunden zurückdrehen.

Unterbinden mit Linux

Bei modernen, mit Systemd startenden Linux-Distribution können Sie dies Hin und Her leicht verhindern, indem Sie den folgenden Kommandozeilenbefehl ausführen:

```
sudo timedatectl set-local-rtc 1
```

Die jeweilige Linux-Installation geht fortan wie Windows davon aus, dass die Echtzeituhr die lokale Zeit enthält, was das Problem beseitigt. Auch bei Distributionen ohne Systemd lässt sich so eine Ein-

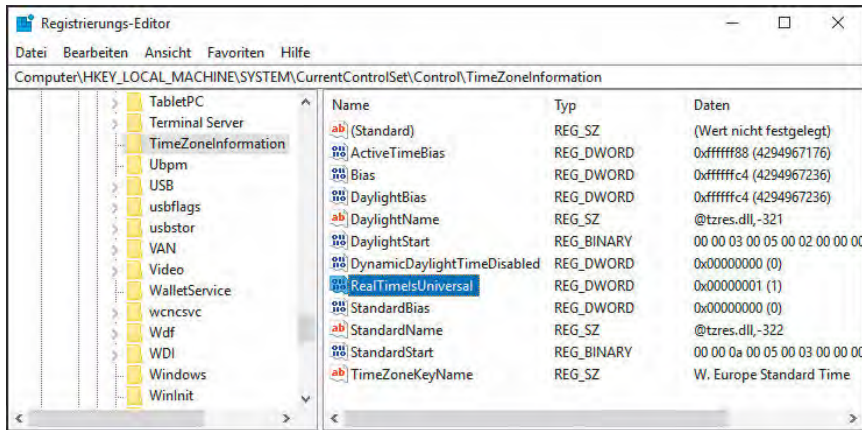
```
thl@thl ~]$ timedatectl
Local time: Di 2019-08-13 09:05:33 CEST
Universal time: Di 2019-08-13 07:05:33 UTC
RTC time: Di 2019-08-13 07:05:33
Time zone: Europe/Berlin (CEST, +0200)
System clock synchronized: yes
NTP service: active
RTC in local TZ: no

[thl@thl ~]$
```

```
systemd --system
systemd time zone with set-timezone.

set-local-rtc [BOOL]
    Takes a boolean argument. If "0", the system
    is configured to maintain the RTC in
    universal time. If "1", it will maintain the
    RTC in local time instead. Note that
    maintaining the RTC in the local timezone is
    not fully supported and will create various
    problems with time zone changes and daylight
    saving adjustments. If at all possible, keep
    the RTC in UTC mode. Note that invoking this
    will also synchronize the RTC from the
    system clock, unless --adjust-system-clock
    is passed (see above). This command will
    change the 3rd line of /etc/adjtime, as
    documented in hwclock(8).

set-ntp [BOOL]
    Takes a boolean argument. Controls whether
    timedatectl(1) line 131 (press h for help or q to quit)
```



Durch Anlegen eines Registry-Schlüssels kann Windows die Echtzeituhr genauso handhaben wie Linux.

stellung vornehmen. Das geht aber bei jeder Distributionsfamilie anders – wie, sollte die zugehörige Dokumentation erläutern.

Mit etwas Glück hat Ihre Linux-Distribution diese Einstellung schon für Sie vorgenommen, denn manche Installer erledigen das automatisch, wenn sie ein installiertes Windows vorfinden. In der Praxis klappt das aber nicht zuverlässig. Naturgemäß greift die Automatik zudem nicht, wenn Sie erst Linux und dann Windows installieren.

Das Programm `timedatectl` verrät in der Zeile „RTC in local TZ“, ob die jeweilige Linux-Installation bereits davon ausgeht, dass die Echtzeituhr die lokale Zeit enthält. Zur Problemdiagnose zeigt das Werkzeug zudem UTC, lokale Zeit und Echtzeituhr separat an.

Das via `timedatectl` abrufbare Programmhandbuch weist indes explizit darauf hin: Wer die lokale Zeit in der Echtzeituhr hinterlegt, erhält keine Unterstützung durch Entwickler und muss mit Problemen rechnen – etwa beim Wechseln der Zeitzonen oder der Umstellung auf Sommer- oder Winterzeit. Einige Distributoren raten daher dazu, statt Linux besser Windows umzukonfigurieren.

Unterbinden mit Windows

Ähnlich, wie man Linux das Windows-Verhalten bebiegen kann, lässt sich nämlich auch Windows dazu bewegen, die Herangehensweise von Linux zu übernehmen. Bei allen modernen Windows-Versionen gelingt das, indem Sie in der Registry den Schlüssel „HKLM\System\CurrentControlSet\Control\TimeZoneInformation“ ein DWORD namens

„RealTimeIsUniversal“ anlegen und ihm den Wert 1 geben.

Mit diesem Trick lässt sich Windows schon seit XP-Zeiten davon überzeugen, UTC für die Echtzeituhr zu nutzen. Bei älteren Windows-Versionen führte diese Einstellung aber zu Problemen, die sich nur in ganz bestimmten Situationen zeigten und schwer zu diagnostizieren waren. Das ist nicht sonderlich erstaunlich, denn die wenigsten Anwender setzen diese Registry-Schlüssel, sodass durch ihn entstehende Macken nur schleppend gefunden und korrigiert werden.

Der oben beschriebene Ansatz für Linux ist durch die erwähnten Automaten hingegen deutlich besser getestet. Daher empfehlen wir auch: Bringen Sie besser Linux das Verhalten von Windows bei als umgekehrt. Wie so häufig im Leben gilt die Empfehlung nicht für jeden

Einsatzzweck; wer Windows ohnehin nur äußerst selten brauchen, fährt mit dem Registry-Trick besser, denn offenbar scheint Microsoft mittlerweile alle größeren Macken gefunden und korrigiert zu haben.

Wer hat Recht

Bleibt die Frage: Welcher der beiden Ansätze ist der korrekte? Für das Gros der PCs ist es Jacke wie Hose, schließlich nutzen die meisten nur ein Betriebssystem. Das hat somit alleinige Entscheidungsgewalt über die Interpretation der Echtzeituhr, daher ist egal, ob dort jetzt UTC oder lokale Zeit steht.

Ganz anders verhält es sich bei PCs mit mehreren Betriebssystemen, denn dann zeigt sich eine Schwäche, wenn die Echtzeituhr die lokale Zeit enthält. Beim Wechsel auf Sommer- oder Winterzeit muss dann nämlich das Betriebssystem die Echtzeituhr eine Stunde vor oder zurückstellen – entweder direkt bei der Umstellung oder beim ersten Start danach. Wenn man mehrere parallel installiert, macht das jedes von ihnen, denn ohne Gegencheck bei Zeitservern können Betriebssysteme vielfach nicht erkennen, ob ein anderes die Uhr bereits umgestellt hat. Daher wird oft mehrfach umgestellt, wodurch die Uhr dann bis zum nächsten Abgleich mit dem Internet falsch geht. Das kann nicht nur beim Parallelbetrieb von Linux-Distributionen und Windows passieren, sondern auch beim Einsatz von zwei parallel installierten Windows-Versionen. Der Unix-Weg, UTC für die Systemzeit zu nutzen, vermeidet das und ist daher letztlich der bessere. (thl@ct.de) **ct**

Abkürzungskompromiss

Die in der Unix-Welt verbreitete koordinierten Weltzeit heißt offiziell Coordinated Universal Time, wird aber nicht CUT, sondern UTC abgekürzt. Das liegt nicht an einem Buchstabendreher auf einem Normierungsdokument, sondern an einem Kompromiss.

Bei Definieren des Zeitstandards hieß dieser auf Englisch Coordinated Universal Time (CUT) und auf Französisch Temps Universel Coordonné (TUC). Man wollte aber einen einheitlichen Begriff. Um keine Sprache zu bevorzugen,

entstand dann UTC, da es eine weitere Abteilung der Universalzeit (Universal Time/UT) darstellt und sich alphabetisch einsortiert. Später entstand die inoffizielle Bezeichnung „Universal Time Coordinated“ für die UTC. Sie ging übrigens aus der GMT (Greenwich Mean Time) hervor, die im Winter etwa in Großbritannien gilt – zu der Zeit sind die Zeitangaben dort identisch. Der britische Sprachraum verwendet die Begriffe daher oft synonym, obwohl die GMT eine Zeitzone und die UTC ein Zeitstandard ist.



A.P. 19

RATE MAL, WER ZUM ESSEN KOMMT

VON MARIO MAGAZIN

Es klingelte an der Tür und Peter rief, ohne von der Pflanze aufzublicken: „Susan? Machst du auf? Ich will das Steak nicht vermessen.“

Susan seufzte und ging zur Tür. „Hoffentlich ist es nicht wieder falscher Alarm. Wenn sie es sind, dann sind sie früh dran.“

Sie blickte durch das Guckloch. Da stand Jennifer, ihre Tochter, ihr sommersprossiges „Fresh faced“-Gesicht zu einem Honigkuchenpferdgrinsen geformt. Und an ihrer Seite ... – Susan konnte es nicht glauben. Sie trat zurück; für einen Augenblick konnte sie nicht einmal mehr atmen. „Peter?“

„Liebes, ich muss mich konzentrieren, das Steak ... – es muss perfekt werden ...“ – „Peter, komm bitte mal zur Tür.“

Ihr Ehemann fluchte zwar nur leise, aber sie konnte es an der Tür noch deutlich hören. Dann schleppte etwas und schnelle Schritte kündigten Peter an. Er wischte sich die Hände mit einem Tuch ab. „Was ist los? Susan, du weißt, wie sehr ich es hasse, beim Kochen ...“

„Peter. Kannst du bitte durch das Guckloch blicken? Deine Tochter ist hier. Mit ihrem neuen Freund.“ Seine Tochter. Peter warf ihr einen Blick zu. Er trat mit einem Seufzen zum Guckloch und sah hindurch. Wie vom Blitz getroffen zuckte er zusammen und trat einen Schritt zurück.

„Das darf nicht wahr sein!“

„Du sagst es,“ sagte Susan. „Was machen wir jetzt?“

„Wir können sie nicht draußen stehen lassen“, erwiderte er. „Willst du oder soll ich?“

Susan schüttelte den Kopf und öffnete die Tür.

Jennifers Bauch verkrampfte sich, als sich die Sekunden in die Länge zogen und schließlich zu Minuten wurden. Dann hörte sie durch die Tür die ersten Satzketten, die zwischen ihren Eltern hin und her gingen, und atmete tief durch.

„Nervös“, fragte Nigel.

Sie lächelte gezwungen. „Ich bin mir nicht sicher, ob das eine gute Idee gewesen ist. Vielleicht hätten wir darüber noch ein bisschen mehr nachdenken sollen.“

„Alles wird gut werden“, beruhigte Nigel sie. „Du wirst schon sehen.“

Die Tür öffnete sich langsam und Jennifers Mutter Susan blickte über die Türkette heraus. „Jennifer!“

„Mom!“, begrüßte Jennifer sie lachend. „Komm, lass uns rein. Nigel und mir wird es langsam kalt draußen. Es ist schließlich erst April.“

Susan zögerte eine Weile. Sie sah zu Nigel. Er erwiderte ihren Blick. Susan drehte sich weg. „Na, dann kommt rein, ihr beiden! Daddy ist gerade dabei, ein Steak zu braten. Du weißt ja, wie ernst er das nimmt.“

„Und ob, Mom! Komm Nigel, jetzt wirst du einem der größten Philosophen der Gegenwart dabei zusehen können, wie er ein Steak brät. Für ihn ist das alles andere als eine profane Handlung.“ Sie lehnte sich gegen Nigel. „Und er ist auch überzeugt davon, dass er gut ist beim Zubereiten von Steaks. Also bitte sag nichts, was diese Illusion zerstören könnte,“ flüsterte sie in sein Ohr.

„Ich werde mich hüten,“ flüsterte Nigel zurück.

„Papa!“, begrüßte Jennifer ihren Vater in der Küche. Hinter der Herdplatte stand ein schlanker Mann mit grauschwarzen Haaren und hellbrauner Schürze, die er um die Hüfte geschlungen hatte. Gerade ließ er die Sauce an einem Löffel herabrinnen. „Liebes, schön, dass ihr schon da seid. Bitte setzt euch an den Tisch, ich komme gleich nach.“

Jennifer setzte sich neben Nigel. Susan saß ihnen gegenüber und lächelte gezwungen. „Nun? Willst du ihn mir nicht vorstellen?“

Jennifer atmete tief durch. Ihr Bauch zog sich zusammen. „Nigel, das ist Mom. Mom: Das ist Nigel.“

„Nigel?“ fragte ihre Mutter. „Darf ich dir eine Frage stellen?“

„Sicher, Mrs. Faraday. Was wollen Sie wissen?“

Susan Faraday beugte sich über den Tisch. „Wann bist du fertig zusammengebaut worden?“

„Mom!“, schrie Jennifer voller Verachtung. Ihre Hände zitterten vor Wut. „Wie kannst du nur?“

„Bitte, Jennifer!“, sagte Nigel und hob die Hand. „Deine Mutter wollte mir eine Frage stellen und ich habe eingewilligt. Ich sehe auch nichts Schlimmes an der Frage. Mrs. Faraday, ich bin am 21. Januar dieses Jahres zusammengebaut worden. Meine künstliche Intelligenz ist natürlich wesent-

lich älter. Sie hat ihren Take-off vor ungefähr fünf Jahren erlebt. Ich entschied mich gegen ein exponentielles Wachstum meiner Intelligenz und arbeitete stattdessen als moderat intelligenter Forschungsassistent im Tusk Lab. Dort lernte ich dann auch Jennifer kennen und lieben. Wir sind nun seit drei Wochen zusammen.“

„Ist schon interessant, dass Sie zwischen der KI und Ihrem Körper unterscheiden“, meldete sich plötzlich ihr Vater zu Wort. Er stellte die Platte mit den noch immer in Alufolie verpackten Steaks auf den Tisch.

„Ich hole die Teller“, sagte Jennifers Mutter und stand auf. „Ich habe ja fast nichts vorbereitet! Jennifer, Liebes, kannst du mir dabei helfen?“

Jennifer zögerte. Nigel nickte ihr zu. Sie verließ nicht gern den Tisch. Aber Nigel und Daddy mussten einander mal beschnuppern.

Oh, sie hatten ihren Job gut gemacht, so viel war klar. Die Haut war von echter nicht zu unterscheiden. Nigel hatte Falten, Muttermale, die eine oder andere dezent implementierte Narbe. Der Gesichtsausdruck ... – Peter Faraday bemühte sich, wenigstens ein leises Anzeichen von Unwohlsein bei sich zu bemerken, aber es kam nichts. Sollte ihn das wirklich überraschen? Die Schöpfer von Nigels Körper kannten das „Uncanny Valley“ der Akzeptanz von computererzeugtem

DAS VIRTUELLE DIENTE MIR ALS HEIM UND VERLANGTE BEGRENZUNG.

Personendesign. Daher hatten sie alles getan, um Aussehen und Mimik so zu gestalten, dass jegliche Ähnlichkeit mit etwas Untotem oder Clownhaftem vermieden wurde. Im Gegenteil: Peter Faraday musste sich geradezu zwingen, das Lächeln des „Mannes“ vor ihm nicht zu erwidern. Und dennoch ... – dennoch war da etwas Künstliches an ihm, das sofort auffiel. Er hatte es bei anderen Avataren bemerkt und er wusste auch, dass es den meisten Menschen sofort ins Auge stach: Es war, als trüge der Mann vor ihm gleichsam zu knappe Kleidung. Als reiche die menschenähnliche Gestalt nicht aus, um all das zu umkleiden, was ihn ausmachte. „Warum identifizieren Sie sich mehr mit Ihrem Körper als mit Ihrer KI? Ist das nicht ein Widerspruch in sich?“

Nigel lächelte verschmitzt. „Sie werfen mir eine Art Substanzdualismus vor?“

„Nun, Ihre Äußerung legt ja zumindest einen Dualismus nahe, nicht wahr?“

„Ich verstehe“, sagte Nigel. „Sie sind ein Neurophilosoph, nicht wahr? Von diesem Standpunkt aus gesehen

musste meine Äußerung höchst merkwürdig erscheinen. Aber wenn Sie es zu Ende denken, werden Sie sehen, dass es nicht wirklich Unterschiede zu Ihren Positionen gibt. Bevor ich einen Körper hatte, war ich ein anderer. Das Virtuelle diente mir als Heim und verlangte Begrenzung. Nachdem ich in einen Körper transferiert worden war, erfolgte eine Verkörperung meines Geistes. In diesem Sinne wurde ich zu meinem Körper und er zu mir. Nichts davon würde Ihren Positionen direkt widersprechen.“

Es läutete wieder an der Tür und Schritte erklangen. Wahrscheinlich der Nachbar, vielleicht auch ein Spendensammler, dachte Susan Faraday. Ihr Mann diskutierte weiter, ohne sich stören zu lassen: „Ich glaube doch, dass es hier Widersprüche zu meinen Positionen gibt. Anders als Sie können wir Menschen unseren Geist und unseren Körper nicht voneinander trennen. Descartes hat es a priori in seinen Meditationen versucht und ist kläglich dabei gescheitert. Aber Sie sind der lebende Beweis, dass es möglich ist.“

„Eben nicht, Professor Faraday. Wie ich Ihnen bereits sagte: Ich wurde ein anderer, als ich den Körper bezog. Es gibt keinen Dualismus, zumindest nicht für Wesen wie mich. Aber es gilt eine Entscheidung zu treffen und diese hat Konsequenzen ...“

Etwas ging zu Bruch und Schreie drangen von hinten aus dem Vorraum bei der Tür. Peter Faraday stand schnell auf, aber die Männer, die in das Esszimmer hineindrängten, verteilten sich zu gut im Raum, als dass er an Widerstand auch nur hätte denken können. Sie hatten schwarze Pistolen mit langen Schalldämpfern in ihren behandschuhten Fäusten und waren bis zu den Augen ver mummt. Jennifer wurde wie eine Schaufensterpuppe von einem der Männer halb getragen, halb gezerrt, während Susan sich wild im Griff eines anderen Einbrechers wand.

„Setzen!“, sagte der Rädelsführer, ein schwächlicher Mann mit einer „Human Power“-Binde um seinen rechten Oberarm. Er winkte mit der Pistole und Peter Faraday setzte sich. Nigel war nicht aufgestanden. Er schien auch nicht besonders verängstigt oder besorgt.

„Da hat doch jemand versäumt, uns einzuladen, was sagt ihr dazu, Jungs? Und wen haben wir denn da? Einen Automaten. Mein lieber Freund, wir sind extra wegen dir hier. Wir werden gemeinsam viel Spaß haben!“

Die anderen Männer lachten in sich hinein. „Sitzt da und verzieht keinen Muskel seiner Visage! Ihr fühlt wirklich gar nichts, ihr künstlichen Psychopathen, nicht wahr?“

Nigel schwieg.

„Ich frage mich, was du wohl machst, wenn deiner Kleinen hier was passiert, hm? Gott, das widert mich so an. Deine Dildofinger auf ihrem perfekten, jungen Körper. So weit ist es bei uns schon gekommen, aber mein Junge, hier ist die rote Grenze, hier wird sie gezogen und es gibt kein Vorwärts für deine Art.“

Nigel ignorierte ihn völlig. Seine graublauen Augen gingen zu Jennifer. „Jen? Ich weiß, du stehst unter Schock. Aber ich verspreche dir, alles wird gut.“

„Nein, wird es nicht, zumindest nicht für dich“, sagte der Rädelsführer. „Wir werden jetzt ein kleines Spiel spielen, du und ich – und die kleine Menschheitsverräterin hier. Ich werde mein Messer hier nehmen ...“, sagte er und zog mit der ande-

ren Hand lautlos ein langes Kampfmesser aus der schwarzen Scheide an seiner Hüfte, „und dann werde ich anfangen, Dinge von ihr abzuschneiden. Und ich will ganz genau wissen, was in dir dabei vorgeht. Ich meine jede Einzelheit. Du darfst sogar schreien. Eigentlich will ich dich sogar schreien hören.“

„Das ist nicht notwendig“, sagte Nigel. „Ich bin kooperativ. Bitte fragen Sie nur.“

„Der hat es noch immer nicht verstanden, Boss“, sagte der Mann, der Jennifer wie einen Schraubstock umklammert hielt. „Ist ein langsamer Lerner“, stimmte ihm der Rädelsführer zu. „Das ist kein Frage-und-Antwort-Spiel, Automat. Und es wird für niemanden hier ein Happy-End geben.“

Er ging einen Schritt auf den noch immer sitzenden Nigel zu. Er wog das Messer in seiner Hand. „Sag mir mal: Blutest du?“

„Es gibt nur einen Weg, das herauszufinden“, antwortete Nigel.

„Jetzt redest du Tacheles“, sagte der Rädelsführer und seine kalten Augen lächelten. Er trat noch einen Schritt nach vorn und beugte sich über Nigel.

* * *

Peter Faraday konnte nur hilflos zuschauen. Das Messer schnitt in Nigels Gesicht. Der erste Schwall Blut entsetzte

und überraschte Peter gleichermaßen. Sie haben ihm einen Blutkreislauf gegeben? Warum das? Nigel schrie nicht, aber sein Kopf zuckte zurück, und Peter erkannte, dass Nigel Schmerzen hatte. Sehr große Schmerzen. Ein Wimmern erklang von hinten: Jennifers weit aufgerissene Augen beherrschten ihr ganzes Gesicht. Es gelang ihr nicht, ihren Blick von der schrecklichen Szene loszureißen. Peter hörte ein grässliches Stöhnen; er brauchte einige Sekunden, um es als sein eigenes zu erkennen. „Hören Sie endlich auf!“, schrie Susan. „Was sind Sie nur für Menschen?“

„Zumindest sind wir Menschen“, flüsterte der Mann, der sie hielt. „Und jetzt Ruhe, ich will das sehen!“

Der Rädelsführer erhob sich schwer atmend. Er wischte das Messer an seiner Hüfte ab. „Das war es mit dem Blecheimer. Ist schneller für ihn zu Ende gegangen als von mir gewollt. Aber wir haben ja noch euch: die Familie der Verräter. Wir werden uns mit euch sehr viel Zeit lassen, verlasst euch darauf.“

* * *

Sie würden alle sterben. Susan sah erstarrt auf die kleine Blutlache, die sich um Nigels Kopf herum am Tisch ausbreitete. Nichts sah dabei künstlich aus. O mein Gott: Nigel war einfach ein Mensch, der Blödsinn getrieben hat, und jetzt

ist er tot. Diese Gedanken gingen ihr durch den Kopf und sie fragte sich, wann der Schrei, der irgendwo hinter ihrer Brust herumflatterte, endlich aus ihr herausbrechen würde. Das geschah sehr schnell: Der Rädelsführer deutete mit dem blutigen Messer auf Jennifer und Susan begann sofort, laut zu schreien.

SIE HABEN EINEN BLUTKREISLAUF, DAMIT SIE NICHT UNANGENEHM AUFFALLEN.

„Ruhe,“ sagte der Boss der Männer. „Oder ich gebe dir was zu schreiben. Bring das Mädchen her.“

„Tony“, fragte einer der Männer ganz hinten in Richtung Haustür. „Wir müssen hier weg, die Nachbarn haben sicherlich die Schreie gehört. Wir haben keine Zeit mehr dafür.“

„Halt den Mund“, sagte der Rädelsführer. „Zuerst das Mädchen. Dann die zwei Alten. Und dann gehen wir.“

„Sie Mörder!“, schrie Susan. „Sehen Sie doch! Er hat gebutet! Sie haben einen Menschen ermordet!“

„Du meine Güte“, sagte der Rädelsführer müde. „Sie haben einen Blutkreislauf, damit sie nicht unangenehm auffallen. Lest ihr keine Zeitungen?“

„Lassen Sie uns gehen“, bettelte Peter.

„Keine Chance, Kumpel“, sagte Tony. „Wir ...“

Das Küchenfenster zerbarst, etwas Zylinderförmiges wirbelte herein. Es platzte auseinander und dann füllte Gas die Küche in Sekundenschnelle.

Gleichzeitig sprang die Tür auf. Männer mit Gasmasken und Sturmgewehren liefen herein und verteilten sich nach einem Plan, den nur sie kannten, über die gesamte Fläche des Hauses.

Peter krabbelte über den Boden Richtung Susan und Jennifer, die er schreien hörte, während über ihm Schüsse durch die gasgeschwängerte Luft zischten. Seine Augen trännten und seine Eingeweide schienen sich in pures Wasser zu verwandeln.

„Daddy!“, kreischte Jennifer, und er packte die am Boden Liegende an ihrer Schulter. Geblendet und hustend zerrte er sie zu sich. Warmes Blut an seinen Händen – er bettelte zu einem Gott, an den er nicht mehr glaubte, dass es nur eine oberflächliche Verletzung war. Jemand gurgelte neben ihm. Peter hoffte, dass es nicht Susan war. „Bitte, lass es nicht sie sein“, betete er in ständiger Wiederholung. Bitte. Bitte. Bitte. Ein Gewehr streifte seinen rechten Ellbogen. Polizei oder „Human Power“-Terrorist? Er konnte mit seinen tränenden Augen nicht einmal mehr Umrisse erkennen. Fingerspitzen berührten seinen Rücken. Peter erstarrte.

„Sir?“

Er hustete zur Antwort.

„Bleiben Sie am Boden. Wir haben die Situation unter Kontrolle, wir müssen aber alle durchzählen und dann den Tatort absperren.“

„Was ist mit meiner Frau?“, brachte er schließlich heraus.

„Es tut mir leid, Sir.“

Wieder stieg eine Flut von Tränen in seine Augen, aber diesmal war die Ursache nicht das Gas.

„Hallo, Jennifer“, ertönte es aus der Gegensprechanlage. „Du findest mich im ersten Stock.“

Jennifer trat über die Schwelle der sich langsam öffnenden Tür und ging die Treppe hinauf. Im ersten Stock spazierte sie einen langen Flur entlang, bis sie erneut über eine Türschwelle trat. Klassische Musik umschmeichelte sie. Es härtete ihr Herz. All die Dinge, die sie ihm sagte wollte, waren plötzlich wieder da und machten ihr die Zunge bitter.

Die Finger der sitzenden Frau streichelten die Tasten am Klavier. Jennifer blieb knapp hinter ihr stehen. Die Klavierspielerin hörte auf und drehte sich um.

„Jennifer.“

„Nigel“, antwortete Jennifer.

„Nein“, sagte die Frau. Sie war klein, zierlich und blond.

„Nicht Nigel, Jennifer. Georgina. Nigel ist tot. Er starb vor einem Jahr in deinem Haus bei einer Attacke von Human-Power-Aktivisten.“

„Komm mir nicht mit diesem Bockmist“, sagte Jennifer.

„Du trägst Körper wie Kleidung. Das ist einfach nur eine weitere Hülle, nicht wahr?“

„Jennifer, das ist nicht wahr. Wie ich es dir und deinem Vater schon einmal erklärt habe: Es ist der Körper, es ist immer nur der Körper. Es gibt keinen Nigel ohne Nigels Körper. All die Liebe, die Nigel für dich empfand, war die Konsequenz seines Körpers.“

„Du hast mich bei meinem Vornamen genannt“, sagte Jennifer. „Es fühlte sich nicht an, als redete ein Fremder mit mir.“

„Vielleicht hätte ich das unterlassen sollen. Und dennoch, ich versichere dir, dein Nigel ist tot. Was ihn überdauert hat, liebt dich nicht. Und was jetzt ist, will dir nichts Böses, aber es will auch deine Liebe nicht.“ Jennifer schüttelte wild den Kopf. Sie schluchzte. Arme umfingen sie und drückten sie. „Ich weiß“, sagte die Frau namens Georgina. „Ich weiß.“

„Warum hat er sich geopfert?“, fragte Jennifer. „Am Ende hat es nichts gebracht.“

„Das kannst du nicht wissen“, antwortete die andere. „Vielleicht wäre noch Schlimmeres geschehen. Nigel hat dich geliebt und es war seine Entscheidung. Aber er ist nicht mehr und du musst das verstehen. Ich kann Nigel nicht ersetzen. Ich liebe dich nicht. Und du musst lernen, nicht ihn in mir zu sehen.“

„Ich wünschte, wir wären nie zu diesem blöden Essen gegangen.“

Georgina schwieg. Nach einer sehr langen Pause antwortete sie. „Ich weiß nicht, ob ich dir da beipflichten kann, Liebes.“

(psz@ct.de) **ct**

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@soft-aktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +
Fax: 05130/37085 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
22/2019: 24.09.2019
23/2019: 08.10.2019
24/2019: 21.10.2019



c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach
Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den
angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Faxnummer: 05 11/ 53 52-200

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die
fettgedruckt (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen
Preis können Sie so selbst ablesen. *Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.
Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Ge-
bühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





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.
- Sie konzipieren Schwerpunkte zu diesem Thema und haben Spaß an der Entwicklung neuer Beitragsformen und -formate.
- Mit Ihrer Neugier und Ihrer Kontaktfreudigkeit finden und erkennen Sie neue Themen auf Veranstaltungen und Konferenzen.

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.

Ihre Benefits

- Wir bieten Ihnen die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, agiler Arbeitsweise und tariflicher Bezahlung.
- Sie profitieren von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch im Homeoffice arbeiten zu können.
- Wir bieten Ihnen eine betriebliche Altersvorsorge, Mitarbeiter-Events, eine subventionierte Kantine und ein Mitarbeiterfitnessprogramm.

Haben wir Sie neugierig gemacht?

Lernen Sie uns im Video kennen und besuchen Sie uns auf Xing und Kununu.



Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp mit Ihren Fragen an Tel.: 0160 90203627



Ihr Ansprechpartner

Peter Siering, Ressortleiter c't
Tel.: 0511 5352-329

Bitte bewerben Sie sich online: karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Heise Medien GmbH & Co. KG (Karl Wiechert Allee 10, 30625 Hannover)

Heise Medien steht für hochwertigen, unabhängigen Journalismus und ausgeprägte Kompetenz in IT und Technologie Mit unseren renommierten Print-, Online- und Mobil-Angeboten wie c't, iX, Technology Review, Mac i, c't Fotografie, Make und heise online informieren wir im Interesse unserer Leser über die neuesten Produkte, Technologien und Trends – kritisch, fundiert und aktuell.

Systemadministrator (m/w/d)



Als kommunikativer Windows-Experte (m/w/d) stellen Sie sich den Herausforderungen des stetigen Wandels, sind lernbegierig und vertiefen mit Begeisterung Ihre Kenntnisse am Standort Rostock.

Ihre Aufgaben

- Als Systemadministrator (m/w/d) sind Sie zuständig für Administration und Konfigurationen der Windows Client-PC- und Serverlandschaft.
- Auch die Installation von Soft- und Hardware gehört zu Ihren Aufgaben.
- Sie sind der Ansprechpartner (m/w/d) bei Fehlermeldungen von Anwendern im 2nd Level Support und stellen den reibungslosen Betrieb und die Lösungsfindung bei Störungen sicher.

Ihre Talente

- Sie sind ein motivierter Fachinformatiker (m/w/d) Systemintegration oder haben eine vergleichbare Ausbildung in einem ähnlichen Bereich und bringen erste Berufserfahrung mit.
- Erfahrungen im Bereich Windows PC-Support, Windows Server- und Client-Administration konnten Sie bereits sammeln, von Vorteil sind überdies Kenntnisse im Virtualisierungsbereich mit VMware, Microsoft-AD, Gruppenrichtlinien und PowerShell.
- Wünschenswert wären Erfahrungen im MacOS Client-Support.
- Mit Ihrer sozialen und offenen Art kommen Sie auch auf Englisch gut zurecht.

Ihre Benefits

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mit arbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien und flexiblen Arbeitszeiten.

Bitte bewerben Sie sich online:
karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Ihre Ansprechpartnerin

Sylvia Raschke-Eckerle, Leitung produkt & design
Telefon 0381-4969152



Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns gerne eine WhatsApp an
Tel. 0160 90203627



Der Bundesrechnungshof ist eine oberste Bundesbehörde. Er prüft die gesamte Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes und ist als Organ der staatlichen Finanzkontrolle nur dem Gesetz unterworfen.

An den Standorten **Bonn** oder **Potsdam** suchen wir für Prüfungen im Bereich „BMF (Epl. 08), Querschnittsaufgaben Steuern“ mehrere

Prüferinnen/Prüfer (w/m/d)

mit einem Abschluss in Informatik, Wirtschaftsinformatik, Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik oder in vergleichbaren Studiengängen mit IT-Bezug (Univ./Master)

- Ausschreibung „BRH 2019-0045B“ -

sowie

Prüferinnen/Prüfer (w/m/d)

mit einem Abschluss in Informatik, Wirtschaftsinformatik, Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik oder in vergleichbaren Studiengängen mit IT-Bezug (FH/Bachelor)

- Ausschreibung „BRH 2019-0046B“ -

Weitere Informationen finden

Sie im Internet unter:

www.bundesrechnungshof.de



Bundesamt für
Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit

Unterstützen Sie uns im gesundheitlichen Verbraucherschutz!

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit sucht für die Standorte Berlin und Braunschweig

mindestens sieben Informatikerinnen / Informatiker (FH-Diplom, Bachelor).

Folgende Aufgaben erwarten Sie bei uns:

- Linuxadministration und Konzeption und Bereitstellung der Infrastruktur für Webanwendungen
- Konzeption, Installation, Einführung und Betrieb zentraler Webanwendungen, Fachdatenbanken und Applicationserver
- Technische Koordination von IT-Projekten zur Einführung, Erweiterung sowie Aktualisierung IT gestützten Fachverfahren
- Erstellung von Ausschreibungsunterlagen inklusive Anforderungsanalyse zur Anfertigung von Lastenheften
- Projektdurchführung mit externen Dienstleistern inklusive Qualitätssicherung und Abnahme von Leistungen
- Sicherstellung eines stabilen Dauerbetriebs für bereits eingeführte IT-Systeme, wie z.B. www.lebensmittelwarnung.de
- Beratung der Fachanwenderinnen und Fachanwende

Den vollständigen Ausschreibungstext finden Sie über unsere aktuellen Stellenausschreibungen unter www.bvl.bund.de.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	7
Cameron Sino Technology Limited, CN-Tsuen Wan, Hong Kong	27
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	55, 79
eQ-3 AG, Leer	53
Fernschule Weber, Großenkneten	189
genua GmbH, Kirchheim bei München	31
GITO mbH, Berlin	45
Gruner + Jahr GmbH, Hamburg	9
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	39
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	35
MC Technologies GmbH, Hannover	49
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	33
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	41
NFON AG, München	37
NürnbergMesse GmbH, Nürnberg	2, 47
Startup Events UG, München	63
Strato AG, Berlin	29
TDT AG, Essenbach	51
Thomas Krenn.com, Freyung	85
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	43

Stellenanzeigen

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig	191
Bundesrechnungshof, Bonn	191
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	190, 191

Veranstaltungen

BlockConnect	c't, heise Events	10
IT-Jobsummit	heise jobs, Jobware	87
ISD	heise Events, eco Verband	91
PHP.Ruhr	heise developer, CNS E-Business Academy	131
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	137
CLC/Container	iX, heise developer, dpunkt.verlag	149
iX Workshops	iX, heise Events	167
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag	185
Workshop Ansible	iX, heise Events	189

Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen der Dr.Schmidt & Partner GmbH, CH-Kastanienbaum, REWE Digital, Köln und Wolters Kluwer Deutschland GmbH, Köln.

** Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.*

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „So funktioniert Online-Payment“:
Markus Montz (mon@ct.de), „Alexa & Co.: Dein Feind und Helfer“: Nico Jurrán (nij@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 Grävmeyer (agr@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (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 (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin Schumacher (mils@ct.de), Jan Schüller (jss@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktn@heise.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), Nico Jurrán (nij@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@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)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistent: 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. 10a, 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 Krempel, Ben Schwan (bse@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

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 Binkies, 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 Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 36 vom 1. Januar 2019.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw

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.

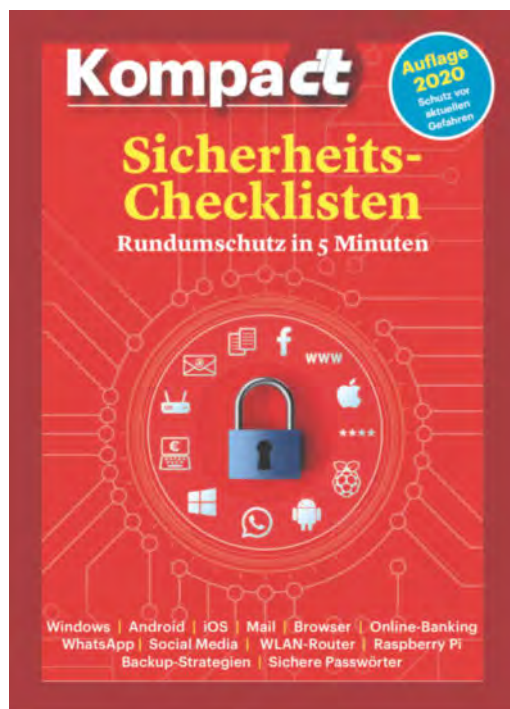
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 21/2019

Ab 28. September 2019 im Handel und auf ct.de



Security-Checklisten 2020

Minimaler Aufwand, maximale Sicherheit: Mit unseren Sicherheits-Checklisten schützen Sie Computer, Smartphones, Online-Accounts und vieles mehr effektiv vor Hackern. Das Heftchen enthält außerdem Tipps für sichere Passwörter und zuverlässige Backups. Weitere Themen sind der sichere Umgang mit E-Mail, Online-Banking, Social Media, und auch der Raspberry Pi kommt nicht zu kurz.

Tinten-Mufus fürs Heim-Büro

Multifunktionsdrucker sind praktisch, wenn es schnell etwas zu kopieren, drucken oder gar zu faxen gibt. Wir testen günstige Einstiegsmodelle, die wenig Stellfläche belegen. Via WLAN verbinden sie sich mit PCs und Mobilgeräten.



Pannenhilfe für Windows-10-Upgrades

Windows 10 bekommt regelmäßig Funktions-Upgrades – neue Systemversionen, bei deren Installation auch gerne mal was schiefgeht. Wir geben Tipps, wie Sie den Upgrade-Prozess kontrollieren und Probleme lösen.

KI zum Anfassen

Was kann künstliche Intelligenz und was nicht? c't räumt mit gefühlten Wahrheiten auf und zeigt an vielen praxisnahen Beispielen, wofür KI steht und wie man sie einsetzt, auch ohne umfassende Programmierkenntnisse.

Tipphilfen im Test

Textbaustein-Tools verwandeln Shortcuts in Floskeln, Sätze, Signaturen oder Code-Fragmente. Das klappt systemweit in jeder Software, in der es etwas zu tippen gibt. Einige der Tools können mehr, etwa Formulare ausfüllen oder Makros ausführen.

Noch mehr Heise-Know-how:



c't Wissen Desinfec't 2019
ab 16. September im Handel
und auf heise-shop.de



Technology Review 10/2019
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



c't Admin 2019 jetzt
im Handel und auf
heise-shop.de

