



**magazin für
computer
technik**

28. 10. 2017 **23**



**E-Mobilität
ohne Auto**

Mesh-Systeme im Test • Tipps zum Einrichten

Turbo-WLAN ohne Funkloch

**IM
TEST**

- Tintenmufus für Fotodruck
- Google Pixel 2 und 2 XL
- Linux-Notebook mit Coreboot
- Z370-Boards für Core i-8000

KRACK: Was Sie wirklich tun müssen
WLAN-Hack analysiert

Test Ubuntu 17.10 • Gnome meistern
Ubuntus neuer Desktop

Excel-Funktionen clever nutzen

Digital Signage mit Windows

Google Play Protect schützt Android

Das macht Blockchain

Die Technik hinter Bitcoin und Smart Contracts



€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00



Anzeige



Mesh - WLAN trotz KRACK?

Kürzlich habe ich zu Hause mein Mesh-WLAN konfiguriert, um endlich stabiles und schnelles WLAN im Garten zu haben. Da heißt es plötzlich: Die WLAN-Verschlüsselung WPA2 ist verwundbar. Angreifer sollen in Verbindungen zwischen Client und Router einsteigen und mitlesen können. Einschränkend steht im Paper der Sicherheitsforscher, dass ein Übergriff nur in Funkreichweite eines anvisierten WLAN funktioniert. Na super, die Reichweite habe ich doch gerade erst via Mesh-WLAN ausgebaut. Soll ich das Ganze nun wieder einstampfen? Nein, das mache ich garantiert nicht!

Klar, die KRACK-Lücke ist heftig, bedroht sie doch quasi alle Geräte mit WLAN-Chip. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ruft sogar dazu auf, kein Online-Banking und -Shopping mehr über WLAN zu machen und den Computer per LAN-Kabel an Router anzuschließen. Ja, klasse, zurück in die Steinzeit - weg mit diesem neomodischen Quatsch wie Mesh-WLAN. Nein, mal ehrlich: Ich finde, das BSI hat hier überreagiert und die Pferde scheu gemacht. Ich erledige meine Bankgeschäfte auch weiterhin online in meinem WLAN. Schließlich sind die Daten in der Regel zusätzlich transportverschlüsselt (TLS) und ein WLAN-Eindringling sähe nur Kauderwelsch. Wer private

Daten an Webseiten ohne TLS schickt und somit preisgibt, hat ganz andere Probleme - dem hilft auch kein LAN-Kabel weiter.

Mittlerweile sind schon viele Sicherheits-Updates für diverse Geräte verfügbar. Gerade aber wer ein Mesh-WLAN betreibt, sollte bei den Patches gegen KRACK keine halben Sachen machen. Angenommen, ein Angreifer hat es auf ein Mesh-WLAN abgesehen. Wenn er sich dort in die Kommunikation von nur einem Repeater eingeklinkt hat, kann er in der Theorie den gesamten Datenverkehr von allen mit diesem Repeater verbundenen Clients belauschen - der Backbone ist kompromittiert. Deswegen sind hier Updates für jede Komponente umso wichtiger. Hoffentlich liefern die Hersteller!

Generell sollte man KRACK ernst nehmen, Ausschau nach Updates halten und beim Surfen vermehrt auf HTTPS achten. Wer will, kann auch zum Kabel-Befürworter werden. Den Kopf muss man wegen KRACK aber nicht verlieren.

Dennis Schirmacher

Dennis Schirmacher

Anzeige

Anzeige

Inhalt 23/2017

Trends & News

16 WLAN-Hack KRACK analysiert

- 18 Sicherheit
- 19 DJI Aeroscope identifiziert und überwacht Drohnen
- 20 Greenpeace-Report zur Umweltverträglichkeit von IT-Unternehmen
- 22 Microsoft stellt Windows Mobile ein
- 23 Embedded Systems
- 24 Hardware
- 26 Peripherie
- 27 Technische Software
- 28 Anwendungen
- 29 Unternehmens-Anwendungen
- 30 Kids and Codes: Spielerischer Einstieg in die Programmierung
- 32 Adobe Lightroom geht in die Cloud
- 34 Server & Storage
- 35 Linux
- 36 Apple
- 36 Internet
- 40 Prozessorgeflüster: Quantencomputer mit 5, 16, 17, 20, 49, 51 und 56 Qubits
- 180 Web-Tipps

Test & Kaufberatung

42 Google Pixel 2 und 2 XL

- 46 Apple Watch, die dritte Generation
- 48 USB-SDR-Empfänger: NooElec NESDR Mini 2
- 48 15,6"-Notebook mit Core-i-8000-Vierkerner: Lenovo IdeaPad 320-15IKB
- 50 High-End-Smartphone mit KI-CPU und Desktop-Modus: Huawei Mate 10 Pro
- 52 Vollformatkameras für Einsteiger: Canon 6D Mark II und Pentax K-1
- 54 PCIe-SSD-Erweiterungskarte: Amfeltec SKU-086-34
- 54 IP-Kamera mit Gegensprechfunktion: Petcube Play

- 54 PCIe-Karte mit zweimal USB 3.1: Startech 2-Port USB 3.1 Card
- 56 Raw-Bearbeitung und Foto-Effekte: Alien Skin Exposure X3
- 57 HDR-Foto-Paket für macOS und Windows: Aurora HDR 2018
- 58 MindManager 2018 verspricht universellen Datendurchblick
- 60 VR-Dokumentation über Tschernobyl: The Chernobyl VR Project
- 60 Porträtretuschierer PortraitPro 17 Studio
- 61 P2P-Banking-App: Wavy
- 62 Channel-Strip- und Mastering-Plug-ins: Izotope Neutron 2 und Ozone 8
- 64 3D-Drucker Renkforce RF500
- 65 Betriebsfunk im Handynetz: TSSD TS-W780 & Real-PTT
- 88 Z370-Boards für Core i-8000
- 94 Tintenmufus für Fotodruck
- 114 Linux-Notebook mit Coreboot
- 134 iOS 11 im Praxistest
- 138 Smart-Home-Schaltzentralen binden zunehmend fremde Komponenten ein
- 182 Spielekritik
- 186 Buchkritik

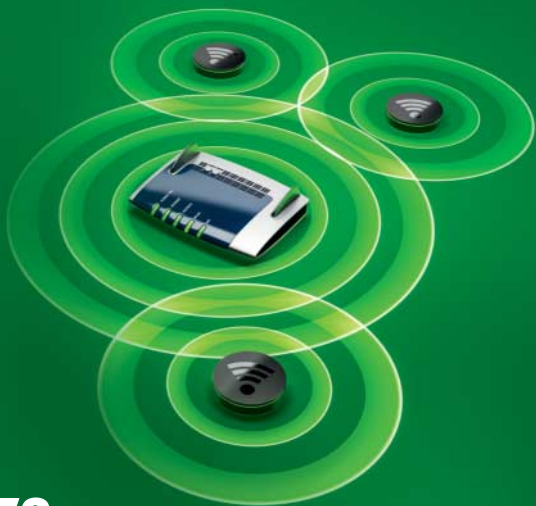


Das macht Blockchain

Blockchains können weit mehr, als Bitcoins und anderes digitales Geld zu verwalten. Ihre Fans glauben, dass sie ganze Industriezweige revolutionieren könnten. Welche Technik dahintersteckt und was „Smart Contracts“ damit zu tun haben.

Turbo-WLAN ohne Funkloch

Der neue Provider-Anschluss ist um ein Vielfaches schneller als der alte, aber im WLAN kommt davon nichts an? Dann funkt wohl der Router zu schwach. Greifen Sie jetzt nicht gleich zum erstbesten „WLAN-Verstärker“ – die vermehrt erhältlichen Mesh-Systeme funken schlauer.



72

Wissen

- 38 Chromium v61 verändert den Umgang mit Farbprofilen
- 66 Vorsicht, Kunde: Keine DSL-Versorgung mitten in Berlin
- 68 E-Mobilität ohne Auto
- 72 Turbo-WLAN ohne Funkloch
- 76 Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich
- 84 IEEE-Erweiterungen für besseres WLAN-Roaming
- 102 Das macht Blockchain
- 108 Smart Contracts in der Ethereum-Blockchain
- 142 Google Play Protect schützt Android
- 156 Recht: Vertragsrechtliche Behandlung von Softwareprojekten beim Einsatz des Scrum-Modells
- 166 TLS/SSL: Warum sich Zertifikate nicht wirklich sperren lassen
- 170 Augmented-Reality-Plattformen: Apple ARKit und Google ARCore
- 174 Kotlin, Teil 3: Funktionale Programmierung

Praxis & Tipps

118 Ubuntu neuer Desktop

- 122 Einblick in die Bedienoberfläche von Ubuntu Desktop 17.10
- 130 Erste Hilfe für macOS 10.13 High Sierra
- 146 Excel-Funktionen clever nutzen
- 150 Digital Signage mit Windows
- 154 Tele-Kameras von Smartphones funktionieren nur bei gutem Licht
- 160 Tipps & Tricks
- 164 FAQ: Creative Cloud für Fotografen

Rubriken

- 3 Editorial: Mesh-WLAN trotz KRACK?
- 10 Leserforum
- 15 Schlagseite
- 188 Story: Experiment Zehn-Achtundvierzig von Arno Endler
- 197 Stellenmarkt
- 200 Inserentenverzeichnis
- 201 Impressum
- 202 Vorschau



Ubuntus neuer Desktop

Paradigmenwechsel bei Ubuntu: Unity als Desktop hat ausgedient, Gnome ist wieder der Standard. Zugleich geht es auch dem zur Grafikausgabe genutzten X-Server an den Kragen. Wir stellen die Neuerungen von Ubuntu 17.10 vor und zeigen, wie Sie das Potenzial der neuen Bedienoberfläche voll ausschöpfen.

Anzeige

Anzeige

Inkonsequent

Editorial „Brandgefährlich“, c't 22/2017, S. 3

Ich freue mich, dass die Funkproblematik von LED-Leuchten thematisiert wird. Im Gegensatz dazu werden leider in Ihrer Zeitschrift regelmäßig sogenannte „Powerline“-Adapter angepriesen, die gezielt hochfrequente Signale auf ungeschirmte Stromleitungen zur Übertragung von Daten legen. Die Stromleitungen im ganzen Haus bilden dann eine große Antenne, die diese Störsignale großflächig abstrahlt. Auch wenn mittlerweile einige Funkamateurbänder durch Notch-Filter ausgeblendet werden (sollen), werden dennoch andere Frequenzbereiche gestört. Glücklicherweise wird die Bundesnetzagentur bei Störmeldungen bezogen auf PLC-, Homeplug- oder Powerline-Systemen tätig und der Nutzer des störenden Elektronikschrotts hat gerechterweise das Nachsehen.

Manuel Gerhardt

Darknet entzaubert

Tor Hidden Service als Website-Ersatz für Dissidenten und jedermann, c't 22/2017, S. 140

Ich finde Eure aufs Tor-Netzwerk bezogenen Artikel in der c't Ausgabe 22/17 äußerst anregend und hilfreich! In meinem Umfeld geisterten bisher nur sinnlose Schlagwörter wie „Darknet“ umher, gemischt mit ungesundem Halbwissen. Nach der Lektüre Eurer Artikel hat man einen runden Überblick und traut sich zu experimentieren! Danke, und bitte macht weiter so.

dennis

Wer ist jedermann?

Klar, die Anonymität im Darknet bietet Menschenrechtlern, Journalisten, Verfolgten und auch „jedermann“ Schutz. Das ist aus meiner Sicht jedoch nur ein Teil der Wahrheit. Sie nützt auch Personen, die anonym verbotene Inhalte verbreiten oder verkaufen wollen. Betrüger, die Schadsoftware an „neugierige“ Nutzer weitergeben. Händler, die in der legalen Welt nicht handeln dürfen. Der Artikel hätte – wenn er schon eine politische Rechtferti-

gung für die Hidden Services liefert – durchaus auch einen Hinweis auf die Gefahren aushalten können.

Miriam

Widersinniger Rat

Tolles Thema, Raspi als Flugblatt. Nur bei einer Sache musste ich schmunzeln: Sie geben als mögliche Bezugsquelle für den Raspi Zero W buyzero.de an. Also raten direkt zum Online-Kauf. Das halte ich für ziemlich widersinnig, wenn man sich einer Verfolgung entziehen will, denn ich würde heutzutage absolut fix davon ausgehen, dass WLAN-MAC und andere Hardware-eindeutigen Merkmale im CMS des Versenders und damit (wahrscheinlich mittlerweile automatisch) samt Besteller-Adresse an den Überwachungsapparat übermittelt werden können.

Beim Ankauf von Hardware ist also immer ein Ladengeschäft aufzusuchen, es ist bar zu bezahlen, alle verräterischen Geräte wie Smartphones et cetera sind zu Hause zu lassen, Karten mit RFID-Chips sind ohnehin hoffentlich in einer RFID abschirmenden Schutzhülle oder eben auch zu Hause.

Name ist der Redaktion bekannt

Sie haben völlig Recht, dass ein Online-Kauf riskant ist, wenn Seriennummer oder MAC-Adresse wie bei Festplatten und WLAN-

Routern üblich auf der Rechnung erfasst werden und so mit dem Käufer in Zusammenhang gebracht werden können. Der Grund für die Erfassung ist üblicherweise, dass dem Shop im Gewährleistungsfall kein anderes Gerät „untergejubelt“ werden kann.

Bei buyzero.de werden aber weder Seriennummer noch MAC-Adresse des Raspi Zero W erfasst – der Aufwand lohnt sich in diesem Preissegment schlicht nicht.

Fotodrucker ohne Patronen

Drucken mit Spareffekt, Günstige Druckkosten mit Originaltinte, c't 22/2017 S. 62

Mein Drucker ist ein Epson WF-3620 DWF, der wohl recht gut verkauft wurde. Nach zwei Jahren, in denen ich immer die gleichen Druckerpatronen im selben Ebay-Shop gekauft habe, passt die Patrone der letzten Lieferung mechanisch nicht mehr in den Drucker. Es lassen sich weder die Schwarzweiß- noch die Farbpatronen einsetzen. Daher scheint es mir sinnvoll, doch über einen Tintentankdrucker nachzudenken. Wissen Sie vielleicht, ob man die Tinte komfortabel nachfüllen kann und keine Verschmutzung von Kleidung und Händen riskiert?

Chr. Jötten

Bei den Canon-Druckern der G-Serie und den älteren Epson-Ecotank-Geräten wie dem viel verkauften ET-4550 kann es beim schnellen Befüllen vorkommen, dass Tintenspritzer entstehen: Man muss die Spritzflaschen zusammendrücken und sie zwischendurch Luft holen lassen.

Bei der neuesten Generation von Epsons Tintentank-Druckern – erkennbar an den von vorn sichtbaren Tanks – braucht man die Flasche nur auf den Einfüllstutzen zu setzen. Die Tinte läuft von selbst aus der Flasche in den Tank, siehe auch den Test in dieser Ausgabe ab Seite 94.

Virustotal kappt Berichte

Helfer unter der Lupe, Vom c't-Notfall-Windows getriggerte Viren-Alarme, c't 21/2017, S. 80

Eine Ergänzung dazu: Das Symantec Endpoint Protection 2014 Programm meldet

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f &+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

ntpwedit.exe als Trojan.Gen2 und hat diverse Maßnahmen ergriffen.

Thomas Schlosser ✓

Beim nachträglichen Prüfen der Plausibilität unserer Schädlingstests haben wir leider einen blinden Fleck in den angewendeten Methoden entdeckt: Virustotal zeigt nur Listen von maximal 100 Dateien an, auch wenn in dem hochgeladenen Archiv deutlich mehr stecken. Obendrein gibt Virustotal die Ergebnisse in der Archivreihenfolge aus. Dadurch fehlen in den Berichten alle Schädlinge, die jenseits der 100-Dateien-Grenze liegen. Dass dem so ist, hat erst eine Nachfrage bei Virustotal ergeben. Wir haben angeregt, die Ergebnisse entsprechend der Rate der erkannten Bedrohungen zu sortieren.

Bis Redaktionsschluss hatten die Entwickler das aber nicht umgesetzt. Wir haben deshalb die auf der Projektseite veröffentlichte Tabelle um weitere Hinweise ergänzt. ntpwedit.exe ist ein weiterer Klassiker der Fehlalarme im Kontext des Notfallsystems: Das Programm setzt Windows-Kennwörter zurück und erregt deshalb naturgemäß die Aufmerksamkeit der Sicherheits-Software.

Festplatte angeschweißt

Der erste 8000er, Acer Aspire 5 A515 mit Core i5-8250U, c't 20/2017, S. 46

Unter anderem wegen Ihres Tests und der Wartungsklappe habe ich das Notebook in der preisgünstigen Festplattenversion gekauft. Beim Versuch, meine vorhandene SSD einzubauen, musste ich leider feststellen, dass die Festplatte am Kabel angeschweißt ist und somit nicht austauschbar ist. Meines Erachtens gehört so etwas unbedingt in den Artikel, der Hinweis auf die Wartungsklappe allein erweckt einen völlig falschen Eindruck.

Name ist der Redaktion bekannt ✓

Bei unserem Testgerät ist uns dies nicht aufgefallen. Wegen unzähliger Unwägbarkeiten und eines drohenden Garantieverlusts empfehlen wir grundsätzlich, Notebooks so zu kaufen, wie sie benötigt werden, statt Neugeräte unmittelbar umzubauen. Wir kennen beispielsweise auch Berichte von Notebooks, deren BIOS eine WhiteList akzeptierter 2,5-Zoll-Festplatten und -SSDs enthält. Andere Modelle lassen sich darin nicht nutzen.

Schilder entschlüsselt

Leserbrief von Torsten Knauf in c't 22/2017, S. 6

Meine Software erkennt Folgendes: 1. Die durchgestrichenen Schilder können ignoriert werden, da aufgehoben. 2. Das blaue Schild, dass das Fahrradfahren erlaubt, steht hinter dem Schild, welches das Fahrradfahren verbietet. Für Fahrradfahrer gilt: Vor dem Verbotsschild absteigen, zum blauen Schild schieben, aufsteigen, weiterfahren. Für 2 Tonnen Blech würde bei entsprechender Beschilderung Anhalten gelten. Wer schieben möchte, darf dann weiterfahren.

Rolf Zlotos ✓



Kann man mit dieser Beschilderung autonome Fahrzeuge testen? Ralf Zlotos findet die Aufgabe zu leicht.

VLAN statt Direktanschluss

Tk-Anlage am DE-CIX, c't 22/2017, S. 20

NFON hat seine Infrastruktur über einen Drittanbieter per VLAN am Frankfurter Knoten angekoppelt.

AMD Epyc bei Delta Computer

AMD-Epyc-Server lieferbar, c't 22/2017, S. 24

Delta Computer setzt den Prozessor AMD Epyc nicht nur in den BigTwin-Systemen ein, sondern auch in Standard-Rackservern mit einer, zwei, drei und vier Höheneinheiten (HE) mit einer oder zwei CPU-Fassungen.

Oracle 18c kein Typo

Oracle-Datenbank pflegt sich selbst, c't 22/2017, S. 32

Die jüngste Ausgabe von Oracles SQL-Datenbank trägt wie in der Meldung erwähnt die Versionsnummer 18c. Nach bisheriger Praxis wäre die Versionsnummer 12c.2.0.2 fällig gewesen, doch im Juli hat der Hersteller sein Revisionschema umgestellt.

Garantieverlängerung für HP 250 G5

Günstige Notebooks mit Core i5 und SSD, c't 22/2017, S. 92

Anders als im Text beschrieben kann man für das HP 250 G5 (1LT61ES) doch eine optionale Garantieverlängerungen abschließen: <http://cpc.ext.hp.com/portal/site/cpc/>

Tabelle falsch formatiert

Schnellzugriff auf Windows-Ordner, c't 22/2017, S. 156

Im gedruckten Heft war die Tabelle leider falsch formatiert. Unter <https://ct.de/-3853160> finden Sie die korrekte Version.

SIM-Tausch bei der Telekom kostenlos

SIM-Karten auf die richtige Größe bringen, c't 21/2017, S. 75

Der Tausch einer SIM-Karte ist bei der Telekom nur dann kostenpflichtig, wenn der Kunde die Karte verliert oder PIN und PUK verlegt hat. Ist die Karte hingegen defekt oder liegt sie im falschen Format vor, ist der Tausch kostenlos.

Ergänzungen & Berichtigungen

Doch kein 11k

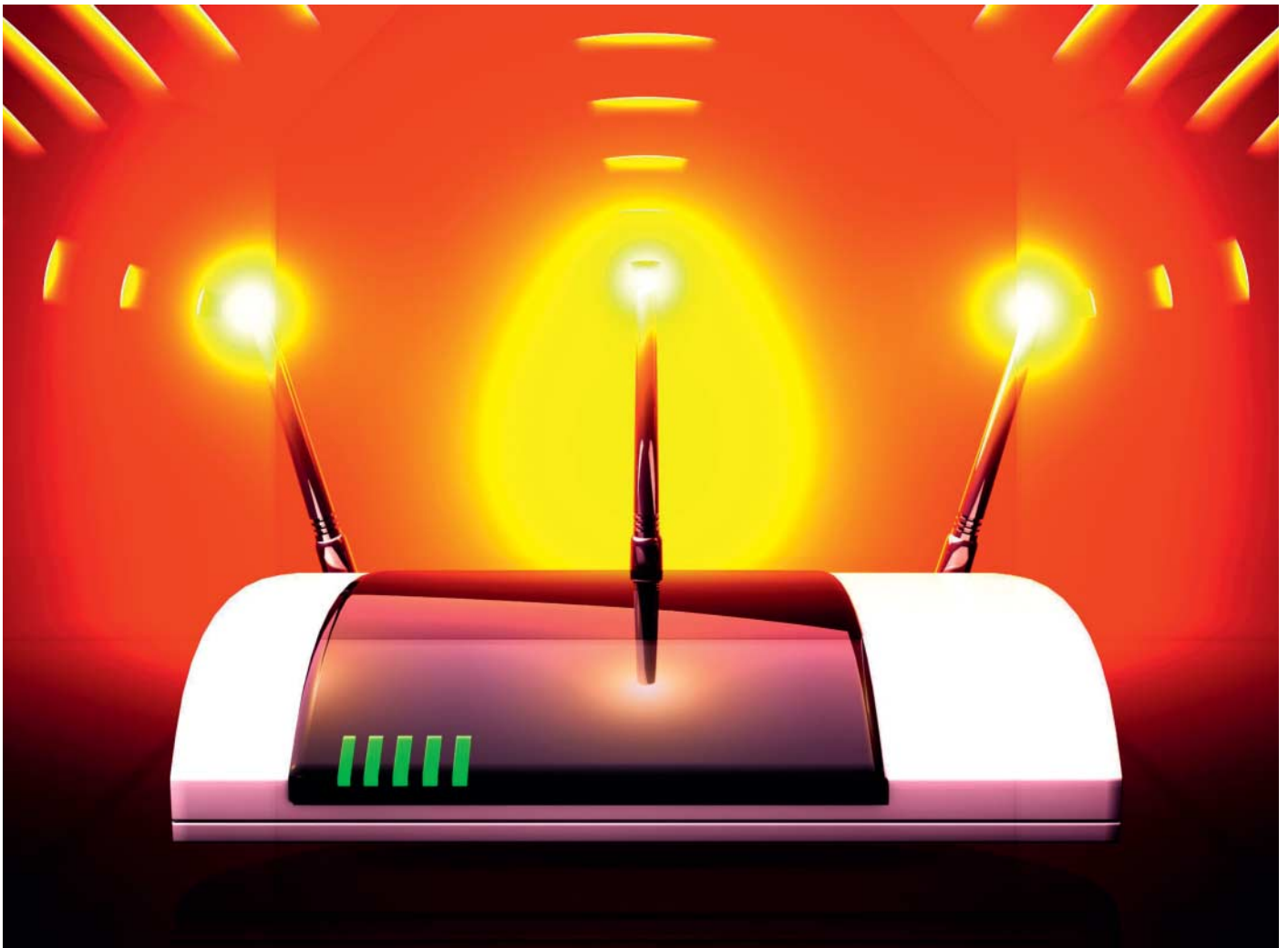
Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich, S. 76 in dieser Ausgabe

In der Tabelle auf Seite 82 ist bei den AVM-Systemen Unterstützung für IEEE 802.11k aufgeführt. Nach unserem Test beherrschen die Geräte derzeit nur 802.11v. Die Benotung der Mesh-Fähigkeiten ist indes korrekt.

Anzeige

Anzeige





WLAN ist angeKRACKt

WPA2-Lücke KRACK analysiert und eingeschätzt

Der KRACK-Angriff ist fatal, weil er im Grunde alle Geräte mit WLAN-Chip betrifft. Dabei sollte man aber nicht den Kopf verlieren: Eine Attacke ist nicht ohne Weiteres möglich, zudem sind viele Inhalte im Internet zusätzlich geschützt.

**Von Dennis Schirmacher
und Jürgen Schmidt**

Mitte Oktober versetzten zwei Forscher der belgischen Universität Leuven zunächst die Security-Gemeinde und danach fast die ganze Welt in einen

Schockzustand. Mathy Vanhoef und Frank Piessens demonstrierten, dass die eigentlich als sehr sicher erachtete Funknetz-Verschlüsselung WPA2 keineswegs unangreifbar ist.

Sie demonstrierten, dass sie in WLANs eigentlich gesichert übertragene Daten mitlesen können. Das kann zum Diebstahl von wichtigen Daten und sogar zur Übernahme von Verbindungen zwischen zwei Geräten – etwa einem Browser und einem Web-Server – führen. Das WLAN-Passwort können sie dabei jedoch nicht knacken. Genauso wenig können Angreifer einen Router via KRACK übernehmen.

Das Prekäre an dem KRACK, kurz für „Key Reinstallation AttaCK“, getauften

Angriff ist, dass er nicht auf einem einfachen Programmierfehler eines Herstellers beruht, sondern auf einem grundsätzlichen Problem des WPA2-Standards. Das betrifft sowohl den Einsatz in Heim- als auch in Firmennetzen inklusive AES-CCMP, WPA-TPKIP und GCMP.

Betroffen: alles, was funkt

So sind denn auch nicht nur einzelne Geräte-Typen anfällig, sondern nahezu alles, was WLAN einsetzt, vom Smartphone über IoT-Geräte bis hin zu Notebooks und Routern. Wie stark sich die Probleme konkret auswirken – sprich: wie viel Gefahr davon ausgeht, hängt davon ab, wie eng sich der Hersteller der WLAN-Treiber an die WPA2-Spezifikation gehalten hat.

AVM nimmt für sich in Anspruch, in ihren Routern wie der Fritzbox die angreifbaren Teile des Protokolls gar nicht umzusetzen. Microsoft und Apple bescheinigen die Forscher, dass diese sich bei Windows und iOS gewisse Freiheiten herausgenommen haben, die dazu führen, dass Windows-PCs und iOS-Geräte nur sehr eingeschränkt angreifbar sind.

Den sprichwörtlichen Vogel abgeschossen haben die Entwickler des WPA-Supplicant-Treibers, der bei Linux und somit auch auf vielen Android-Geräten zum Einsatz kommt. Dem wiesen die Forscher nach, dass die Geräte als Folge ihres Key-Reinstallation-Angriffs mit einem Schlüssel mit dem Wert 0 arbeiten – also praktisch unverschlüsselte Daten über den Äther schicken. Rund 41 Prozent aller Android-Geräte sind den Sicherheitsforschern zufolge für diese „besonders verheerende Variante“ ihres Angriffs anfällig.

Schlimm, aber ...

Das alles klingt zunächst sehr dramatisch. Der erste Schock legt sich bei genauerer Betrachtung zumindest ein wenig. Denn letztlich reduziert KRACK die Sicherheit nur auf die eines offenen Funknetzes an öffentlichen Hotspots. Außerdem müssen sich die Angreifer in Funkreichweite, also in unmittelbarer Nähe des abzuhörenden WLAN befinden, was das massenhafte Ausnutzen der Schwachstelle bei Heim-Anwendern eher unwahrscheinlich macht. Gefährdet sind vor allem Firmennetze, bei denen man sich ohnehin Gedanken über gezielte Angriffe etwa zur Industrie-Spionage machen muss.

Bei wirklich wichtigen Dingen wie dem Online-Banking oder Login-Vorgängen spielt die WLAN-Verschlüsselung ohnehin keine tragende Rolle. Die gehen nämlich davon aus, dass man dem benutzten Netz nicht vertrauen kann und sichern Daten deshalb mit Transportverschlüsselung. Dieses TLS äußert sich dann zum Beispiel als grünes Schloss im Browser und https-Vorsatz in der Web-Adresse. Alternativ kann man auch eine VPN-Verbindung einsetzen, um sich vor KRACK zu schützen. TLS und auch Ende-zu-Ende-Verschlüsselung wie sie etwa WhatsApp, Signal, Threema und PGP umsetzen, sind von KRACK nicht betroffen und bieten ausreichenden Schutz. Außerdem versichert die Wi-Fi Alliance, dass es bislang keine Beweise für ein Ausnutzen der Schwachstellen gibt.

Erste Patches verfügbar

Trotzdem darf man das Sicherheitsproblem nicht verharmlosen. Die betroffenen Geräte sollten schnellstmöglich mit Updates versorgt werden. Damit man wirklich sicher ist, muss man Clients und Router aktualisieren. Mittlerweile sind schon viele Sicherheits-Updates erschienen. Etwa Microsoft hat Windows bereits vor Bekanntwerden von Details zu KRACK am Patchday im Oktober abgesichert. Auch viele Linux-Distributionen wie Ubuntu sind mittlerweile mit einer reparierten WPA-Supplicant-Version ausgestattet. Apple hat bereits Fixes in diverse iOS-Beta-Versionen integriert; die Versionen für alle sollen folgen. Google hat die Sicherheits-Updates bisher nur angekündigt. Auch Router-Hersteller wie D-Link wollen erst noch liefern. Unter ct.de/y2wb finden Sie eine aktuelle Liste mit einer Übersicht zu Hersteller-Updates und Stellungnahmen.

Wer sich darüber hinaus schützen will, hat nur wenig Möglichkeiten. Das Wichtigste ist, verstärkt auf die ohnehin empfehlenswerte TLS-Verschlüsselung, also bei Web-Seiten auf das „https“ in der

Adressleiste, zu achten. Noch mehr Schutz bieten Applikationen wie WhatsApp, Signal, Threema oder PGP, die auf Ende-zu-Ende-Verschlüsselung setzen. Die Verschlüsselung des WLAN von WPA2 auf WPA oder sogar WEP zu wechseln ist keine Option. WEP gilt schon lange als geknackt. Unter WPA gilt die KRACK-Attacke als noch verheerender und Angreifer sollen in diesem Fall sogar Daten manipulieren und so etwa Schadcode in den Datenverkehr einschmuggeln können. Wer es ganz ernst nimmt mit der Sicherheit, folgt der Empfehlung des BSI und verzichtet darauf, Dinge wie Online-Banking und -Shopping im WLAN zu machen. Die Sicherheitsbehörde empfiehlt, dafür wieder ein Netzwerkkabel in sein Notebook zu stecken. Das erscheint uns jedoch angesichts der Tatsache, dass es bisher keine realen KRACK-Angriffe gibt und sich diese nicht auf die TLS-Verschlüsselung auswirken, etwas übertrieben. (des@ct.de) **ct**

Weitere Infos zu KRACK und Updates:
ct.de/y2wb

So funktioniert der KRACK-Angriff

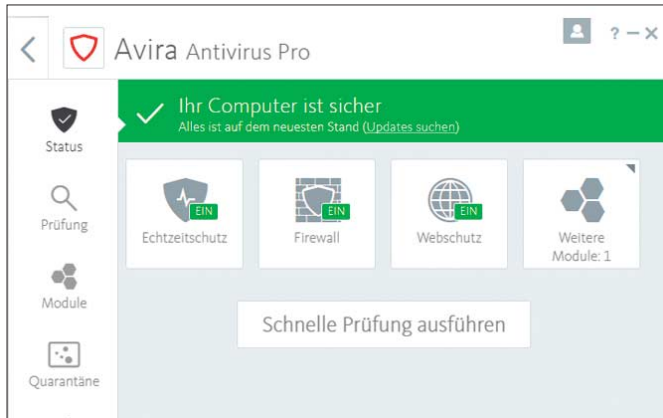
Die WPA2-Verschlüsselung beruht auf einer sehr einfachen logischen Operation auf Bit-Ebene namens XOR. Das ist ein striktes „Entweder-oder“. Es ergibt 1 (wahr), wenn genau eines der beiden Bits 1 ist (also bei 0x1 oder 1x0), sonst ergibt es 0 (0x0 und 1x1).

XOR hat aber eine bekannte Schwäche: Wer zwei verschlüsselte Botschaften mitlesen kann, die mit dem gleichen Schlüssel XOR-chiffriert wurden, kann daraus in aller Regel recht einfach Klartext errechnen. Man darf also bei XOR die Schlüssel immer nur ein einziges Mal verwenden.

Das wussten natürlich auch die Architekten von WPA2. Sie haben deshalb dafür gesorgt, dass die eingesetzten Schlüssel aus einer sogenannten Nonce abgeleitet werden. Das steht für „Number used ONCE“. In der Praxis besagt der Standard, dass WPA2-Clients die Nonce ständig hochzählen und somit sicherstellen, dass nie zweimal die gleiche Nonce zum Einsatz kommt. WPA2 hat die XOR-Klippe scheinbar umschifft.

Diese Rechnung wurde jedoch ohne die trickreichen Forscher aus Belgien gemacht. Deren Angriff beruht darauf, dass die WLAN-Geräte ihre Nonces austauschen müssen, damit beide den gleichen Schlüssel verwenden. Dieser Austausch ist natürlich gesichert und lässt sich auch nicht knacken. Aber der Angreifer kann in den Nonce-Austausch im Funknetz eingreifen und dafür sorgen, dass Teile davon nicht beim Empfänger ankommen.

Konkret fangen die KRACKer beispielsweise eine letzte Empfangsbestätigung des WLAN-Clients ab, bevor sie den WLAN-Router erreicht. Der WLAN-Client bekommt davon nichts mit und verschlüsselt bereits munter Daten. Nach dem Verstreichen einer bestimmten Frist schickt der Router das scheinbar verloren gegangene Paket erneut – und diesmal lassen es die Angreifer durch. Der Client merkt, dass er voreilig war und macht einen Reset – und führt die namensgebende Key Reinstallation durch. In der Folge verschlüsselt der Client Daten mit der gleichen Nonce wie beim ersten Mal: Die Angreifer haben gewonnen.



Die Benutzeroberfläche von Avira Antivirus 2018 wirkt aufgeräumt und übersichtlich.

Avira Antivirus Pro und Free 2018 sind da

Avira hat die Pro- und Free-Version seiner aktuellen Antiviren-Software veröffentlicht. Sie bringt eine vollständig überarbeitete Nutzeroberfläche mit, die übersichtlicher und intuitiver bedienbar sein soll. Wie die Vorgängerversionen setzt auch Antivirus 2018 auf Künstliche Intelligenz (KI), die laut Hersteller „Muster und Anomalien in schädlichen Dateien“ effizienter aufspürt und durch maschinelles Lernen die künftige Erkennung optimiert.

Avira Antivirus Pro 2018 ist plattformübergreifend für Windows, macOS und Android verfügbar. Eine Lizenz kostet 35 Euro und gilt für jeweils fünf Geräte. Die Free-Version verzichtet auf einige Features wie beispielsweise Netzwerk- und E-Mail-Schutz sowie professionellen Support, ist dafür aber laut Avira „ein Leben lang kostenlos“. (ovw@ct.de)

Fünf Jahre alte RSA-Lücke klappt in Infineon-TPMs

Eine Schwachstelle in Trusted Platform Modules (TPMs) von Infineon ermöglicht Angreifern das Knacken privater RSA-Schlüssel. Diese fehlerhafte Software-Bibliothek kam schon seit 2012 zum Einsatz.

Etwa Google, HP und Yubico bauen Infineon-TPMs unter anderem in Embedded-Systeme und mobile Endgeräte ein. Die estnische Regierung nutzte Infineon-Chips in über 750 000 verwundbaren Identity Cards. Mittlerweile gibt es Windows- und auch einige herstellerspezifische Updates. Sind keine verfügbar, bleibt aber nur der Umstieg auf Produkte mit neuen, abgesicherten TPMs.

Mit typischem Heim-Equipment ist das Ausnutzen der Lücke bei längeren RSA-Schlüsseln allerdings recht zeitaufwendig und teuer. (ovw@ct.de)

SSL/TLS: Praxiswissen im heisec-Webinar

Um sichere Datenübertragung via Transport Layer Security (TLS) geht es am 7. November 2017 um 11:00 im heisec-Webinar. heise-Security-Chefredakteur Jürgen Schmidt gibt Administratoren und Datenschutzverantwortlichen in Unternehmen einen etwa 60-minütigen Überblick über Trends und Entwicklungen. Dazu gehören etwa Praxistipps zur Sperrung von Symantec-Zertifikaten durch Google sowie Informationen zu Certificate Transparency und Certification Authority Authorization (CAA). Anschließend ist Zeit für Fragen.

Das Webinar ist herstellerunabhängig, der Vortrag frei von Werbung. Die Anmeldung kostet 99 Euro. (ovw@ct.de).

heisec-Webinar: ct.de/ytzz

Anzeige



Flugüberwachung

DJIs AeroScope identifiziert und überwacht Drohnen

DJI AeroScope nutzt vorhandene Technologie zur Echtzeit-Erkennung und -Überwachung von Drohnen und berücksichtigt dabei laut Hersteller Sicherheits- und Datenschutzfragen.

Von Nico Juran und Kamal Vaid

Sowohl die private als auch die gewerbliche Nutzung von Drohnen steigt seit Jahren stetig – und damit auch die Zahl von riskanten Zwischenfällen. Das werden auch schärfere Drohnenverordnungen und eine Kennzeichnungspflicht nicht ändern können. Insofern verwundert es nicht, dass Behörden die Fluggeräte im Luftraum überwachen und verfolgen wollen, wenn diese sich beispielsweise in der Nähe von sensiblen Gebieten wie Flughäfen aufhalten.

DJI hat mit „AeroScope“ passend dazu nun ein Überwachungssystem vorgestellt, das Drohnen im Umkreis mehrerer Kilometer sofort nach deren Einschalten entdeckt und ihre GPS-Positionen auf einer Karte in Echtzeit darstellt. Auch Registrierungsnummern werden übertragen – praktisch das Äquivalent eines Drohnen-Nummernschildes, über das Behörden den jeweiligen Besitzer ermitteln können.

Laut DJI ist die ID fälschungssicher, ein Spoofing nicht möglich.

Die Besonderheit der Lösung: Zusätzliche Elemente an den Drohnen sind nicht nötig, AeroScope hört lediglich die Funkverbindung zwischen den Fluggeräten und ihren Fernbedienungen ab, um grundlegende Telemetriedaten zu erfassen – darunter GPS-Position, Höhe, Geschwindigkeit oder Flugrichtung und eben die Registrierungs- beziehungsweise Seriennummer. Das System soll mit allen aktuellen Drohnen-Modellen von DJI kompatibel sein, die laut Hersteller mittlerweile immerhin fast zwei Drittel des weltweiten zivilen Drohnenmarktes ausmachen. Anderen Drohnenhersteller bietet DJI an, ihre Drohnen-Modelle ebenfalls für AeroScope zu konfigurieren.

Schon im Einsatz

Laut Brendan Schulman, Vizepräsident des Bereichs Policy and Legal Affairs bei DJI, bietet AeroScope „eine einzigartige und zuverlässige Technologie, die einfach zu bedienen, erschwinglich und schon jetzt einsatzbereit ist“. Tatsächlich gab DJI im Rahmen der Vorstellung des Systems bekannt, dass das Überwachungssystem bereits seit April an zwei nicht näher bezeichneten internationalen Flughäfen in den USA und Europa installiert

sei und auch an anderen Orten getestet werde.

DJI präsentierte auch bereits eine mobile Variante von AeroScope, die sich in einem Koffer transportieren lässt und bis Ende 2017 verfügbar sein soll – beispielsweise für die Polizei für Einsätze im Rahmen von Events. Sie zeigt auf ihrem Monitor Drohnen bis zu einer Reichweite von mindestens fünf Kilometer an. Das portable AeroScope lässt sich in ein Flughafen-eigenes Netzwerk einbinden oder mit dem Internet verbinden, um Kartenmaterial zu laden. Eine Verbindung zum Internet ist für den gewöhnlichen Betrieb allerdings nicht nötig. Im Akkubetrieb läuft das System laut Hersteller bis zu drei Stunden.

Laut DJI werden die gesammelten Informationen ausschließlich lokal auf dem AeroScope-Empfänger dargestellt. Die Einstellungen für die Drohnen-Erkennung sollen künftig in der Drohnen-Software von DJI enthalten sein, damit Piloten den Inhalt ihrer eigenen Identifizierung auswählen können. Die Verbindung zum Überwachungssystem können sie aber nicht verhindern. Um die Privatsphäre der Piloten zu schützen, übermittelt das AeroScope-System laut DJI keine identifizierbaren Informationen automatisch – zumindest solange Vorschriften oder Richtlinien dies nicht erfordern. Sollten entsprechende Gesetze in Kraft treten, könnte AeroScope aber beispielsweise auch die Namen registrierter Nutzer übermitteln.

Privatkunden werden AeroScope laut DJI keinesfalls erwerben können, das System ist nur für den Einsatz im öffentlichen Bereich bestimmt. Kosten für die Drohnenpiloten sollen nicht entstehen.

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



Die transportable Version von AeroScope nutzt als Monitor ein DJI CrystalSky. Das Touchscreen-Display hat eine Diagonale von 7,85 Zoll und löst mit 2048 x 1536 Pixeln auf.

Tech-Hersteller im Greenpeace-Ranking

Der „Guide to Greener Electronics 2017“ nimmt 17 Technik-Firmen unter die Öko-Lupe

Greenpeace vergleicht IT-Firmen in Sachen Nachhaltigkeit. Top: Fairphone, Apple, HP und Dell. Flop: Xiaomi, Amazon und Samsung.

Von Kristina Beer und Julius Beineke

Greenpeace hat in seinem diesjährigen Guide to Greener Electronics 17 Technologieunternehmen in Bezug auf die Verwendung erneuerbarer Energien, den Einsatz von Chemikalien sowie das Recycling von Rohstoffen überprüft. Außerdem geht in die Wertung ein, wie einfach sich Produkte wie Smartphones, Tablets oder Laptops reparieren lassen – als Grundlage hierfür dienen 40 Reparatur-Bewertungen der US-Firma iFixit.

Nachhaltigkeit: Energie, Chemikalien, Reparaturen

Auf dem ersten Platz des Greenpeace-Branchenrankings landet die Firma Fairphone, die bei ihrem Smartphone auf ein modulares Konzept und möglichst transparente Lieferketten setzt. Erst vor Kurzem hatte das niederländische „Social Business“ zwei neue Kameramodule für das Fairphone 2 auf den Markt gebracht, mit denen man dem Handy ein Hardware-Upgrade verpassen kann. So bleibt dieses länger aktuell und landet nicht so schnell beim Elektroschrott – für die erste Generation des Fairphone wurde allerdings vor Kurzem die Ersatzteilproduktion eingestellt. Darüber hinaus stammen vier der wichtigsten Rohstoffe im Fairphone 2 aus konfliktfreien Quellen – darunter Gold.

Platz 2 geht an Apple: Der iPhone-Hersteller will künftig nicht nur seine Datenzentren und Büros mit erneuerbarer Energie versorgen, sondern auch die gesamte Lieferkette. Auf den Plätzen 3 und 4 finden sich Dell und HP wieder. Beide Unternehmen bieten laut Greenpeace gut reparier- und aufrüstbare Geräte an. In

Sachen Reparatur kritisierten die Umweltschützer Apple und Microsoft. Die Geräte der Riesenkonzerne sind mittlerweile so verklebt und „aus einem Guss“, dass sich nicht einmal mehr der Akku wechseln, geschweige denn ein beschädigtes Bauteil einzeln einfach austauschen ließe.

Als „Wegwerfhandys“ bezeichnet Greenpeace Geräte der chinesischen Firmen Huawei, Oppo und Xiaomi. Diese seien auf eine Nutzungsdauer von maximal zwei Jahren ausgelegt. Auf die Verwendung von umwelt- und gesundheitsschädlichen Chemikalien wie PVC und bromierte Flammschutzmittel verzichten dem Bericht zufolge nur Apple und Google.

Kritik am Umweltbewusstsein vieler Firmen

Weit abgeschlagen findet sich der südkoreanische Geräte-Gigant Samsung im Greenpeace-Check. Grund dafür ist die Fertigung in Südkorea und China mit klimaschädlichem Kohlestrom. Lediglich ein Prozent der 2016 von Samsung verbrauchten 16.000 Gigawattstunden stammt laut Greenpeace aus erneuerbaren Energien.

Auch beim Recycling handelt sich Samsung die Kritik der Umweltschützer ein. Erst auf Druck von Greenpeace seien 4,3 Millionen zurückgerufene Note-7-Smartphones wiederverwertet worden. Manfred Santen, Elektronik-Experte von Greenpeace, empfiehlt Kunden, die Not-

wendigkeit einer geplanten Neuanschaffung grundsätzlich zu überdenken. Außerdem sollte man beim Kauf darauf achten, dass sich neue Geräte einfach reparieren und aufrüsten lassen.

Weitere Ergebnisse

Generell lässt die Transparenz bei Lieferketten fast überall zu wünschen übrig. Das erschwert Identifikation und Einschätzung von Umwelttrisiken. 11 der 17 bewerteten Hersteller liefern keine Angaben zu ihren Lieferketten. Nur Fairphone und Dell geben umfangreiche Einsicht.

Auf die Lebensdauer gerechnet ist die Herstellung der Geräte für 70 bis 80 Prozent des CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Ursache ist der weiterhin verstärkte Verlass auf nicht erneuerbare Energien: Die 17 Hersteller produzierten 2016 zusammen geschätzte 103 Millionen Tonnen CO₂.

Der Marktanteil chinesischer Firmen wächst – die Umweltverträglichkeit ihrer Geräte sinkt. Huawei, Oppo und Xiaomi machen 2017 ein Viertel des Marktes aus. Sie erhielten von Greenpeace in allen Bereichen miese Noten. Um Lieferketten-Transparenz und Nutzung erneuerbarer Energien steht es besonders schlecht.

Amazon ist in Sachen Transparenz und Umweltverträglichkeit seiner Kindle- und Fire-Geräte der größte Geheimnis-krämer. Der Konzern gibt weder Daten zur CO₂-Bilanz frei noch veröffentlicht er Informationen zu Chemikalien und Schadstoffen.

Allgemein bemängelt Greenpeace das geringe Umweltbewusstsein beim Umgang mit Elektroschrott. Von den für 2017 geschätzten 65 Millionen Tonnen E-Abfall, werden weniger als 16 Prozent effektiv recycelt. Große Mengen wertvoller Materialien gehen verloren oder landen bei inoffiziellen Recyclern – die sich oft wenig um die Umwelt oder die Gesundheit der Arbeiter scheren. (jube@ct.de) **ct**

Fairphone und Apple schneiden gut ab – chinesische Firmen wie Oppo und Xiaomi, aber auch Amazon und Samsung stehen nicht gut da.



Anzeige

Schade ists um Windows Mobile

Microsoft entwickelt das Smartphone-Windows nicht weiter

Joe Belfiore hat sich unmissverständlich über das Schicksal von Windows 10 Mobile geäußert: Microsofts Smartphone-System steht auf dem Abstellgleis und hat keine Zukunft mehr. Ein Abgesang.

Von Volker Briegleb

Endlich hat es mal jemand gesagt. Danke, Joe Belfiore. Jetzt ist auch auch den allerletzten Träumern klar, dass Microsofts Smartphone-Betriebssystem auf dem Abstellgleis steht. Der Softwarekonzern hat sich bis zuletzt um eine klare Aussage über das Schicksal von Windows Mobile gedrückt und damit auch die Hoffnungen der Unbeirraren genährt. Auf Twitter hat Belfiore dann vor Kurzem bestätigt, was Millionen von Fans längst schwante: Windows 10 Mobile ist so ziemlich tot.

Hit Delete

Die Zeichen waren ja nicht zu übersehen. Apps verschwanden von der Plattform. Das Motto „Mobile first“, das sich noch lange nach Satya Nadellas Amtsübernahme in Microsofts Selbstbeschreibungen gehalten hat, ist Geschichte – und damit der Anspruch, eine eigene Plattform für Smartphones in den Wettbewerb mit

Apple und Google zu führen. Dass Nadella nie ein Fan von Steve Ballmers Smartphone-Plänen war, hat er in seinem kürzlich erschienenen Buch „Hit Refresh“ noch einmal bestätigt.

Nadella hat die von Ballmer eingefädelte Nokia-Übernahme gnadenlos rückabgewickelt. Trotzdem hat sich der CEO stets um eine klare Ansage gedrückt, wenn es um die Zukunft von Windows auf dem Smartphone ging.

Ohnehin hat kaum noch ein Hersteller ein Windows-Smartphone im Angebot – selbst das Alcatel Idol 4 Pro, das hierzulande vor ein paar Monaten dann doch noch auf den Markt gekommen ist, war nicht neu. HP will die Produktion des Elite X3, das letzte Windows-Flaggschiff, auch einstellen.

Nun ist es also Joe Belfiore, der es ausspricht. Das passt: Belfiore ist „Mr. Windows Phone“. Als Microsoft auf der Suche nach einer schnellen Rettung für das angeschlagene Windows Mobile die unter seiner Ägide entwickelte Zune-Oberfläche wählte, wurde Belfiore die Verantwortung übertragen. Auf die Frage eines Twitter-Nutzers bestätigt er das offene Geheimnis: „Neue Features oder Hardware zu bauen ist nicht im Fokus“.

So ein paar klärende Worte hätte man sich früher gewünscht. Das hätten die zahlreichen Fans verdient, die der Platt-

form lange die Treue gehalten haben. Auch wenn Microsofts Marktanteil bei den Smartphone-Systemen zuletzt kaum noch messbar war, reden wir hier von mehreren Millionen Nutzern. Und auch Nadella weiß: Das bei diesen Kunden verspielte Vertrauen wird Microsoft nur ganz schwer zurückgewinnen. Der neue Microsoft Launcher für Android eignet sich nicht als Trostpflaster: Er hat keine Kacheln.

Echter Fortschritt

Fans von Android und iOS mögen jetzt lachen, aber das Windows-Phone-UI war ein echter Fortschritt. Mit Hubs und interaktiven Kacheln hat Microsoft das uralte Desktop-Symbol-Schema, das sich über die frühen Handhelds auf das Smartphone gerettet hatte, deutlich weiterentwickelt. Ironischerweise erfüllte Windows Phone damit genau die Anforderung, mit der Nadella in seinem Buch sein Nein zum Nokia-Deal erklärt: „Ich habe nicht verstanden, warum die Welt ein drittes Smartphone-Ökosystem brauchen sollte, es sei denn, wir ändern die Regeln.“

Microsoft hatte also ein gutes System, das sich von der Konkurrenz abhob. Dass Windows Phone sich nicht durchsetzen konnte, hat auch damit zu tun, dass es heute Windows 10 Mobile heißt: Gleich zweimal ließ Microsoft bei neuen Systemversionen viele Kunden zurück. Dazu kamen strategische Fehler – das System war für Hersteller zunächst schlicht zu teuer. Nach dem misslungenen Verzweiflungsakt mit Nokia musste Ballmer gehen. Sein Nachfolger versuchte dann nur noch halbherzig, etwas zu retten.

Wenn du einen Zug verpasst hast, nimm den nächsten, meint Nadella und konzentriert sich auf das Cloud-Business und künstliche Intelligenz. Er ist in der komfortablen Lage, dass das Smartphone-Desaster seinem Vorgänger angerechnet wird. Für Microsoft bleibt es ein dunkler Fleck in der Geschichte: Das muss man erst mal schaffen, ein anständiges Smartphone-System so zu versenken. (vbr@ct.de) **ct**



„Mr. Windows Phone“ Joe Belfiore spricht endlich Klartext.

Intel Gemini Lake rückt näher

Zu kommenden Systemen mit Intel-Prozessoren wie Pentium Silver J5005, Celeron J4105 und N4000 tauchen immer mehr Details auf. Diese „Gemini Lake“-SoCs werden Apollo Lake alias Pentium N4200 oder auch Celeron J3455 ablösen, aber den Termin verrät Intel bisher

nicht. In der „Ranker“-Datenbank für SiSoft-Sandra-Benchmarks finden sich Ergebnisse von Pentium Silver N5000 und Celeron N4000, die manches schneller können als ihre Apollo-Lake-Vorgänger.

Unter anderem Fujitsu plant Gemini-Lake-Mainboards in den Formaten

Mini-ITX und Mini-STX, darunter Varianten mit zwei DisplayPorts. Gemini Lake soll auch Intels Software Guard Extensions (SGX) sowie HDCP 2.2 und HDMI 2.0 unterstützen. Ob die Video-Decoder Filme mit HDR-Kontrasten verarbeiten, ist noch unklar. (ciw@ct.de)

Sonderheft c't Raspberry Pi

„Spielen, unterhalten, informieren“ – das ist nur ein Schwerpunkt im jetzt neu erschienenen, stark aktualisierten Sonderheft c't Raspberry Pi. Darin steht, wie Sie mit dem kleinen Rechner eine Retro-Gaming-Konsole bauen und sie mit schicken Gehäusen reif fürs Wohnzimmer machen. Weitere Artikel versorgen Anfänger und Fortgeschrittene mit Grundlagen, Tüfteleien sowie einem Projektschwerpunkt zum Smart Home: Der Raspi eignet sich gut zur Steuerung anderer Geräte.

Das Heft ist für 12,90 Euro im heise shop und im Zeitschriftenhandel erhältlich. Die digitale Version gibts für 9,99 Euro über die c't-App sowie als E-Book im PDF-Format.

(hos@ct.de)



Anzeige

Erste HDR-Erfahrungen unter Windows 10 1709

Microsoft erweitert Windows 10 mit dem Fall Creators Update 1709 um die Wiedergabe von HDR-Videostreams – ohne Zusatzsoftware direkt über den Edge-Browser. Nutzer brauchen dafür noch eine HDR-fähige Grafikkarte und ein HDR-Display mit HDMI 2.0, DisplayPort 1.4 und dem Kopierschutzstandard HDCP 2.2.

Nach dem Update lässt sich „HDR und erweiterte Farbe“ in den Windows-Anzeigeeinstellungen aktivieren. Zur Wiedergabe von HDR-Streaming-Videos müssen Nutzer noch die Option „HDR-Video streamen“ in den Videowiedergabe-Einstellungen unter Einstellungen/Apps einschalten.

Ob alles funktioniert, lässt sich am besten mit YouTube testen – die Videoplattform streamt zahlreiche kostenlose HDR-Videos. YouTube nutzt zur Wiedergabe im HDR-Modus den Codec VP9.2, im Non-HDR-Modus den herkömmlichen VP9 oder AVC. In unserem Test funktionierte YouTube HDR in Verbindung mit einer Nvidia-Grafikkarte aus der GeForce-1000-Serie (GTX 1050, 2 GByte) und dem Monitor Samsung C27GH70. Mit AMD hatten wir keinen Erfolg: Weder die Radeon RX 550 noch das aktuelle Top-Modell Radeon RX Vega 64 zeigten YouTube HDR an, obwohl sich Windows 10 damit in den HDR-Modus versetzen ließ.

Auch die integrierten Grafikeinheiten von Kaby-Lake-Prozessoren beherrschen theoretisch die HDR-Ausgabe, praktisch hat das allerdings nicht geklappt. Windows 10 Fall Creators Update zeigte mit dem aktuellen Intel-Teiler noch nicht einmal die Option „HDR und erweiterte Farbe“ in den Anzeigeeinstellungen an.

Auch Netflix bietet mit Windows 10 (1709) Videos in 4K und HDR an. Mit Nvidia-Grafikkarten, die mindestens 4 GByte Videospeicher haben und aus der GeForce-1000-Serie stammen, klappt das sowohl über die Netflix-App als auch über den Edge-Browser. Mit AMD und Intel-GPUs zeigte Netflix weder 4K noch HDR. (mfi@ct.de)

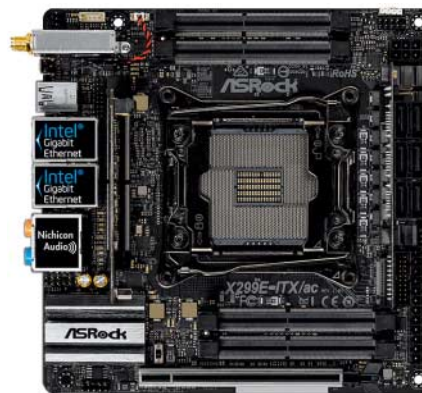
Hardware-Notizen

Asus bietet mit dem ZenDrive U9M einen externen **USB-C-Brenner** an. Zusätzlich zu CDs und DVDs beschreibt er auch sogenannte Millennium-Discs für die Langzeitarchivierung. Das ZenDrive U9M mit klassischem USB-Typ-A- und modernem Typ-C-Kabel sowie Cyberlink Power2Go 8 und PowerBackup ist ab sofort für 40 Euro erhältlich.

AMD hat einen Treiber zum Download bereitgestellt, mit dem sich auf Ryzen-Threadripper-Systemen mehrere **NVMe-SSDs in einem RAID-Verbund** zusammenfassen lassen (siehe ct.de/ycjh). Damit das klappt, muss auf dem X399-Mainboard eine aktuelle BIOS-Version installiert sein. Der Treiber läuft unter Windows 10 1703 und unterstützt die RAID-Modi 0, 1 und 10 mit bis zu sechs NVMe-SSDs.

AMD-NVMe-RAID-Treiber: ct.de/ycjh

Mini-ITX-Mainboard für Core X



18-Kerne auf kleinstem Raum ermöglicht das Mini-ITX-Board Asrock X299E-ITX/ac.

Mit dem LGA2066-Mainboard Asrock X299E-ITX/ac lässt sich ein leistungsfähiger Rechner mit kompakten Abmessungen bauen. Das Mini-ITX-Board (17 cm × 17 cm) nimmt Core-X-Prozessoren mit bis zu 18 Kernen, vier DDR4-SO-DIMMs sowie eine Grafikkarte auf. Auf der knappen Platinenfläche bringt Asrock zudem drei M.2-Slots, 6 × SATA 6G, 2 × Gigabit-Ethernet, 802.11ac-WLAN sowie zwei USB-3.1-Gen2-Ports (Typ A und C) unter. Das Asrock X299E-ITX/ac kostet mit 460 Euro allerdings rund das Doppelte vergleichbarer LGA2066-Mainboards im größeren ATX-Format. (chh@ct.de)

PC-Gehäuse mit intelligenter Lüfterregelung

Die Tower-Gehäuse H200i, H400i und H700i von NZXT regeln die Drehzahl der zwei bis vier mitgelieferten Gehäuselüfter anhand von Prozessor- und Grafikchiptemperatur und eines eingebauten Mikrofons. Die Windows-Software CAM mit lernfähigem Algorithmus passt die Lüfterkurven automatisch an die verbaute Hardware an. Das soll laut Hersteller den Lärmpegel um bis zu 40 Prozent reduzieren. In das 130 Euro teure H200i passt ein Mini-ITX-Mainboard. Das H400i für 140 Euro nimmt ein Micro-ATX-Board auf. Für den ATX-Tower H700i verlangt NZXT 180 Euro. (chh@ct.de)



Das NZXT H200i bietet genug Raum für eine Wasserkühlung.

Anzeige

Große 4K-Displays

Bislang waren große 4K-Monitore deutlich teurer als 4K-TVs. Grund: Fernseher werden in Massen gefertigt, das senkt die Produktionskosten. Monitore mit Diagonalen über 40 Zoll (1 m) dienen meist als Überwachungsdisplay für den 24-Stunden-Einsatz – was viel geringere Stückzahlen und damit deutlich höhere Produktionskosten nach sich zieht.

Viewsonic stellt nun einen günstigen Riesenmonitor vor: Der 42,5-Zöller VX4380-4K mit 1,08 Meter Bildhöhe zeigt 3840 × 2160 Bildpunkte und wird aktuell für 650 Euro angeboten. Sein blickwinkelstabiles IPS-Display verarbeitet 10-Bit-Signale. Es handelt es sich aber wie in dieser Preisklasse üblich um ein 8-Bit-Panel mit Frame Rate Control (8Bit+FRC). Der dielektrisch entspiegelte Monitor beherrscht laut Viewsonic die Wiedergabe von Bildern mit besonders hohem Kontrastverhältnis (High Dynamic Range, HDR) gemäß HDR10.

Über die Bild-neben-Bild-Funktion (PBP) kann man vier Full-HD-Fenster nebeneinander auf den Schirm holen – auch von vier unterschiedlichen Quellen; der Monitor hat zwei DisplayPort-1.2-Eingänge, einen davon als Mini-DisplayPort, und zwei HDMI-2.0-Eingänge. Über seine Daisy-Chain-Funktion nimmt er Videosignale an DisplayPort entgegen und reicht sie am DP-Ausgang zum nächsten Monitor weiter. Zwei 7-Watt-Lautsprecher und ein USB-3.0-Hub mit drei Peripherieanschlüssen, von denen einer Mobilgeräte laden kann (USB Power Delivery), runden die Ausstattung des VX4380-4K ab.

Auch Acer, Dell, LG und Philips haben große 4K-Monitore im Programm. Der 43UD79-B von LG und Acers ET430K nutzen ein mattiertes IPS-Panel mit 42,5-Zoll-Diagonale und 10-Bit-Ansteuerung (8 Bit+FRC), beherrschen aber kein HDR. Auch LGs 43UD79-B kann vier Signalquellen gleichzeitig auf



In Viewsonics günstigem 4K-Monitorriesen VX4380-4K steckt ein blickwinkelstabiles IPS-Display.

den Schirm holen; einer seiner drei DisplayPort-1.2-Eingänge ist als USB-C ausgelegt (DP Alt-Mode). Acers ET430K hat vier Signaleingänge und unterstützt wie Viewsonic am DisplayPort Daisy Chaining. Der Acer-Monitor ist aktuell für 620 Euro zu haben, LGs 43-Zöller für 740 Euro.

Dell bietet mit dem 42,5-zölligen P4317Q einen 4K-Monitor aus dem Vorjahr mit mattiertem IPS-Panel für 860 Euro an. Von Philips ist weiterhin das 42,5-zöllige Vorjahresmodell BDM4350UC mit 4K-IPS-Panel für 570 Euro erhältlich. Beim aktuellen Modell BDM4037UW setzt Philips auf ein gebogenes 40-Zoll-Display mit kontraststarker VA-Technik und 10-Bit-Ansteuerung (8-Bit-Panel mit FRC). Der 4K-Monitor kann vier Quellen per DisplayPort und HDMI gleichzeitig auf den Schirm holen, unterstützt aber wie die genannten Vorjahresmodelle kein HDR. Der BDM4037UW kostet aktuell 600 Euro. (uk@ct.de)

Surface Book 2: Neuauflage mit vier CPU-Kernen

Nach rund zwei Jahren spendiert Microsoft seinem Flaggschiff-Notebook Surface Book zwei Nachfolger: Das Surface Book 2 gibt es jetzt zusätzlich zum 13,5-Zoll-Format auch mit 15-Zoll-Bildschirm. Letzteres bleibt aber erst einmal Nordamerika vorbehalten. Das Surface Book 2 ist weiterhin ein Hybrid-Gerät mit abnehmbarem Deckel, der dann als eigenständiges Tablet agiert. Im Einstiegsmodell des Surface Book 2 13,5" arbeitet ein



Der Bildschirm des Surface Book 2 nimmt Eingaben mit dem Finger, dem Stift Surface Pen und dem Drehregler Surface Dial entgegen.

Doppelkern-Prozessor der siebten Core-i-Generation (Core i5-7300U), in den anderen drei Ausstattungsvarianten steckt je ein Quad-Core der achten Core-i-Generation (Core i7-8650U). Nur dem Einstiegsmodell fehlt der Zusatz-Grafikchip Nvidia GeForce GTX 1050, der wie bisher nicht im Tablet-Deckel, sondern im Tastatur-Unterteil sitzt. Je nach Modell gibt es 8 oder 16 GByte Arbeitsspeicher und 256 GByte bis 1 TByte PCIe-SSD-Speicher. Die neuerdings vorhandene Typ-C-Buchse liefert neben USB-3.0-Daten auch DisplayPort-Signale und lässt sich zum Laden des Notebook-Akkus verwenden. Der proprietäre, magnetisch andockende Surface-Connector ist weiterhin vorhanden; somit lässt sich bestehendes Zubehör wie etwa die optionale Docking-Station weiterverwenden.

Der Tablet-Deckel allein wiegt 719 Gramm, mit Tastatur-Unterteil summiert sich das Gewicht auf 1533 Gramm (i5-Modell ohne Nvidia-GPU) beziehungsweise 1642 Gramm (i7-Modell mit Nvidia-GPU). Unabhängig von der Konfiguration gibt Microsoft die Tablet-Laufzeit mit 5 Stunden an; mit dem Zweitakku im Tastatur-Dock sollen bis zu 17 Stunden möglich sein. Vorbestellungen sind ab dem 9. November möglich, die Auslieferung soll eine Woche später beginnen. Die Preise liegen zwischen 1750 Euro und 3450 Euro. (mue@ct.de)

MapleSim simuliert physikalische Vorgänge

Das Softwarehaus Maplesoft hat seine Anwendungen zum Formulieren und Animieren physikalischer Modelle erneuert. Während sich das für Windows, macOS und Linux erhältliche MapleSim per Web-Browser bedienen lässt, funktioniert MapleSim Explorer unter denselben Betriebssystemen als Stand-alone-Programm. Beide Ausführungen dienen dazu, physikalische Modelle zu formulieren und in mehreren Domänen zu untersuchen. Zum Beispiel kann man das CAD-Modell eines Elektromotors mit MapleSim animieren und an diesem digitalen Zwilling gleichzeitig ermitteln, welche Wärmeentwicklung und Vibrationen beim Betrieb des physischen Motors zu erwarten sind.

MapleSim 2017 kann erstmals Quelltexte in der Sprache Modelica kompilieren. Die neue Initialization Diagnostics App soll Anwendern helfen, sinnvolle Anfangsparameter für ihre Simulationen einzustellen, und die Modal Analysis App visualisiert die Schwingungsmoden mechanischer Modelle. Maplesoft bietet spezialisierte Bibliotheken etwa für hydraulische und pneumatische Systeme sowie Batterien an, und über gesondert erhältliche Konnektoren kooperiert MapleSim zudem mit Rechenprogrammen wie Matlab und Labview. Für Windows gibt es außerdem eine CAD-Toolbox, mit der man Konstrukte aus externen CAD-Programmen als Subsysteme in MapleSim-Modelle integrieren kann. (hps@ct.de)

Anzeige

Anzeige

Gebäude modellieren mit VisualARQ 2

DataCAD hat Ausgabe 2 des Modellierungsprogramms VisualARQ herausgebracht. Mit der Anwendung auf der Basis des 3D-Zeichenprogramms Rhino von Robert McNeel & Associates können Architekten Gebäudeentwürfe gemäß dem BIM-Paradigma (Building Information Modeling) anfertigen. Dabei erscheinen Gebäude-Elemente wie Wände, Türen und Fenster nicht nur in der Bauzeichnung, sondern man charakterisiert sie im BIM-Dokument zusätzlich mit Informationen etwa über Tragfähigkeit, Kosten und Status der Fertigstellung.

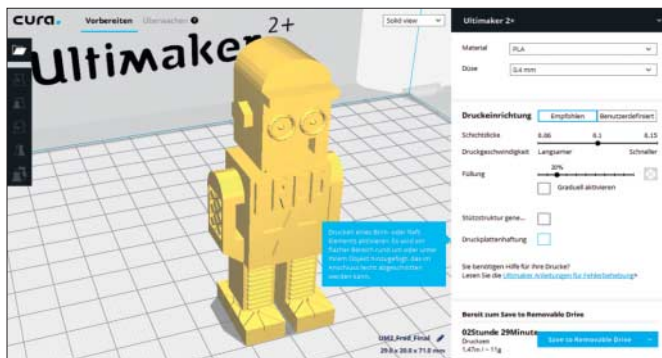
Für diese Anforderungen könnte sich bezahlt machen, dass das Programm Objektstile für Zeichnungen jetzt aus Variablendefinitionen der Rhino-Skriptsprache Grasshopper erzeugen kann. Weitere Neuerungen sind ein Manager zum Berechnen

von Schnittkurven sowie eine Funktion, mit der sich Dächer in mehreren Schichten anhand von Flächen und Schnittpunkten aufbauen lassen. VisualARQ enthält jetzt auch Befehle, mit denen man Boolesche Vereinigungs- und Differenzmengen aus verschiedenen Rhino-Volumenkörpern und anderen CAD-Objekten errechnen kann. So lassen sich etwa beim Planen baulicher Veränderungen die hinzugefügten oder zu entfernenden Gebäudeteile als eigene Objekte isolieren, ohne dass man die parametrischen Eigenschaften der beteiligten Modelle ändern müsste. Außerdem kann man 3D-Modelle neuerdings in Schnitt-, Plan- und perspektivischen Ansichten drucken. VisualARQ 2 für Windows oder macOS kostet netto 495 Euro; Upgrades von Version 1 sind kostenlos. (hps@ct.de)

Cura 3.0 veröffentlicht

Ultimakers 3D-Drucksoftware Cura startet in Version 3.0 deutlich schneller als ihre Vorgängerversion. Der Entwickler hat Cura zudem eine neue Bedienoberfläche spendiert. So ändert man jetzt die Füllung eines Drucks in 10-Prozent-Schritten per Slider und justiert die Schichtdicke in Abhängigkeit von der Druckgeschwindigkeit auf gleiche Art. Ein neues Grundlinienraster soll genauere Positionierungen von Druckobjekten im virtuellen Bauraum ermöglichen. Cura 3.0 lässt sich außerdem als Plug-in in CAD-Software von Drittanbietern einbinden, etwa in SolidWorks und Siemens NX.

Füllstrukturen lassen sich jetzt auch in Kreuzmusterform drucken. Diese soll den Druck mit flexiblen Materialien verbessern und fertigen Werkstücken mehr Stabilität verleihen. Darüber hinaus druckt Cura jetzt PVA-Stützstrukturen mit ansteigender Form und weniger dicht – so sollen Druckvorgänge beschleunigt und der Materialeinsatz gesenkt werden. Cura 3.0 steht auf der Ultimaker-Homepage zum kostenlosen Download für Windows, macOS und Linux bereit. (mre@ct.de)



Füllung und Schichtdicke justiert man in Cura 3.0 jetzt per Schieberegler.

IrfanView verabschiedet sich von Windows 9x

Version 4.5 des Bildbetrachters IrfanView zeigt jetzt PNG-Dateien vom iPhone an. Ebenfalls neu: Die Bildvorschau lässt sich nach Megapixeln sortieren und Wallpaper speichert IrfanView ab sofort im PNG-Format ab.

Änderungen gibt es auch bei der Bedienung: Ausgewählte Bildausschnitte verschiebt man in Version 4.5 mit Shift und gedrückter rechter Maustaste ausschließlich auf der x-Achse. Hält man Ctrl und die rechte Maustaste gedrückt, bewegt man die Auswahl entlang der y-Achse. In Bilder hineinzoomen klappt jetzt auch allein mit dem Mousrad, sofern man das Blättern zwischen Bildern per Scrollrad in den Einstellungen deaktiviert.

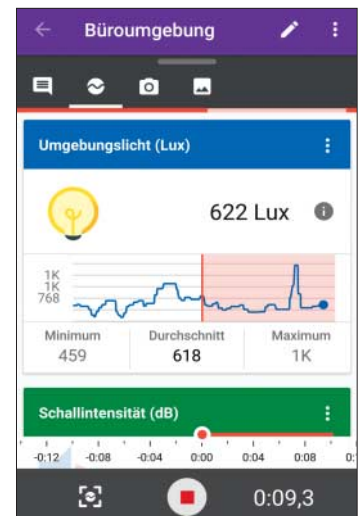
Mit Version 4.5 beendet IrfanView die Unterstützung von Windows-9x-Versionen. Die neue Version setzt mindestens Windows XP voraus und ist für den privaten, nicht-kommerziellen Einsatz kostenlos. Der Entwickler freut sich über eine Spende. (mre@ct.de)

App-Experimentierkasten

Mit Googles Analyse-App Science Journal steuert man die einzelnen Sensoren eines Smartphones an und dokumentiert mit ihr unter anderem Luftdruck, Beschleunigung, Umgebungslärm und Licht. Auch die Werte einiger externer Bluetooth-Sensoren kann man mit der App erfassen und mit Kommentaren versehen.

Seit dem jüngsten Update auf Version 2.0.312 versteht sich die App auch mit iOS-Geräten. Mit linearen Beschleunigungsmessern, Magnetometern und Kompassen lassen sich mit Science Journal drei neue Sensoren ansteuern. Die neue Snapshot-Funktion erfasst einzelne Datenpunkte. Live-Messergebnisse lassen sich als Video mitschneiden und in der App später aufrufen. Die kostenlose Open-Source-App läuft ab Android 4.4 und iOS ab Version 9.3.

(mre@ct.de)



Mit Science Journal zeichnet man unter anderem Umgebungslicht und -lärm auf.

Anwendungs-Notizen

Mit dem **Video-Editor** movavi VideoSuite 16 zeichnet man Videostreams auf und digitalisiert analoges Videomaterial. Für die Bearbeitung stehen über 80 Effekte von der Zeitlupe bis zum Retro-Filter zur Verfügung. Das Programm kostet 50 Euro.

Das dänische Start-up WriteReader wurde auf der Frankfurter Buchmesse zum „Content-Start-up des Jahres“ gekürt. Seine gleichnamige **Publishing-Software** hilft Kindern, eigene Bücher zu erstellen, zu teilen und zu veröffentlichen. Die Basis-Version ist kostenlos.

Google hat in seinen hauseigenen **Kartendienst** Maps mehrere Planeten, Monde und Zwergplaneten unseres Sonnensystems integriert. Direkt im Browser können Nutzer nun von der Erde zum Merkur, dem Titan oder Pluto springen und die Himmelskörper erkunden.

Der **Bildbearbeiter** Sharpen projects 2018 professional von Franzis bringt zwei neue Schärfe-Modi, 16 themenspezifische Presets für Sport, Makro, Nachtaufnahmen und Porträt sowie eine Grain-Engine für natürliche Körnung mit. Er kostet rund 100 Euro.

Dropbox als Schaufenster für Freigegebenes

Mit dem neuen Element Dropbox Showcase des Speicherwebdienstes Dropbox Professional können Abonnenten Previews ihrer Dateien in sogenannten Showcases ausstellen. Das sind Webdokumente des Dropbox-Diensts Paper, in denen die geteilten Dateien über ihre Vorschaubilder verlinkt sind. Um Dateien in ein Showcase einzubetten, zieht sie der Anwender mit der Maus da hinein. Die daraufhin erscheinenden Previews kann er dann arrangieren und kommentieren. Das resultierende Paper-Dokument ist per Web-Browser oder Paper-App zugänglich. Beliebige Besucher können das Dokument lesen und die Bestandteile herunterladen, Nutzer des verwendeten Dropbox-Kontos können es auch editieren und Kommentare hinterlassen. Der Dienst zeigt an, wie viele Nutzer jedes Typs einen Showcase gerade betrachten, und informiert per

E-Mail über neue Kommentare. Anders als bei dem Ansatz, die aufbereiteten Inhalte als HTML-Mail zu verschicken, braucht der Verfasser bei Änderungen an den geteilten Dokumenten nichts zu aktualisieren: Die Funktion Smart Sync gleicht den Inhalt seines lokalen Dropbox-

Verzeichnisses automatisch mit dem Dropbox-Speicher und dadurch auch mit allen betroffenen Showcases ab. Dropbox Professional kostet inklusive Smart Sync und Dropbox Showcase bei einem Speicherkontingent von einem TByte jährlich 199 Euro netto. (hps@ct.de)

Lagerverwaltung mit Sage One

Die Cloud-Anwendung Sage One, mit der Kleinbetriebe ihre Buchhaltung erledigen können, integriert mit dem jüngsten Update die Funktionsgruppe „Sage One Simple Inventory“ zur Lagerverwaltung. Abonnenten können damit über die Ein- und Verkaufsrechnungen Warenzu- und -abgänge überwachen. Außerdem ist es möglich, Warenbestände mit Indikatoren für besonders hohen oder absackenden Umsatz zu versehen. Nutzer erhalten bei der Auftragsbearbeitung Hinweise beziehungsweise Warn- oder Fehlermeldungen über den Lagerbestand der betroffenen Waren. (hps@ct.de)

Anzeige

Selbermachen ist Trumpf

Hilfen zum spielerischen Einstieg in die Welt der Programmierung

Was ist schon das bloße Daddeln am Smartphone gegen das schöpferische Erlebnis, selbst eine App zu gestalten? Im Rahmen des Vintage Computing Festival Berlin befasste die Tagung „Kids and Codes“ sich mit Ansätzen, Schülern Grundgedanken des Programmierens nahezubringen.

Von Pit Noack

Von der Digitalisierung des Alltags, der Berufswelt und der Industrie ist so oft die Rede, dass mancher solche Begriffe schon nicht mehr hören mag. Wo aber sollen in den nächsten Jahren diejenigen herkommen, die Systeme und Anwendungen gestalten und neue Paradigmen in der IT entwickeln?

Bereits zur Eröffnung der diesjährigen CeBIT machte Bundeskanzlerin Angela Merkel die Notwendigkeit deutlich: „Ich glaube, dass die Fähigkeit zum Programmieren eine der Basisfähigkeiten von jungen Menschen wird, neben Lesen, Schreiben, Rechnen.“ Die Informatikdidaktiker, die sich im Oktober zur Kurztagung „Kids and Codes“ im Deutschen Technikmuseum Berlin versammelten, befassten sich mit Ideen, die jungen „Digital Natives“ den Schritt zum Selbermachen erleichtern können.

Warum Programmierung?

Michael Rücker von der Humboldt-Universität zeigte, dass Kinder und Jugendliche auch über den eigentlichen Lernzweck hinaus profitieren, wenn sie Programmierkenntnisse erwerben. Die dabei

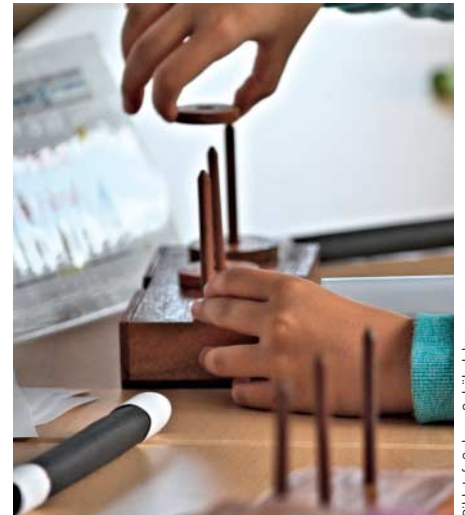
gewonnenen Fertigkeiten im logischen, strukturierten und abstrakten Denken sind auch auf nichtinformatische Bereiche übertragbar. Zudem gewinnt man ein besseres Verständnis einer Welt, die von allgegenwärtiger Digitalisierung geprägt ist. Wer programmieren lernt, gelangt leichter zu einem sicherheitsbewussten und reflektierten Umgang mit Digitaltechnik.

Im Rahmen seiner Dissertation hat Rücker Schülern Abbildungen von unterschiedlichen technischen Geräten vorgelegt. Er bat darum, die Objekte nacheinander den Kategorien „Computer“, „Programmierbar“ und „Hat was mit Informatik zu tun“ zuzuordnen. Anschließend sollten die Probanden ihre Entscheidungen begründen. Dabei kamen ziemlich eigentümliche und diffuse Vorstellungen an den Tag.

Rücker stellte fest, dass die Schüler die technischen Fähigkeiten von Geräten auf Grundlage der primären, äußerlich wahrnehmbaren Funktion bewerteten: „Eine Waschmaschine wäscht Wäsche, eine Ampel leuchtet grün, gelb oder rot, Indus-



Ein Laptop aus Papier braucht keinen Strom, kann aber beim Vermitteln von Grundeinsichten zu binärer Zeichenkodierung hilfreich sein.



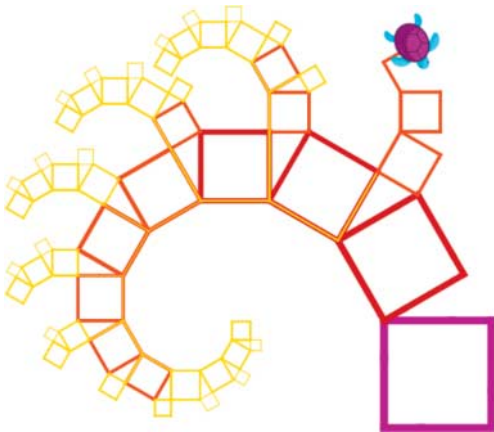
Unplugged Computing: Die Türme von Hanoi verdeutlichen die Stack-Logik.

trieroboter machen immer nur dasselbe.“ Über weitere, nicht direkt wahrnehmbare Funktionen wurde in der Regel nicht einmal spekuliert. Rücker nannte es eine zentrale Aufgabe des Informatikunterrichts, „die Unabhängigkeit der äußeren Erscheinung eines Geräts von dessen digitalen Fähigkeiten erfahrbar und begreifbar zu machen.“ Denn „smarte, vernetzte“ und damit potenziell sicherheitskritische Funktionen arbeiten oft im Verborgenen.

Informatische Sphären

Nadine Bergner leitet an der RWTH Aachen das „Schülerlabor Informatik – InfoSphere“. Dort werden altersspezifische Module zur Vermittlung eines fundierten Umgangs mit Digitaltechnik entwickelt und mit besuchenden Klassen praktisch durchgeführt. Bergner kritisiert, dass viele Bundesländer Informatikunterricht erst ab der Mittelstufe und teilweise nur im Wahlbereich anbieten. Das dreistündige Modul „Zauberschule Informatik“ wendet sich bereits an Grundschüler. Es verfolgt den Ansatz des „Unplugged Computing“ – hierbei wird etwa die binäre Kodierung von Zahlen und Bildern oder die bitweise Datenübertragung zunächst ohne Computer spielerisch mit Murmeln, Stiften und Papier erprobt. Dieses Vorgehen kommt laut Bergner bei den Kindern gut an.

Fortgeschrittene Module demonstrieren die Funktionsweise des Internet mittels eines Brettspiels oder führen in die App-Programmierung mit dem App Inventor ein. Die Entwicklung von vorzeigbaren Ergebnissen wie selbst program-



TurtleCoder: Die emsige Schildkröte zeichnet mittels Rekursion einen pythagoräischen Baum.

mierten Apps und die Einbindung von Eltern – „Mensch, Papa, wieso verstehst du das denn nicht?“ – nannte Bergner wichtige Beiträge zur Steigerung der Nachhaltigkeit von Informatik-Lehrprojekten. Für den Einsatz von Sensorik und Steuerung in den unteren Klassenstufen empfiehlt sie Plattformen wie Calliope oder Makey Makey, die bereits die dafür notwendige Grundausstattung mitbringen, denn: „Wenn es am Ende nicht läuft, liegt es oft an der Verkabelung.“

Schildkrötenprogrammierung

Thomas Schmidt von der Initiative „Code your Life“ (einer Kooperation mit Microsoft YouthSpark) befasst sich ähnlich wie Bergner mit der Entwicklung von Unterrichtskonzepten. Diese wenden sich vorwiegend an Mädchen und Jungen im Alter von 10 bis 14 Jahren.

Ein zentrales Element ist die Browser-Anwendung TurtleCoder, ein optisch ansprechendes und funktional überzeugendes Remake von LOGO: Gesteuert von Funktionsaufrufen für Drehung, Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen zeichnet eine Schildkröte Linien auf den Bildschirm. Durch Verwendung von Schleifen,

selbst definierten Funktionen und rekursiven Funktionsaufrufen lassen sich zunehmend komplexe Strukturen auf den Bildschirm bringen. Außer in einer übersichtlichen Darstellung mit farbig markierten Code-Elementen lassen sich die Programme auch als TypeScript-Code anzeigen. Man kann sie zudem auf den mit einer Stifthalterung versehenen Miniroboter „Mirobot“ transferieren, der die gemalten Muster direkt auf Papier überträgt. Eine Schnittstelle für Stickmaschinen etwa zur Gestaltung von T-Shirts ist in Arbeit.

Rote Fäden

Einigkeit herrschte unter den Tagungsteilnehmern in dem Punkt, dass angesichts der gesellschaftlichen Relevanz der Digitaltechnik mehr Vermittlungsarbeit an den Schulen geleistet werden müsse. Neben der öffentlich immer wieder geforderten besseren technischen Ausstattung sind vor allem mehr und besser ausgebildete Lehrkräfte erforderlich. Außerdem ist es dringend nötig, tragfähige Unterrichtskonzepte zu entwickeln.

Informatikunterricht muss nicht unbedingt mit Programmierübungen am PC beginnen. Reflexionen über die Präsenz von Digitalität und spielerisches „Unplugged-Computing“ können durchaus solide Fundamente für ein tiefgehendes Verständnis schaffen. Wenn es um algorithmische Steuerung geht, braucht man nicht sofort von autonomen Fahrzeugen oder Bank-Scoring zu reden. Im Unterricht empfiehlt es sich vielmehr, Bezüge zu Erfahrungen zu nutzen, die den Schülern präsent sind. Eine algorithmische Bearbeitung von Aufgabenstellungen findet sich etwa schon bei Bastelanleitungen, Kochrezepten und bei der schriftlichen Multiplikation im Matheunterricht.

Mitschnitte der gelungenen und anregenden Tagung sollen bis zum Jahresende online zur Verfügung stehen – das haben die Veranstalter in Aussicht gestellt. (psz@ct.de) **ct**

Material und Konzepte: ct.de/yfhr

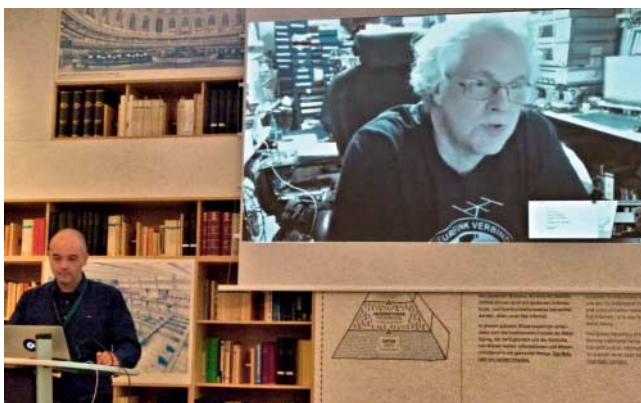


Bild: Pit Noack

Stefan Höltgen von der Humboldt-Uni (links) hatte per Skype den Hardware-Didaktiker Rolf-Dieter Klein hinzugeschaltet, der das modulare Konzept seines 1984 als Selbstbauprojekt erschienenen NDR-Klein-Computers (NKC) erläuterte.

Lightroom geht in die Cloud

Adobe Lightroom CC als Online-Dienst

Künftig soll Lightroom CC funktionsgleich für Windows, macOS, Android und iOS erscheinen; die Bibliothek komplett in der Cloud liegen. Dafür hat Adobe die Anwendung neu entwickelt. Das alte Lightroom bleibt mit dem Namenszusatz „Classic“ im Programm und wird ebenso wie Photoshop CC weiterentwickelt.

Von André Kramer

Adobes Kreativkonferenz Max 2017 drehte sich um die Neukonzeption von Lightroom. Unter dem Namen Lightroom CC bietet Adobe ab sofort ein völlig neues Programm an. Das bisherige Lightroom bleibt aber im Angebot und heißt ab sofort Lightroom Classic CC. Das klingt nach Abstellgleis, Adobe versichert aber, das Programm weiterzuentwickeln. Das neu geschaffene Lightroom CC wirkt wie eine Desktop-Version von Lightroom

Mobile. Dessen Funktionsumfang hat Adobe in den vergangenen vier Jahren sukzessive an den der Desktop-Version angeglichen. Eine leistungsfähige Bildverwaltung mit Gesichtserkennung, Geotagging und Modulen für Druck und Fotobücher bietet aber nach wie vor nur Lightroom Classic CC. Auch Teiltonung und Gradationskurven fehlen dem Cloud-Lightroom noch.

Lightroom CC steht ab sofort als Anwendung für Windows und macOS sowie als Web-App für Browser zur Verfügung. Es nutzt die gleiche Engine wie Lightroom Classic und Photoshop Camera Raw. Die Oberfläche orientiert sich an der Mobilversion, die nun ebenfalls Lightroom CC heißt.

Größte strukturelle Neuerung ist, dass mit dem neuen Lightroom CC die gesamte Lightroom-Bibliothek in der Cloud vorliegt. Auf diese Bibliothek greifen Lightroom CC für Windows, macOS, Web, Android und iOS gleichermaßen zu. Lightroom CC arbeitet auch offline, synchronisiert aber bei bestehender Online-Verbindung die gesamte Bibliothek mit der Cloud. Die Alben lassen sich endlich

auch in Unterordnern organisieren – unentbehrlich für größere Archive.

Das KI-Framework Adobe Sensei vergibt automatisch ermittelte Schlagwörter. Es kommt bereits in anderen Adobe-Produkten wie Photoshop Elements und der Experience Cloud zum Einsatz. Die Suche nach diesen Schlagwörtern steht nur bei Online-Verbindung zur Verfügung.

Auch Lightroom CC für Android und iOS unterstützen ab sofort die automatische Verschlagwortung. Hinzu kommen die Unterordner, Dateiuunterstützung für iOS 11 und ein verbessertes iPad-Layout. Die Android-Version erhält nun den Maskierungspinsel zur selektiven Bearbeitung, der bisher iOS-Nutzern vorbehalten war.

Lightroom Classic CC

Die Stammnutzer von Lightroom dürfen deutliche Performance-Steigerungen erwarten. Das betrifft den Programmstart, das Erzeugen von Vorschaubildern, den Wechsel vom Bibliotheks- zum Entwickeln-Modul, den Fotowechsel und das Pinsel-Werkzeug.

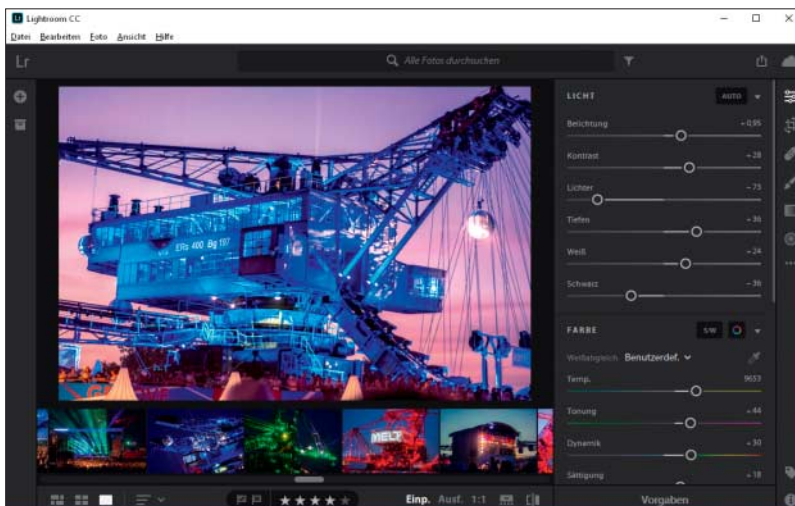
Ein neues Werkzeug zur Farb- und Luminanzauswahl erleichtert die selektive Bearbeitung. Mit Maskierungspinsel und radialem oder linearem Verlauf trifft man eine Vorauswahl und kann diese anschließend verfeinern. Den Farbbereich markiert man mit einer Pipette und legt anschließend mithilfe eines Schiebereglers den Umfang des maskierten Tonwertspektrums fest.

Die Kaufversion Lightroom 6 erhält ein Update mit Unterstützung für die Nikon D850 und bleibt weiterhin im Angebot. Ein Lightroom 7 wird es laut Adobe nicht geben. Zu Lightroom CC versus Lightroom 6 und der Frage, was passiert, wenn man sein Lightroom-Abo kündigt, siehe die FAQ auf Seite 164.

Photoshop CC

Die Auswahl nach Farbbereich oder Luminanz hält auch in Photoshop Camera Raw 10 Einzug. Außerdem greift der Startbildschirm von Photoshop direkt auf den Cloud-Katalog von Lightroom CC zu und zeigt Vorschaubilder der dort abgelegten Fotos.

Pinselspitzen lassen sich nun per Drag & Drop in Ordnern organisieren. Wer eine unsichere Hand hat, kann Pinselstriche glätten. In den Werkzeugstellungen erscheint dazu ein Schieberegler. Die Bedienung des Pfadwerkzeugs hat Adobe deutlich vereinfacht. Bisher musste



Adobe hat Lightroom CC neu erfunden. Die Apps für Windows, macOS, Web, Android und iOS greifen auf dieselbe Bibliothek in der Cloud zu.

man umständlich Werkzeuge wechseln oder sich Tastenkombinationen merken. Künftig genügen ein paar Mausklicks, um einen Pfad zu erstellen. Außerdem hat Adobe die Web-Fonts aus TypeKit und den Agenturbilderdienst Adobe Stock tiefer ins Programm integriert. Künstliche Intelligenz soll bei der Bildskalierung schärfere Kanten und mehr Details produzieren als vorher. Außerdem unterstützt Photoshop 360-Grad-Panoramafotos, das von iOS 11 verwendete HEIF-Format und die Verwendung des Microsoft Dial.

Neue Preise, mehr Speicher

Nutzer des Fotografie-Abos bekommen für knapp 12 Euro im Monat neben Lightroom Classic CC, Photoshop CC und dem Dienst Spark Premium 20 GByte Online-Speicher mitsamt Lightroom CC. Die gesamte Fotosammlung hochzuladen dürfte aber ob des geringen Speichers nicht klappen.

Ein neuer „Creative Cloud Fotografie Plan“ stockt den Online-Speicher auf ein TByte auf. Enthalten sind Photoshop CC, Lightroom CC, Lightroom Classic CC, Adobe Spark Premium und Adobe Portfolio. Er kostet 23,79 Euro monatlich; im ersten Jahr 17,84 Euro pro Monat. Ohne Photoshop CC kostet das Ganze 11,89 Euro; nur die Lightroom-Mobil-Apps inklusive 100 GByte Cloud-Speicher kosten 5,94 Euro monatlich. (akr@ct.de) 

Adobe übernahm die Reisekosten zur Produktvorstellung in Las Vegas.

Kommentar: Ein Wechsel mit großen Versprechungen



André Kramer

Das neue Cloud-Lightroom zielt auf Gelegenheitsnutzer; für Studiofotografen ist ein reiner Online-Katalog unpraktisch. Adobe sollte sich aber hüten, die Stammnutzer von Lightroom zu verprellen, denn im Marktsegment für Raw-Entwickler hat Adobe längst nicht das gleiche Quasi-Monopol wie bei den klassischen professionellen Design-Werkzeugen. ON1 Photo Raw und Alien Skin Exposure bieten gute Werkzeuge zur Fotobearbeitung; der Raw-Entwickler Capture One erzielt brillante Farben und knackigen Kontrast.

Mit der Reichweite und der Marktmacht von Adobe wird es dennoch gelingen, das neue Lightroom CC zu etablieren – mit dem Abo-Modell hat es ja auch geklappt. Für reine Lightroom-Nutzer mag es sogar verlockend sein, für 12 Euro nun statt Photoshop 1 TByte Speicher in der Cloud zu bekommen und somit von allen Geräten auf die eigenen Fotos zugreifen zu können.

Für viele Fotografen gibt es aber gewichtige Argumente gegen eine reine Cloud-Lösung: Porträt- und Aktfotografen, die die Rechte ihrer Models wahren, Produktfotografen, die kein Bildmaterial ihrer Objekte veröffentlichten dürfen, Pressefotografen, die ihre Quellen schützen wollen, können nicht auf die Cloud setzen.

Sie sind weiterhin auf eine Offline-Lösung angewiesen, wenn sie den Schutzmechanismen des Herstellers nicht blind vertrauen wollen. Adobe verspricht, einerseits Lightroom Classic weiterzuentwickeln und andererseits, die Daten seiner Kunden zu schützen. Kann Adobe eines der Versprechen nicht halten, wandern die Kunden ab.

Anzeige

Höhere Festplattenkapazität durch MAMR

Western Digital hat eine neue Technik zur Steigerung der Festplattenkapazität vorgestellt: MAMR, Microwave Assisted Magnetic Recording, soll bis zum Jahr 2025 Festplatten mit 40 TByte Kapazität ermöglichen – bei heute üblicher Baugröße.

Die Scheibenkapazität lässt sich nur durch die Verkleinerung des für die Speicherung eines Bits erforderlichen Platzes steigern. Die zur Ummagnetisierung notwendige Magnetfeldstärke aber setzt Grenzen für die Miniaturisierung des Schreibkopfes. Western Digital geht das Problem nun mit Mikrowellentechnik und einem veränderten Produktionsverfahren für den Kopf an.

Die Verkleinerung der Köpfe erreicht WD durch Fertigung im sogenannten Damascene-Prozess. Dabei werden Materialien in vorab eingetätzte Vertiefungen eingebracht. Die Verkleinerung geht jedoch mit einer sinkenden Magnetfeldstärke einher.

Diesem Problem begegnet WD mit einem zweiten Baustein: Am Schreibkopf wird ein Mikrowellensender (Spin Torque Oscillator) angebracht, der die Magnetisierung des Materials unterstützt. Das soll für eine schnelle und sichere Magnetisierung der Plattenoberfläche ausreichen. Das Lesen der schmalen Datenspur ist mit konventioneller Technik weiterhin möglich, die Leseköpfe sind kleiner.

WD will die Datendichte mit diesen Techniken von derzeit rund 1,1 Terabit pro Quadratzoll auf bis zu 4 Terabit pro Quadratzoll steigern. Dabei kommt konventionelles PMR (Perpendicular Magnetic Recording) zum Einsatz. MAMR-Festplatten dürften daher mindestens genauso schnell sein wie aktuelle PMR-Festplatten, sowohl beim sequenziellen Schreiben als auch beim Zugriff auf zufällige Adressen.

WD positioniert die MAMR-Festplatten vor allem als Datenlager für Big-Data-Anwendungen, nicht für Desktop-PCs. Dabei dürften nicht nur die Kosten für die neuen Festplatten eine Rolle spielen, sondern auch die Tatsache, dass solche hohen Kapazitäten in den meisten PCs gar nicht benötigt werden – und WD damit dort auch keinen Markt sieht. (//@ct.de)



Mit Hilfe eines Mikrowellensenders (Spin Torque Oscillator) will WD die Speicherdichte von Festplatten deutlich erhöhen.

LTO-8-Laufwerke und -Bänder



Das Laufwerk IBM TS2280 H8S speichert bis zu 12 TByte auf LTO-8-Bändern.

IBM kündigt Laufwerke und Speichermedien der achten LTO-Generation an. Sie speichern auf LTO-Ultrium-8-Bändern bis zu 12 TByte unkomprimierte Daten, also doppelt so viel wie beim 2015 eingeführten Vorgänger LTO-7. Erwartungsgemäß verdoppelt sich auch die Kapazität beim Abspeichern von komprimierten Daten – bei gleicher Kompression um den Faktor 2,5 – von 15 auf 30 TByte.

LTO-8 soll sich mit bis zu 300 MByte/s beschreiben lassen, komprimiert sind es dann 750 MByte/s. Das neue Laufwerk TS2280 beschreibt und liest auch LTO-7-Bänder, aber keine LTO-6-Medien mehr. Bisher war es bei Tape Drives üblich, dass sie jeweils auch noch Backups auf Bändern der Vorvorgängergenerationen auslesen können.

Das Bandlaufwerk TS2280 H8S mit SAS-6G-Interface soll noch vor Jahresende lieferbar sein. Preise nennt IBM bisher nicht, der LTO-7-Vorgänger TS2270 H7S ist ab rund 4000 Euro erhältlich. Die Firma mLogic wiederum kündigt das externe Laufwerk mTape LTO-8 mit IBM TS2280 und Thunderbolt-Interface an; es soll 6300 Euro kosten.

LTO-8-Bänder werden ab Dezember von den Herstellern IBM, HPE, Quantum, FujiFilm und Sony erwartet. LTO-7-Bänder mit 6 TByte netto kosten rund 100 Euro. (ciw@ct.de)

Lithium- statt Blei-Akkus für USVs

Für die unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USVs) Liebert Tringery Cube (ab 150 kW) und Liebert eXL S1 (ab 300 kW) bietet der Hersteller nun Lithium-Ionen-Akkus als Alternative zu den gängigen Blei-Säure-Akkus an. Li-Ion-Akkus sind bei gleicher Kapazität kleiner und leichter und sollen länger halten.

Die Marke Liebert gehört der Firma Vertiv, die früher Emerson Network Power hieß. Vertiv arbeitet daran, Li-Ion-Akkus auch für alle anderen Drei-Phasen-USVs aus dem Lieferprogramm anzubieten. (ciw@ct.de)

KDE Plasma 5.11: Einfache Verschlüsselung

Die Entwickler des KDE-Projekts haben die Desktop-Umgebung Plasma 5.11 mit einer Vault-Funktion ausgestattet, mit der man Verzeichnisse verschlüsseln kann. Plasma Vault greift im Hintergrund auf EncFS und CryFS zurück und soll das Verschlüsseln wichtiger Daten vereinfachen. Die verschlüsselten Container-Dateien können direkt aus dem System-Tray erzeugt und geöffnet werden. Die Systemeinstellungen von Plasma 5.11 wurden modernisiert: Statt einer Icon-Liste oder Baumansicht sind die Optionen in einer Seitenleiste angeordnet.

An der Wayland-Unterstützung haben die Entwickler besonders den Mischbetrieb von Bildschirmen mit unterschiedlichen PPI-Werten verbessert. Anwendungen skaliert Plasma entsprechend der jeweiligen Bildschirmauflösung. Das ermöglicht etwa die gleichzeitige Verwendung eines HiDPI-Laptops mit 4K-Auflösung und eines Beamers, ohne dass Fenster zu groß oder klein dargestellt werden. Ältere Anwendungen, die mit dem Mischbetrieb nicht zurecht kommen, skaliert der Compositor KWin passend.

Einen Anfang haben die Entwickler beim Betrieb ohne X-Server gemacht. Bislang muss stets die Kompatibilitätsschicht Xwayland im Hintergrund laufen – egal, ob X-Anwendungen verwendet werden oder nicht. In Zukunft soll Xwayland nur dann zum Einsatz kommen, wenn es auch benötigt wird. (mls@ct.de)



Anzeige

KDE Neon bietet ein Live-System zum Testen der aktuellen Plasma-Version.

Linux-Notizen

Das Emmabuntüs-Kollektiv hat eine neue Version seiner Linux-Distribution veröffentlicht. **Emmabuntüs DE2 1.0** basiert auf Debian 9.1 Stretch und nutzt Xfce. Die umfangreiche Distribution ist dafür gedacht, alten Computern wieder Leben einzuhauchen und sie humanitären Projekten zu vermitteln.

Das Chakra-Team hat eine neue Version seiner ganz auf KDE Plasma und KDE-Anwendungen ausgerichteten Linux-Distribution veröffentlicht. **Chakra 2017.10 „Goedel“** bringt Kernel 4.12, KDE Plasma 5.10.5, Xorg-Server 1.19 mit. Die Grafiktreiber und der Installer Calamares wurden ebenfalls aktualisiert.

Kopfhöreradapter mit Ladefunktion



AmazonBasics Lightning to 3.5mm Headphone Jack bringt eine Ladebuchse mit. Einen solchen Kopfhöreradapter hätte Apple eigentlich auch bauen können.

Amazon hat einen Kopfhöreradapter mit Ladefunktion für iPhones herausgebracht, die keine Kopfhörerbuchse enthalten. Der Internet-Versender nennt den Adapter umständlich „AmazonBasics Lightning to 3.5mm Headphone Jack Audio Adapter with Remote and Lightning Charging Port“.

Er bringt eine Klinkenbuchse, einen Lightning-Anschluss für Ladegeräte und eine Fernbedienung mit drei Knöpfen mit (Steuerung, Lautstärke laut/leise). Der von Apple beigelegte Adapter von Lightning auf 3,5-mm-Buchse hat keine Ladefunktion. Amazons Adapter kostet 30 Euro. (dz@ct.de)

Apple-Notizen

Der Mac- und iOS-Software-Anbieter Iconfactory hat den einst populären Twitter-Client **Twitterrific generalüberholt**. Die neue Version 5 ist im Mac App Store zum Preis von 22 Euro erhältlich.

Apple kooperiert seit Mitte Oktober mit General Electric. Ein Predix genanntes SDK für iOS soll Entwickler beim Programmieren von Industrieanwendungen für iPhone und iPad unterstützen. Das iPhone wird bei dem 330.000 Mitarbeiter zählenden Konzern GE zum Standard-Firmenhandy.

Obwohl laut Apple weder FM-Chip noch eine Antenne in iPhone 7 und iPhone 8 stecken, fordert die US-amerikanische **National Association of Broadcasters den Konzern weiterhin zur Aktivierung von UKW-Radio auf**. Apple habe diese Funktion absichtlich im verwendeten Broadcom-Chipsatz deaktiviert.

Wenn das macOS beim MacBook Pro 15 Zoll von Mitte 2012 bis Anfang 2013 **einen defekten Akku diagnostiziert**, tauscht Apple den Akku laut lizenzierten Reparaturbetrieben möglicherweise gratis um. Das kann jedoch bis zu einem Monat dauern. Bei beschleunigter Abwicklung stellte die Firma manchen Kunden 209 Euro in Rechnung.

Internet-Notizen

Microsoft hat seinen Browser **Edge für Android- und iOS** herausgebracht. Eine wichtige Funktion ist „continue on PC“: Vom Mobilgerät aus lassen sich Webseiten auf einem Windows-PC aufrufen, um sie dort weiter zu lesen oder zu bearbeiten.

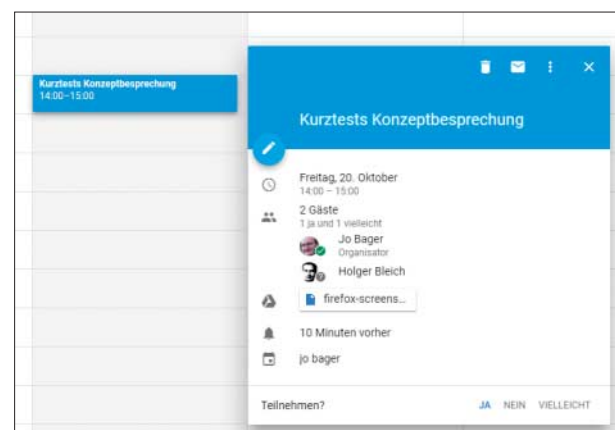
Version 62 von Googles Browser **Chrome** warnt in der Adressleiste vor der Eingabe von Daten in unverschlüsselte Formulare. Websites können die ungefähre Bandbreite der Internetverbindung einschätzen und genießen mit Open-Type Variable Fonts mehr Freiheiten bei der Typografie.

Microsoft, Google, Mozilla, das W3C und Samsung haben sich zusammengetan, um gemeinsam eine umfassende **Cross-Browser-Dokumentation** in Mozillas Dokumentationsportal MDN Web Docs unter <https://developer.mozilla.org/de/> zu pflegen.

Google Calendar: Aufgeräumt und aufgebohrt

Google hat seiner Kalender-Webapp ein neues Aussehen im sogenannten Material Design verpasst. Aktivieren lässt sich der Look über einen Button am oberen rechten Fensterrand. Außerdem hat der Kalender hilfreiche Neuerungen erhalten. In den Termindetails kann man benötigte Dateien speichern und später aus dem Termin abrufen. Das soll sicherstellen, dass zu Beginn einer Besprechung alle relevanten Informationen bereitstehen.

Fährt man mit dem Mauszeiger über Kontakte in einer Besprechungseinladung, blendet der Kalender die Kontaktinformationen der Teilnehmer ein. Administratoren von Googles Anwendungssammlung G Suite können Informationen über Besprechungsräume hinterlegen, beispielsweise deren Größe, ob sie mit Video- beziehungsweise Audio-Equipment ausgestattet und ob sie barrierefrei zugänglich sind. (jo@ct.de)



Der Online-Kalender wirkt jetzt aufgeräumter und bietet neue Funktionen – etwa die für den Termin hinterlegten Dokumente.

Anzeige

Farbspiele in Chrome

Chromium v61 verändert den Umgang mit Farbprofilen

Als hätte man seinen Monitor nicht geputzt: Plötzlich verblasen in Chrome, Opera, Vivaldi und einigen anderen Browsern die Farben von Fotos und Internet-Seiten. Dabei setzt deren Browser-Engine nur die Anforderungen des W3C zur Farbprofilierung korrekt um.

Von Jörg Wirtgen

YouTube ist nicht mehr so rot, ct.de nicht mehr so blau (und dieses Facebook auch nicht mehr), Instagram nicht mehr so orange – jedenfalls wenn man mit einem Browser unterwegs ist, der die Chromium-Engine ab v61 unter Windows, macOS oder Linux nutzt. Bei Firefox und den Microsoft-Browsern sieht alles wie immer aus, ebenso unter iOS und Android.

Sichtbar ist der Unterschied nur für Nutzer, die ihren Monitor mit einem Farbprofil betreiben, besonders deutlich wird es auf farbkraftigen Monitoren, die mehr als den sRGB-Farbraum anzeigen. Hier

tritt dann auch der positive Effekt auf: Fotos wirken natürlicher, Gesichter verlieren ihren leicht sonnenverbrannten Teint, Gräser und Blumen die Disney-Bonbonfarben.

CSS und Bilder sind nun sRGB

Das führt auf die richtige Fährte: Chromium v61 ändert den Umgang mit Farben, für die keine Profilinformation vorliegt: Bilder ohne Profil sowie Farben in HTML- und CSS-Code. Sie werden nun als sRGB-Farben interpretiert, sodass sie für Monitore mit einem größeren Farbraum heruntergerechnet – abgeflaut – werden.

Für ein CSS-Rot wie „background-color:#f00;“ schickt Chromium also nicht mehr 255,0,0 an den Monitor, sondern in Abhängigkeit von dessen Farbraum einen Ton, der dem kräftigsten sRGB-Rot entspricht. Beispielsweise wird daraus auf einem Monitor mit ungefähr AdobeRGB-Farbraum 253,61,16, auf einem aktuellen iMac 235,51,35. Fotos mit Farbprofil behandelt Chromium (und auch Firefox) schon länger so.

Die meisten Fotos auf Webseiten haben jedoch kein Farbprofil, und für sie ist dieses Verhalten ebenfalls durchaus wünschenswert, denn so erscheinen sie in natürlicheren Farben. Auch Logos, Designfarben und letztlich die Website-Icons in den Lesezeichen entsprechen nun sRGB. Die W3C sieht für CSS-Farben sogar explizit vor, dass sie als sRGB zu interpretieren sind [1].

Bisher konnte Chromium nur solche Fotos und Grafiken korrekt anzeigen, die mit einem Farbprofil wie sRGB oder AdobeRGB versehen sind. Selbst wenn das hochgeladene Foto ein Farbprofil hat, was

etwa für die meisten direkt von Kameras oder Smartphones stammenden Fotos gilt, erscheint es oft falsch. Denn viele CMS liefern nicht die Original-Datei aus, sondern eine skalierte Version mit zerstörter Farbprofil-Information. WordPress kann man den korrekten Umgang mit Farbprofilen immerhin beibringen [3].

Wer lieber die knalligen Farben möchte: Tippen Sie in die Adresszeile „chrome://flags“ ein und suchen Sie in der erscheinenden Liste nach „color“. Die Option „Color correct rendering“ stellen Sie dann auf Disabled.

Farbraten

Safari verhält sich übrigens schon lange so wie der aktuelle Chromium, Firefox so wie Chromium bis v60. Noch anders machen es die Microsoft-Browser: Sie ignorieren das Monitorprofil und geben alle Farben überzeichnet aus; sie eignen sich daher nicht für farbkraftige Monitore.

Webdesigner, die nachvollziehbare Farben erzeugen wollen, haben es nun einfacher, lediglich die Nutzer der Microsoft-Browser sind abgehängt. Doch wer seinen Lesern ihr knalligstes Rot präsentieren möchte, hat bei Chromium-Nutzern ein Problem, auch Tricks wie rgb(300,0,0) oder hsl(0,150%,50%) helfen nicht. Die W3C hat eine Erweiterung der Farben um ein Farbprofil in der Form color(rec2020 255 0 0) vorgeschlagen, doch das unterstützt kein Browser [2]. Eine Abhilfe wären Grafiken mit eingebettetem Farbprofil eines großen Farbraums wie Rec.2020 – doch eigentlich will niemand wieder Webdesign per Grafik-schnipselchen. Bis auf Weiteres werden Webseiten also nicht bei allen Nutzern identisch aussehen. (jow@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Das aktuelle Farbmodell des W3C: <https://www.w3.org/TR/css3-color/>
- [2] Vorschlag für ein erweitertes Farbmodell des W3C: <https://drafts.csswg.org/css-color>
- [3] Echtfarben im Blog, WordPress den Umgang mit Farbprofilen für Fotos beibringen, Jörg Wirtgen, ct 23/2015, S. 176



Auf den ersten Blick wird Chrome flauer, doch nun stimmen die Farben.

Farbprofil-Fähigkeiten der wichtigsten Browser						
Browser	Chromium (u. A. Chrome, Opera)	Edge, IE	Firefox	Safari	Safari	Chrome (WebView)
Betriebssystem	Windows, macOS, Linux	Windows	Windows, macOS, Linux	macOS	iOS	Android
Auswerten des in Bildern enthaltenen Farbprofils	seit mind. v22	✓ (IE seit v9)	seit mind. v3.5	✓	seit iOS 9.3	seit v56
Berücksichtigung des Display-Farbprofils	seit mind. v22	—	seit mind. v3.5	✓	seit iOS 9.3	— ¹
Farbraum von CSS-/HTML-Farben und JPGs/GIFs ohne Farbprofil ²	bis v60: Displays, ab v61: sRGB	Display ³	Display	sRGB	Display ⁴ , seit iOS 9.3: sRGB	Display ³
Farbraum von PNGs ohne Farbprofil	sRGB	Display ³	sRGB	sRGB	Display ⁴ , seit iOS 9.3: sRGB	Display ³
historische Werte nicht vollständig ✓ vorhanden — nicht vorhanden						
¹ angekündigt für mit Android 8 ausgelieferte Geräte, aber zumindest beim Sony XZ1 und Google Pixel 2 nicht implementiert						
² BMPs und weitere Bildformate vermutlich genauso, aber nur stichprobenhaft getestet						
³ nur Display-Farbraum möglich, wenn das Display-Farbprofil nicht berücksichtigt wird						

Anzeige

Prozessorgeflüster

Von Übergängen und Überraschungen

Die Quantencomputer stehen kurz vor einem Quantensprung und Intel will den plötzlichen Übergang keinesfalls IBM, Google, Microsoft oder D-Wave überlassen. Neuronale Netze, das hat D-Wave schon bewiesen, kann man auch sehr gut mit Quantencomputern trainieren, aber erst einmal kommen zu diesem Behufe noch neue klassische Chips.

Von Andreas Stiller

Jetzt hat Intel stolz seinen ersten Quanten-Testchip mit 17 Qubits fertiggestellt. Vergleichsweise spät ist Intel auf diesen modischen Zug aufgesprungen, laut Intel-Chef Krzanich Intels ambitioniertestes Projekt. Das Know-how für die sich doch sehr von den klassischen Silizium-Chips unterscheidende Quantentechnik war allerdings nicht im Hause, so musste man sich anderswo umsehen. Doch die auf diesem Gebiet führenden amerikanischen Wissenschaftler hatten sich derweil schon andere geschnappt, etwa Microsoft den Harvard-Professor Charles Marcus oder Google den Professor John Martini von der Universität in Santa Barbara, der in Kürze einen 49-Qubit-Chip herausbringen will.

Intel fand dann im Spin-off QuTech der niederländischen TU Delft einen adäquaten Partner. Okay, für die Fußball-WM 2018 reichte es für die Niederländer nicht, aber dafür rangiert die TU Delft im allerneuesten QS-Uni-Ranking 2018 auf Platz 54, die collegae aus Amsterdam kamen auf Platz 58 und die bestplatzierte deutsche Universität, die TU München, erreichte in diesem Wettbewerb lediglich Platz 64. Vorne, na klar, liegen MIT, Stanford und Harvard ...

QuTech hat – unterstützt von Intel – ähnlich wie IBM und Rigetti Computing einen Chip mit superleitenden Qubits auf Basis von Si/Ge entwickelt, der bis hinunter auf 20 Millikelvin gekühlt werden will. Intel fertigt ihn in einem 300-nm-Prozess in Hillsboro/Oregon, dort, wo auch Intels

Quantum Hardware Gruppe rund um Direktor Jim Clarke angesiedelt ist. Stabilere Qubits erhofft man sich von sogenannten Spin Quantum Dots, darüber will Intel in Kürze mehr berichten. Schon gegen Ende des Jahres, so Intel-CEO Krzanich, will man wie Google mit 49 Qubits aufwarten.

Weitere Arbeitsgruppen bei QuTech forschen, gut EU-gefördert, an Quantennetzwerken (Quanten-Internet, Quanten-Cloud) und unter Quantentopologie auch an stabileren Quantenzuständen und der Möglichkeit, diese abzuspeichern.

Topologien

Daran ist insbesondere auch Microsoft sehr interessiert, hier ist ein Quantencomputer mit stabilen, topologischen Qubits das erklärte Ziel. Und so hat sich auch Microsoft mit QuTech eng verhandelt, hat gar einen der Direktoren abgeworben, der jetzt das Microsoft Quantum Lab an der TU Delft aufbaut.

IBM ist mit seinen Quantenchips zwar noch auf niedrigerem Level, aber dafür gibt es schon funktionierende Hardware. Und vor allem stellt IBM in der „Quantum Experience“ die beiden

IBMQx2 und IBMQx4 mit 5 und den IBMQx5 (noch als Beta) mit 16 Qubits jedem Interessierten für Experimente zur Verfügung. Auch Google will beim Projekt Q für den in einem 7x7-2D-Gitter aufgebauten Chip einen öffentlichen Zugang anbieten. Google-Guru John Marini stellte das Design im Juli auf der Fachkonferenz ICQT in Moskau vor, aber da stahl ihm Harvard-Professor Mikail Lukin vom Russian Quantum Center (RQC) ein wenig die Show, als er über 51 Qubits auf Basis lasergekühlter Rubidium-Atome berichtete. Nein, mit einem fertigen 51-Qubit-Quantencomputer, wie das hier und da aufgefasst wurde, konnte Lukin noch nicht aufwarten, lediglich mit einem per Experiment und Simulation validierten Modell.

In ähnliche Richtung mit Laserkühlung gehen auch die Ionenfallen, mit denen mehrere Teams rund um Professor Rainer Blatt in Innsbruck forschen. 20 Qubits mit gefangenen Cäsium-Ionen im Grundzustand haben sie schon real erreicht, größere Chips, die alle nach Gefängnissen (etwa Ziegelstadl für den 4x4-Chip) benannt sind – Physiker-Humor eben –, sind in Arbeit.

Flaschenbürste

Vor einem Lauf auf dem realen System sollte man sein Programm aber auf einem Simulator ausprobieren. Ein 5-Qubit-System repräsentiert beim Auslesen 2^5 Werte, das lässt sich leicht auf einem PC simulieren. 16 oder 17 Qubits, das stellt schon eine größere Herausforderung dar. Und 49 Qubits, mit einer halben Billion an Ergebniswerten, die alle mühsam statistisch ermittelt werden müssen, da brauchte man bislang für die Simulation riesige Supercomputer mit vielen Petabytes an Hauptspeicher. Doch jetzt haben IBM-Forscher einen Weg mit geschickten Partitionierungen ausgetüftelt, der den Speicherbedarf ohne allzu viel zusätzlicher Rechenzeit deutlich reduziert: 162 GByte für 49 Qubits und 4,5 TByte für 56 – dafür reicht dann ein etwas größerer Server, nur

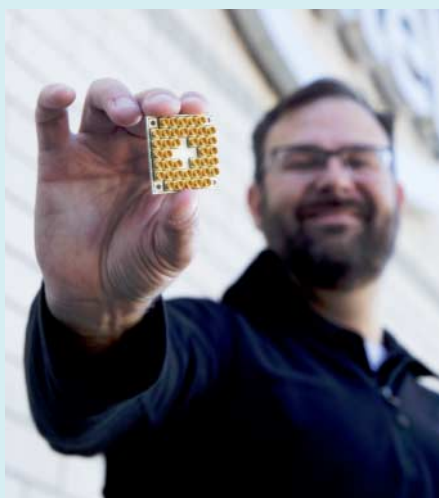


Bild: Intel

Da ist er: Stolz präsentiert Quanten-Chef Jim Clarke (in leichter, quantenüblicher Unschärfe) Intels ersten Quanten-Chip.

gut eine Milliarde Mal langsamer als ein echter Chip. Die Idee zu dem verwendeten Algorithmus kam dem IBM-Forscher Pednault übrigens beim Abwaschen mit einer Flaschenbürste – da sieht man, wie wertvoll Hausarbeit sein kann ...

Beim bislang einzigen kommerziellen Anbieter in der Szene, der kanadischen Firma D-Wave, kann man derzeit Cloud-Dienste mit bis zu 2000 Qubits auf dem 15 Millionen Dollar teuren D-Wave-2000Q buchen, was zum Beispiel vom Oak Ridge National Laboratory genutzt wird. Allerdings bildet die bisherige D-Wave-Technik keinen universellen Quantum-Computer ab, sondern hat noch diverse Einschränkungen. Man hört aber davon, dass D-Wave für die für 2018 vorgesehene nächste Generation die Architektur ändern will. Wenn uns dann D-Wave wirklich mit einem nahezu universellen Quantencomputer mit mehreren tausend Qubits überraschen sollte, wäre das in der Tat ein riesiger Quantensprung. Dazu wird man wohl Mitte November in Denver auf der Supercomputing 2017 mehr erfahren.

Klassiker

Doch Intel und Google legen auch mit klassischer Hardware nach, vor allem im Trendbereich künstliche Intelligenz. So kündigte Intel-Chef Krzanich auf der D.Live-Konferenz des Wall Street Journal die baldige Auslieferung des Neural Network Processor NNP (Codename: Lake Crest) an. Der wurde von dem im vergan-

Oben eine beliebige universelle 4:1 Quantenschaltung, unten das von den Gates des Qubits 1 gebildete „Flaschenbürstenmuster“

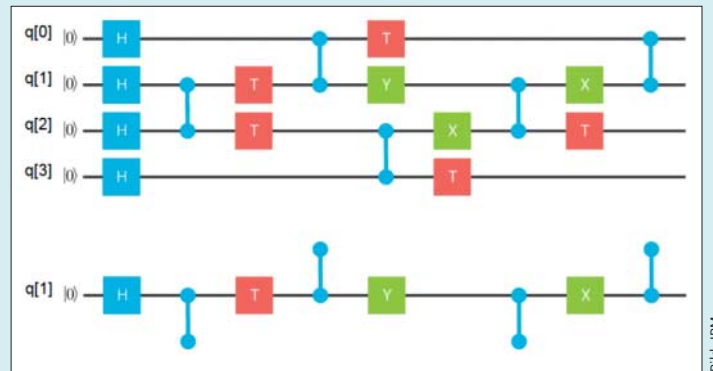


Bild: IBM

genen Jahr eingekauften AI-Spezialisten Nervana entwickelt – und wird noch von TSMC gefertigt. Er sitzt zusammen mit HBM2-Speicher auf einer PCIe-Karte und soll (bislang noch unbestätigt) bis zu 55 TOPs/s im hauseigenen Flexpoint-Daten-Format abliefern.

Google überrascht gleich zweimal. Zum einen mit seinem ersten Smartphone-Chip im Pixel 2: ein Coprozessor – neben dem Qualcomm Snapdragon 835 – namens Pixel Visual Core mit acht Image Processing Units, eine jede mit 512 ALUs und angeblich 3 TOPs/s (vermutlich int8).

Und dann verblüffte AlphaGo Zero, ein kleiner Rechner mit nur vier Google Tensor Units. Ausgestattet mit einem neuen Programm von Google-Tochter DeepMind und lediglich versehen mit dem Go-Regelwerk konnte er nach nur drei Tagen Trainingsphase seinen Vorgänger AlphaGo Lee, den Sieger des 18-fachen Go-

Weltmeisters Lee Sedol vom Vorjahr, mit 100:0 in Grund und Boden spielen, wie wohl jener mit 1000 Prozessorkernen und 176 GPUs versehen ist und mit vielen Millionen realen Partien trainieren durfte.

Und letztlich will uns auch AMD überraschen, aber leider erst einen Tag nach Redaktionsschluss. Dann nämlich werden die neuen Quartalszahlen bekannt gegeben; die Aktionäre erhoffen sich hübsche schwarze Zahlen. Und um das Event noch schöner zu machen, will AMD kurz danach seine neuen Zen-APUs „Raven Ridge“ Ryzen 7 2700U und Ryzen 5 2500U für Notebooks vorstellen, mit vermutlich vier Kernen und Vega-Grafik mit bis zu 11 Compute Units zu je 64 Shader-Prozessoren. Damit kommt man dann grad noch so ins lukrative Weihnachtsgeschäft. AMD Fan-Boys und -Girls warten ja notfalls auch bis Heiligabend. (as@ct.de) **ct**

Anzeige



Langläufer

Google Pixel 2 und Pixel 2 XL im Test

Die neuen Pixel-Smartphones sind wieder mit Oberklasse-Hardware ausgestattet. Obendrein gibt es unverfläschtes Android mit exklusiven Features wie einer Musikererkennung. Wir haben getestet, ob das ihren hohen Preis rechtfertigt.

Von Stefan Porteck

Das Pixel 2 gibt es wie den Vorgänger in zwei Größen: in 5 Zoll und mit „XL“-Zusatz in 6 Zoll. Die kleine Version wird von HTC gefertigt, die größere von LG. Google betont, dass es außer dem Display und der Akkukapazität keine Unterschiede gibt. Doch schon die Front der Telefone unterscheidet sich dadurch deutlich. Das Seitenverhältnis des Pixel 2 liegt bei 16:9 (1920 × 1080), das des Pixel 2 XL bei 18:9 (2880 × 1440).

Beim kleinen Modell fällt der schwarze Rahmen ums Display insbesondere

oben und unten mit 1,9 Zentimetern breiter aus als beim Pixel 2 XL (0,9 cm). Optisch wirkt das kleine Pixel 2 somit etwas altbackener als andere aktuelle Telefone der Oberklasse. Ein metallener Antennenring ums Gehäuse fasst die kaum abgerundeten Displayränder ein. Er hatte übrigens bereits nach wenigen Tagen einige kleine Macken und Kratzer – trotz sorgfältiger Behandlung.

Beide Handys haben ordentlich klingende Stereolautsprecher. Besonders beim Videoschauen ist das ein Fortschritt gegenüber den alten Modellen. Das Design der Rückseite orientiert sich an den Vorgängern: Das obere Fünftel verziert weiterhin poliertes Glas, das aber den Fingerabdrucksensor nicht mehr einfasst.

Drückt man die Telefone am seitlichen Rahmen, starten sie den Google Assistant. Damit das nicht versehentlich beim Halten oder in der Hosentasche passiert, lässt sich die gewünschte Druckstärke im Einstellungsmenü anpassen. Doch auch auf der unempfindlichsten Stufe startete der Assistant bei jedem Fixieren in einer KFZ-Halterung, weshalb

wir die Funktion schließlich ganz deaktivierten.

Links oben im seitlichen Rahmen steckt die Schublade für eine SIM-Karte im Nano-Format. Und dass, obwohl beide Smartphones zu den ersten zählen, die eine fest eingebaute „embedded SIM“ (kurz eSIM) haben. In der Theorie wird die eSIM bei der Inbetriebnahme oder einem Anbieterwechsel einfach übers Mobilfunknetz mit einem neuen Profil versehen, also umprogrammiert. Doch in der Praxis ist die App eSIM-Manager zum Verwalten der Profile auf beiden Smartphones zwar installiert, lässt sich aber nicht starten. Offenbar ist das eigentlich praktische Feature derzeit auf die USA und/oder wenige Mobilfunkanbieter beschränkt.

Satt und im Dauereinsatz

Beide Pixel 2 haben dank OLED-Displays einen perfekten Schwarzwert und damit einen hohen Kontrast von mehr als 100 000:1. Unsere Display-Messungen zeigen, dass das Pixel 2 XL einen etwas größeren Farbraum abdeckt als das kleine Pixel 2. Der kleine Unterschied zeigt sich vor allem bei der Anzeige besonders satter Grüntöne: Sie gelingen dem XL-Modell – im direkten Vergleich – eine Spur kräftiger.

Die interne Kalibrierung hat HTC beim kleinen Pixel 2 besser hinbekommen: Dessen Weißpunkt entspricht bei direkter Draufsicht nahezu 6500 Kelvin. Das LG-Display im Pixel 2 XL zeigte bei uns dagegen einen sichtbaren Blaustich. Aufgrund der Winkelabhängigkeit verstärkte sich die blaue Tönung, wenn man von den Seiten aufs Display schaut. Beim kleinen Pixel 2 hingegen bekommt Weiß aus größeren Blickwinkeln nur einen sehr leichten türkisfarbenen Stich.

Enttäuscht hat uns das für Android 8 versprochene Farbmanagement: Zumindest bei Smartphones, die mit der aktuellen Android-Version ausgeliefert werden, sollte im Betriebssystem ein Farbprofil des Displays hinterlegt sein. Android selbst soll dann in Bildern eingebettete Farbprofile auswerten und so auf jedem Gerät dieselbe farbverbindliche Darstellung sicherstellen. In unseren Tests klappte das nicht. Chrome und Google Fotos berücksichtigen zwar das Farbprofil von Fotos, rechnen sie aber nicht auf den Displayfarbraum um. Die Bilder bekommen also zu kräftige Farben.

Einen Weg, in das Farbmanagement einzugreifen, gibt es offenbar nicht. In den

Displayeinstellungen findet sich lediglich eine Option namens „kräftige Farben“. Nachdem wir diese deaktivierten, schalteten die Displays auf eine sRGB-Darstellung, sodass sämtliche Farben im Vergleich zur sonst knackigen OLED-Darstellung recht flau wirkten, Fotos aber natürlich erscheinen.

Neu ist ein „Always-On“-Modus, in dem die Pixel-2-Displays auf Wunsch permanent Uhrzeit und Benachrichtigungen anzeigen. Dabei braucht man nicht zu befürchten, dass sich die Anzeige auf den OLED-Displays einbrennt. Sie wird alle paar Minuten um einige Millimeter seitlich oder vertikal verschoben, sodass regelmäßig andere Pixel beansprucht werden. Auch auf die Akkulaufzeit hatte der Always-On-Modus in unseren Tests keine spürbare Auswirkung.

Obgleich es im Datenblatt nirgendwo erwähnt wird, haben die Pixel-2-Smartphones Benachrichtigungs-LEDs neben dem oberen Lautsprecher, die sich in den Benachrichtigungseinstellungen von Android einschalten lassen.

Schnelle Dauerläufer

Pixel 2 und Pixel 2 XL sind mit 64 und 128 GByte Flash-Speicher erhältlich. Die nicht mehr zeitgemäße Variante mit 32 GByte entfällt. Wie bei Google-Smartphones üblich, lässt sich der Speicher nicht mittels SD-Karten erweitern.

Angetrieben werden sie von einem Qualcomm Snapdragon 835. In unseren Benchmarks erreichen sie damit Spitzenresultate auf dem Niveau anderer High-End-Smartphones mit Snapdragon 835. Die Kombination aus Qualcomm-SOC, Speicher und verbesserten Tiefenschlaf-Modi von Android 8 sorgte bei beiden Pixel 2 für eine gute Laufzeit: Bei der Videowiedergabe mit einer Displayhelligkeit von 200 cd/m² erreichte das kleine Gerät in unserem Testlabor 12 Stunden, das XL schaffte 13 Stunden. Damit liegen sie auf dem Niveau anderer aktueller Oberklasse-Smartphones.

Den langen Atem bemerkten wir auch in der Praxis: Während das erste Pixel am Abend eines normalen Arbeitstags nach dem Ladegerät rief, vermeldete das gleich große 2er-Modell, dass der Saft noch für einige Stunden reichen würde. Dank Schnellladetechnik über USB Typ-C halten die Geräte nach 15 Minuten am Stromnetz bis zu 7 Stunden lang durch. Eine vollständige Ladung nahm etwas mehr als eine Stunde in Anspruch.

Nachgelegt hat Google auch beim Fingerabdrucksensor: Während man beim Vorgänger noch eine merkliche Verzögerung zwischen dem Auflegen des Fingers und dem Entsperren des Displays bemerkte, landeten wir bei dem Pixel 2 subjektiv sofort auf dem Homescreen.

Bedauern dürften dagegen einige Nutzer, dass Google sich von der Kopfhörerbuchse verabschiedet hat. Immerhin liegt ein USB-C-Adapter im Karton. Gleichzeitig Musik hören und Aufladen klappt damit aber nicht.

Die Telefone sind nun nach Schutzart IP67 wasser- und staubgeschützt. Das bedeutet, dass sie wie aktuelle iPhones Spritzwasser und kurzzeitiges Untertauchen vertragen, aber nicht lange unter Wasser liegen dürfen, wie es Samsung beim S7, S8 und Note 8 mit der besseren IP68-Klassifizierung ermöglicht.

Knipsen wie die Profis

Die Kombination aus Objektiv und Kamera-App sorgt für besonders gelungene Fotos und Videos: Das Objektiv ist lichtstärker als beim Vorgänger (f/1,8 statt f/2,0). Wie bei Apple und Samsung schon länger üblich, beherrscht der 12,2-Megapixel-Sensor nun Dual-Phase-Detection für schnelle Fokussierung, außerdem sind optische (OIS) und elektronische Bildstabilisierung (EIS) an



Den oberen Bereich der Rückseite verziert Google auch bei den neuen Modellen mit poliertem Glas.

Bord. In unseren Tests schossen die Kameras brillante Bilder mit satten Farben und hohem Kontrast. Im Vergleich zum Pixel der ersten Generation kam die Kamera mit schwachem Restlicht und direktem Gegenlicht besser klar: Es zeigten sich weniger überbelichtete Bereiche oder Bildrauschen. Die Kamera zählt damit zu einer der besten, die wir bislang in Smartphones getestet haben.

Eine Besonderheit ist der Porträtmodus der derzeit Pixel-exklusiven Kamera-App. Er funktioniert sowohl mit der hinteren als auch mit der vorderen (Selfie-) Kamera. Anders als bei der Konkurrenz arbeitet er mit nur einem Objektiv.

Google-Smartphones		
Modelle	Pixel 2	Pixel 2 XL
Betriebssystem	Android 8	Android 8
Varianten	Schwarz, Silber, Blau	Schwarz, Weiß, Schwarzweiß
Display		
Technik / Größe (Diagonale)	OLED / 5 Zoll (12,7 cm),	OLED / 6 Zoll (14 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 Pixel (441 dpi) / 16:9	2880 × 1440 Pixel (536 dpi) / 18:9
Helligkeitsregelbereich	6 ... 416 cd/m ²	4 ... 506 cd/m ²
Ausstattung		
Prozessor / Kerne, Takt	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,9 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,9 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 540	Qualcomm Adreno 540
RAM / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	4 GByte / 64 GByte (128 GByte) / —	4 GByte / 64 GByte (128 GByte) / —
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓
Lichtsensor / VR-tauglicher Gyrosensor	✓ / ✓	✓ / ✓
mobile Datenverbindung	LTE Cat. 15 (800 MBit/s Down, 75 MBit/s Up)	LTE Cat. 15 (800 MBit/s Down, 75 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2700 mAh / — / —	3520 mAh / — / —
Abmessungen (H × B × T)	14,3 cm × 7,0 cm × 8 mm	15,8 cm × 7,7 cm × 8 mm
Gewicht	143 g	175 g
Kamera		
Kamera-Auflösung Fotos / Video	12,3 MPixel (4032 × 3024) / 4K	12,3 MPixel (4032 × 3024) / 4K
Sensor-Pixel-Größe / Blende	1,4 µm / f/1,8	1,4 µm / f/1,8
optischer Bildstabilisator / Fotoleuchte	✓ / ✓ (eine)	✓ / ✓ (eine)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	3264 × 2448 (8 MPixel) / 1920 × 1080	3264 × 2448 (8 MPixel) / 1920 × 1080
Sensor-Pixel-Größe / Blende	1,4 µm / f/2,4	1,4 µm / f/2,4
Preis	800 € (64 GB), 910 € (128 GB)	940 € (64 GB), 1050 € (128 GB)



Google Lens erkennt auf Fotos deren Motive und stellt passende Suchergebnisse bereit.

Stattdessen sorgen Googles Algorithmen dafür, dass Objekte im Vordergrund scharf dargestellt werden, der Hintergrund aber unscharf wirkt. Der künstlichen Bokeh-Funktion liegt laut Google Machine Learning und eine Datenbank mit über einer Million Fotos zugrunde. In unseren Tests gefielen uns die Ergebnisse gut – auch wenn bei feinen Strukturen wie Haaren mitunter leichte Bildfehler auftraten.

Nutzer bekommen als schwachen Trost für den nicht erweiterbaren Speicher wieder unbegrenzten Speicherplatz in der Cloud von Google Fotos. Während dieses Angebot bei den letztjährigen Smartphones noch unbefristet galt, hat Google nun eine Sperre von drei Jahren eingebaut. Wer im vierten Jahr ein Foto in voller Qua-

lität und Auflösung hochlädt, bekommt das vom Speicherkontingent abgezogen.

Das gewisse Etwas

Das in die Foto-App integrierte „Google Lens“ analysiert aufgenommene Fotos auf Knopfdruck. Danach wird bei Sehenswürdigkeiten beispielsweise der Name oder der Inhalt des fotografierten Objekts angezeigt und mit Daten aus Googles Knowledge-Graph-Informationsdatenbank angereichert. Fotografierten wir Speise- oder Visitenkarten, erkannte Lens die Art der Information: Ein Tipp auf die Telefonnummer aktivierte die Telefonie-App, ein Tipp auf die Adresse Google Maps und einer auf die Mail-Adresse startete Gmail.

Wer eine ähnliche Funktion wünscht, kann auf das zwar seit 2014 nicht mehr weiter entwickelte, aber noch im Play Store angebotene Google Goggles zurückgreifen. Es lieferte bei unseren Stichproben eine vergleichbare Motiv- und Texterkennung wie Google Lens – offenbar nutzt Goggles bei der Online-Analyse dieselben Algorithmen wie Lens.

Den nur auf Pixel-Smartphones verfügbaren Pixel-Launcher hat Google optisch überarbeitet – aber wahrscheinlich nicht zur Freude aller Nutzer. Das weniger aufdringliche Suchfeld am linken oberen Rand des ersten Homescreens ist verschwunden, stattdessen findet sich nun eine Suchleiste in voller Breite im Dock und damit auf allen Bildschirmseiten.

Neu und exklusiv ist auch die „Now-Playing“-Funktion, mit der die Telefone in der Umgebung hörbare Lieder automatisch identifizieren. Sobald Musik läuft, werden Titel und Interpret auf dem Sperrbildschirm beziehungsweise in der Benachrichtigungsleiste angezeigt. Die dafür nötige Musik-Datenbank ist lokal auf den Smartphones gespeichert. Anders als etwa Shazam schicken sie also keine Aufnahmen ins Netz. In unseren Tests klappte die Musikererkennung auch im Flugzeugmodus ohne jegliche Datenverbindung. Die Da-

tenbank wird laut Google wöchentlich aktualisiert und beinhaltet „zehntausende“ Titel. Das klingt nach wenig, doch in unseren Tests wurden auch weniger bekannte Stücke meist innerhalb von Sekunden automatisch erkannt.

Das seinerzeit abgeschaffte dunkle Android-Theme erfährt ein kleines Comeback: Wählt man ein dunkles Hintergrundbild aus, stellt Android die App-Übersicht und die Quicksettings in der Benachrichtigungsleiste schwarz statt wie sonst weiß dar.

Fazit

Für beide Pixel-Smartphones muss man tief in die Tasche greifen: Sie fangen bei 799 Euro (64 GByte) an, das große Modell mit 128 GByte springt sogar über die 1000-Euro-Hürde. Das hat bislang kaum ein Android-Hersteller gewagt. Dafür bietet die Software Funktionen, die andere Android-Handys erst später bekommen werden – wenn überhaupt. Auf der anderen Seite betreibt Google einen angenehmen Minimalismus: Das Android-System läuft extrem flüssig und ist nicht überfrachtet mit Gimmicks oder Spielereien, die ohnehin niemand benötigt.

Wer immer die neueste Android-Version haben möchte, kommt ohnehin an einem Pixel-Smartphone schwer vorbei. Sie werden zukünftig stets die ersten Geräte sein, die Updates auf neue Android-Versionen erhalten. Und hier hat Google auch nachgelegt: Die Pixel 2 will man künftig drei Jahre lang versorgen. Bislang gab es Betriebssystem-Updates nur für zwei Jahre und dann ein weiteres Jahr lang wenigstens noch Sicherheits-Patches.

Ob die Kamera und die Android-Dreingaben die Kunden in Scharen zu Google reiben, ist aber fraglich: Die Pixel-Phones haben eine sehr gute Hardware, doch im Vergleich zur Konkurrenz fehlt es hier und da an Kleinigkeiten wie beispielsweise einem SD-Karten-Schacht oder einem Randlosdisplay. (spo@ct.de) **ct**

Benchmarks							
Modell	Chipsatz / CPU-Kerne, Takt	Grafikchip	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps] besser ➤	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps] besser ➤	3DMark Ice Storm Unlimited [Punkte] besser ➤	Coremark Single-Thread [Punkte] besser ➤	Coremark Multi-ThreadCORE [Punkte] besser ➤
Google Pixel 2 XL	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Adreno 540	52	56	39599	11521	63427
Google Pixel 2	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Adreno 540	52	34	40855	11522	63130
Apple iPhone 8+	Apple A11 Bionic / k. A.	k. A.	82	81	64076	k. A.	k. A.
Samsung Note 8	Samsung Exynos 9 Octa / 4 × 2,3 GHz, 4 × 1,7 GHz	Mali-G71	63	55	32461	12239	61822
Samsung S8/S8+	Samsung Exynos 9 Octa / 4 × 2,3 GHz, 4 × 1,7 GHz	Mali-G71	64	55	32431	12294	62709
OnePlus 5	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Adreno 540	61	56	39918	11543	6279
k. A. keine Angabe							

Anzeige



Sprich zu der Hand

Die dritte Generation der Apple Watch

Träger der Apple Watch 3 „GPS + Cellular“ brauchen zum Telefonieren tatsächlich nur noch die Uhr am Handgelenk. Den Mobilfunk in der Uhr gibt es aber nicht für jedes Netz.

Von Michael Link

Die dritte Generation von Apples Smartwatch kommt als Duo: als Apple Watch Series 3 „GPS“ sowie als „GPS + Cellular“. Beide Modelle legen beim Prozessortempo zu und haben nun auch einen barometrischen Höhenmesser, um beispielsweise zurückgelegte Höhenmeter und Etagen zu erfassen. Das wäre nichts Besonderes und nur Produktpflege. Das zweite Modell „GPS + Cellular“ stößt neue Türen für Apple auf: Mobilfunk direkt am Handgelenk. Am roten Punkt auf der Krone kann man das Modell

mit elektronischer SIM-Karte (eSIM) erkennen.

Beide Apple-Watch-Modelle gibt es wie gehabt in zwei Größen: mit 42 Millimetern Display-Höhe sowie mit 38 Millimetern für schmalere Handgelenke. Die neue Uhr hat noch einen Viertelmillimeter mehr Speck auf die Hüften bekommen. Mit 11,7 Millimetern Dicke wirkt sie etwas pummelig.

Davon und vom roten Punkt für die Mobilfunk-Variante abgesehen, sieht sie so aus wie die alte, sodass nur Apple-Watchologen sie sicher unterscheiden können. Ihr rund 1000 Candela pro Quadratmeter helles Touchdisplay (OLED) ist zugleich auch die Mobilfunkantenne. Das Modell ohne LTE hat nun keine Keramikunterseite mehr, sondern eine aus Kompositmaterial.

Anders als beim Vormodell liegt der neuen Watch-Generation ein Steckernetzteil bei. Das Ladekabel hat den gewohnten magnetischen Ladeteller. Bei einem Wirkungsgrad von 56 Prozent braucht das Ladegerät zwei Stunden zum Füllen des 279-Milliamperestunden-Akkus.

Beide Modelle empfangen nun Positionsdaten auch von Glonass-Satelliten, dem russischen Pendant zum GPS. Im Test brachte das nur in schwierigen Empfangslagen mit wenig frei sichtbarem Himmel Vorteile – zum Beispiel kurz nach einer Fußgängerunterführung im Stadtwald. An einem Wegeknicke zeigte das Vorgängermodell öfter eine falsche Position, die Apple Watch 3 aber nicht.

Die Pulsaufzeichnung war bei festem Sitz des Armbandes so genau wie die des Vorgängers. Bei lockerem Band gab es aber Ausreißer. Das Betriebssystem watchOS 4 brachte nun auch die Anzeige der Ruheherzfrequenz sowie des Durchschnittspulses beim Gehen, außerdem den für Sportler interessanten VO2max-Wert. Er steht für die maximale Sauerstoffaufnahme.

Sprich mit mir

Apps starten bei der Watch 3 noch mal einen Tick schneller als zuvor. Bei den zuletzt aufgerufenen Apps bemerkt man kaum einen Unterschied, weil sie quasi nur aus dem Speicherschlaf aufgeweckt werden. Startet man eine App aber zum ersten Mal, kann der Unterschied auch einige Sekunden betragen, besonders bei komplexeren Apps. Noch deutlicher wirkt sich der schnellere S3-Prozessor der Apple Watch 3 beim Neustart aus, für den die

Uhr knapp zwei Minuten benötigt und damit eine ganze Minute weniger als ihr Vorgänger.

Die Sprachsteuerung Siri versteht wie gehabt diverse Kommandos, etwa zum Stellen eines Timers oder zum Speichern von Erinnerungen. Neu ist, dass Siri nun auch spricht und für die Ausgabe den Lautsprecher der Uhr benutzt. Dadurch kann das stromfressende Display öfter aus bleiben. Aber nicht immer, wie die Frage nach dem Wetter zeigt: Nach der gesprochenen Annoderation kommt die Prognose doch nur schriftlich.

Sprich mit jemand anderem

Eine eSIM in einer Uhr hatte schon die Samsung Gear S2 eSIM. Allerdings greift die Apple Watch „GPS + Cellular“ auf das schnelle LTE-Mobilfunknetz zu, während die Gear S2 nur UMTS erlaubte. Der Vorteil des eigenen Mobilfunkchips: Damit kommuniziert man auch ohne gekoppeltes iPhone. Das iPhone (6 oder neuer) kann also öfter in der Tasche bleiben, was Apple schon zur Vorstellung seiner ersten Uhr versprochen hatte.

Die eSIM in der Apple Watch ist in Deutschland nur für Mobilfunkkunden der Telekom mit Laufzeitvertrag nutzbar und ihre Nutzung wird als Multi-SIM abgerechnet (nach sechs Gratismonaten 4,95 Euro monatlich). Die Uhr bekommt damit die gleiche Rufnummer wie das iPhone des Kunden. Auslands-Roaming funktioniert mit der Apple-Watch-eSIM nicht. Zum Einrichten erstellt die Telekom ein QR-Bild als Aktivierungscode. Das Einrichten durch Scannen des Codes verlief im Vergleich zum Gefummel beim Einlegen einer SIM-Karte sehr flott.

Mit der Apple Watch 3 zu telefonieren fühlt sich kaum anders an als mit ihrem Vorgänger, dazu muss allerdings die VoLTE-Option bei der Telekom aktiviert sein. Man spricht direkt ins Uhren-Mikro und lässt Umstehende auch an den Antworten teilhaben, die aus dem kleinen Uhrenlautsprecher scheppern. Auch Telefonpartner merkten nicht, dass das Gespräch über die Apple Watch läuft. Für mehr Diskretion lässt sich ein Bluetooth-Headset nutzen.

Der Mobilfunk in der Uhr lässt sich auch anders nutzen, etwa zum Streamen von Musik. Damit kann man sich das Überspielen von Titeln auf die Uhr sparen. Navi-Apps auf der Uhr können nun ebenso eigenständig operieren wie auch die eingebaute Notruf-Funktion und bei-



Das Zifferblatt „Entdecker“ ist der Apple Watch Series 3 vorbehalten, also nicht für ältere Uhren erhältlich.

spielsweise die Taxiruf-App. WhatsApp klappte auf der Uhr im Solo-Modus nicht, hier landeten im Test alle Nachrichten nur auf dem iPhone mit der Haupt-SIM. Ist es mit der Uhr via Bluetooth oder WLAN verbunden, landen aber wenigstens die entsprechenden Smartphone-Benachrichtigungen auf der Uhr.

Die Apple Watch 3 benutzt ihren Mobilfunkchip nur, wenn kein gekoppeltes iPhone in der Nähe ist. Das ist klug, denn ihr Mobilfunkchip leert den Akku in atemberaubendem Tempo: Bereits nach etwas mehr als einer Stunde Telefonieren bei hoher Mobilfunk-Empfangsfeldstärke war Schluss. Ähnliches galt für den Datenabruf. Bei einer Radrunde mit GPS hatte der Akku mit vier Stunden Laufzeit weniger Puste als der Tester.

Ohne Mobilfunk hält der Akku bei intensiver Nutzung knapp einen Tag durch. Wer nur ab und zu die Uhrzeit abliest, sich bei SMS oder WhatsApp und E-Mails benachrichtigen lässt, aber Apps kaum benutzt, kommt auch mal drei Tage ohne Laden aus. Das ist gut ein Tag länger als beim Vorgänger. Großen Anteil daran hat der neue W2-Chip, der WLAN- und Bluetooth-Verbindungen energieeffizienter abwickelt – laut Apple um 50 Prozent.

Fazit

Die Apple Watch 3 „GPS + Cellular“ löst mit ihren autarken Mobilfunkfähigkeiten zumindest zeitweilig die Abhängigkeit vom iPhone. Tatsächlich wird der Mobilfunkchip meistens untätig bleiben, denn oft ist ein gekoppeltes iPhone oder ein be-

kanntes WLAN in Reichweite, über das die Kommunikation bevorzugt läuft. Wer allerdings – beispielsweise beim Sport – aufs Smartphone verzichten will, bekommt mit der Apple Watch 3 GPS + Cellular quasi ein Zweithandy zum Umschnallen mit monatlicher Grundgebühr von 5 Euro für die Multi-SIM.

Schon das Basis-Modell der Watch 3 hat der Series 2 eine barometrische Höhenmessung voraus, außerdem Glonass-Positionsdaten sowie eine schnellere Hardware. Da sie aber von vornherein billiger ist als die Series-2-Uhr, fiel letztere aus dem Sortiment.

Die Auswahl der passenden Watch 3 ist wie üblich kompliziert: Das Modell ohne Mobilfunk gibt es nur mit 8 Giga-byte Speicher und nur im Aluminiumgehäuse, das Edelstahl- und Keramikgehäuse sind also nur für die Mobilfunk-Version zu haben, die überdies 16 Giga-byte Speicher hat. Wer unbedingt Saphirglas als Displaydeckel haben will, bekommt das wiederum nicht mit dem Alugehäuse. Sportloop, Leder- und Metallarmband sind ebenfalls nicht dafür erhältlich, sondern nur für die schwereren Edelstahlzeiteisen.

Etliche Goodies der Apple Watch 3 bekommen auch die Besitzer einer Apple Watch 2, da sie im Update auf watchOS 4 enthalten sind. Das sind beispielsweise die meisten der neuen Zifferblätter, also auch das Siri-Display, das ein wenig dem Google Assistant nachempfunden scheint und zu erraten versucht, was für ihren Träger demnächst wichtig wird. Die stark ausgebauten Fitnessfunktionen, die erweiterte Pulsmessung sowie das überarbeitete Dock lassen sich auch mit der Apple Watch Series 2 nutzen. Für die erste Apple Watch gibt es das Update aber nicht. (mil@ct.de) **ct**

Smartwatch

Apple Watch Series 3

Modell	Watch
Hersteller	Apple
Mobilfunk	nur Modell GPS + Cellular (A1889, A1891): LTE-Bänder 1, 3, 5, 7, 8, 18, 19, 20, 26; UMTS 800 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 2100 MHz
WLAN/Bluetooth	802.11n (2,4 GHz), Bluetooth 4.2
Sensoren	GPS/Glonass, Gyroskop, Barometer (Höhen- messer), Beschleunigungsmesser, Umgebungs- licht
Display	Touch OLED, 38 mm: 272 × 340 Pixel, 42 mm: 312 × 390 Pixel
Preis	GPS (38 mm) ab 369 €, GPS (42 mm) ab 399 €, GPS + Cellular (38 mm) ab 449 €, GPS + Cellular (42 mm) ab 479 €

Mobiles Digitalradio

Ein USB-SDR-Empfänger wie der NooElec NESDR Mini 2 ermöglicht es, Digitalradio per DAB+ auf dem Android-Smartphone zu hören und theoretisch damit auch Autoradios nachzurüsten.

Für Autoradios mit DAB+ verlangen viele Pkw-Hersteller saftige Aufpreise. Billiger hört man Digitalradio mit einem (gebrauchten) Android-Smartphone plus 20-Euro-Tuner. In der Praxis lauern dabei einige Stolperfallen.

Der Demodulatorchip Realtek RTL2832U ist eigentlich für DVB-T-Empfänger mit USB-Anschluss gedacht. Zusammen mit Software auf dem USB-Host wird aus dem RTL2832U ein sogenanntes Software Defined Radio (SDR). Den nutzbaren Frequenzbereich bestimmen der jeweils angekoppelte Tunerchip sowie die Antenne. Bei Google Play gibt es SDR-Apps kostenlos: einerseits eine Art Beta-Treiber (RTL2832U driver) sowie andererseits Decoder-Apps für DAB+ wie welle.io (siehe ct.de/yere).

Wir haben via Amazon Marketplace den NooElec NESDR Mini 2 geordert, der als Kit inklusive 31-cm-Antenne kommt; die beiliegende Fernbedienung ist für DAB+ unter Android sinnlos. Das Smartphone sollte mit Android ab 4.0 laufen, weil man ältere Android-Versionen rooten muss, damit die Treiber-App funktioniert. Android N wiederum unterstützt der Treiber nicht.

Das Smartphone muss außerdem USB On-the-Go (OTG) beherrschen, also USB-Geräte erkennen. Schließlich braucht man noch ein USB-OTG-Adapterkabel, und zwar eines mit zusätzlichem Stromanschluss für ein USB-Netzteil oder eine Powerbank: Der SDR-Stick zieht mehr Strom, als viele Handys liefern.

Wir haben es mit dem Motorola Moto G der dritten Generation (Moto G3) ausprobiert. Das stürzte zunächst ab, wenn man das USB-OTG-Kabel mit angeschlossenem Netzteil, aber ohne SDR-Stick einsteckte. Ursache ist wohl das in c't 13/16 beschriebene Problem, dass das Handy im OTG-Modus keine Einspeisung von Energie erwartet. Es müssen also zuerst USB-Stromquelle und SDR-Stick am Adapterkabel hängen, bevor



man es an die Micro-USB-Buchse des Moto G3 anschließt. Dann startet man die App welle.io, die automatisch den RTL2832U-Treiber lädt und eine Senderliste zeigt. Nach einem Tipp auf einen Sender dauert es ein bisschen, bis er erklingt. Sound schickte das Moto G3 dabei auch per Bluetooth ans vorhandene Autoradio.

Leider vergällten mehrere Probleme den Hörspaß: Die mitgelieferte Antenne ist zu schlecht, weshalb der Empfang von DAB+ während der Fahrt oft scheitert. Die App braucht einiges an Rechenleistung und leert den Smartphone-Akku rasch; letzterer wird im USB-OTG-Betrieb nicht geladen. Schließlich sind die Bedienelemente der App viel zu klein, um sie im Fahrzeug sicher zu treffen.

Letztlich kann man also für 30 Euro (Tuner samt Adapterkabel) DAB+ unter Android hören, jedoch mit vielen Einschränkungen. Bastler bekommen es mit angepasster Antenne und einem anderen Smartphone vielleicht besser hin. Spannend sind auch Experimente mit weiteren SDR-Apps, mit denen der NESDR Mini 2 viele andere Sender empfängt.

(ciw@ct.de)

Android-Apps für SDR: ct.de/yere

NooElec NESDR Mini 2	
USB-SDR-Empfänger mit Realtek RTL2832U	
Hersteller	NooElec, www.nooelec.com
Abmessungen	2,7 cm × 1,4 cm × 7,2 cm (ohne Anschlüsse)
Tunerchip	Rafaël Micro R820T2
Frequenzbereich	zirka 25 MHz bis 1,75 GHz
Zubehör	Ausziehantenne (31 cm, Kabel 96 cm), IR-Fernbedienung
Leistungsaufnahme (USB)	zirka 0,5 bis 1,3 Watt
Preis	22 € bei Amazon Marketplace



8000 für 700

MediaMarkt bot Mitte Oktober das 15,6-Zoll-Notebook IdeaPad 320-15IKB inklusive SSD und brandneuem Core-i-8000-Vierkern für nur 700 Euro an.

Schon durch die SSD fühlt sich das Aktions-Notebook rasant an. Hinzu kommt die messbar höhere Rechenleistung des Vierkern-Prozessors: Er schafft gegenüber Core-i-Doppelkernen rund 50 Prozent mehr Leistung. Beim Bildschirm muss man jedoch Abstriche machen: Das von uns gekaufte Exemplar hatte statt IPS-Technik, die der Werbeprospekt versprach, ein blinkwinkelabhängiges TN-Panel mit flauen Farben.

Dank eines Fingerabdrucklesers in der Handballenablage kann man sich biometrisch in Windows 10 einloggen. Eine der drei USB-3.0-Buchsen ist im Typ-C-Format gehalten, doch sie liefert weder DisplayPort- noch Thunderbolt-3-Signale und kann auch nicht zum Laden des Notebooks verwendet werden. Das 11ac-WLAN-Modul schafft nur je einen Datenstrom in Sende- und Empfangsrichtung. Bei warmgelaufenem Notebook läuft der Lüfter mit konstant leisem Rauschen. Wir haben bestenfalls rund 6,5 Stunden Laufzeit gemessen.

Einen ausführlichen Test des 2 kg schweren MediaMarkt-Notebooks haben wir Mitte Oktober online veröffentlicht, da unklar war, ob man das Gerät bei Erscheinen dieser c't-Ausgabe noch kaufen kann. (mue@ct.de)

Online-Test Lenovo IdeaPad 320-15IKB: ct.de/yq51

Lenovo IdeaPad 320-15IKB	
15,6-Zoll-Notebook mit Core-i-8000-Vierkern	
Ausstattung	15,6-Zoll-Bildschirm (Full HD, matt), Core i5-8250U, 8 GByte DDR4, 256 GByte SATA-SSD, DVD-Brenner
Anschlüsse	HDMI, 3 × USB 3.0 (1 × USB-C), Gigabit-LAN, Kartenleser, Audio
Straßenpreis	700 €

Anzeige



Intelligenter Knipsen

High-End-Smartphone Huawei Mate 10 Pro mit KI-CPU

Dank KI-Prozessor soll das Huawei Mate 10 Pro besonders schnell Bilder analysieren. Schmalere Display-Rand, Doppelkamera und Desktop-Modus machen es zum Konkurrenten des Galaxy Note 8, iPhone 8 Plus & Co.

Von Hannes A. Czerulla

Die Gehäusefront des Huawei Mate 10 Pro besteht fast nur aus dem Display, das OLED-typisch kräftige Farben und hohen Kontrast präsentiert. Es ist mit 746 cd/m² so hell wie die bisherigen Spitzenreiter Galaxy Note 8 und S8. Nur Display-Fetischisten werden sich an der Auflösung von 2160 × 1080 stören.

Die Aufnahmen der RGB-Kamera mit 12 Megapixel und des monochromen Sensors mit 20-Megapixel werden fürs fertige Bild zusammengesetzt. Das soll unter anderem den Autofokus beschleunigen und einen schöneren (künstlichen) Bokeh-Effekt erzeugen. Letzterer funktioniert bei den meisten Motiven recht gut. Je detaillierter jedoch die Umrisse des Objekts ausfallen, desto eher treten Fokusfehler auf. Die generelle Fotoqualität liegt knapp unter dem Niveau des Galaxy Note 8 oder Pixel 2. Bei Dämmerung rauschen die Bilder zu sehr und es fehlt an Schärfe.

Von der KI-gestützten Bilderkennung ist noch nicht viel zu spüren, obwohl der hauseigene Prozessor Kirin 970 eigens eine Einheit dafür eingebaut hat. Die Kamera erkennt bestimmte Objekte wie Blumen, Personen, Schrift und Haustiere und nimmt passende Bildeinstellungen vor. Mit Bäumen, Autos und Ähnlichem konnte das Mate nichts anfangen. Somit bleiben die Fähigkeiten weit hinter denen von Google Lens zurück (siehe S. 42).

Die Laufzeiten fallen entsprechend des 4000 mAh fassenden Akkus lang aus. In den Benchmarks leistet die CPU Kirin 970 gute Arbeit, bleibt aber 10 bis 20 Prozent hinter den Spitzenreitern zurück. Zu spüren ist der Leistungsunterschied im Alltag nicht. Das mag auch an Android 8 liegen, das Google spürbar auf Performance optimiert hat.

DeX-Konkurrent

Verbindet man das Mate 10 Pro per DisplayPort oder HDMI-Adapter mit einem Display oder TV, geht es in einen speziellen Desktop-Modus. Es erscheint dann eine Bedienoberfläche mit Desktop, App-Verknüpfungen, Startmenü und Taskleiste. Tastatur und Maus lassen sich via Bluetooth oder USB-Adapter verbinden. Alternativ nutzt man den Touchscreen als Trackpad. Das Bild wird in Full-HD übertragen.

Huawei Mate 10 Pro	
Smartphone	
Betriebssystem / UI	Android 8.0 / EMUI 8.0
Prozessor / Kerne	HiSilicon Kirin 970 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz
Grafik	ARM Mali-G72 MP12
Arbeits- / Flash-Speicher (frei)	6 GByte / 128 GByte (111,43 GByte)
Wechselspeicher	—
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
Bluetooth / NFC / Standort	4.2 / ✓ / GPS, Glonass, Beidou
Fingerabdrucksensor	Rückseite
mobile Datenverbindung ¹	LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	4000 mAh / — / —
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Typ-C (USB 3.1) / SuperCharge
Abmessungen (H × B × T)	15,4 cm × 7,5 cm × 0,9 cm
Gewicht	180 g
Schutzart	IP67
Farbvarianten	blau, braun, grau
Kamera-Tests	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	19,7 MPixel (5120 × 3840) / 4K (3840 × 2160)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / Full-HD (1920 × 1080)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	OLED / 6 Zoll (13,7 cm × 6,8 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2160 × 1080 Pixel (401 dpi) / 18:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2...746 cd/m ² / 93 %
Kontrast / Farbraum	> 10.000:1 / fast AdobeRGB
Laufzeit-Messungen	
Ladezeit auf 50 % / 100 %	30 min / 120 min
Video (200 cd/m ²)	14,4 h
3D-Spiel (200 cd/m ²)	8,7 h
WLAN-Surfen (200 cd/m ²)	12,9 h
Preis	799 €
¹ Herstellerangabe	

Apps laufen wahlweise in verschiebbaren Fenstern oder Vollbild. Das Smartphone kann währenddessen parallel weiter genutzt werden. Das Konzept erinnert an Samsung DeX, bloß braucht man keine proprietäre Dockingstation. Wer nur surfen, Medien wiedergeben und Mails schreiben will, kann den PC entsorgen.

Fazit

Huawei bietet mit dem Mate 10 Pro ein hübsches Phablet an, das wegen seiner Haptik, dem fast randlosen OLED-Display und dem flinken System Käufern Freude bereiten wird. Die starke Konkurrenz wie das Galaxy Note 8 oder Pixel 2 ist in Bezug auf Kameras und Benchmark-Werte einen kleinen Schritt voraus. Fällt der Preis des Mate 10 Pro, könnte es zum Preis/Leistungsstipp mit aktuellem Android werden. (hcz@ct.de) **ct**

Anzeige

Einstieg in die Profi-Klasse

Günstige Spiegelreflexkameras mit Vollformatsensor

Vollformatsensoren stehen für hohen Dynamikumfang, feine Tonwertabstufungen und große Lichtausbeute. Canon stellte im Sommer 2017 die EOS 6D Mark II vor. Wir haben sie mit der Pentax K-1 verglichen, die in derselben Preisklasse liegt.

Von Christine Bruns

Die Canon EOS 6D Mark II zielt auf Einsteiger ins Vollformatsegment. Der Sensor im Kleinbildformat ist weitaus größer als die in günstigeren Kameras verbauten APS-C-Sensoren und verspricht damit eine höhere Lichtausbeute und weniger Bildrauschen. Die 6D Mark II liegt nicht nur beim Sensorformat, sondern auch preislich etwa gleichauf mit der Pentax K-1. Beide kosten ohne Objektiv um die 2000 Euro.

Die Kameras unterscheiden sich in ihrer Größe nur geringfügig; die Pentax ist

250 Gramm schwerer. Ihr Sensor bringt außerdem mit 36 Megapixeln 10 Megapixel mehr als der in der Canon. Beide Modelle bieten WLAN, GPS, einen optischen Sucher, aber keinen eingebauten Blitz. Die 6D Mark II nutzt im Live-View-Modus einen Dual-Pixel-Autofokus, der mit Phasenerkennung arbeitet und dadurch sehr schnell reagiert. Die Pentax nutzt weiterhin einen Kontrastautofokus. Das Schulterdisplay der Pentax K-1 ist zwar deutlich reduzierter als das der 6D Mark II, zeigt aber die wichtigsten Daten. Die Canon-Kamera ist staub- und spritzwassergeschützt, die Pentax sogar wasserdicht.

Videos nehmen beide nur in Full-HD auf. Die 6D Mark II ermöglicht bis zu 60 Bilder pro Sekunde, die K-1 nur 30. Über die Intervallfunktion sind 4K-Videos drin.

Das Touch-Display der Canon erleichtert die Bedienung immens. Besonders die Steuerung des Live-View-Autofokus ist komfortabler als die Auswahl des Scharfstellpunktes per Pfeiltasten bei der K-1. Außerdem kann man die Canon übers Smartphone steuern. Die Pentax hat zwei SD-Karten-Slots statt wie die Canon nur

einen. Auf Wunsch nimmt sie parallel auf beiden Karten auf und gewährleistet damit ein Backup. Über zwei separate Einstellräder kann man auf die Einstellung von ISO, HDR oder Bracketing schnell zugreifen. Die K-1 bietet zusätzlich deutlich mehr Personalisierungsoptionen als die 6D Mark II. Ein Nachteil der Pentax ist der laute Autofokus.

Zwei weitere interessante Funktionen der Pentax sind Astro-Tracer und Pixelshift. Erstere bietet die Möglichkeit, den Sternenhimmel zu fotografieren, ohne dabei die typischen Sternspuren zu erhalten. Pixelshift erhöht die Auflösung der Bilder durch die Komposition eines Bildes aus vier Teilbildern. Dabei wird die Aufnahme einmal in Rot, in Grün, in Blau und zusätzlich in Helligkeitsstufen erstellt und nachträglich zusammengerechnet. Das funktioniert jedoch nur für unbewegte Motive und mit einem Stativ.

Messwerte und Bildkritik

Um die Vorteile des Vollformats optimal auszunutzen, haben wir die Kameras mit lichtstarken Festbrennweitenobjektiven



Vorne besitzt die Canon EOS 6D Mark II einen leicht zugänglichen Anschluss für Fernauslöser und hinten ein großzügiges, dreh- und schwenkbares Touch-Display.



Die Pentax K-1 glänzt mit zahlreichen Bedienelementen. Im Vergleich zum 85-mm-Objektiv der 6D Mark II wirkt das 77-mm-Objektiv der K-1 fast wie ein Spielzeug.

vermessen: die Canon EOS 6D Mark II mit dem EF 85mm 1:1.2 L II USM und die Pentax K-1 mit dem smc Pentax-FA 1:1.8 77mm Limited. Beide Modelle bringen bei niedrigen ISO-Werten einen Dynamikumfang von 10,4 Blendenstufen. Im Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) liegt die K-1 hier deutlich vorn. Sie startet mit einem SNR von 69 bei einem sehr geringen Wert für sichtbares Rauschen (VN) von 0,8. Die Canon beginnt bei einem SNR von 61 und einem VN von 1,0. Der VN steht für den subjektiven Rauscheindruck. Werte bis 0,8 deuten dabei auf weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis zwei auf einen geringen, Werte bis drei auf einen mäßig und Werte über drei auf einen deutlich störenden Rauscheindruck.

Mit steigendem ISO-Wert drehen sich die Verhältnisse der beiden Kameras um. Bei ISO 6400 liegt die Canon mit einem SNR von 45 und einem VN von 1,5 schon deutlich vor der K-1, die diese Werte bereits bei ISO 1600 zeigt. Ab ISO 6400 klettert der VN-Wert der Pentax schon über drei. Im High-ISO-Bereich nimmt die Bildqualität der K-1 deutlich schneller ab als die der 6D Mark II. Gleiches gilt für den Dynamikumfang der Kameras, wo die Canon selbst bei ISO 26.500 noch knapp unter zehn Blendenstufen liegt, die Pentax bei leicht über acht.

Da die beiden Kameras verschiedene Auflösungen besitzen, fordern sie den Objektiv auch entsprechend unterschiedliche Leistungen ab. Für die 6D Mark II müssen „nur“ 2080 Linienpaare pro Bildhöhe (Lp/Bh) aufgelöst werden, für die K-1 sind es 2456 Lp/Bh. Entsprechend sehen die prozentualen Ergebnisse der Canon etwas besser aus. Sie schafft zentral bei ISO 100 und f/8.0 immerhin 87 Prozent der Maximalauflösung, an den Bildecken noch 83 Prozent. Bei ISO 6400 sind es noch 78 und 74 Prozent. Das Pentax-Objektiv schafft es in der Bildmitte bei ISO 100, f/8.0 auf 82 Prozent und an den Ecken auf immerhin 80 Prozent. Bei ISO 6400 sind es nur noch 70 Prozent, mittig wie in den Ecken.

Die Canon 6D Mark II zeigte im Test erst ab ISO 1600 in den JPEGs leichte Detailverluste durch Kantenunschärfe in der Bildmitte. Ab ISO 6400 fressen die Kanten leicht aus. Die Detailkontraste gehen dezent zurück und die Farbbrillanz lässt nach. Zu den hohen ISO-Werten hin wirkt das Bild stärker weichgezeichnet. Trotzdem sind noch erstaunlich viele Details zu erkennen. Die Pentax K-1 schafft es, die



Bild: Christine Bruns, Erlebnis-zoo Hannover

Die Schnauze des Seelöwen wird von der EOS 6D Mark II scharf wiedergegeben (85 mm, ISO 1600, f/13, 1/640 s).



Bild: Christine Bruns, Erlebnis-zoo Hannover

Die Pentax K-1 zeigt bei niedrigen ISO-Werten viele Details und feine Farbabstufungen (77 mm, ISO 400, f/1.8, 1/2500 s).

Farbtöne trotz stärkeren Rauschens bis in den hohen ISO-Bereich zu halten. Die Aufnahmen zeigen eine gute Bildqualität bei ISO 100, die ab ISO 1600 langsam abnimmt.

Die Bilder der Canon kommen heller aus der Kamera als die des Pentax-Modells. Die Farben wirken zurückhaltender, die Kontraste dafür stärker. Bei niedrigen ISO-Werten zahlt sich die höhere Auflösung der K-1 aus, denn sie nimmt deutlich mehr Details auf als die 6D Mark II.

Fazit

Canons EOS 6D Mark II punktet mit einem schnellen Prozessor und dem beweglichen Touch-Display. Sie verzichtet

auf Spielereien, bietet aber genug Möglichkeiten für den Fotoalltag und liegt bei Größe und Gewicht in einem noch tragbaren Bereich. Für Herbstspaziergänge und Städtetrips reicht ihr Spritzwasserschutz. Vermisst haben wir 4K-Video-Aufnahme. Das Pentax-Topmodell verspricht in nasser, schmutziger Umgebung deutlich mehr Schutz und kann mit den Sonderfunktionen Pixelshift und Astrotracer aufwarten. Wer die Kamera zum Rafting oder in den nächsten Sahara-Urlaub mitnimmt, der ist mit der K-1 besser beraten.

(akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Digitale Fotografie 6/2017.

Vollformatkameras für Einsteiger

	Canon 6D Mark II	Pentax K-1
Sensorauflösung	26,2 Megapixel (6240 × 4160)	36,4 Megapixel (7360 × 4912)
Tiefpassfilter	fest integriert	simulierbar durch Sensorshift
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 – ISO 40.000 (erw. auf ISO 50 – ISO 102.400)	ISO 100 – ISO 204.800
Bildformate	JPEG / CR2 (14 Bit)	JPEG / PEG, DNG (14 Bit)
Videoformate	MPEG-4 AVC/H.264, Motion-JPEG	MPEG-4 AVC/H.264
Videoauflösung (max.)	1920 × 1080, 60 fps	1920 × 1080, 60i
Autofokussensfelder	45 (45 Kreuztyp)	33 (25 Kreuztyp)
Bildstabilisierung	– (objektivseitig)	✓ (5 Achsen)
Verschlusszeit	1/4000 s – 30 s (Bulb)	1/8000 s – 30 s (Bulb)
Serienbildrate	6,5 fps	4,4 fps
Displaygröße	7,7 cm (3,0 Zoll) TFT, 720 × 480 (WVGA)	8,1 cm (3,2 Zoll) TFT, 720 × 480 (WVGA)
Touch-Display / Freiheitsgrade	✓ / dreh- und schwenkbar	– / vertikal klappbar
Größe (B × H × T) / Gewicht	144,5 mm × 110,5 mm × 74,8 mm / 765 g	137 mm × 110 mm × 86 mm / 1010 g
Gehäusematerial	Aluminiumlegierung, glasfaserverstärkter Kunststoff	Magnesiumlegierung, Edelstahl
Speichertyp	1 × SD (HC, XC) (UHS-1)	2 × SD (HC, XC) (UHS-1)
Anschlüsse	USB 2.0, HDMI Mini Typ C, Mikrofon, WLAN, GPS, Bluetooth, NFC	USB 2.0, HDMI Typ D, Mikrofon, Kopfhörer, WLAN, GPS
Preis für Body (UVP / Straße)	2100 € / 2000 €	2300 € / 2200 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	



Bausatz für Super-SSD

PCIe-SSDs sind schnell, aber für manche Anwendung noch nicht schnell genug. Über die PCIe-Erweiterungskarte Amfeltec SKU-086-34 lassen sich vier solcher SSDs zusammenschalten.

Zwei PCIe-SSDs auf der Vorderseite, zwei auf der Rückseite, fertig ist die Super-SSD. Ein PCIe-Switch sorgt dafür, dass jede SSD mit vier PCIe-Lanes angebunden ist. Der Switch-Chip wird so warm, dass Amfeltec ihn mittels eines kleinen, aber mit 2 Sone sehr lauten Lüfters kühlt.

Für den Test haben wir vier Samsung 960 Pro mit jeweils 500 GByte verwendet, das sind die aktuell schnellsten PCIe-SSDs. Bis zu 3,6 GByte/s schaffen diese beim Lesen.

Beim Test mit Iometer erreichten wir dann 14,2 GByte/s beim Lesen sequenzieller Daten und 6,1 GByte/s beim Schreiben, beim Zugriff auf zufällige Adressen waren es 530.000 beziehungsweise 468.000 IOPS. Dabei waren die SSDs als Einzelaufwerke konfiguriert. Schaltet man die einzelnen SSDs über die Windows Datenträgerverwaltung zu einem RAID 0 zusammen, sinkt die Leistung bei sequenziellen Zugriffen auf maximal 8 GByte/s.

Als Träger für schnellen Massenspeicher in einem Datenbank-Server dürfte die Erweiterungskarte gut geeignet sein. Im Desktop macht sie nicht nur zu viel Lärm; die enorme Transferleistung rufen übliche Desktop-Anwendungen auch gar nicht ab. (ll@ct.de)

Amfeltec SKU-086-34	
PCIe-SSD-Erweiterungskarte	
Hersteller	Amfeltec, www.amfeltec.com
Distributor	böcker Systemelektronik
Preis	750 € incl. Versand



Haustier-Monitoring

Viele Katzen- und Hundehalter lassen ihre Lieblinge nur mit schlechtem Gewissen allein. Petcube macht 24/7-Bespaßung der Tiere aus der Ferne möglich.

Die schicke Box filmt mit ihrem 138-Grad-Objektiv einen Raum und streamt die 1080p-Aufnahmen via Petcube-Cloud zur App. Auf Wunsch wird Petcube nur auf das Signal des Bewegungssensors hin aktiv. Aktivität meldet die Box per Push-Mitteilung und LED. Für 10 US-Dollar monatlich speichert Petcube alle Aufnahmen für zehn Tage.

Es macht Spaß, das Haustier zu kontaktieren: Ein Lautsprecher in der Box lässt den Besitzer via App mit dem Tier sprechen. Im Kamerabild kann man den eingebauten Laserpointer fernsteuern, oder ihn auf „Autoplay“ stellen. Leider ist der Laser-Punkt nicht sonderlich schnell und ruckelt oft. Petcube versichert, dass er nicht augenschädlich ist. Die erweiterte Petcube-Version „Bites“ wirft sogar ferngesteuert Leckerlis aus – das haben wir allerdings nicht getestet.

Die Box ist schnell mit dem heimischen WLAN verbunden. In der Praxis kommt aber auch bei guter WLAN-Situation oft kein 1080p-Stream zustande, was auf eine maue Sendeleistung schließen lässt. Ein Akku fehlt – wer Petcube etwa im Garten aufstellen will, muss eine Powerbank via USB anschließen. (hob@ct.de)

Petcube Play	
IP-Kamera mit Gegensprechfunktion	
Hersteller	Petcube Inc., www.petcube.com
Hardware	Weitwinkel-Kamera (1080p) mit Nachtsichtmodus, Mikrophon und Lautsprecher, 2,4-GHz-WLAN, roter Klasse-3-Laserpointer
Maße	8 cm × 8 cm × 8 cm
Betriebssystem	Android, iOS
Straßenpreis	170 €



Mehr Ports

USB-Ports kann man eigentlich nie genug haben. Die 2-Port-USB-3.1-Card von Startech stellt zwei besonders schnelle zur Verfügung.

Superschnelle USB-SSDs wie die SanDisk Extreme 900 übertragen mehr als 1 GByte/s – dazu braucht man USB 3.1 Gen 2 alias Superspeed+. Die meisten älteren PC-Mainboards stellen aber keine so schnellen Ports zur Verfügung. Mit der USB-3.1-Karte von Startech kann man einfach zwei schnelle Ports hinzufügen. Sie nutzt den ASMedia-Chip ASM2142; für den Anschluss hat Startech USB-A-Buchsen ausgewählt.

Platz findet die Karte in einem PCIe-Slot des Mainboards, der mindestens zwei PCIe-3.0-Lanes zur Verfügung stellt; das Mainboard darf also maximal fünf Jahre alt sein. Mit der SanDisk Extreme 900 konnten wir bis zu 1080 MByte/s messen, das liegt nah am theoretischen Maximum von USB 3.1 Superspeed+.

Schließt man aber eine zweite SSD an die Karte an, vermindert sich der Durchsatz. Beim Lesen bleibt die Karte auch mit zwei SSDs schnell; insgesamt haben wir 1,8 GByte/s gemessen. Beim Schreiben aber fällt die Leistung ab; hier kommen die SSDs zusammen nur noch auf knapp 1,2 GByte/s.

Wer noch keine USB-3.1-Ports an seinem PC hat, aber genau eine schnelle SSD anschließen möchte, bekommt mit der Startech-Karte eine einfache und günstige Erweiterung. Externe Geräte mit USB-C-Stecker lassen sich aber nur per Adapter anschließen. (ll@ct.de)

Startech 2-Port USB 3.1 Card	
PCIe-Karte mit zwei USB-3.1-Ports	
Hersteller	Startech, www.startech.com
Typenbezeichnung	PEXUSB312A2
Straßenpreis	33 €

Anzeige

Digital-analoge Fotos

Alien Skin Exposure X3: Raw-Bearbeitung und Foto-Effekte

Der Plug-in-Hersteller Alien Skin verheiratet in Exposure die Raw-Entwicklung mit der Simulation von analogen Filmen und chemischer Entwicklung. Das funktioniert in Version X3 erstaunlich gut.

Von André Kramer

Exposure läuft eigenständig, aber auch wie bisher als Photoshop- und Lightroom-Plug-in. Einen Host braucht das Programm nicht mehr: Die Bildübersicht der Stand-alone-Version bringt Raw- und JPEG-Fotos schnell und übersichtlich auf den Schirm – ohne Import. Bewertungen und andere Metadaten liest das Programm aus XMP-Dateien. Angenehmerweise ist es nicht in viele Module zergliedert, sondern kommt mit einer Ansicht aus. Links finden sich Ordner-Palette und Effekt-Presets, rechts Ebenen und zwölf Paletten zur Raw-Bearbeitung. Insgesamt reagiert die Anwendung sehr zügig.

Die Raw-Werkzeuge nach Lightroom-Vorbild bieten Regler für Grundeinstellungen, Farbe, Teiltonung, Schärfe und Rauschen sowie Gradationskurven. Licht und Farbe lassen sich mittlerweile gut korrigieren, auch wenn die Regler nicht so aus-

gewogen arbeiten wie bei Lightroom und Capture One. Die Objektivkorrektur berichtigt geringe Verzeichnungen namhafter Profi-Objektive, weiß sich aber bei Smartphone- und Gadget-Kameras, die eine Korrektur nötiger hätten, nicht zu helfen. Der einfache IPTC-Editor reicht für Copyright-Infos, Stichwörter und Beschreibungen aus.

Analoge Technik

Exposure schärft, ergänzt Weichzeichner und Korn. Das Programm simuliert Farbfilter sowie die Farben aus der Infrarotfotografie und besitzt eine Palette für Teiltonung. Vignettierung lässt sich hier ebenso kreativ steuern wie in Lightroom. Verschiedene Overlays ergänzen Lichtlecks wie bei undichten Kameragehäusen, Staub und Kratzer oder Rahmen. Neu sind Grunge- und Wet-Plate-Variationen, die Ränder erzeugen, wie sie bei manueller Entwicklung entstehen. Bokeh-Filter zeichnen das Bild in unterschiedlichen Ausprägungen weich.

Auf der linken Seite finden sich neben der Ordnerwahl und dem Bearbeitungsverlauf Dutzende Kategorien mit insgesamt knapp 500 Effektivoreinstellungen. Sie simulieren Polaroids, gealterte Fotos, Cross-Entwicklung, Billigkameras und

viele Fotofilme. Die Liste umfasst unter anderem die Schwarzweißfilme Agfa Scala, Fuji Neopan, Ilford Delta, Ilford HP5, Kodak Panatomic, Plus-X, T-MAX, Technical Pan und TRI-X, die Farbfilme Fuji Pro, Kodak Ektar und Kodak Gold sowie die Diafilme Fuji Provia, Fuji Velvia, Kodak Ektachrome und Kodachrome. Eine Mausbewegung über die Vorschau zeigt zügig das jeweilige Resultat im großen Dokumentenfenster. Die Vorlagen wirken vielseitig und brauchbar.

Ebenen und Masken

Die Ebenenpalette erweitert den kreativen Spielraum. Jede Einstellung kann man auf eine neue Ebene anwenden, über den Deckkraftregler abschwächen und mit Masken selektiv ausblenden. Die Menüs zum Hinzufügen und Löschen von Ebenen und Masken sind allerdings ein wenig verschachtelt und daher fummelig.

Die Palette zum Bearbeiten der Masken hat Alien Skin erweitert: Radiale und lineare Verläufe blenden Effekte zu den Rändern oder einer Seite weich aus. Ganz gezielt geht das auch mit dem weichen Maskierungspinsel oder -radierer. Ein Kontextmenübefehl legt virtuelle Kopien an, die unterschiedliche Anweisungen speicher-sparend auf dasselbe Raw-Foto anwenden.

Fazit

Die Paletten zur Raw-Entwicklung leisten mittlerweile gute Arbeit. Zusammen mit der umfangreichen Sammlung simulierter Filme, Entwicklungstechniken, Rahmen und Lichtlecks wird daraus eine runde Sache. Mit Lightroom und Capture One lässt sich ein Foto immer noch feiner entwickeln, Exposure hat aber bei den Foto-Effekten die Nase vorn. Einen Raw-Entwickler mit von der Analogtechnik losgelösten Effekten bietet auch ON1 Photo RAW (s. Vergleichstest in c't 1/2017, S. 112).

Exposure ist nicht mehr nur Effekt-Anhängsel in Form eines Photoshop-Plugins, sondern Komplettlösung von der Belichtungs- und Farbkorrektur bis hin zum Effekt. Die analogen Simulationen wirken authentisch und praxisnah.

(akr@ct.de) **ct**



Exposure X3 vereint einen umfangreichen Raw-Entwickler mit einer authentischen Simulation analoger Fototechnik.

Alien Skin Exposure X3	
Fotobearbeitung	
Hersteller	Alien Skin, www.alienskin.com
Systemanf.	ab Windows 7 oder macOS 10.10, Photoshop ab CS6, Lightroom 6/CC 2015
Preis	149 US-\$ (Upgrade 99 US-\$)

Fotos mit Tiefgang

Aurora HDR 2018: High-Dynamic-Range-Paket für macOS und Windows

Aurora HDR 2018 überlagert Belichtungsreihen zu Bildern mit hohem Dynamikumfang und bietet Lightroom-ähnliche Werkzeuge zur Abstimmung von Farbe, Kontrast und Belichtung.

Von Andrea Trinkwalder

Kamerasensoren erfassen von extrem kontrastreichen Szenen einen deutlich geringeren Tonwertumfang als das menschliche Auge. Fotografen überwinden diese Einschränkung mit High-Dynamic-Range-Techniken, indem sie je nach Dynamikumfang der Szene zwei oder mehr unterschiedlich belichtete Fotos schießen und diese so ineinander überblenden, dass jeder Motivbereich gut ausgeleuchtet ist.

Theoretisch geht das mit jedem besseren ebenenfähigen Bildbearbeitungsprogramm, aber HDR-Spezialisten wie Aurora HDR oder Photomatrix erledigen viele Handgriffe automatisch: Sie richten die Bilder anhand markanter Punkte aus, überblenden sie und kaschieren Geisterbilder, die durch sich bewegende Objekte wie Fußgänger oder sich im Wind wiegende Gräser entstehen (Deghosting). Außerdem geben sie dem Fotografen zusätzlich eine Reihe mächtiger Kontrast- und Farbverstärker an die Hand – die bei unsachgemäßem Gebrauch allerdings zum berühmten-berüchtigten HDR-Look führen.

Mehr Dynamik

Die technischen Details der HDR-Erzeugung hält Aurora weitgehend vom Anwender fern. Der wählt lediglich über den Öffnen-Dialog eine Belichtungsreihe aus, setzt Häkchen bei den Korrekturoptionen und gegebenenfalls ein Referenzbild fürs Deghosting. Nach kurzer Rechenpause präsentiert die Software ein sauberes, von Farbsäumen sowie Ghosting- und anderen Artefakten befreites Bild. Die HDR-Daten lassen sich leider nicht in offenen Formaten wie etwa OpenEXR exportieren, son-

dern nur mit Aurora HDR nachbearbeiten und als Projekt inklusive aller Einstellungen im proprietären Format speichern. Die verarbeiteten Bilder – also das Ergebnis des Tonemappings – gibt die Software in gängigen 24-Bit-RGB-Formaten wie JPEG und PNG sowie als 48-Bit-TIFF aus.

Tonwert-Verteiler

Zur Optimierung von Farbe, Ausleuchtung und Kontrasten dient ein großzügiges Hauptfenster mit einer Bearbeitungsleiste am rechten und einer Preset-Galerie am unteren Rand. Wer eher feine, unauffällige Looks bevorzugt, blendet die Galerie aus und behandelt seine Fotos individuell. Eine gute, natürlich wirkende Arbeitsgrundlage schaffen die Regler im Bereich „HDR Basic“, die Farbtemperatur, Belichtung, Kontrast sowie die Helligkeit in den Haupt-Tonwertbereichen ausbalancieren. Sehr nützlich ist „HDR-Verbessern“, das Strukturen sanft herausmodelliert und dabei Bereiche mit Farbflächen und feinen Verläufen schont.

Darunter finden sich zahlreiche weitere Stellschrauben, etwa die Gradationskurve und die selektive Farbkorrektur sowie modernere adaptive Filter, um feine, mittlere und grobe Strukturen gezielt zu betonen oder die Leuchtkraft von Farben zu verbessern. Kreative Looks entstehen mit Glow-Effekt, Vignette und der Teiltonung von Lichtern und Schatten.

Aurora HDR 2018 kombiniert HDR-Technik mit der Ausstattung eines Foto-Entwicklers.

Mit diesem Aufbau und Funktionsumfang erinnert Aurora HDR stark an Foto-Entwickler wie Lightroom, nur eben spezialisiert auf High-Dynamic-Range-Bilder. Eine Besonderheit sind der Abweller-/Nachbelichter-Pinsel sowie Ebenen- und Maskenfunktionen, über die sich Korrekturen gezielt auf beliebige Bildbereiche eingrenzen lassen. Masken kann man per Pinsel, Verlaufswerkzeug oder automatisch aus den Helligkeitswerten des Bildes erstellen (Luminanzmaske). Die Funktionen sind sinnvoll, aber etwas hakelig zu bedienen und nicht annähernd so mächtig wie in Photoshop oder Affinity Photo.

Fazit

Aurora HDR 2018 verheiratet hochwertige HDR-Technik mit dem Komfort und der Ausstattung nicht-destruktiver Foto-Entwickler. Wer beim Optimieren lieber zu gewohnten Werkzeugen greift, kann es als Plug-in für Apple Fotos, Lightroom, Photoshop oder Photoshop Elements nutzen. Eine etwas günstigere Alternative ist Photomatrix Pro, das HDR-Daten exportieren kann und sich auf Wunsch in Lightroom einklinkt.

Aurora HDR ist erstmals als Windows-Version verfügbar – die allerdings bei Weitem noch nicht fertig ist. Beispielsweise lassen sich Projekte nicht speichern, Shortcuts funktionieren nicht, diverse Neuerungen wie die Stapelverarbeitung oder Luminanzmasken fehlen. Bis Ende des Jahres soll die Windows- mit der Mac-Version gleichziehen. (atr@ct.de) **ct**

Aurora HDR 2018

High-Dynamic-Range-Software

Hersteller	Macphun, www.macphun.de
Systemanf.	Windows 7 bis 10, macOS ab 10.10.5
Preis	99 €

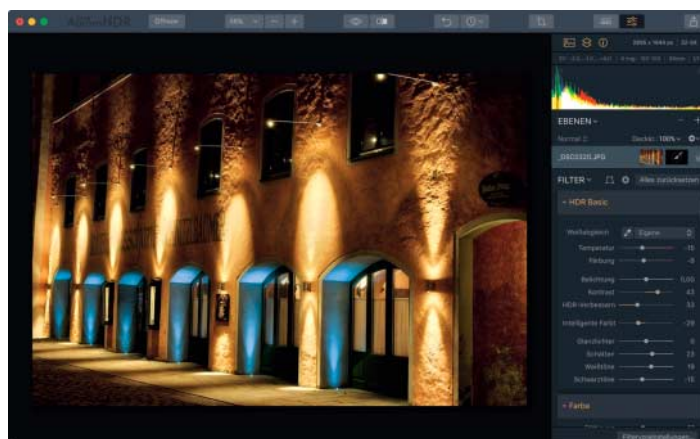


Diagramm-Visionär

MindManager 2018 verspricht universellen Datendurchblick

Mit einem Flussdiagramm kann man nur schwer etwas über Dauer und Deadlines der aufgeführten Arbeitsschritte ausdrücken. Kein Wunder – dafür ist es das falsche Werkzeug. Passende Darstellungen für die Priorisierung, Terminplanung und weitere Gesichtspunkte entstehen mit MindManager 2018, ohne dass man den Datenbestand für jede Grafik gesondert pflegen müsste.

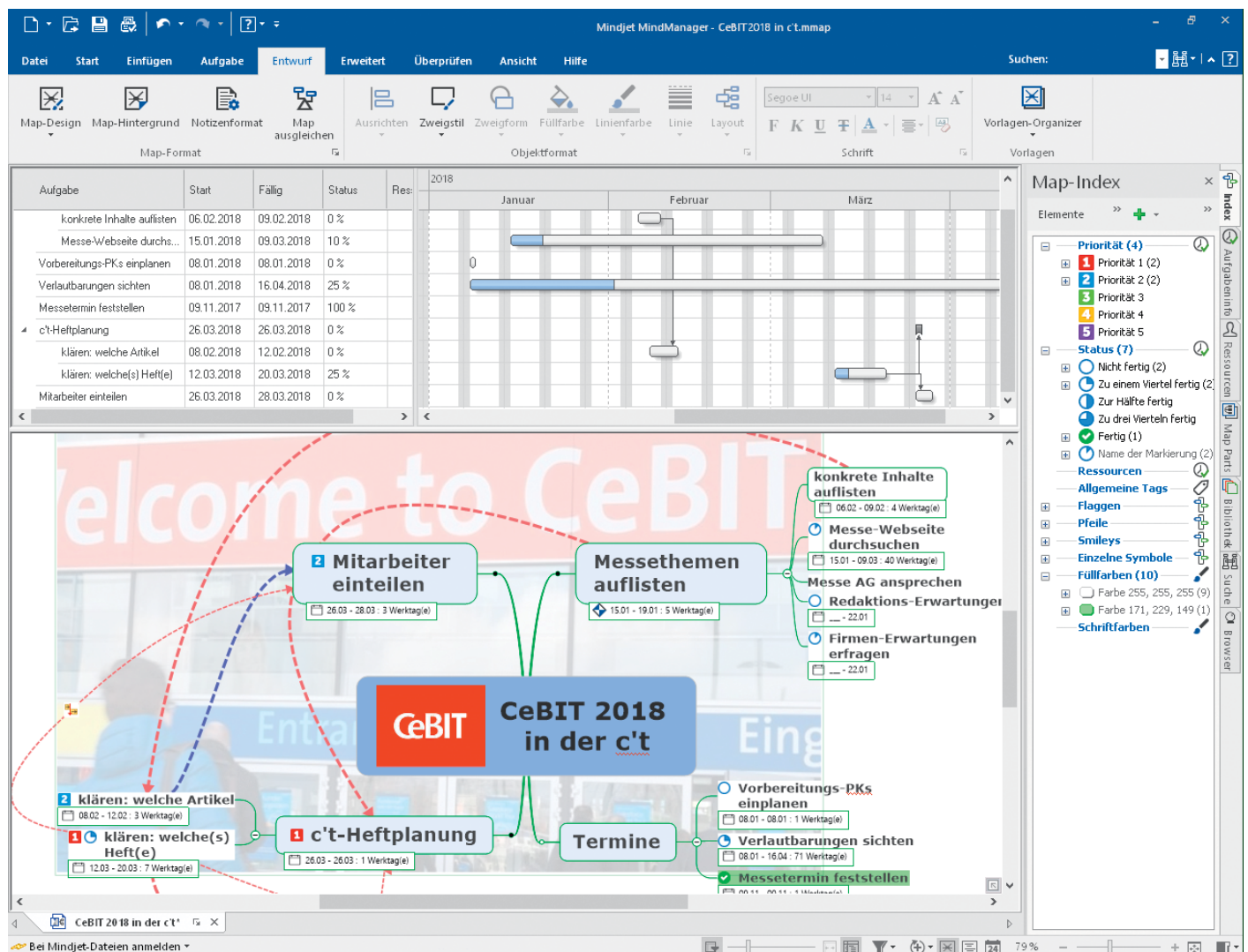
Von Peter Schüller

Mitunter braucht es für jeden Gesichtspunkt eines komplexen Sachverhalts oder Projekts eine eigene Visualisierung. Zum ersten Sortieren der Zusammenhänge empfiehlt sich eine Mindmap. Um daraus auf Termine und benötigte Ressourcen zu schließen, wäre man mit einem Gantt-Diagramm besser beraten. Wie die einzelnen Arbeitsschritte ineinander greifen, erkennt man am besten aus einem Schwimmbahn-Diagramm.

MindManager 2018 vom Hersteller Mindjet bewirbt sich als Editor für alle derartigen Abbildungen und noch weitere. Dabei sollen alle Grafiken zu einem Sach-

verhalt auf denselben Daten aufbauen. Am Beispiel der bevorstehenden Berichterstattung zur CeBIT 2018 haben wir ausprobiert, wie gut sich das Programm zum Erstellen verschiedenartiger Diagramme eignet. Wichtig war uns dabei auch, wie sich Änderungen in einer Grafik auf andere Visualisierungen auswirken.

Wir haben die (vorübergehend als „Mindjet“ vermarktete) Software in ihrer angestammten Rolle als Mindmap-Editor schon ausführlich vorgestellt – deshalb konzentrieren wir uns im Folgenden auf die konzeptionellen Neuerungen des Pakets [1].





In der Terminansicht spiegelt MindManager 2018 die Daten aus Mindmap und Gantt-Diagramm automatisch wider.

Corel Draw lässt grüßen

Für den Diagramm-Entwurf enthält das Programm 75 anpassbare Vorlagen von der Mindmap über Organigramm und Zwiebel-Diagramm bis zur Fischgräten-Grafik für Prozessanalysen. In den meisten Vorlagen sind bereits naheliegende Elemente für eine bestimmte Aufgabe eingezeichnet. Zum Beispiel finden sich in der Mindmap „Reiseplanung“ hübsch formatierte Hauptzweige „Flug“, „Vor Abreise“ und „Aktivitäten“. Wir haben dagegen mit einem weißen Blatt und einem Zentralelement angefangen und um dieses herum nach Brainstorming-Manier eine Mindmap aufgebaut.

Jedes Element und jede Verbindung lässt sich detailliert formatieren. Für optische Effekte steht außer Farben und Formen für Schrift, Linien und Elementhintergründe eine erweiterbare Bibliothek mit Symbolen zur Verfügung. So kann man nicht nur eine Grafik mit Smileys auflockern, sondern auch harte Daten über Arbeitsfortschritt oder Priorität zum Ausdruck bringen. MindManager beherrscht zudem die bedingte Formatierung, sodass man etwa die heute fälligen Aufgaben farblich hervorheben oder alle Knoten mit Frownies ausblenden kann.

Außerdem profitiert die aktuelle Version vom Know-how der neuen Konzernmutter Corel. So kann man jetzt größere Bilder in Elemente oder Diagramm-Hintergründe einbinden. Diese Bilder lassen sich wie in Corel Draw mit Anfassern einpassen. Hintergrund-Motive integriert die Software mit einstellbarer Transparenz und wahlweise als Kachelmuster oder gestreckt.

Ahmaz

Alles hängt mit allem zusammen. Die Struktur eines Projektteams bestimmt gleichermaßen dessen Organigramm und die Zonen eines Schwimmbahn-Diagramms, welche die Zuständigkeiten innerhalb eines Arbeitsablaufs visualisieren.

Genauso verhält es sich mit Deadlines für Arbeitsschritte. Die können als Anmerkungen in den Blättern einer Mindmap auftauchen, sind maßgeblich für die Balkenpositionen in einem Gantt-Diagramm und dienen womöglich als Filterkriterium für andere Darstellungen.

Wäre nach alter Schule für jedes Diagramm ein eigenes Programm zum Einsatz gekommen, hätten wir die verwendeten Daten bei jeder Änderung von Hand abgleichen müssen. Diese Aufgabe schreit geradezu nach Flüchtigkeitsfehlern.

Der Clou beim aktuellen MindManager ist, dass man sich um den Abgleich gar nicht kümmern muss. Das Programm verwaltet alle Elemente, die man in einer Ansicht definiert, mitsamt ihren Attributen und Verknüpfungen zu anderen Elementen in einer Graphdatenbank. Diagramme zu einem bestimmten Sachverhalt sollte man sich daher nicht als gesonderte Grafiken vorstellen, sondern als unterschiedliche Ansichten des gemeinsamen Datenbank-Inhalts. MindManager speichert die Datenbank und alle zugehörigen Ansichten zu einem Sachverhalt in einem gemeinsamen Dokument, das die Entwickler irreführenderweise als Map bezeichnen.

Legt man eine neue Ansicht an, nutzt das Programm dafür alle Informationen, die es schon aus der erwähnten Datenbank entnehmen kann. Um die Aufgaben aus der im Aufmacher abgebildeten Mindmap in einem Terminplan abzubilden, genügt ein Klick ins Ribbon. Unser erster Anlauf von der zunächst unkommentierten Map aus führte zu einem leeren Kalender, abgesehen davon, dass alle Elemente der Map in der Spalte „Nicht geplant“ auftauchten.

Statt die Terminlage in dieser Ansicht durch Verschieben der Elemente zu dokumentieren, haben wir einige Termine als Anmerkungen zu den Mindmap-Knoten eingetragen und die restliche Terminpla-

nung gleich in der Gantt-Ansicht definiert. Beim erneuten Aufruf der Terminansicht waren diese Eingaben dann mitsamt allen weiteren Anmerkungen korrekt berücksichtigt.

Ausbaufähig

Das Konzept hinter dem neuen MindManager wirkt genial und erweist sich, so weit es umgesetzt ist, als äußerst hilfreich. Die Hoffnungen, die es bei uns auf Anhieb geweckt hat, haben sich aber nur zum Teil erfüllt. So ist es uns nicht gelungen, etwa die Redaktionsstruktur, die sich komfortabel als Organigramm abbilden lässt, zugleich für die Bahneinteilung eines Schwimmbahn-Diagramms zu nutzen. Diese Visualisierungen konnten wir nur in getrennten Maps anlegen und nicht miteinander abgleichen.

Tatsächlich umfasst die Liste der miteinander abgleichen Charts nur Mindmaps, Gantt-Diagramme sowie Ansichten für Zeiten und Prioritäten. Schon seit mehreren Versionen gleicht MindManager seine Grafiken elegant mit den Inhalten von Excel-Tabellen ab [1]. Ob das wie versprochen jetzt auch mit den Map Parts von einem SharePoint-Server gelingt, haben wir nicht getestet. Doch bei den programmeigenen Datenverknüpfungen sehen wir noch einige Luft nach oben.

(hps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Peter Schüler, Für Denker, Planer, Macher und Manager, Mindjet sammelt Ideen, visualisiert Daten und verfolgt Arbeitsschritte, c't 25/2012, S. 68

MindManager 2018	
Visualisierungsprogramm	
Hersteller	Mindjet
Systemanf.	PC mit 2 GByte RAM, 830 MByte Festplattenplatz, Display ab 1280 × 720 Pixel (empfohlen), Windows ab Version 7, SP1, Microsoft .NET 4.6
Preis	349 € netto



30 Jahre nach dem GAU

Die Geisterstadt Pripyat zeugt heute noch von der Reaktor-Katastrophe. Im Chernobyl VR Project kann man sich die Ruinen im Detail aus der Nähe ansehen.

Virtual Reality ist nicht nur zum Spielen da, sondern eignet sich auch für eindrucksvolle Dokumentationen. Im virtuellen Raum kann man Orte besuchen, die man in der Realität lieber nicht betreten würde. Eine der unwirtlichsten Gegenden auf unserem Planeten ist Pripyat im Norden der Ukraine. Die 1970 für Arbeiter des Kernkraftwerks Tschernobyl gegründete Stadt wurde kurz nach der Katastrophe 1986 evakuiert. Im Glauben, bald wieder in die Häuser zurückzukehren, ließen die knapp 50 000 Bewohner Möbel und Besitztümer zurück. Inzwischen wurden zwar Teile der noch immer verlassenen Stadt dekontaminiert. Arbeiter, die heute am Sarkophag des Kraftwerks bauen, werden aufgrund der Strahlung jedoch im Zwei-Wochen-Rhythmus ausgetauscht.

Das polnische Studio „The Farm 51“ besuchte Pripyat, um die leerstehenden Ruinen für eine englischsprachige VR-Dokumentation aufzunehmen. Sie filmten nicht nur mit 360°-Kameras, sondern nahmen Gebäude mittels Photogrammetrie auf. Bei diesem aufwendigen Verfahren werden Tausende Bilder im Inneren geschossen, um es mittels einer Software in 3D zu rekonstruieren. So kann man in VR in den Räumen umherwandern und alle Details dank fotorealistischer Texturen genau betrachten.

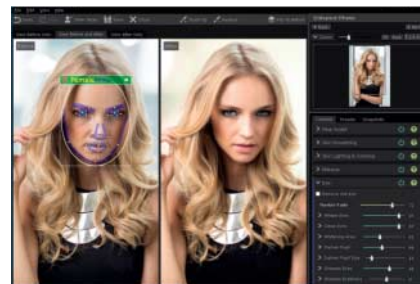
Mit der VR-Brille besucht man etwa ein verlassenes Krankenhaus, eine Schule, eine typische Arbeiterwohnung oder einen Rummelplatz. Per Teleportsprung bewegt man sich frei in den Gebäuden und ruft Audio-Kommentare oder kurze 360°-Videos ab, in dem ein Führer die damalige Situation vor Ort beschreibt. Die Bevölkerung wurde damals lange im Unklaren gelassen und zu spät evakuiert. Tausende erkrankten an Krebs und starben. Unter den Opfern befand sich auch der Vater des Boxers Vitali Klitschko, der zu Aufräumarbeiten in Tschernobyl herangezogen wurde. Klitschko, inzwischen Bürgermeister von Kiew, erzählt im Interview von den Versäumnissen der damaligen Regierung.

Rund anderthalb Stunden dauert der virtuelle Rundgang durch Pripyat, der auch in den Kontrollraum und auf das Dach des Reaktors sowie zur riesigen Radarstation „Tschernobyl 2“ führt – ein tief beeindruckendes Erlebnis. Technisch überzeugen die VR-Rundgänge und Aufnahmen durchaus. Auf der getesteten PS4-Version brachen jedoch einige 360°-Videos mitten im Satz der Interviews ab. Zwar würde man sich an manchen Stellen mehr Hintergrundinformationen wünschen, die VR-Erfahrung ist jedoch so intensiv, dass sich die Bilder ins Gedächtnis einbrennen. So trägt die Dokumentation dazu bei, dass das noch viele tausend Jahre verstrahlte Mahnmal nicht in Vergessenheit gerät. (hag@ct.de)

The Chernobyl VR Project

VR-Dokumentation über Tschernobyl (englisch)

Hersteller	The Farm 51, www.chernobylvrproject.com
Systeme	Samsung Gear VR, HTC Vive, Oculus Rift, Playstation VR
Preis	10 €



Facelifting

PortraitPro 17 macht Porträtbearbeitung zum Kinderspiel. Aufgrund der Gesichtserkennung reichen dafür ein paar Züge an Schiebereglern.

Nach dem Öffnen einer Datei markiert PortraitPro zunächst die Gesichtszüge und fragt ab, ob es sich um eine Frau, einen Mann oder ein Kind handelt. Die Studio-Version öffnet Raw-Fotos und TIFF-Dateien in 16 Bit Farbtiefe pro Kanal; die Standard-Version kann nur mit JPEG, PNG und 8-Bit-TIFF umgehen. Augen, Nase, Mundpartie und Umriss des Gesichts markiert das Programm zuverlässig. Die automatisch gesetzten Ankerpunkte lassen sich verschieben.

PortraitPro bietet Paletten für Gesichtsform, Hautglättung, Hautfarbe, Make-up sowie Bereiche für Augen, Mund, Nase und Haare an. Jeder Bereich hat einen Master-Regler für schnelle Retusche, der zu annehmbaren Resultaten führt. Wer will, kann unter Gesichtsform Augen und Lippen vergrößern sowie das Gesicht verschlanken.

Im Hautbereich lassen sich Falten glätten, feine Schatten aufhellen sowie Poren und glänzende Haut retuschieren. Augen und Zähne hellt PortraitPro dezent und gekonnt auf. Das neue Bräunungs-Make-up ist verzichtbar. Die neue Version tauscht auf Wunsch den Hintergrund aus, tut sich mit dem Freistellen von Haaren allerdings schwer.

PortraitPro 17 besitzt insgesamt vielseitige und praxisrelevante Porträtfunktionen für Studiofotografen. Version 17 bringt aber nur wenige taugliche Neuerungen. (akr@ct.de)

PortraitPro 17 Studio

Porträtretusche

Hersteller	Anthropics, www.anthropics.com
Systemanf.	Windows ab XP, macOS ab 10.7
Preis	139,90 € (Standard: 79,90 €)

Rechnungs-splitter

Die App Wavy dient dazu, europaweit Geldbeträge zu verschicken und zu empfangen.

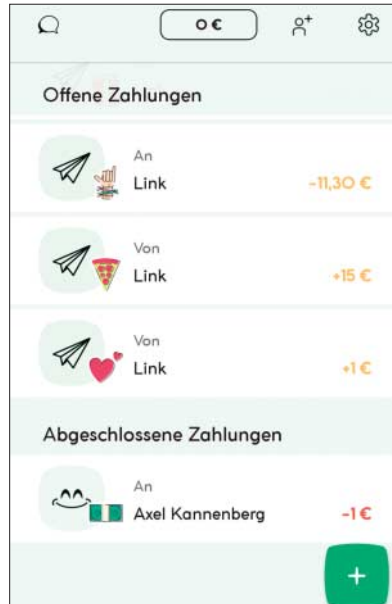
Mit Wavy sendet und empfängt man Zahlungen per Link. Dazu genügt die Eingabe des gewünschten Betrags in der Transaktions-App der schwedischen Bank Klarna.

Zum Versenden von Zahlungen registriert man sich mit Mail-Adresse und Passwort oder gewährt Wavy den Zugriff auf seine Facebook-Daten. Dort ruft die App Name, Mail-Adresse, Geburtsdatum und Profilfoto ab. Zusätzlich nennt man noch die Wohnadresse und gibt Kreditkartendaten für Zahlungen an. Für den Empfang von Zahlungen ist noch die IBAN im Profil anzugeben. Die App und darin gespeicherte Daten sind durch Passwort und/oder Fingerabdruckscan gesichert.

Die Übersicht in der App zeigt offene und abgeschlossene Zahlungen an, letztere mit Namen des Empfängers. Registrierte Nutzer dürfen innerhalb eines Jahres insgesamt 250 Euro versenden. Für höhere Summen muss der Versender seine Identität verifizieren lassen. Dafür scannt er Reisepass, Personalausweis oder Führerschein. Zum direkten Abgleich verlangt Wavy noch ein In-App-Selfie. Im Test brauchte die App nur vier Minuten für diese optische Verifikation. Verifizierte Nutzer können bis zu 2500 Euro monatlich versenden. Die Adresse auf dem Ausweisdokument braucht für den Abgleich nicht mit der Anschrift im Nutzerprofil übereinzustimmen.

Um eine Zahlung zu senden, gibt der Nutzer den Betrag ein und fügt bei Bedarf einen animierten witzigen Sticker hinzu – das passt zur insgesamt lockeren Aufmachung der App. Wavy generiert einen Link, den man direkt per Messenger oder Mail an den Empfänger schickt. Die Zahlungs-Links sind 72 Stunden lang gültig. So lange kann der Absender die Zahlung noch stornieren.

Wenn Sender und Empfänger Wavy gleichermaßen installiert haben, geht es ganz fix: Betrag und Absendername werden dem Empfänger in der Übersicht angezeigt. Er kann die Zahlung direkt in der App annehmen; der Eingang wird seinem Wavy-Konto gutgeschrieben. Entweder das Geld bleibt für weitere Transaktionen dort oder er lässt es sich aufs Bankkonto



transferieren. Zahlungen kann man allerdings auch ohne Wavy-Installation empfangen: Der erhaltene Link führt den Empfänger auf eine Website, die seinen Vor- und Zunamen sowie seine IBAN entgegennimmt. Erst dann löst Klarna den Transfer aus und informiert den Absender per Push-Benachrichtigung. Außer dem Vor- und Zunamen des Empfängers teilt Wavy dabei keine Daten mit. Beim Empfänger kommen die Zahlungen mit einer Referenznummer an. Auch auf der Kreditkartenabrechnung des Absenders taucht nur diese Nummer auf.

Als zusätzliche Funktion bietet die App noch das Anfordern von Geld an. Man gibt die gewünschte Summe und den Namen dessen an, den man zum Zahlen auffordern will. Wenn derjenige Wavy-Nutzer ist, zeigt die App ihm die geforderte Summe mit dem Namen des Anfordernden an. Ansonsten gibt er seine Kreditkartendaten auf der verlinkten Website ein oder leistet die Zahlung per Sofortüberweisung. Nach 72 Stunden verschwindet der Link aus der Übersicht des Anfordernden.

Als lizenzierte Bank hält Klarna die App möglichst sicher und wirbt mit lokaler Datenverschlüsselung sowie 256-Bit-SSL-Verschlüsselung der Kommunikation zwischen Smartphone und Bank. Zahlvorgänge sind per Zwei-Faktor-Authentifizierung aus Passworteingabe und Kreditkarten-CVC-Code geschützt. (lel@ct.de)

Wavy

P2P-Banking-App

Anbieter	Klarna Bank AB, https://wavy-app.com
Systemanf.	Android 5.0 oder höher, iOS 9.0 oder höher
Preis	kostenlos

Anzeige



Mixen mit KI

Musikproduktion mit Neutron 2 und Ozone 8

Izotope stattet seine neuen Plug-ins zur Musikproduktion mit digitalen Assistenten aus. Sie schlagen Effekteinstellungen vor und helfen bei zu dumpfen oder zu schrillen Sounds.

Von Kai Schwirzke

Der US-Hersteller izotope hat seine Plug-in-Suiten überarbeitet: Neutron 2 ist ein Channel-Strip mit diversen Effekten, der in jede Spur einer Digital Audio Workstation (DAW) eingesetzt werden kann. Ozone 8 ist ein Komplett-Paket für Mastering-Aufgaben, die den gesamten Mix betreffen.

Die Assistenten von Neutron und Ozone analysieren etwa zehn Sekunden des Audiomaterials und stellen die klangbearbeitenden Module des Plug-ins passend ein: Der EQ rückt Unausgeglichheiten im Frequenzgang gerade und gleicht eventuelle Resonanzen per dynamischem EQ aus. Bei allzu hohen Dynamiksprüngen greift der Kompressor ein. Neutron kann zudem noch per Exiter das Signal aufpeppen. In Ozone stellt der hervorragende Maximizer die Lautheit auf einen gewünschten LUFS-Pegel ein. Alternativ passt Ozone Frequenzgang, Dynamik und Lautheit einem eigenen Referenztrack an.

Die Assistenten sind gerade für Einsteiger eine gute Hilfe und können selbst bei Profis Arbeitsgänge merklich beschleunigen. Neutron 2 greift zwar ab und zu daneben, liefert aber deutlich stimmigere Ergebnisse als sein Vorgänger; ein guter Ausgangspunkt für weitere individuelle Anpassungen.

Dabei hilft beispielsweise die Bypass-Kontrolle, die Lautstärkeunterschiede in Ozone zudem exakt korrigiert. Per Masking Meter kann man in Neutron 2 jeweils zwei Spuren auf überschneidende Frequenzbereiche untersuchen. So lässt sich verhindern, dass ein Instrument das andere im Mix überdeckt, etwa die Bassgitarre die Bass Drum.

Der in Neutron 2 enthaltene Visual Mixer erlaubt die einfache Anpassung der Pegel, Panoramaposition und Stereobreite aller Kanäle auf einer praktischen X/Y-Matrix. Das funktioniert allerdings nur bei Stereospuren, wenn diese entweder mit Neutron oder dem der Advanced-Version beiliegenden „Mix Tap“ bestückt wurden. Damit die Einstellungen nicht mit dem Mixer der DAW kollidieren, sollte man deren Regler in Ruhe lassen.

Tonale Balance

Während die Standard-Pakete von Neutron und Ozone alle Unterfunktionen in einem Plug-in vereinen, kann man in den teureren Advanced-Ausgaben die Effekte

Neutron und Ozone machen intelligente Vorschläge, wie man den Sound einer Spur oder eines kompletten Mixes verbessern kann.

auch einzeln laden. Das ist vor allem hilfreich, wenn man Plug-ins anderer Hersteller in die Signalkette einfügen will.

Zusätzlich bringen die Advanced-Ausgaben das Plug-in Tonal Balance Control (TBC) mit. Es blendet „Idealkurven“ ein, die aufzeigen, ob der Mix in den Bässen, Mitten und Höhen die passende Lautheit hat oder zu große Dynamiksprünge aufweist. Drei solcher Kurven liefert Izotope mit, der Anwender darf auch Referenzsongs importieren.

In TBC lässt sich jeder im Projekt aktive Neutron 2- oder Ozone 8-EQ aufrufen und zusammen mit dem Frequenzschieber der entsprechenden Spur im selben Fenster anzeigen. So lassen sich Fehler leicht korrigieren, ohne zwischen Spuren und Plug-ins wechseln zu müssen.

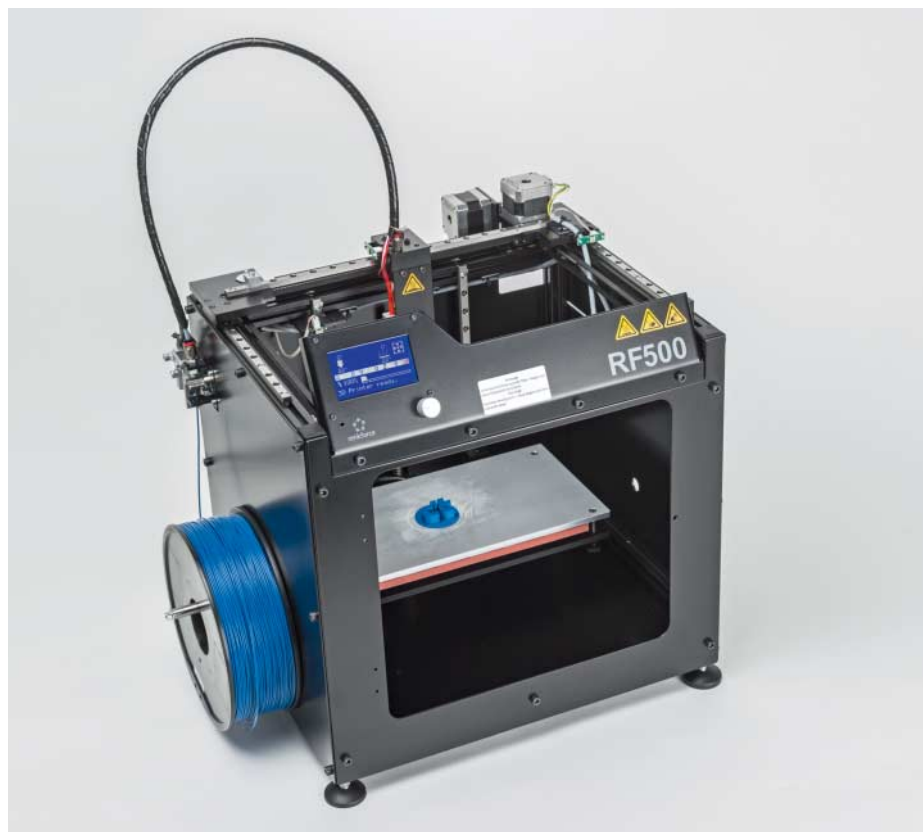
Fazit

Izotope denkt mit Neutron 2 und Ozone 8 die computergestützte Musikproduktion einen Schritt weiter: Mastering-Tool und Kanalzüge greifen ineinander und lassen sich in wesentlichen Parametern zentral steuern. Assistenten unterstützen den Musiker bei seinen Entscheidungen und der Visual Mixer erlaubt Eingriffe jenseits althergebrachter Mischpultromantik. Eine gute Abhöranlage und ein trainiertes Ohr ersetzen diese Tools ganz sicher nicht, faszinierend ist das Konzept aber allemal.

Abgesehen davon bleibt Ozone auch in der Version 8 eine ausgezeichnete Mastering-Suite und Neutron 2 ein hervorragender Kanalzug. Der hohe Preis relativiert sich beim Blick auf den Lieferumfang. (hag@ct.de) **ct**

Neutron 2, Ozone 8	
Channel-Strip- und Mastering-Plug-Ins	
Hersteller	Izotope, www.izotope.com
Betriebssystem	Windows ab 7, macOS 10.9 bis 10.12
Plug-in-Standards	AAX, AU, RTAS, VST2/3
Preise	Elements: je 129 € Standard: je 249 € Advanced: je 499 € O8N2-Bundle: 699 €

Anzeige



Edeltüftelei

3D-Drucker Renkforce RF500 von Conrad

Der Elektronik-Versender Conrad hat mittlerweile schon vier selbst entwickelte 3D-Drucker im Sortiment. Das Modell RF500 ist das jüngste und zweit teuerste in der Renkforce-Serie. Dafür ist er sehr präzise und erweiterbar.

Von Tim Gerber

Den RF500 bietet Conrad in drei Varianten an, die zwischen 700 und 1000 Euro kosten: als Bausatz mit offenem Profil und dem Namenszusatz „Maker“ für 700 Euro, ebenfalls als Bausatz, aber mit Blechgehäuse wie auf dem Foto zu sehen für 815 Euro sowie als Fertiggerät, wie von uns getestet. Im Preis für die Bausätze ist kein beheizbares Druckbett enthalten, das kann man für 140 Euro zukaufen. Für die Maker-Version bietet Conrad die Blecheinkleidung für 120 Euro an. Alternativ gibt

es eine sogenannte Z-Raumerweiterung, mit der sich die Bauhöhe für Objekte von maximal 17 auf 50 Zentimeter vergrößert. Sie kostet allein 400 Euro, weil nicht nur diverse Streben des Gehäuses, sondern natürlich auch die Gewindespindel und die beiden Linearführungen für den Z-Achsen-Vorschub ausgetauscht werden müssen. Fragt sich, warum Conrad nicht gleich einen kompletten Bausatz in der höheren Variante anbietet. Misslich auch, dass Conrad kaum Ersatzteile für den RF500 im Sortiment hat, insbesondere Druckdüse und Extruder fehlen.

Auf dem Drucktisch aus Aluminium haftet die erste Druckschicht auch in der beheizten Variante nicht. Ohne Einsatz eines Klebestifts oder einer anderen Oberfläche wie Klebeband, Haftfolie oder Glasplatte geht nichts. Die Heizplatte ist zudem nicht sehr leistungsfähig: Das Aufheizen von 22 Grad Zimmertemperatur auf 60 Grad dauerte über zweieinhalb

Minuten. Bis der Extruder seine Arbeitstemperatur erreicht hat, vergeht noch mal so viel Zeit. Da Drucker mit G-Code-Steuerung wie der RF500 nicht beide Einheiten gleichzeitig aufheizen können, dauert es also über fünf Minuten, bis der eigentliche Druckvorgang beginnt. Dabei ist der RF500 dann auch nicht der Flottteste: Etwa 45 Minuten benötigt er für das c't-Logo. Ein RF1000 etwa schafft das in weniger als einer halben Stunde.

Dank seiner hochwertigen Mechanik liefert der RF500 ausgesprochen akkurate Druckergebnisse. Besonders die seitlichen Flächen geraten sehr schön gleichmäßig. Die Firmware des RF500 ist quelloffen und interpretiert G-Code, sodass man mit freier Software wie Cura oder Repetierhost drucken kann. Der RF500 verarbeitet auch auf SD-Karte gespeicherte G-Code-Daten unabhängig vom PC und lässt sich dabei über das 2,4 Zoll große Display recht gut bedienen. Die zum Download (ct.de/y55c) angebotenen Slicer-Profilen für den RF500 bedürfen jedoch der Anpassung, etwa wenn man eine Druckbettheizung einsetzen will.

Fazit

Dank Opensource-Elektronik und Profilmontage ist der RF500 als Bausatz für Anwender interessant, die zwar gern am eigenen Drucker herumtüfteln, ihn erweitern und verbessern wollen, dabei aber auf hochwertige Mechanik setzen und gehobene Ansprüche ans Druckergebnis haben. Die Basis dafür ist mit 700 Euro aber nicht ganz billig. Der Bauraum ist für viele Anwendungen ausreichend groß und in puncto Druckqualität kann es der RF500 locker mit deutlich teureren Modellen aufnehmen. (tig@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Tim Gerber, Heizkostensparer, 3D-Drucker Renkforce RF100, c't 7/2017, S. 67
- [2] Tim Gerber, Stahlgerüstet, 3D-Drucker Renkforce 1000, c't 5/2014, S. 56

Software zum RF500: ct.de/y55c

Renkforce RF500	
3D-Drucker	
Anbieter	Conrad
maximale Modellgröße	21 cm × 14 cm × 17 cm
Rohmaterialstärke	1,75 mm
Durchmesser Druckdüse	0,4 mm
Software	z. B. Repetierhost, Cura
Schnittstellen	USB, SDHC
Gerätepreis	Fertiggerät 1000 €, Bausätze ab 700 €

Handy-Talkie

Betriebsfunk im Handynetz: TSSD TS-W780 & Real-PTT

Klassischen Betriebsfunk nutzt man in VHF- oder UHF-Bändern. Ein neuer Ansatz verlagert die Kommunikation in Mobilfunknetze.

Von Andrijan Möcker

Smartphones und Handys haben Funkgeräten weitgehend den Rang abgelassen, denn ein Smartphone ist schon für unter 100 Euro erhältlich, ein Analog- oder Digitalfunkgerät kostet aber leicht mehr als 500 Euro. Hinzu kommen Ausgaben für Betriebsfunkfrequenz, Zubehör und je nach Anwendung Relaisstationen.

Aber das Funkgerät ist dem Smartphone überlegen, wenn es um die unkomplizierte Kommunikation geht. Hersteller in Asien bringen nun eine Entwicklung ins Spiel, die Vorteile von Funkgeräten mit den Kostenersparnissen von Handys kombiniert: Funkgeräte mit Mobilfunkmodem.

Mobilfunk-Funk

Zum Betrieb benötigt man eine Daten-SIM, die Betriebsfunklizenz entfällt. Die Geräte wandeln Sprache in IP-Pakete und senden sie über das Mobilfunknetz an einen Server im Internet, der den Sprechfunk koordiniert, Funksprüche empfängt und verteilt. Das soll per LTE, UMTS und GSM schnell und gut verständlich klappen. Wenn jedoch das Mobilfunknetz streikt, arbeiten die Ge-

räte mangels direkter Kommunikation von Gerät zu Gerät nicht mehr. Doch von der 3GPP-Norm „LTE Direct“ und von den Chip-Sätzen, etwa von Qualcomm, macht bisher kein Hersteller Gebrauch.

Auf chinesischen Handelsplattformen wie Alibaba versprechen Hersteller oft Funktionen von modernen Digitalfunksystemen (TETRA, DMR). Teilnehmer werden in Gesprächsgruppen sortiert. Ein Disponent soll diese dynamisch ändern können. Besitzt das Funkgerät einen GPS-Empfänger, sieht der Disponent dessen Position. Je nach Funkgerät kann man Nutzer zum Privatgespräch auswählen und Textnachrichten empfangen oder versenden. Zusätzlich gibts Android- und Windows-Apps, um am Sprechfunkverkehr teilzunehmen.

Doch die Hersteller knausern mit Angaben zu technischen Daten und Protokollen. In den Produktbeschreibungen ist die Rede von „3G Smart“ oder „Real-PTT“. Letzteres führt zur chinesischen Firma Corget, die die Server bereitstellt. Auf Anfrage erklärte Corget nur, dass es sich bei dem System um eine Eigenentwicklung handeln würde. Die Server stünden in Großbritannien, Deutschland, den USA und China.

Chenglish

Viele Alibaba-Händler nehmen nur Großbestellungen an. Eine Ausnahme war die Firma TSSD, von der wir zwei Muster des Modells TS-W780 für 70 Euro pro Stück gekauft haben. Das Gerät arbeitet in UMTS- und GSM-Netzen, besitzt einen GNSS-Empfänger und ist Real-PTT kompatibel. Anders als der Händler behauptete, haben die Geräte kein CE-Zeichen. Zwar ist eins auf dem Karton, das ist jedoch nur erlaubt, wenn am Gerät kein Platz ist.

Das Gehäuse des TS-W780 macht einen stabilen Eindruck. Doch der Bildschirm eines Testmusters sitzt schief, die englische Übersetzung ist schlecht und die Menüpunkte sind an einigen Stellen auf Chinesisch. Fehlermeldungen oder Diagnosefunktionen fehlen.

Corget lieferte auf Nachfrage drei Test-Accounts für Real-PTT, die wir per Windows-Software und Programmierkabel

in die Konfiguration der Funkgeräte eintrugen. In puncto Sprachqualität überraschte das W780 positiv, der große Lautsprecher gibt Funksprüche verständlich wieder. Das Mikro lässt sich von Umgebungsgeräuschen nicht stören. Bei UMTS-Empfang betrug die Verzögerung im Test höchstens ein bis zwei Sekunden. Im GSM-Netz kamen gelegentlich nur Wortketten an.

Die einfache und übersichtliche Disponenten-Software ist gratis, aber nur auf Chinesisch oder Englisch und nur für Windows erhältlich. Sie blendet auf einer Karte die Positionen der Funkgeräte ein, der Disponent kann diese in Privatgesprächen direkt ansprechen, Rufgruppen zuweisen und Funksprüche erneut anhören. Ein Einstellungsmenü fehlt – man kann weder die Sprechtafel auf der Tastatur umbelegen noch den nervigen hochfrequenten Benachrichtigungston abschalten.

Sowohl Steuerbefehle als auch Textnachrichten ließen sich ohne Weiteres aus dem Datenstrom auslesen, weil sie unverschlüsselt übertragen werden. Bezüglich der Sprachsignale antwortete Corget lapidar, dass der Codec „eine Eigenentwicklung“ sei und Sprachnachrichten deshalb nicht ohne Weiteres zu dekodieren seien.

Lockere Kinderschuhe

Corgets Idee, Sprechfunk über Mobilfunknetze abzuwickeln, ist keineswegs schlecht. Niedrige Kosten machen das Konzept attraktiv. Jedoch ist das Angebot aufgrund fehlender Angaben zu Protokollen und Codec undurchsichtig, mangels Verschlüsselung unsicher und die Software schlecht. Die Funkgeräte von TSSD machen einen guten ersten Eindruck. Die schlampig übersetzte Firmware, die Mängel und die fehlende direkte Kommunikation von Gerät zu Gerät werden Großkunden jedoch abschrecken. Wenn Real-PTT am professionellen Funkmarkt eine Chance haben soll, müssen sowohl Corget als auch TSSD kräftig nachbessern. (amo@ct.de) **ct**



Teils noch chinesische Menüs, Display schief, mangelhafte Übersetzung: Das TSSD TS-W780 ist das schlechte Produkt einer guten Idee.

TSSD TS-W780

UMTS-Funkgerät	
Hersteller	TSSD
CPU	ARM (unbekannt)
Modem	ZTE Wlank MW3650
GSM-Bänder	900 / 1800 MHz
UMTS-Bänder	900 / 2100 MHz
Erweiterungen (GSM / UMTS)	EDGE / HSDPA Cat. 6
GNSS-Empfänger	u-blox G 7020-KT
Lautsprecher- / Mikrofon-Anschluss	Kenwood
Preis	70 €

Verschlusssache Anschlusspunkt

Keine DSL-Versorgung mitten in Berlin



Probleme mit der Internet-Versorgung gibt es nur auf dem flachen Land und nicht in deutschen Großstädten, möchte man meinen. Aber selbst mitten in einer Millionen-Metropole kann man wegen ein paar Metern Kupferdraht ohne Telefon- und Internet-Versorgung bleiben.

Von Tim Gerber

Über viele Jahre war Hans B. seinem Kommunikationsdienstleister 1&1 treu geblieben und genoss dadurch einige Tarifvorteile, die er nicht verlieren wollte. Auch nicht, als er Mitte August zusammen mit seiner Frau in eine Berliner Genossenschaftswohnung einzog. Kein Problem, hieß es seitens 1&1. Doch als am 16. August ein Techniker zu Hans B. ins Haus kam, um den Anschluss zu schalten, stellte dieser fest, dass die Leitung zwischen dem Anschlusskasten (Abschlusspunkt Linientechnik, APL) im Keller des Mehrfamilienhauses und der Wohnung der B.'s

defekt sei. 1&1 schrieb daraufhin: „Die Endleitung befindet sich im Eigentum des Hausbesitzers. Deshalb bitte ich Sie, sich mit ihm in Verbindung zu setzen, um die Leitung prüfen zu lassen.“ Eigentümer ist die Vorwärts eG. Doch die Wohnungsgenossenschaft wies die Verantwortung von sich. Die Leitung gehöre der deutschen Telekom, behauptete sie.

Die beruft sich gegenüber dem 1&1-Kunden wiederum darauf, von ihm „keine Daten“ zu haben, der Fehler müsse deshalb von 1&1 gemeldet werden. Der Provider zeigt jedoch notorisch mit dem Finger auf den Hauseigentümer Vorwärts eG. Das bereits 80 Jahre alte Ehepaar B. wusste nun nicht mehr weiter und bat c't um Hilfe in dieser verfahrenen Situation.

Da wir das Ganze zunächst für ein Missverständnis hielten, baten wir die Pressestelle von 1&1 am 24. August um rasche Abhilfe. Dort reagierte man zwar schnell, aber nur mit einem längeren Schreiben an Hans B. Darin hieß es unter anderem: „Die Instandsetzungs- und Instandhaltungspflicht nach § 535 BGB obliegt dem Hauseigentümer. Im Urteil des Landgerichts Berlin, Az. 64 S 53/98, ist vermerkt, dass ein Mieter eine Minderung geltend machen kann, wenn der Vermieter den Zugang nicht gewährleisten kann. Ich bitte Sie um Ihr Verständnis, dass ich eine Reparatur Ihrer Endleitung nicht veranlassen kann. Die Gebühren gehen zu Lasten des Hauseigentümers.“ Alternativ bot 1&1 dem Kunden an, ihm ein sofortiges Sonderkündigungsrecht zu gewähren.

Hin & Her

Wir legten der Vorwärts eG das Schreiben von 1&1 vor und erhielten postwendend eine recht wütende Reaktion von deren Vorstand Tom Wünsche: „Dieser Fall ist nicht der erste in unserer Genossenschaft“, hieß es in dem Schreiben an c't, „bei welchem sich 1&1 und die Telekom nicht einigen können. Bisher ist es uns immer gelungen, auf beide Parteien einzuwirken und für unsere Mitglieder eine Lösung herbeizuführen. Konkret heißt dies, dass die Telekom im Ergebnis ihre Leitung repariert und dann zur Verfügung gestellt hat. Das war mühevoll und hat unsere Mitarbeiter viel Zeit gekostet.“ Zur Frage der Verantwortung für das Kabel vom Keller in die Wohnung der B.s schrieb die Wohnbaugenossenschaft: „Das Netz (letzte Meile) in unseren Häusern gehört der Telekom bis zur Anschlussdose in den Wohnungen. Diese Tatsache beruht auf

Fakten, die noch zu Zeiten der ‚grauen Post‘ entstanden sind.“ Die von 1&1 zitierte Rechtsprechung aus dem Jahr 1998 sei im Übrigen veraltet, bemängelt Wünsche mit Verweis auf ein aktuelles Urteil des Landgerichts Essen (siehe ct.de/ynp5).

Mit dieser Aussage des Hauseigentümers konfrontierten wir wiederum die Pressestelle von 1&1. Nun kam etwas Bewegung in die Sache: Am 31. August rief ein Techniker im Auftrag von 1&1 bei Hans B. an, dass er am 5. September „die Leitung ausmessen“ kommen wolle. Er kam auch am Nachmittag des genannten Tages vorbei, hatte aber keinen Schlüssel für den Kasten mit dem APL im Keller. Den hat nur die Telekom. So konnte er auch die Leitung nicht ausmessen, sondern lediglich feststellen, dass in der Wohnung des Ehepaars B. kein DSL-Signal ankommt. Doch noch am selben Abend kündigte 1&1 einen weiteren Techniker-Besuch zum „Aufschalten“ für den 12. September an.

Zu diesem Termin kam dann derselbe Telekom-Techniker mit Schlüssel zum Anschlusskasten wie schon beim ersten Schaltversuch im August. Diesmal stellte er immerhin fest, dass die Anschlussdose in der Wohnung defekt sei und wechselte diese aus. Einen passenden Deckel hatte er aber nicht dabei, also blieb die Dose offen. Ansonsten könne er nichts tun, weil die Leitung defekt sei und dies der Vermieter regeln müsse.

Nachdem wir diese Begebenheit wiederum postwendend an die Pressestelle von 1&1 berichtet hatten, erhielt Hans B. noch am Nachmittag per E-Mail die Ankündigung, dass sich ein weiterer Techniker bei ihm melden werde. Doch in den folgenden zwei Wochen tat sich nichts. Lediglich die Rechnungsabteilung von 1&1 meldete sich bei Hans B. und verzichtete bis auf weiteres auf die Zahlung der Grundgebühr für den Anschluss. Auch leitet 1&1 einstweilen alle eingehenden Anrufe auf das Handy von Hans G. weiter – immerhin.

Zweite Runde

Am 27. September kam dann wieder ein Techniker im Auftrag von 1&1 vorbei. Er nahm sich viel Zeit und überprüfte die Leitung so gut es ging. Da auch er wiederum keinen Zugang zu dem APL-Kasten der Telekom hatte, konnte auch er die Leitung nicht durchmessen, sondern nur äußerlich in Augenschein nehmen. Dies

tat er auch an allen zugänglichen Stellen, ohne auf eine sichtbare Beschädigung zu stoßen. Die Wahrscheinlichkeit eines Kabelbruchs sei ohnehin gering, zumal die Vermieterin habe telefonieren können, meinte er. Mangels Schlüssel zum Kasten musste aber auch dieser Techniker wiederum unverrichteter Dinge abziehen.

Dennoch kündigte 1&1 für den 5. Oktober an, dass wieder der Techniker kommen werde, der den Anschluss „schalten“ soll, also der Herr von der Telekom. Der rief dann aber lediglich bei Hans B. an und schimpfte, dass er ein Kabel ziehen müsse, aber keinen Auftrag von 1&1 dafür habe. Er werde jetzt bei 1&1 anrufen. Weiter tat sich nichts.

Zwei Tage nach diesem etwas irritierenden Anruf erhielt Hans B. einen Brief seines DSL-Anbieters 1&1, der ihm glatt die Sprache verschlug: „Auch durch mehrere Versuche durch unseren Kooperationspartner Cervis GmbH ist es nicht gelungen, die Leitung instand zu setzen“, schreibt das 1&1-Beschwerdemanagement. „Ein erneuter Schaltungstermin schlug am 05. 10. 2017 fehl. Bitte haben Sie Verständnis, dass aufgrund der Gegebenheiten vor Ort keine Schaltung zu realisieren ist.“ Die Gegebenheit „vor Ort“ besteht schlicht darin, dass der eine Techniker die Leitung nicht prüft und der andere es nicht kann, weil der Anschlusskasten verschlossen ist. Niemand weiß also bislang genau, wo der Fehler eigent-



Bild: Privat

Der Abschlusspunkt der Telekom im Haus von Hans B. ist für Techniker anderer Unternehmen nicht zugänglich. Leitungs- oder Schaltungsprobleme kann so niemand identifizieren.

lich liegt. Drei Monate nach seinem Umzug steht der Kunde mitten in Berlin ohne Internet-Anschluss da, weil zwei namhafte Telekommunikationsunternehmen ihre Arbeit nicht koordinieren können. Ist wohl Neuland. (tig@ct.de) **ct**

Urteil zu Vermieterpflichten beim Telefonanschluss: ct.de/ynp5

Service im Visier

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

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

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

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



Bild: Bosch

Kleine Stromer

Fahrräder und Roller mit Elektromotor auf dem Vormarsch

Elektromobilität dreht sich nicht nur um E-Autos. Schon längst dringen Elektroantriebe auch in andere Nischen vor: Etliche Hersteller planen, mit Fahrrädern oder gar Rollern die gesamte Branche und vielleicht sogar die Nahverkehrskonzepte umzukrempeln.

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Besonders viel Bewegung steckt derzeit in der Entwicklung rund um die „leichte E-Mobilität“ – also die von Fahrrädern und Rollern mit Elektromotor.

Während E-Bikes vor wenigen Jahren noch vor allem rüstige Senioren anspra-

chen, entdeckt nun zunehmend auch jüngeres Publikum den Vorteil elektrischer Kraftunterstützung und Techniken zur Verbesserung des Fahr- und Bremsverhaltens.

Auch die Diskussion um Fahrverbote für Diesel-Autos und -Lieferwagen in den Innenstädten befeuert die Suche nach „grünen“ Alternativen für diese Strecken. Etliche Hersteller tüfteln an neuen Lösungen, um auf kurzen Strecken unabhängig vom Auto zu werden oder die „letzte Meile“ zu überbrücken. Hier gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Anforderungen: Lieferdienste müssen in der Fußgängerzone zum beliefernden Geschäft gelangen, Pendler wollen dagegen schnell und bequem vom Bahnhof ins Büro kommen, und Bringdienste sollen die Essensbestellung zügig in Wohngebiete bringen, in denen jedoch Parkplätze Mangelware sind. Wieder andere wollen mit einem Pedelec

oder einem Mountainbike am Wochenende ohne Anstrengungen auf Tour gehen.

So vielfältig wie die Anforderungen fallen auch die Transport-Konzepte aus. Die Spanne reicht vom Klapproller bis zum E-Lastenrad. Spannend dabei: Für kleine E-Mobile arbeiten unterschiedlichste Branchen zusammen – unter anderem die hochindustrialisierten Automobilzulieferer, Hersteller von Consumer-Elektronik und die eher handwerklich orientierte Fahrradindustrie.

Auto- und Fahrradtechniken wachsen zusammen

Hier kommen Elektrokonzerne ins Spiel: Mobike und Ofo bauen mit einer Milliarde US-Dollar Venture-Kapital im Rücken das E-Bikesharing in China aus. Und kürzlich ist sogar der iPhone-Fertiger Foxconn in die E-Motorrad-Produktion eingestiegen.

Mit neuen Batteriekonzepten, Elektromotoren, Sensorik und Bordcomputer werden Räder aufgemotzt und weiterentwickelt. Der Markt boomt seit wenigen Jahren: Klassische Automobilzulieferer wie Bosch und Brose, Continental und Schaeffler erwirtschafteten allein im vergangenen Jahr im Fahrradmarkt bereits über 5 Milliarden Euro.

Als Kür für den sportlichen Fahrer gilt das Mountainbike: Bei steilen Anstiegen lupfte schon mal im Wiegetritt das Rad vom Boden, ohne dass man an Höhe oder Geschwindigkeit gewann. Mit Motorunterstützung oder gar Allradantrieb sind steile Anstiege nun problemlos zu bewältigen und der Radius für Radtouren erweitert sich. Wie auf der Eurobike in Friedrichshafen zu sehen war, werden Akkus und Motoren immer öfter in das Unterrohr des Fahrradrahmens integriert, wie es beispielsweise Bosch mit dem Powertube macht.

Seitdem E-Antriebe die MTB-Szene erobert haben, boomt der Markt an allen Ecken und Enden, erzählt Kai Olof Duda, der für den VDI Ende September eine erste Tagung zur „Leichten E-Mobilität“ organisiert hat. Dort trafen sich Fahrradbauer mit Autobauern, wobei letztere nicht kamen, um Vorträge zu halten, sondern um Kontakte zu schmieden. „Alle Player waren da, das ist doch bezeichnend“, freut sich Duda.

Das E-Bike-System von Bosch erfreut sich in den letzten Jahren wachsender Beliebtheit. Der Hersteller gilt inzwischen als Weltmarktführer für kalteresistente, zuverlässige Antriebssysteme für E-Räder, danach kommen Panasonic und Yamaha. In Sachen Stückzahlen ist bislang aber der chinesische Hersteller Bafang die Nummer 1.

Das Konzept für den E-Bike-Antrieb haben die Bosch-Entwickler aus dem Akkuschrauber auf das Rad transferiert. Bosch erwartet, dass der Markt in den nächsten Jahren jäh anziehen wird. Außer dem Elektromotor liefert Bosch ein Lithium-Ionen-Akku, die Leistungselektronik, das Steuerungsgerät sowie ein Display. Über die Bluetooth-Schnittstelle kann das System mit einer Smartphone-App kommunizieren. Laut Bosch-Chef Volkmar Denner ist es für Fahrzeuge mit zwei, drei und vier Rädern skalierbar. So kommt der Antrieb auch im neuen Kleinwagen e-Go aus Aachen zum Einsatz wie auch im neuen Motorroller eSchwalbe von Govecs.

Der Automobilzulieferer Brose fertigt seit 2014 Elektromotoren für E-Bikes,

wobei es sich um eine Weiterentwicklung von Lenkungsmotoren für Kraftfahrzeuge handelt. Die Mittelmotoren werden inzwischen für drei verschiedene Leistungsklassen, nämlich City-, Trekking- und Mountainbikes gefertigt. Schaeffler bietet seit Anfang des Jahres eine trittfrequenzbasierte Automatikschaltung in Serie an.

Continental ist ebenfalls in den neuen Markt eingestiegen und liefert zwei 48-Volt-Motoren nicht nur an die Autobauer, sondern auch für diverse leichte E-Mobilitätslösungen. Das ist neu, denn üblich waren im Pedelec-Bereich bislang 36-Volt-Motoren. Weil im Automobilbereich 48-Volt-Bordnetze schon länger entwickelt werden, mussten die Lösungen aus dem Assistenzbereich wie Bordcomputer, Automatikanschlüssen und ABS-Bremsen bisher an die geringere Spannung angepasst werden. Das wäre dann nicht mehr nötig.

Ein Anti-Blockiersystem für die Bremsen von E-Bikes ist keineswegs abwegig, da aus der Unfallforschung inzwischen bekannt ist, dass Pedelec-Fahrer falsch bremsen. Das ABS ermöglicht nun dem Fahrer voll zu bremsen, ohne ins Schleudern zu kommen oder über den Lenker zu fliegen. So bietet Bosch ein Einkanal-ABS fürs Vorderrad an, das auch das Hinterrad vorm Abheben in heiklen Bremssituationen bewahrt. Dabei wurden Erfahrungen aus dem Motorradbereich verarbeitet. Die Tüftler des Start-ups BrakeForceOne konnten für ihr ABS die Erfahrungen von Audi auswerten, wobei der Autobauer sich zwischenzeitlich aus dem Projekt verabschiedet hat. Hier werden Vorder- und

Hinterrad mit zwei ABS-Aktoren getrennt angesprochen. Die Bremse kommt vom Radzubehör-Spezialisten Magura, die Batterie von Unicorn Energy, aber auch die Automobilzulieferer ZF und TRW haben Karten im Spiel. BrakeForceOne will im nächsten Sommer in Serie gehen.

Pedelecs sind heute schon mit einem Bordcomputer ausgestattet, der per Smartphone-Anbindung allerlei Funktionen wie einen Tourenplaner oder Fitnesstrainer bereitstellt. Nach und nach werden auch integrierte Connected- und Assistenzsysteme E-Bikes erreichen. Auch hier will Bosch künftig stärker mitmischen: Erst unlängst hatte das Unternehmen angekündigt, das Start-up Cobi übernehmen zu wollen, das derartige Smartphone-Apps und Lenkerhalterungen anbietet.

E-Bikes im Kommen

Nicht nur sportliche Fahrer profitieren von der Technisierung des Rads: Laut des Zweirad-Industrie-Verbands (ZIV) wuchs der Umsatz der Radindustrie in den letzten zehn Jahren von 1,5 auf 2,6 Milliarden Euro. Während die Deutschen sich beim Kauf klassischer Fahrräder zurückhalten, brummt das Geschäft mit den E-Bikes. Allein im ersten Halbjahr 2017 wurden 540.000 E-Bikes im Handel abgesetzt. Auf das Gesamtjahr rechnet die Industrie mit 680.000 Rädern, was einem Wachstum von 12 Prozent entspräche. Hannes Neubert, Geschäftsführer von Extra Energy, geht davon aus, dass weltweit die Zahl der Elektroräder in den nächsten 25 Jahren von heute 250 Millionen auf 1,6 Milliarden ansteigen wird.



Bild: Bosch

Bosch gehört mittlerweile zu einem beliebten Ausrüster von E-Bikes.



In Düsseldorf bieten die Stadtwerke eine ganze Flotte von Elektrorollern zum Mieten an.

Nicht jedes davon wird in privaten Fahrradschuppen Unterschlupf finden. Denn ähnlich wie beim Car-Sharing entwickelt sich bei teureren Pedelecs ein Markt für Leasing und Bike-Sharing. Fahrrad-Firmenflotten sind das Geschäft für Firmen wie Leasingrad. Das Freiburger Unternehmen least Flotten von zehn und fünfzig E-Bikes an Unternehmen. Mitarbeiter der Deutschen Bahn können ihr persönliches Wunschrad aussuchen. Für Wartung und mobile Pannenhilfe ist gesorgt. Seit 2012 gilt nämlich das Dienstwagenprivileg auch für Fahrräder. Seither gibt es immer mehr Arbeitgeber, die ihren Angestellten nicht nur ein normales Stadtrad, sondern auch ein E-Bike anbieten, das sie auch privat nutzen dürfen. Ob das Rad dienstlich genutzt wird, ist nicht wichtig. Möglich ist auch die Gehaltsumwandlung, wie sie für Autos gilt: Der Arbeitnehmer kann das Rad beim Arbeitgeber leasen, wobei die Leasingrate vom eigenen Gehalt abgezogen wird.

Für viele ist das attraktiv, denn 45 Prozent der Arbeitswege in Deutschland sind laut Statistischem Bundesamt kürzer als zehn Kilometer. Und selbst eine Strecke von 30 Kilometern könnte bei Umgehung morgendlicher Verkehrsstaus auf dem E-Bike genauso schnell zu bewältigen sein wie per Auto.

Hier sehen die derzeit boomenden Sharing-Dienste ihre Chance: In Düsseldorf brachten die Stadtwerke zusammen mit dem Berliner Start-up emmy im August E-Roller zum Mieten an den Start. Kunden können das „eddy“-Fahrzeug

überall ausleihen und wieder abstellen. Ziel ist es, den öffentlichen Nahverkehr mit E-Roller-Sharing zu verzahnen. Die logistische Herausforderung besteht im Nachladen der Akkus. Die Sharing-Dienste unterhalten dafür ein Servicefahrzeug, das die abgestellten Roller lokalisiert, nachlädt oder die Akkus austauscht.

Elektrifizierte Lastenesel

Die Diskussion um innerstädtische Fahrverbote sorgt für eine wachsende Nachfrage nach kleinen elektrischen Transportern. Pizzadienste und Fast-Food-Lieferservices wie Foodora oder Deliveroo fahren ihre Waren in quadratischen Lieferboxen auf Fahrrädern oder Motorrollern aus. Emco zum Beispiel bietet E-

Scooter als Lieferroller an, wobei das Rollermodell Novi mit Lieferboxen ergänzt wird. Die maximale Reichweite liegt bei 50 Kilometern, die Ladezeit bei zwei Stunden. Das reicht für den Alltag der meisten Lieferdienste. Dank der austauschbaren Wechselakkus ist zudem ein unterbrechungsfreier Einsatz der E-Scooter von Emco möglich.

Eine Nummer größer ist der dreirädrige Elektrolastenroller des Münchner Herstellers Govecs namens Tripl. Die 750 Liter fassende Transportbox kann bis zu 200 Kilogramm Nutzlast laden. Govecs hat dabei Kunden im Blick, die am selben Tag oder noch zur selben Stunde ausliefern wollen, wie etwa Amazon Prime Now mit dezentralen Warendepots. Der E-Roller mit Bosch-Technik ist bis zu 45 km/h schnell und kommt auf eine Reichweite bis 100 km.

Unlängst nahm laut ZIV die Nachfrage bei Lasten- und Cargorädern zu, die im privaten wie gewerblichen Lastentransport eingesetzt werden. Für den Privatgebrauch waren auf der Eurobike verschiedene Konzepte zu sehen, die preislich um die 4000 Euro liegen.

So gibt es von Tern ein Familienfahrzeug, das auf dem verlängerten Heckgepäckträger zwei Kinder hintereinander und vor dem Lenker noch locker eine Getränkekiste transportieren kann. Riese & Müller zeigte ein E-Lastenrad, dessen Ladefläche zwischen Fahrer und Vorderrad auf dem Unterrohr integriert ist. Für die Ladefläche gibt es passende Ladeboxen oder Kindersitze mit zwei 5-Punkt-Gurten.

Andere Hersteller haben ähnliche Modelle im Angebot, denn Bedarf scheint

Einen Trolley ziehen war gestern: Langfristig werden Briefträger die Post mit Elektro-Lastenrädern austragen.



Bild: Messe Friedrichshafen GmbH

vorhanden: Die Managementberatung OC&C stellte fest, dass mehr als die Hälfte aller motorisierten Transporte mit einem Lastenrad erledigt werden könnte. Überdies profitieren die Lieferfirmen von einem umweltfreundlichen Image.

So hatte die Freiburger GartenCoop nach einer grünen Lösung gesucht, um Gemüseboxen im Stadtbereich ausliefern zu können. Die Lösung ist ein Pedelec-Anhänger, der von jedem Rad, Pedelec oder E-Bike verwendet werden kann. Abgehängt vom Rad kann er als motorisierter Handwagen beispielsweise in Fußgängerzonen genutzt werden. Den dreirädrigen Schwerlastanhänger hat das Freiburger Start-up Carla Cargo dank einer Finanzierungsspritze aus dem Crowdfunding entwickelt. Mit seinem Elektromotor und zwei kräftigen Scheibenbremsen ausgestattet bietet er ein Zuladungsgewicht von bis zu 150 Kilo.

Das Bremer Start-up Rytley bietet nicht nur Hardware, sondern auch die Software: Es hat E-Lastenfahräder für vorkonfigurierte Transportboxen entwickelt. Das Rad verfügt über eine elektrische Antriebseinheit, die 300 Kilogramm bewegen kann. Über eine Smartphone-App werden Zusteller und Kunden miteinander verbunden: Von sogenannten City-Hubs – das sind kleine Warendepots, die auf der letzten Meile vor dem Kunden liegen – holt der Kurier die Waren ab.

Ein City-Hub kann neun vom Logistikdienstleister fertig bepackte Boxen von der Grundfläche einer Euro-Palette aufnehmen. Der Fahrer kennt die Inhalte der Box und die mit ihr verbundenen Ziele auf seiner Route. Alle Informationen hierfür werden in der Cloud gepflegt. Ab Herbst 2017 findet ein Feldtest statt.

Beim Thema größerer Elektro-Lieferfahrzeuge hielten sich die etablierten Automobilhersteller bislang eher zurück. Wie die Deutsche Post hier zum Vorreiter wurde, ist bereits ein Klassiker: Leicht, schnell und umweltfreundlich sollten die neuen Transportwagen sein – und wartungsfreundlich dazu. Weil die Post mit diesem Wunsch bei den deutschen Autobauern abblitzte, entwickelte kurzerhand Günther Schuh für den Logistikonzern einen leichten elektrischen Streetscooter. Schuh hat an der RWTH Aachen den Lehrstuhl für Produktionssystematik inne und gründete für die Produktion mit der Post 2014 kurzerhand ein Unternehmen, das inzwischen nicht nur für die Post jährlich rund 10.000 Fahrzeuge baut. Bei-

Der Elektro-Roller X2City von BMW darf ohne Zulassung, Helmpflicht und Versicherungsschutz am Straßenverkehr teilnehmen.



Bild: BMW

spielsweise testet der Facility-Management-Dienstleister SPIE derzeit den Streetscooter für den eigenen Einsatz.

Die Post will noch in diesem Jahr eine zweite Fertigung in NRW für 20.000 Fahrzeuge eröffnen und denkt bereits über eine dritte Fertigungsfabrik nach. Der Streetscooter kommt auf maximal 120 km/h und hat eine Reichweite von 80 Kilometern. Auf der IAA zeigte Schuh sein neuestes Modell: den eGo, ein leichtes E-Fahrzeug für rund 15.000 Euro inklusive Akku. Einen E-Cart hat er ebenfalls im Angebot.

Bei „leichten“ E-Lösungen sind die deutschen Autohersteller dem Vernehmen nach am Ball: So arbeitet inzwischen jeder von ihnen mit Hochdruck an eigenen Lösungen: BMW ist dabei der erste Premium-Hersteller, der auf der diesjährigen IAA mit dem elektrischen Tretroller X2City und dem Kabinenroller C1 die Extreme der „leichten E-Mobilität“ auslotete. Der Clou am X2City: Er darf ohne Helm und Führerschein legal auf deutschen Straßen fahren und braucht kein Versicherungskennzeichen – eine Hürde, an der andere Hersteller elektrischer Roller gescheitert sind.

Der Grund: Viele der Fahrzeuge haben einen permanenten Elektroantrieb und fallen damit durchs deutsche beziehungsweise europäische Raster für Fahrzeugkategorien. Legal darf man mit ihnen deshalb nicht auf öffentlichen Straßen fahren. Zu einer der wenigen Ausnahmen zählt der Elektro-Pionier Segway. Aber auch hier dauerte es etliche Jahre an Lobbyarbeit, bis die zweirädrigen Roller eine Zulassung für den Straßenverkehr bekamen.

Renault zeigte mit Twizy einen schnittigen E-Kabinenroller, Toyota seinen Konzeptroller iRoad. Auch andere,

seit Jahrzehnten vom Automarkt verdrängte Modelle wie der Strand-Buggy erfahren wieder eine Renaissance: Der französische Hersteller Duprat ließ ihn mit einer elektrifizierten Variante namens Nosmoke auf Basis des originalen Mini in diesem Jahr wiederaufleben.

Ausblick

Bis leichte E-Mobilität zum alltäglichen Straßenbild gehört, dürfte es nur noch eine Frage der Zeit sein: Stetig sinkende Preise und der enorme Komfortgewinn machen insbesondere Pedelecs sehr attraktiv. Ihnen kommt zusätzlich zugute, dass ihre Elektromotoren nur unterstützen, weshalb man sie ohne Helm, Führerschein und speziellen Versicherungsschutz auf öffentlichen Straßen fahren darf.

Fast noch mehr Bewegung könnte auf dem Markt für private Kleinst-E-Mobilität herrschen. Die Vision: Das große E-Auto wird am Stadtrand geparkt und im Kofferraum liegt der elektrische Klapp-Roller für kurze Innenstadtwege bereit. An Produkten mangelt es nicht: Auf der diesjährigen Funkausstellung buhlten unzählige Anbieter von Tretrollern, Skateboards, Monowheels und Hoverboards um die Gunst der Käufer.

Doch das Problem dabei: Mit ihren permanenten Antrieben sind sie derzeit nicht zulassungsfähig. Und selbst wenn sie es wären, bräuchte man nach derzeitiger Rechtslage für sie einen Mofaführerschein und eine KFZ-Haftpflichtversicherung. Doch sobald diese rechtlichen Hürden ausgeräumt worden sind, dürften uns in Innenstädten in nicht allzu ferner Zukunft häufiger Kleinstelektrofahrzeuge begegnen. (spo@ct.de) **ct**

Drahtlose Kooperative

Mehr Reichweite und Speed mit Mesh-Systemen



Wie WLAN schneller wird Seite 72
WLAN-Systeme im Test Seite 76
Erweiterungen für Roaming Seite 84

Mit einem WLAN-System soll man auch im letzten Winkel des Hauses den neuen schnellen Internetanschluss restlos ausschöpfen können. Wir klären, was hinter dem Mesh-Hype steckt, was es in der Praxis bringt und wie man den Durchsatz optimieren kann.

Von Ernst Ahlers

Der Mesh-Zug rollte im Herbst 2016 los: Fast gleichzeitig stellten der Internetkonzern Google und der Netzwerkausrüster Netgear ihre WLAN-Systeme Google Wifi und Netgear Orbi vor. Gerade mal ein Vierteljahr später auf der CES im Januar 2017 sprang ein weiteres halbes Dutzend Hersteller auf. Offensichtlich gibt es hier etwas zu verdienen, doch was nützt es den Kunden?

Eine wahrscheinliche Antwort resultiert aus den immer schneller werdenden Internetanschlüssen, denn bezahlte Leistung soll auch auf den Kundengeräten ankommen. Nach der Einführung seines Glasfaserdienstes Google Fiber konnte der US-Konzern aufschlussreiche Daten zur WLAN-Nutzung im Alltag sammeln [1]. Zwar sind die Statistiken schon wegen der unterschiedlichen Gebäudebauweisen – Leichtbau in den USA, Steinwände bei uns – nicht eins zu eins übertragbar. Aber die wesentlichen Schlussfolgerungen gelten gleichwohl auch hierzulande.

Den Daten zufolge können einzelne Nutzer mit einem modernen WLAN-Client (Notebook, Tablet, Smartphone) mit einiger Wahrscheinlichkeit schnelle Anschlüsse auch in etwas größerer Distanz zum Router ausschöpfen. Aber wenn noch weiter entfernte oder ältere WLAN-Clients dieselbe Funkzelle nutzen, sinkt der Nettodurchsatz für alle, weil die Übertragungen der langsamen Geräte die verfügbare Sendezeit (Airtime) auf dem gemeinsam genutzten Funkkanal dominieren. Das bremst die modernen aus.

An der Physik kommt nämlich auch Google nicht vorbei: Der Nettodurchsatz einer direkten WLAN-Verbindung sinkt grundsätzlich, wenn die Distanz zwischen den Geräten und damit die Dämpfung auf dem Signalweg steigt.

Weil der Client aber nicht näher zum WLAN-Router gehen will, muss das WLAN zum Client kommen. In Firmen realisiert man das mit Access Points, die per Ethernet-Kabel mit dem Router oder einem WLAN-Controller verbunden sind. Zu Hause gibt es aber normalerweise keine Kabel-Infrastruktur. Dort sind WLAN-Repeater das bevorzugte, wenn auch nicht das einzige Mittel; Alternativen schildern wir im nachstehenden Artikel.

Neues Gewand

Den Kern von Google Wifi, Orbi und den anderen Systemen bildet eine herkömmliche Router/Repeater-Kombination. Neu ist die einheitliche Oberfläche (App oder Webseite) zur Steuerung. Die Systeme sind auch um einige Funktionen erweitert, die das WLAN geschmeidiger laufen lassen sollen (dazu mehr ab Seite 76). Man bekommt so quasi einen vereinfachten WLAN-Controller für zu Hause.

Eine weitere Quintessenz aus Googles Statistiken: Grob gerechnet kann ein Repeater die Reichweite nur um 50 Pro-

zent steigern, wenn das ganze WLAN noch brauchbar arbeiten soll [2]. Wer eine große Fläche oder eine verwinkelte Wohnung flott versorgen will, „flutet“ sie also mit vielen Nodes, die untereinander Daten weiterleiten – was die Hersteller Mesh nennen.

Marketing versus Technik

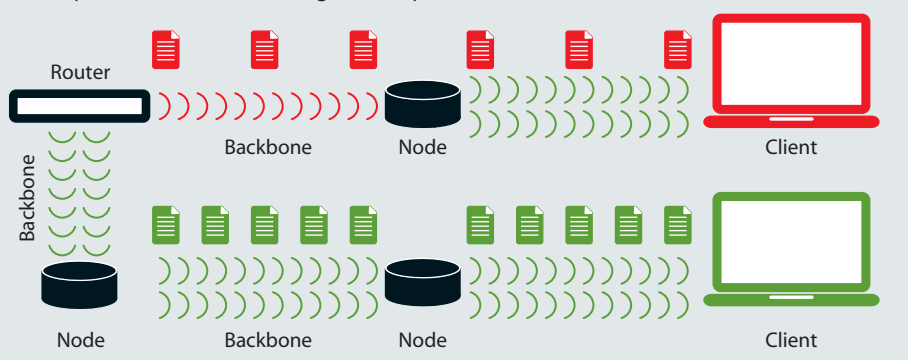
Mesh ist hier allerdings mehr Marketing- als Fachbegriff, weswegen wir lieber den Begriff WLAN-System verwenden. Denn ein echtes Mesh, bei dem es immer mindestens zwei Wege zwischen zwei Nodes gibt, wird kaum jemand zu Hause aufbauen. Dafür wären mehr Repeater nötig, als man für ausreichende Abdeckung einer großen Wohnung braucht. Zwar bliebe dann die Internetverbindung erhalten, wenn ein einzelner Node ausfällt. Aber das ist nicht nur in der Anschaffung teuer, sondern über die Stromkosten auch im Betrieb.

Ein WLAN-System kann auch beim leidigen Thema Roaming helfen: Manche WLAN-Clients geben ungerne die Verbindung zum Access Point oder Repeater auf, obwohl ein anderer schon ein besseres Signal anbietet. Es wäre aber ungeschickt, solche Sticky Clients hart abzuwerfen, denn dann drohen Aussetzer beim Streaming und beim Telefonieren mit Skype, WhatsApp oder anderen Tools. Welches System hier welche Optionen bietet, zeigt der nachstehende Test. Warum nahtloses Roaming schwierig ist, erklärt der Artikel ab Seite 84.

Die erzielbare WLAN-Datenrate hängt direkt von der Anzahl der Antennen

Backbone-Kapazität

Für hohe Performance sollte man sich ein WLAN-System mit möglichst schnellem und optimalerweise separatem Backbone gönnen. Hat der weiterleitende Node einen schwachen WLAN-Link zur Quelle, gehen die Daten auch höchstens so schnell weiter zum Client, selbst wenn dieser eine optimale Funkverbindung zum Repeater-Node hat.





Repeater-Nodes gibt es in vielen Bauformen: Die kompakten Dosen etwa von Asus, Google und TP-Link fallen in typischen Wohnlandschaften kaum auf. Netgears Orbi wirkt im Vergleich wuchtig, lässt sich aber dank des abgesetzten Stecker-Netzteils wie die kleinen leichter für eine bessere Funkverbindung platzieren. Andere wollen direkt in einer Steckdose sitzen, sodass man den optimalen Standort womöglich nur mit einer Verlängerung findet.

ab: Je mehr MIMO-Streams zwischen zwei Stationen – Router/Client, Router/Repeater, Repeater/Client – laufen, desto mehr Daten gehen gleichzeitig durch. Dabei bestimmt die Station mit der kleineren Antennenzahl das Maximum. Zwei Antennen ergeben beim aktuellen WLAN nach dem IEEE-Standard 802.11ac auf dem 5-GHz-Band immerhin bis zu 867 MBit/s brutto. Auf 2,4 GHz mit 802.11n sind es je nach nutzbarer Funkkanalbreite 144 oder 300 MBit/s. Hat eine Seite mehr Antennen, kann sie mit dem Überschuss immerhin für eine etwas stabilere Funkverbindung sorgen.

Für mehr Durchsatz erhöhen Sie also die Antennenzahl mindestens auf einer, idealerweise auf beiden Seiten: Kaufen Sie keine veralteten Schmalspurfunker mit niedrigen Datenraten, sondern spendieren Sie ein paar Euro mehr für modernes WLAN. Verwenden Sie zudem wann immer möglich Dualband-fähige Clients, die auf 2,4 und 5 GHz funken können. Das gilt auch für die Repeater: Single-Band-Repeater, die nur auf 2,4 GHz funken, sind heutzutage Ramsch.

Doppelspur

Denn müssen Repeater die Daten auf demselben Funkband weiterreichen, bezahlt man die Reichweitungsausdehnung mit insgesamt weniger verfügbarer Sendezeit. Dualband-Repeater, die beim Weiterleiten das Funkband wechseln können (Crossband-Repeating), vermeiden diesen Flaschenhals.

Alle WLAN-Systeme, die wir bisher gesehen haben, arbeiten parallel auf bei-

den Funkbändern. Hier lässt sich trotzdem noch weiter optimieren: Manche Systeme – Asus Lyra, Linksys Velop, Netgear Orbi – haben ein drittes WLAN-Modul für einen reservierten Weiterleitungsweg auf einem separaten Funkkanal (Backbone). Bei Netgear kann man zudem zwischen verschiedenen schnellen Backbones wählen: Das teure RBK50-Kit kommt auf maximal 1733 MBit/s brutto, die etwas günstigeren Varianten RBK40 und RBK30 immerhin auf 867 MBit/s. Noch besser ist freilich, wenn man für die Verteilung gleich auf ein anderes Medium ausweichen kann. Welche Kits das beherrschen, klären wir auf den nächsten Seiten.

Die Kunst bleibt auch mit den WLAN-Systemen, die Elemente geschickt zu plat-

zieren: Um etwas Ausprobieren kommt man kaum herum, denn manchmal reicht schon geringfügiges Drehen oder Verschieben, um die Funkverbindung drastisch zu verbessern. In unserem Test konnten wir so den Durchsatz über 20 Meter durch Wände immer wieder mal eben verdoppeln. Hilfe zur optimalen Aufstellung geben die Apps beziehungsweise Webseiten.

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

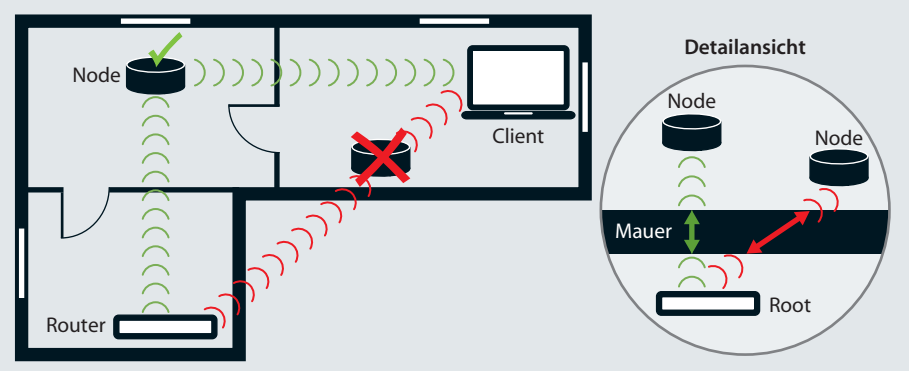
Literatur

- [1] Avery Pennarun, GFiiber Wifi Data, siehe Link unten
- [2] Avery Pennarun, Consumer Grade Wifi & Mesh, siehe Link

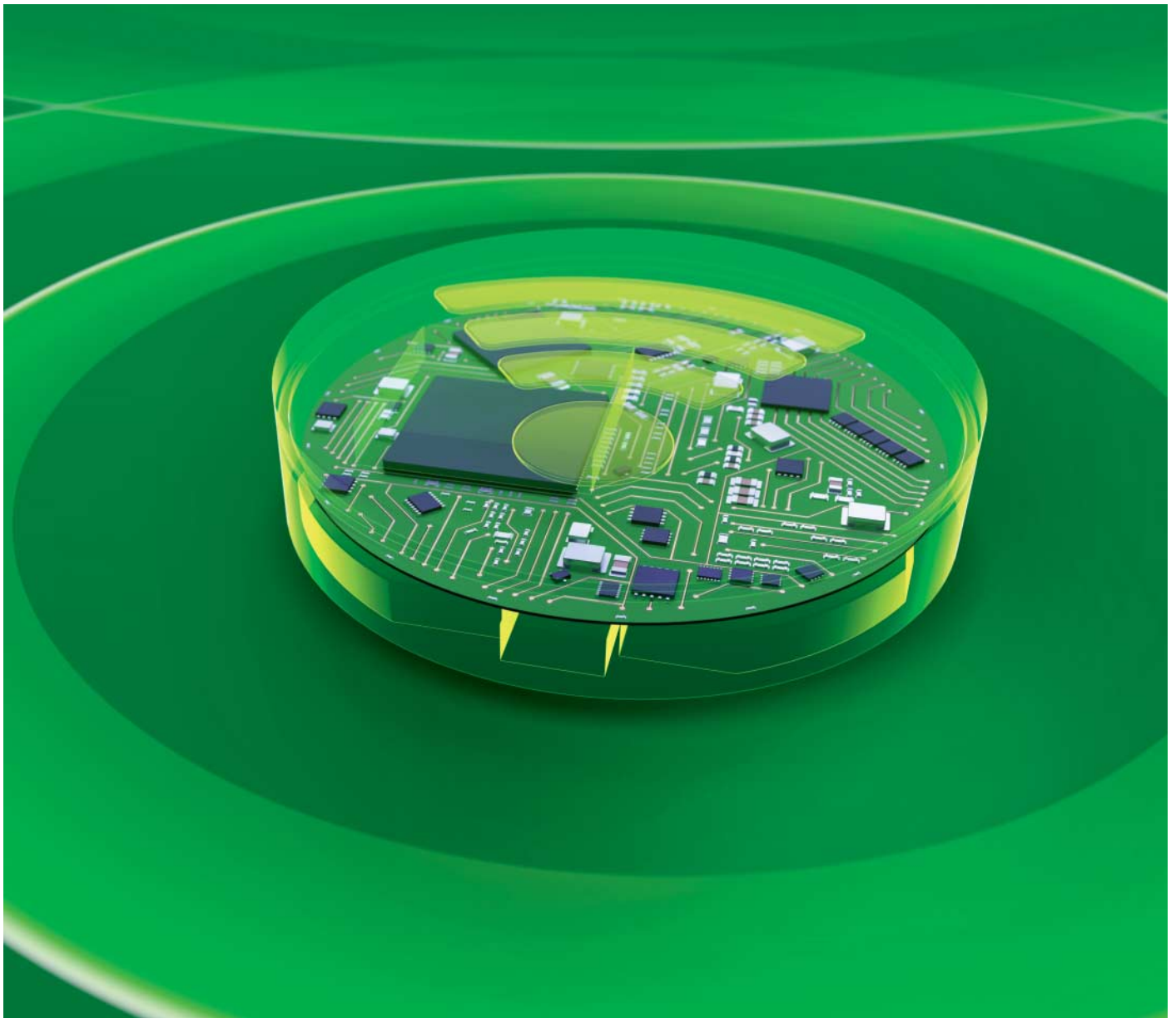
Googles WLAN-Statistiken: ct.de/yd4g

Node-Platzierung

Der kürzere Weg ist manchmal der schlechtere: Muss das WLAN-Signal schräg durch dicke Wände oder Geschosdecken, wird es stark gedämpft und die Datenrate sinkt. Zwar ist die Strecke um die Ecke insgesamt länger, aber sie verspricht mehr Durchsatz.



Anzeige



Maschen drahtlos

Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich

Mesh-Kits treten an, das WLAN zu revolutionieren: Sie wollen Funklöcher noch im größten Haus stopfen und sich auch vom netztechnisch unerfahrenen Schwiegervater ganz einfach mit dem Smartphone konfigurieren lassen. Wir werfen einen Blick unter den Deckel, auf die Alltags-tauglichkeit und auf die Performance.

Von Ernst Ahlers

WLAN ist bei Ihnen nur neben dem Router schnell, aber in der Küche nicht? Willkommen im Club! Es soll Kolleginnen geben, deren Router die ganze Wohnung wirklich sehr gut ausleuchtet. Gut möglich, wenn die Behausung klein genug ist, der Router zentral steht und die Wände Leichtbau sind.

Doch das ist eher die Ausnahme als die Regel. Hier sehen die WLAN-Hersteller Absatzpotenzial für Gerätesätze mit zwei oder drei Funkbasen, die Daten untereinander weiterleiten (Mesh-Kits). Man

verteilt die Basen strategisch im Haus und schafft so mehrere Hotspots, damit alle Bewohner überall schnell surfen können.

Wir haben neun Systeme mit je drei Basen ins Labor geholt, die dieses Versprechen einlösen wollen. Sechs werden als Mesh-Kits beworben (Asus Lyra, Google Wifi, Linksys Velop, Netgear Orbi, TP-Link Deco und Ubiquiti Amplifi HD). AVM hat die Mesh-Funktionalität bei einigen Fritz-boxen, seinen Fritz-Repeater und Fritz-Powerline/WLAN-Adaptern per Firmware-Upgrade nachgerüstet. Davon haben

wir zwei verschiedene Sätze zum Vergleich mit den Mesh-Kits zusammengestellt.

Devolo bietet keine Router an, aber Powerline/WLAN-Adapter, die ebenfalls ein einheitliches WLAN über größere Wohnungen spannen können. So lässt sich ein veraltetes WLAN eines vorhandenen Routers durch ein modernes ersetzen.

Im WLAN-Standard IEEE 802.11 heißen Funkbasen übrigens Access Points. In der Mesh-Welt ist auch der Begriff Node (Knoten) geläufig, den wir synonym verwenden. Mesh-Betrieb ist im WLAN auch nichts Neues: An der Normerweiterung 802.11s für vermaschte Funknetze hat das IEEE schon 2005 gearbeitet [1], doch verbreitet hat sie sich bislang nicht.

Normal geht immer

Wenn das Internet für die Nutzer nur aus Google, YouTube und Facebook besteht, hat man mit den Mesh-Kits leichtes Spiel: einfach hinter den Router schnallen, konfigurieren und lossurfen. Doch das zwingt den Nutzern eine Router-Kaskade und damit eine Änderung ihrer Netzwerk-Topologie auf [2]. Denn der zuerst eingerichtete Root-Node will bei den meisten Systemen das Internet-Gateway sein, etwa um Quality of Service sicherstellen zu können, also Verkehrssteuerung für ruckelfreies Streaming und verzögerungsarmes Online-Gaming.

Admins kleiner Netze möchten aber ihre Netzarchitektur normalerweise beibehalten, weswegen die Kits auch einen Access-Point-Modus haben sollten. Dann arbeiten sie als reine WLAN-Verteiler und man muss nicht auf Komfortfunktionen seines gewohnten Geräts verzichten – und sei es nur die Festnetz-Telefonie.

Mehr als Facebook

Weil das Internet aber mehr ist als Facebook & Co, schauen wir auch auf weitere wichtige Einsatzfälle: Betrieb an Dualstack-Anschlüssen, also mit IPv4 und IPv6 parallel, und zwar auch – wenn nötig über ein externes VDSL2-Modem – an Deutsche Telekom-VDSL-Anschlüssen, die VLAN-Tagging auf dem WAN-Port voraussetzen.

IPv6 ist nämlich nicht mehr die Zukunft, sondern längst Gegenwart [3, 4]: Mitte Oktober 2017 erreichte der IPv6-Anteil auf heise.de 27 Prozent in der Spitze, das nicht mehr unterschrittene Minimum lag bei 17 Prozent. In den vergangenen Jahren kletterte der Anteil näherungsweise linear mit rund 6 Prozentpunkten pro Jahr.

GeKRACKtes Mesh

Kurz vor Redaktionsschluss kochte das KRACK-Problem bei der WLAN-Verschlüsselung WPA2 hoch. In bestimmten Fällen können Angreifer in Funkreichweite WPA2-gesicherte Daten entschlüsseln. Das kann zum Diebstahl geheimer Daten oder sogar zum Kapern von Verbindungen führen (siehe Seite 16).

AVMs Fritzboxen sind laut Hersteller nicht anfällig; für die Fritz-Repeater dürfte mit Erscheinen dieser c't-Ausgabe ein Firmware-Update bereitstehen. Ubiquiti hat kurz vor Drucklegung für Amplifi HD die Firmware 2.4.3 veröffentlicht. Von den anderen Herstellern sollten Updates für ihre Mesh-Nodes in Kürze folgen.

Bei den Mesh-Kits ist das technisch nicht triviale Sahnehäubchen das Weiterleiten von Multicast-IPTV [5], denn die Settop-Box steht immer beim Fernseher, aber der auch mal fern vom Router. MC-IPTV heißt bei der Telekom Entertain, wird auch von anderen Providern angeboten und soll natürlich in beiden System-Betriebsarten (Router, AP) an allen Ports funktionieren.

Einige Kits bringen Webfilter mit, die Kinder vor schädlichen Seiten schützen sollen. Asus und TP-Link etwa setzen dafür auf den Dienstleister Trend Micro, der Webseitenaufrufe der Nutzer untersucht und gegebenenfalls blockiert. Hier wird das Surfverhalten protokolliert, ohne dass das System bei seiner Einrichtung unübersehbar darauf hinweist. Selbst wenn es drin steht: Außer Anwälten liest wahr-

scheinlich niemand die bei der Inbetriebnahme en passant abzunickenden AGB.

Bei den meisten Kits muss man beim Einrichten ein Cloud-Konto anlegen. Das kann auch nützlich werden: Darüber lässt sich beispielsweise von unterwegs eine daheim eingerichtete Online-Zeitbegrenzung aufheben – oder den Kids das Netz abdrehen, wenn sie es übertreiben.

Google möchte über die Cloud-Anbindung anonymisierte WLAN-Nutzungsstatistiken sammeln. Wer damit nicht einverstanden ist, kann das unterbinden. Andererseits helfen solche Daten aber bei der Weiterentwicklung des WLANs (siehe Seite 72).

Flottere Seitenwege

WLAN ist nicht immer das beste Medium zum Weiterleiten der Daten (Backbone):



Smartphone-Apps helfen beim Einrichten des Mesh-WLAN und liefern im Betrieb Statistiken etwa zur aktuellen Down- und Upload-Datenrate oder die Anzahl der mit den Nodes verbundenen Clients. So kann man erkennen, wo sich ein Flaschenhals bildet. Manche zeigen auch die aktuelle Netz-Topologie (Stern links, Kette rechts), die freilich wenig mit der tatsächlichen räumlichen Verteilung zu tun hat.



Bietet die App das Testen des Mesh-Netzes an, dann tun Sie das gelegentlich. Denn Funkbedingungen sind nie statisch. Schon das Versetzen eines Nodes ins andere Regalfach kann den Durchsatz deutlich ändern.

Wenn schon die Mesh-Nodes untereinander keine gute Funkverbindung haben, tröpfelt es auch bei den von ihnen versorgten Clients.

Dann kann Vernetzung über die Stromleitung (Powerline) der flottere Daten-Highway sein und die Powerline-basierten Kits von AVM und Devolo kommen zum Zug. Doch bei Powerline gilt wie beim WLAN: Man muss es ausprobieren, denn die heimischen Stromnetze sind so unterschiedlich wie die Wohnungen. Manchmal geht es sehr gut (200 MBit/s und mehr), manchmal sehr schlecht (weniger als

30 MBit/s). Wir haben für den Test im c't-Labor zum besseren Vergleich der Kits eine gute Verbindung nachgebildet.

Ferner untersuchten wir, ob die Mesh-Nodes auch mit einer Ethernet-Verbindung – vulgo LAN-Kabel zum Router – funktionieren. Gibt es solch einen Weg, dann sollte man ihn zum Entlasten des Funkspektrums unbedingt verwenden, weil das allen hilft.

Roaming-Helfer

Wenn das heimische WLAN aus mehreren Funkzellen besteht, werden Smartphone und Co. beim Streamen oder Skypen immer wieder mal die Basis wechseln müssen, wenn man sich im Haus bewegt (Roaming). Zwar können Access Points einen Client hart abwerfen, wenn dessen Signal zu schwach wird, was auf baldigen Verbindungsabbruch hindeutet. Besser sollte aber der Client entscheiden, ob und wann er wechselt. Dazu kann die Basis Hilfestellung leisten, indem sie Optionen anbietet.

Zur Roaming-Unterstützung enthält die WLAN-Norm drei Komponenten: 802.11k beschreibt Radio Resource Measurement (welche Basis ist auf welchem Kanal wie gut erreichbar?), 802.11v definiert den geordneten, durch den AP veranlassten Zellenwechsel und 802.11r beschleunigt den eigentlichen Roaming-Vorgang (siehe Seite 84).

Wenn Sie im Router-Menü einen Punkt namens Fast Roaming finden, ist damit noch lange nicht 802.11r gemeint. Netgear etwa nutzt eigene Algorithmen, um Clients auf andere Nodes zu verschieben (Client Steering). Aktiviert man hier Fast Roaming, dann geht das System lediglich aggressiver vor und wirft Clients früher raus. Devolo führt als erster Hersteller im Testfeld 802.11r mit der bald erscheinenden Firmware 1.55 ein.

Natürlich müssen auch die Clients möglichst viele der Roaming-Hilfen verstehen, um die AP-Angebote möglichst gut auszuwerten und zum richtigen Zeitpunkt das beste Roaming-Ziel wählen zu können. Bei neueren iOS-Geräten und Googles eigenen Smartphones ist die Chance hoch, doch die sonstige Android-Welt ist zu zersplittert. Deshalb sind Unterstärkung für 11k, 11v und 11r auf der Client-Seite längst noch nicht die Regel.

Maschmisch

Erstaunlich ist, wie unterschiedlich die Kit-Hersteller die standardisierten Roaming-Hilfen implementieren: Ubiquiti nutzt nichts davon, Devolo hingegen alles. Schon daraus lässt sich ableiten, dass das Mischen von Nodes verschiedener Marken unsinnig und gewiss auch unerwünscht ist. Die Hersteller werden auch kaum ihre WLAN-Verwaltungs-Apps auf fremde Nodes ausrichten oder gar mit diesen testen.

Zwar arbeitet die Herstellervereinigung Wifi Alliance an einer eigenen Mesh-Norm (Multi-AP Technical Specification), aber weder muss jeder Hersteller WFA-Mitglied sein noch diesen Standard umsetzen. Zudem kommen in der Spezifikation derzeit nur 11k und 11v vor. Das für Roaming mit minimalen Unterbrechungen wichtige 11r fehlt im Entwurf von Ende August 2017. Obendrein gibt es um die Spezifikation noch einige Streiterei unter den WFA-Mitgliedern.

Router-Funktionen

Für die Router-Funktionen bekommen die Mesh-Kits ein Zufriedenstellend, wenn grundlegender Zugang funktioniert (DHCP im WAN mit IPv6). Die Note verbessert sich, wenn die Geräte – optional mit einem externen Modem – auch am Telekom-VDSL laufen und nochmals, wenn

Durchsatz und Leistungsaufnahme						
System	Client 20 m 2,4 GHz (MBit/s) besser ►	Client 20 m 5 GHz (MBit/s) besser ►	Backbone 20 m (MBit/s) besser ►	Client 26 m 2,4 GHz besser ►	Client 26 m 5 GHz besser ►	Leistungsaufnahme (Watt) ¹ ◀ besser
Asus Lyra	135	128	248	120	95	20,8
AVM WLAN-System	117	134	240	122	90	15,8
AVM Powerline-System	117	134	178	72	103	23,5
Devolo dLAN 1200+ Wifi ac	69	92	195	84	105	17,5
Google Wifi	90	88	155	59	75	9,9
Linksys Velop	111	69	194	100	121	15,1
Netgear Orbi RBK43	103	176	315	92	160	18,8
TP-Link Deco M5	128	164	266	129	99	11,7
Ubiquiti Amplifi HD	77	117	– ²	63	54	13,5

¹ für 3er-System ² kein LAN-Port am Repeater-Node



Asus Lyra

Asus bietet sein Lyra-System auch als „Mini“-Variante ohne separates WLAN-Modul für den Backbone an. Weil man damit aber nur rund 60 Euro spart, ist die ausgewachsene Version meist die geschicktere Wahl. Vom Durchsatz her liegt Lyra ungefähr mit dem ähnlich ausgestatteten Velop-System gleichauf, doch der Energiebedarf darf gern noch sinken.

Die Verwaltung könnte einheitlicher sein: Zwar finden Admins wie bei herkömmlichen Asus-Routern ein umfassendes Browser-Menü, aber bei Lyra fehlen jegliche WLAN-Einstellungen. Anders als in der App kann man nicht mal den Funknetznamen ändern. Im AP-Modus vermissten wir beim WLAN noch die Multicast-Umsetzung (MC2UC): Entertain-IPTV war ungenießbar. Als Router funktionierte Lyra an unserem T-VDSL-Anschluss gar nicht.

- ↑ separater WLAN-Backbone
- ↓ magere Router-Funktionen
- ↓ Stromsäufer



AVM Fritz!Repeater 1750E

Wer bereits eine Mesh-fähige Fritzbox und passende Repeater hat, der braucht nur ein Firmware-Update anzustoßen und kann sich über eine einfachere, weil zentrale Netzverwaltung freuen. Das Koppeln von Router und Repeater klappt mit einem Druck auf die WPS-Taste an den Geräten. Taucht das Mesh-Symbol nicht gleich auf, wiederholt man den Vorgang.

Die neue Heimnetz-Übersicht listet nicht nur Fritz-Repeater und Powerline/WLAN-Adapter (siehe rechts) auf, sondern sogar Powerline-Adapter von anderen Herstellern (hier: Devolo), solange diese mit Qualcomm-Chips arbeiten. Der Durchsatz des 1750E ist schon gut. Sollte AVM künftig Routern und Repeatern zwecks Mesh-Optimierung ein drittes WLAN-Modul spendieren, müssen sich alle anderen warm anziehen.

- ↑ exzellenter Router
- ↑ flotter Backbone
- ↑ energieeffizient



AVM Fritz!Powerline 1260E

Die Powerline/WLAN-Adapter von AVM sind Allrounder: Ihr Backbone funktioniert gleichermaßen über das Stromnetz – hier mit einem Adapter 1220E als Bridge zum Router – wie über ein LAN-Kabel oder das WLAN. Man kann also fallweise das jeweils optimale Medium wählen. Experimentieren zahlt sich aus: In unserer Testsituation ließ sich der 5-GHz-Client-Durchsatz am 26-m-Punkt mit einem LAN-Kabel statt der Powerline-Verbindung noch mal ein Stückchen hochtreiben (+16 Prozent, 119 statt 103 MBit/s). Besonders deutlich wurde das bei mehreren parallelen TCP-Streams (+57 Prozent, 168 statt 107 MBit/s).

Schlauerweise tunnelt AVM das Gast-WLAN beim Powerline- und LAN-Backbone zum Router. So gibt es weder funktionale Einschränkungen noch IPv6-Löchlein. Auch mit Multicast-IPTV kamen die 1260E problemlos zurecht.

- ↑ exzellenter Router
- ↑ sehr flexibler Backbone
- ↓ teuer

Multicast-IPTV an allen Ports klappt. Hat das Kit aber weder ein Modem noch einen AP-Modus, senkt das die Beurteilung.

Zwar hat die Fritzbox 7580 als Kern der AVM-basierten Mesh-Kits sich so schon eine 1 verdient. Aber eigentlich müsste noch ein Sternchen dran. Denn in Sachen Einrichtung, Provider-Kompatibilität, Router-Funktionen und vor allem fortlaufender Produktpflege durch Firmware-Updates können die meisten Hersteller den Fritzboxen nur hinterhersehen und versuchen, ihnen Interessenten mit niedrigeren Preisen abzuja-gen.

Für die Mesh-Noten war entscheidend, ob der WLAN-Backbone über ein separates Funkmodul läuft und ob mindestens zwei der drei standardisierten

Roaming-Helfer (11k, 11v, 11r) geboten werden. Einen Abzug hätte es gegeben, wenn ein System das Verketteten von Nodes nicht unterstützt. Denn manchmal kann der zentrale Root-Node wegen baulicher Gegebenheiten nicht in der Mitte stehen (Sternvernetzung), sondern muss den Anfang einer Kette bilden.

WLAN-Performance

Was die Mesh-Kits funktechnisch können, überprüften wir wie üblich im Verlagskeller mit dem Benchmark-Tool iperf3. Diesmal kam als Client ein Notebook mit 2-Stream-WLAN zum Einsatz (Acer Aspire V3-372, 300 MBit/s brutto bei 2,4 GHz, 867 MBit/s auf 5 GHz). Es liefert als Vertreter seiner Klasse alltagsrelevantere Werte als das mit

3-Stream-WLAN zwar besser ausgestattete, aber seltene MacBook Pro.

Als erstes testeten wir, wie sich das Notebook mit dem Root-Node – also dem Router – auf beiden WLAN-Funkbändern versteht (Client-Durchsatz im Nahfeld und über 20 Meter durch Wände). Das gibt Aufschluss darüber, wie gut das WLAN in den Nodes des jeweiligen Kits technisch umgesetzt ist.

Diesmal waren die 2,4-GHz-Durchsätze höher als bei älteren Messungen, weil man bei den Kits das 2,4-GHz-Funkmodul nicht per Konfiguration auf den alltagsrelevanten schmalen 20-MHz-Funkkanal festnageln kann (max. 144 MBit/s brutto bei 2-Stream-MIMO). Weil im Keller keine anderen WLANs sichtbar sind,



Devolo dLAN 1200+ Wifi ac

Devolos Powerline/WLAN-Adapter sind die Exoten im Testfeld: Sie setzen einen Router voraus, der den Internetzugang herstellt. Deshalb kommen sie mit allem zurecht, was man ihnen abverlangt. Die Adapter errichten auf Wunsch ein eigenes Gast-WLAN. Dessen Passwort muss man aber per Browser ändern, denn im Test bekam es beim Aktivieren das gleiche wie das Stamm-WLAN.

Als bisher einzige Kandidaten bieten die Devolo-Geräte schon Fast-Roaming-Unterstützung (802.11r), was mit der Firmware-Version 1.55 in Kürze allgemein verfügbar wird und dann auch gegen KRACK gepatcht ist. Statt der Datenverbindung über die Stromleitung kann man auch ein LAN-Kabel als Backbone nutzen.

- ↑ 11r für Roaming
- ↑ durchgeführte Steckdose
- ↓ etwas klobig



Google Wifi

Die Google-Wifi-App demonstriert, dass der Internetkonzern das Thema Ergonomie verstanden hat: Beim Einrichten fotografiert man einfach einen QR-Code mit dem Smartphone ab statt das WLAN-Passwort abzutippen [6]. Das gibts zurzeit nur noch bei Netgear.

In Sachen Netzwerkfunktionalität schränkt Google Wifi ambitionierte Nutzer jedoch stark ein: Der IPv4-Adressbereich ist nicht änderbar, der Internetzugang über Deutsche-Telekom-VDSL (mit vorgeschaltetem Modem) funktioniert nicht, Multicast-IPTV-Forwarding ist unbekannt und einen AP-Modus mit mehreren Nodes gibt es noch nicht.

Auf der Haben-Seite verbucht Google Wifi neben der exzellenten App sehr schön gestaltete Nodes, sehr geringen Energiebedarf und trotz kompakter Bauweise noch guten Durchsatz.

- ↑ guter Durchsatz
- ↓ unflexibel als Router
- ↓ kein AP-Modus



Linksys Velop

Die schlanken Velop-Tower fallen weniger auf als die Orbi-Nodes, sind aber noch teurer bei etwas niedrigerem Durchsatz. Dafür läuft Velop an T-VDSL-Anschlüssen inklusive IPv6 und Multicast-IPTV. Leider gibts die Entertain-Streams nur im WLAN. Auch Gäste können Entertain gucken, aber im Gast-WLAN war das Multicast-Fernsehen mangels MC2UC ungenießbar [5].

Das Aufsetzen des Systems klappte mit der App nicht vollständig. Um die Zeiteinstellungen zu korrigieren, mussten wir den Browser bemühen. Dort kann man dann auch einfache Netzwerkdiagnostik betreiben (Ping, Traceroute) und im Linksys-typischen Menü Portweiterleitungen, DynDNS und anderes konfigurieren.

- ↑ separater WLAN-Backbone
- ↑ Roaming-Unterstützung
- ↓ teuer

schalten die meisten, aber nicht alle Nodes bei 2,4 GHz auf den leistungssteigernden 40-MHz-Betrieb hoch (max. 300 MBit/s).

Wie gut die Nodes miteinander kommunizieren, testeten wir über eine 20-Meter-Distanz durch Wände. Dabei hing das Notebook per Ethernet am Repeater-Node, um allein den Durchsatz über den WLAN-Backbone beziehungsweise den nachgebildeten Powerline-Backbone messen zu können. Dieser Wert ist für alle interessant, die ein Mesh-System auch als LAN-Kabel-Ersatz verwenden wollen.

Was die Reichweitungsausdehnung per Mesh leisten kann, zeigt schließlich die Messung am 26-m-Punkt. Ohne Repeater-Node hat das Notebook hier gar keinen WLAN-Kontakt zum Router. Wegen des uneinheitlichen 20/40-MHz-Verhaltens (siehe oben) führen wir die 2,4-GHz-Werte zwar auf, benoten aber nur das 5-GHz-Ergebnis.

Zufriedenstellender Client-Durchsatz über 26 Meter fängt für uns bei 25 MBit/s an, der Hälfte des maximalen Downstreams bei einem VDSL50-Anschluss. „Gut“ wird es ab 75 MBit/s und noch besser ab 125 MBit/s, weil dann

selbst bei einem VDSL100-Zugang noch Reserven für andere Dinge bleiben. Für den Backbone-Durchsatz setzen wir doppelt so hohe Schwellen an, denn der Verteiler muss ja den Traffic mehrerer Clients transportieren.

Zwei LAN-Ports an Nodes bedeuten nicht, dass dazwischen ein Switch sitzt: An den Geräten von Linksys und TP-Link maßen wir deutlich weniger als die zu erwartenden 930 bis 940 MBit/s TCP-Durchsatz. Offensichtlich läuft hier der lokale Ethernet-Verkehr über den internen Prozessor. Ein PC wird dann auf einen am selben Node angeschlossenen Netzwerkspei-



Netgear Orbi

Die vom Schreibtischnachbarn „Blumenvase“ getauften Orbi-Nodes sind wuchtig, aber auch mächtig: Das System zeigte im Test den höchsten Durchsatz, nuckelt dafür aber auch intensiv am Stromnetz. Die Orbi-App fragt nur die nötigsten Einstellungen ab, um online zu kommen. Netzwerkexperten müssen auf den Browser ausweichen, haben dort aber Zugriff auf viele Optionen.

WLAN-Gäste bekommen IPv6, wenn der Provider es liefert, aber damit auch ein kleines Schlupfloch: Ein mit dem Repeater-Node (Netgear nennt ihn Satellit) verbundener Gast konnte unerwünschterweise einen LAN-Host am Orbi-Router erreichen. Netgear arbeitet schon an der Ausbesserung.

- ↑ separater WLAN-Backbone
- ↑ flexibel als Router
- ↓ mäßig energieeffizient



TP-Link Deco M5

Im Router-Modus erzwingt Deco einen festen internen IPv4-Adressbereich, doch immerhin lassen sich Portfreigaben und DHCP-Adressreservierungen einrichten. Dass der Assistent vergisst, IPv6 zu aktivieren, ist ausnahmsweise gut. Denn standardmäßig ist im (W)LAN ein üblicherweise nicht abschaltbarer IPv6-DHCP-Server aktiv. So sind Clients sehr lange mit derselben IPv6-Adresse unterwegs und leicht wiedererkennbar.

Falls der alte Router IPv6 so beherrscht, wie Sie es brauchen, dann darf er weiterlaufen und Deco kommt im AP-Modus dahinter. Sicherheit ist beim Gastnetz optional: Deco aktiviert es ohne Passwort, das man tunlichst selbst setzt. Bei den Vorgaben für Internet-Ruhezeiten der Sprösslinge muss man sich wegen unvollständiger Lokalisierung mit AM/PM herumschlagen.

- ↑ flotter Backbone
- ↑ sparsam beim Strom
- ↓ läuft nicht an T-VDSL



Ubiquiti Amplifi HD

Der kompakte Router-Würfel sticht mit seinem Touchscreen für Statusanzeigen ins Auge, doch Zeit und Datum sind unvollständig lokalisiert. Mit Antippen wechselt man die Informationen: seit Monatsanfang aufgelaufenes Down/Upload-Volumen, IPv4-Adresse des Routers im WAN und LAN, Zahl der Clients, momentane Down/Upload-Datenrate und Port-Status.

Ein langes Tippen löst die WLAN-Kopplung für neue Clients aus, mehr Gesten versteht der Router nicht. Bei Portweiterleitungen muss man in der App umständlich die IP-Adresse des Ziels eintippen statt das Gerät einfach per Ausklapper zu wählen. Clever: Die Repeater-Nodes lassen sich mit einem magnetischen Kugelgelenk leicht für besseren Empfang ausrichten. Wer Nodes mit LAN-Ports braucht, kann auch einen Router nachkaufen und als Repeater konfigurieren.

- ↑ gute Router-Funktionen
- ↑ energieeffizient
- ↓ mäßiger WLAN-Durchsatz

cher (NAS) nicht ungebremst zugreifen können. Dafür stellt man sich besser einen günstigen Gigabit-Switch dazu.

Bei der Beurteilung der Energieeffizienz der Kits unterscheiden wir Systeme mit und ohne integriertem Modem. Ohne Modem ist für uns eine Leistungsaufnahme zwischen 15 und 20 Watt zufriedenstellend, was der Summenleistung eines herkömmlichen Systems entspricht (Dualband-WLAN-Router plus zwei Dualband-Repeater). Für ein mitgebrachtes Modem gab es 5 Watt „Nachlass“. Für einzelne Mesh-Nodes halten wir 4 bis 6 Watt für angemessen, also zufriedenstellend.

Machen Sie die Stromkosten indes nicht zu Ihrem Hauptkriterium: Systeme mit separatem Backbone – sei es Powerline oder ein drittes WLAN-Modul – ziehen zwar mehr Energie, aber sie leisten dafür auch mehr.

Tipps und Tricks

Richten Sie bei der Inbetriebnahme zuerst den Root-Node komplett so ein, wie Sie das Netz brauchen und koppeln Sie die Repeater-Nodes erst anschließend. Das vermeidet beispielsweise abgehangene Nodes, wenn man nachträglich ein Gastnetz anlegt.

Zum Koppeln benötigt man die App nicht, das klappt in der Regel über die Pairing-Tasten. Zwar bekommen die Nodes dann keinen sprechenden Namen wie „Wohnzimmer“ oder „Küche“, sondern erscheinen in der Übersicht mit ihren MAC-Adressen oder generischen Bezeichnungen. Doch das lässt sich nachträglich korrigieren.

Versuchen Sie nicht krampfhaft, möglichst viel Wohnfläche mit möglichst wenigen Mesh-Nodes abzudecken: Wenn die WLAN-Verbindung zwischen den Nodes zu schwach wird, leidet zwangsweise der Client-Durchsatz am Ende der Kette. Kau-

fen Sie lieber einen zusätzlichen Node und rücken Sie alle etwas näher zusammen.

Fazit

Welches das richtige Mesh-Kit für Sie ist, hängt von Ihren Präferenzen ab: Steht Performance über allem, dann besetzt Netgears Orbi in diesem Test sowohl beim Backbone-Durchsatz (LAN-Ersatz) als auch beim Client-Durchsatz über Distanz den Spitzenplatz. Dichtauf folgen die anderen Kits mit separatem WLAN-Backbone (Asus Lyra, Linksys Velop).

Wollen Sie „einfach nur Internet“, dann locken Google Wifi mit besonders eingängigem Setup und gefälligem Design sowie TP-Link mit dem niedrigsten Preis. Ubiquitis Amplifi HD fällt im Vergleich bei der Performance etwas ab.

Falls Sie bereits eine Fritzbox nebst Repeatern besitzen, die Mesh-fähig sind, kostet die neue Technik nur etwas Zeit fürs Firmware-Upgrade. Bekommt die alte Box kein Mesh-Update, dann sollten Sie den Umstieg zu einem anderen Anbieter gründlich erwägen: So flexibel und gut ausgestattet wie die Fritzbox war im Test kein anderer Router. AVMs Powerline/WLAN-Adapter können die Fritz-WLAN-Repeater dort ergänzen, wo es zwar gute Datenverbindungen über die Stromleitung, aber nur schwache per Funk gibt.

Devolos Powerline/WLAN-Adapter bieten sich als Mesh-Ergänzung für alle an, die ihren Router weiterbenutzen wollen oder müssen, aber trotzdem modernes WLAN möchten.

Bei den meisten Kits fanden wir den einen oder anderen Stolperstein, sei es eine unvollständige IPv6-Umsetzung oder nicht an allen Ports funktionierendes Multicast-Streaming. Solche Macken lassen sich per Firmware-Update ausbügeln, doch zu der müssen sich die Hersteller auch aufrufen. (ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Spiro Trikaliotis, Guido Hiertz, Maschenfunk, Gemeinsamkeiten und Unterschiede von WLAN und Mesh-Netzen, c't 2/2006, S. 198, auch online: <https://ct.de/-1899930>
- [2] Ernst Ahlers, Router-Kaskaden, Lokale Netze mit mehreren Routern trennen, <https://ct.de/-1825801>
- [3] Ernst Ahlers, IPv6-Kette, Dienstfreigaben, Routerkaskaden und Subnetting mit IPv6, c't 3/2014, S. 168
- [4] Ernst Ahlers, IPv6-Kupplungen, Router für IPv6 im Praxistest, c't 10/2016, S. 134
- [5] Ernst Ahlers, Schlaudere Zustellung, Probleme bei Multicast im (W)LAN finden und beheben, c't 14/2014, S. 76
- [6] Ernst Ahlers, Google Wifi im Test: Bedienung klasse, Durchsatz ok, <https://ct.de/-375513>



Mesh-WLAN-Systeme – Technische Daten und Testergebnisse

Hersteller/Marke	Asus	AVM
Bezeichnung/Typennummer	Lyra	Fritz!WLAN Repeater 1750E ³
getestete Firmware-Version	3.0.0.4.382_11272	6.91
Quelltexte verfügbar	–	auf Anfrage
Anschlüsse		
LAN / USB (am Node)	2 / –	1 / –
Bedienelemente	Pairing, Reset	Pairing (WPS)
Statusanzeigen / abschaltbar	1 / ✓	3 + 1 / ✓
Konfiguration		
per App / Browser	✓ / ✓	– / ✓
HTTPS / Telnet / SSH	– / ✓ / ✓	✓ / – / –
Oberfläche auch deutsch / brauchbare Online-Hilfe / Assistent	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓
Assistent lässt aus	IPv6, Sommerzeit	–
Funktionen		
System-Modus Router / Access Point	✓ / ✓	✓ / –
Backbone-Medien: WLAN / LAN / Powerline	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
WAN-Betriebsarten (außer DHCP, Static IP, PPPoE) / IPv6	PPTP, L2TP / ✓	– / ✓
T-VDSL / mit IPv6 / mit Entertain-TV ¹	– / – / –	✓ / ✓ / ✓
IPv6-Präfix-Delegation kommand / gehend	✓ / –	✓ / ✓
IPv6-Portfreigaben	(✓) ²	✓
MC-IPTV im Router-Modus am Root-LAN / -WLAN / Node-LAN / -WLAN	– / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓
MC-IPTV im AP-Modus am Root-LAN / -WLAN / Node-LAN / -WLAN	✓ / – / ✓ / –	kein AP-Modus nötig
Fernüberwachung: Syslog / E-Mail	✓ / –	– / ✓
NTP-Server frei einstellbar / Sommerzeit korrekt	✓ / ✓	✓ / ✓
Kindersicherung: Webfilter (Dienstleister) / Online-Zeitbeschränkung	✓ (Trend Micro) / ✓	✓ (BjM-Liste) / ✓
Besonderes	OpenVPN (Server+Client), Adaptive QoS, Traffic Analyzer	QoS, Telefonie, NAS-Server, Mediaserver
WLAN		
IEEE-802.11-Versionen (Nodes)	n-300 + ac-867	n-450 + ac-1300
Separater Backbone / nutzt alle 5-GHz-Kanäle	✓ (ac-867) / ✓	– / ✓
Chipset (alle Qualcomm)	IPQ4019 + QCA9886	k. A.
maximale Anzahl Nodes / Clients	5 / k. A.	keine harte Grenze
Node kann AP-Modus / Node-Kette	✓ / ✓	✓ / ✓
Gastnetz / IPv6 im Gastnetz	✓ / ✓	✓ / ✓
Airtime Fairness / Band Steering	k. A. / k. A.	– / ✓
Roaming-Unterstützung: 802.11k / v / r	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Durchsatz und Leistungsaufnahme		
Router: NAT-Performance IP-IP / PPPoE (Downstream)	941 / 499 MBit/s	942 / 662 MBit/s
Client-Durchsatz am Root-Node 2,4 GHz nah / 20 m	180 / 105–135 MBit/s	176 / 76–117 MBit/s
Client-Durchsatz am Root-Node 5 GHz nah / 20 m	250 / 53–128 MBit/s	307 / 96–134 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	165–248 MBit/s	232–240 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz	120 / 95 MBit/s	122 / 90 MBit/s
Switching-Leistung über Node-LAN-Ports	936 / 940 MBit/s	–
Leistungsaufnahme Root / Node / 3er-System	7,2 / 6,8 / 20,8 Watt	9,4 / 3,2 / 15,8 Watt ³
jährliche Stromkosten 3er-System (Dauerbetrieb, 30 ct/kWh)	55 €	42 € ³
Straßenpreis 3er-System	400 €	390 € ³
Bewertung		
Router-Funktionen	○	⊕⊕
Mesh-Funktionen	⊕⊕	○
Backbone-Durchsatz	⊕⊕	⊕
Client-Durchsatz 26 m/5 GHz	⊕	⊕
Energieeffizienz 3er-System	⊖	⊕
Energieeffizienz Nodes	⊖	⊕⊕
¹ an BNG-Anschlüssen ² funktionieren nur an Anschlüssen mit festem IPv6-Präfix ³ System aus Fritzbox 7580 und zwei Repeatern 1750E ⁴ System aus Fritzbox 7580, Powerline-Adapter 1220E und zwei Powerline-APs 1260E		
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht		

	AVM	Develo	Google	Linksys	Netgear	TP-Link	Ubiquiti
	Fritz!Powerline 1260E ⁴	dLAN 1200+ Wifi ac	Wifi	Velop	Orbi RBK43	Deco M5	Amplifi HD
	6.91	1.5.5 Beta	9460.40.8	1.1.2.183316	2.0.0.56	1.1.5	2.4.0
	auf Anfrage	—	—	—	✓ ⁶	✓	—
	1 / —	2 / —	2 / —	2 / —	4 / —	2 / —	— / — ⁸
	Pairing (Connect)	Pairing, WPS, Reset	Reset	Ein/Aus, Reset	Ein/Aus, Reset, Sync	Reset	Reset, Touchscreen
	3 / ✓	2 / ✓	1 / ✓	1 / —	2 / —	1 / ✓	5 / ✓
	— / ✓	— / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓
	✓ / — / —	— / — / —	— / — / —	✓ / — / —	✓ / — / —	— / — / —	— / — / —
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / — / ✓	✓ / ✓ / ✓
	—	—	IPv6	Zeiteinstellungen	IPv6, Sommerzeit	IPv6	IPv6
	✓ / —	— / ✓	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / ✓ / ✓	— / ✓ / ✓	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / i.V. / —	✓ / ✓ / —	✓ / — / —
	— / ✓	n. a.	— / ✓	PPTP, L2TP, Bridge / ✓	PPTP, L2TP / ✓	— / ✓	— / ✓
	✓ / ✓ / ✓	n. a.	— / — / —	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / — ⁷	— / — / —	✓ / ✓ / —
	✓ / ✓	n. a.	✓ / —	✓ / —	✓ / —	✓ / —	✓ / —
	✓	n. a.	—	—	—	—	—
	✓ / ✓ / ✓ / ✓	n. a.	— / — / — / —	— / ✓ / — / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / — / ✓
	kein AP-Modus nötig	✓ / ✓ / ✓ / ✓	kein AP-Modus	— / ✓ / — / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / — / ✓
	— / ✓	n. a.	— / —	— / —	— / ✓	— / —	— / —
	✓ / ✓	✓ / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓
	✓ (BjM-Liste) / ✓	— / ✓	— / ✓	✓ / ✓	✓ (OpenDNS) / ✓	✓ (Trend Micro) / ✓	— / ✓
	QoS, Telefonie, NAS-Server, Mediaserver	—	QoS	QoS	QoS, OpenVPN-Server	QoS	QoS
	n-300 + ac-867	n-300 + ac-867	n-300 + ac-867	n-300 + ac-867	n-300 + ac-867	n-300 + ac-867	n-450 + ac-1300
	✓ (PL1200) / ✓	✓ / ✓	— / —	✓ (ac-867) / ✓	✓ (ac-867) / —	— / —	— / —
	k. A.	AR9344 + QCA 9882	IPQ4019	IPQ4019 + QCA9886	IPQ4019 + QCA9886	IPQ4019	QCA9563+QCA9880
	keine harte Grenze	8 / 50	k. A. / k. A.	k. A. / k. A.	keine harte Grenze	10 / 64	10 (empfohlen) / k. A.
	✓ / n. a.	✓ / n. a.	✓ / ✓	✓ / ✓	i.V. / ✓	✓ / ✓	— / ✓
	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓
	— / ✓	✓ / ✓	k. A. / ✓	k. A. / k. A.	i.V. / ✓	— / ✓	k. A. / ✓
	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓	— / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	— / — / —
	942 / 662 MBit/s	n. a.	941 / 512 MBit/s	941 / 547 MBit/s	941 / 509 MBit/s	941 / 518 MBit/s	574 / 482 MBit/s
	176 / 76–117 MBit/s	100 / 43–69 MBit/s	100 / 55–90 MBit/s	173 / 55–111 MBit/s	181 / 79–103 MBit/s	170 / 85–128 MBit/s	101 / 61–77 MBit/s
	307 / 96–134 MBit/s	182 / 46–92 MBit/s	336 / 54–88 MBit/s	300 / 53–69 MBit/s	266 / 109–176 MBit/s	261 / 60–164 MBit/s	247 / 57–117 MBit/s
	178 MBit/s ⁵	195 MBit/s ⁵	108–155 MBit/s	170–194 MBit/s	257–315 MBit/s	194–266 MBit/s	— (kein LAN am Node)
	72 / 103 MBit/s	84 / 105 MBit/s	59 / 75 MBit/s	100 / 121 MBit/s	92 / 160 MBit/s	129 / 99 MBit/s	63 / 54 MBit/s
	—	941 / 933 MBit/s	939 / 925 MBit/s	673 / 565 MBit/s	941 / 937 MBit/s	766 / 820 MBit/s	—
	9,4+2,9 / 5,6 / 23,5 Watt ⁴	6,1 / 5,7 / 17,5 Watt	3,5 / 3,2 / 9,9 Watt	5,3 / 4,9 / 15,1 Watt	6,4 / 6,2 / 18,8 Watt	4,1 / 3,8 / 11,7 Watt	6,1 / 3,7 / 13,5 Watt
	62 € ⁴	46 €	26 €	40 €	49 €	31 €	36 €
	513 € ⁴	348 €	360 €	486 €	400 €	242 €	321 €
	⊕⊕	(kein Router-Modem)	⊖	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕	○
	(⊕ ⁵)	(⊕ ⁵)	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	(kein LAN am Node)
	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○
	○	○	⊕	⊕	○	⊕	⊕
	○	○	⊕⊕	○	○	⊕	⊕
⁵ gute PLC-Verbindung in Wohnung nachgebildet ⁶ ältere Version ⁷ mit Beta-Firmware 2.0.1.2, MC-IPTV noch nicht stabil ⁸ 5 GE-LAN-Ports und 1 USB-2-Port am Router							
✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe n. a. nicht anwendbar i.V. in Vorbereitung							



WLAN-Wanderung

IEEE-Erweiterungen für besseres WLAN-Roaming

Auch Heim-Netze sind der Evolution unterworfen. Bis vor Kurzem musste noch der einzelne WLAN-Router reichen, um die Wohnung mit drahtlosem Netzwerk zu versorgen. Schaffte der das nicht bis in die letzte Ecke, lebte man entweder damit, experimentierte mit anderen Antennen oder stellte einen Repeater auf. Mesh-WLANs machen das viel besser – bringen aber eigene Probleme mit.

Von Dr. Alfred Arnold

Seit einigen Monaten tauchen vermehrt WLAN-Systeme auf dem Markt auf, die mit Mesh-Techniken eine einfache Abdeckung auch größerer oder verwinklelter Räume versprechen – einfach aufstellen, vielleicht noch ein Knöpfchen zum Paaren der Geräte drü-

cken und der Rest konfiguriert sich wie von selbst (siehe Test ab Seite 76).

Das klingt sehr schön, aber jede Komponente dieser Verteilsysteme stellt eine Basisstation dar. Und so holt man sich mit Mesh ein Problem ins Haus, mit dem sich bisher nur Admins in Firmen-WLANs mit vielen Basisstationen herumschlagen: Wie flüssig wechseln – roamen – die Clients zwischen den APs?

Denn obwohl WLAN im IEEE-Standard 802.11 ursprünglich zur Anbindung mobiler Terminals spezifiziert wurde, hielten sich die Autoren sehr bedeckt zu dem Thema, wie Clients eine geeignete Basisstation finden. Deshalb ist WLAN-Roaming knifflig.

Klar ist, was bei einer Erstanmeldung an einen Access Point passiert (AP): APs strahlen ihr „Leuchtfeuer“ aus (Beacon) oder antworten auf Broadcast-Anfragen nach dem Netzwerknamen (SSID). Dann wählt ein WLAN-Client klassisch den AP aus, dessen Signal er am besten (stärksten) empfängt – so weit, so gut.

Clients sind aber mobil und das Signal des AP wird schwächer, wenn sich der Client von ihm entfernt. Mit zunehmender Entfernung verschlechtert sich der Signal-Rauschabstand und das Signal lässt sich immer schlechter lesen, sodass Pakete verloren gehen und irgendwann reißt die Verbindung ab. Dann stockt die Datenübertragung – denn selbst wenn ein geeigneter AP in Reichweite ist, dauern die Suche und die Anmeldung mehrere Sekunden.

Ein Client sollte deshalb handeln, bevor die Verbindung abreißt – ein anderer, besser empfangbarer AP muss rechtzeitig gefunden werden.

Dafür macht der Client üblicherweise regelmäßige „Background-Scans“: Während der Verbindung zum aktuellen AP wechselt er immer wieder kurz auf einen anderen Funkkanal und prüft, ob dort ein anderer AP eine bessere Verbindung anbietet. Der Wechsel zum neuen AP kann dann erfolgen, bevor die Verbindung zum alten zu schlecht wird. Die Unterbrechung durch einen solchen gezielten Wechsel

können Hersteller wie Apple und Google deutlich unter eine Sekunde drücken.

Aber die Entwickler von Clients stehen vor einem Dilemma: Wie häufig sollen Scans gemacht werden? Der Client hat nur einen Sendeempfänger, der nicht auf zwei Kanälen gleichzeitig arbeiten kann. Scannt der Client zu selten, wird der neue AP nicht rechtzeitig gefunden. Scannt er zu oft, spürt der Nutzer schlechteren Datendurchsatz oder Unterbrechungen.

Dass WLAN sich trotzdem durchgesetzt hat, liegt daran, dass man von diesem Problem beim Surfen kaum etwas merkt: Die meiste Zeit liest man die heruntergeladene Seite und braucht das WLAN-Funkmodul nicht – dann bleibt genügend Zeit für unauffällige Background-Scans. Und wenn das doch einmal mit der Vordergrund-Aktivität kollidieren sollte, liefert der TCP/IP-Stack des Senders ein unquittiertes Paket einfach neu. Die Seite braucht so vielleicht ein oder zwei Sekunden länger zum Laden, aber danach geht es flüssig weiter.

Dieses Kaschieren funktioniert aber nicht bei Anwendungen, die auf einen kontinuierlichen Datenstrom angewiesen sind. Der Empfang von YouTube-Videos ist in dieser Hinsicht gutmütig, die Videos werden über HTTP(S) und damit über TCP übertragen. Dabei schöpft der Player eingehende Pakete von einem Empfangspuffer und dieser federt auch längere Unterbrechungen ab. Gleiches gilt für Streaming-Clients.

Bei VoIP geht das aber nicht. Man möchte den Gesprächspartner möglichst unverzüglich hören und große Puffer verhindern das, weil sie ja die Latenz erhöhen. Deshalb hat auch die Sendewiedergabe keinen Sinn – wenn der Wiedergabezeitpunkt für ein Sprachpaket verstrichen ist, hat es keinen Wert mehr. Wiedergabeunterbrechungen von über 100 Millisekunden machen sich als störende Knackser und Aussetzer bemerkbar. VoIP-Pakete werden deshalb per UDP übertragen, das keine Fehlerkorrektur aufweist. VoIP über WLAN war daher eine der ersten Motivationen für die IEEE, die Roaming-Schwächen durch Erweiterungen anzugehen.

Weniger als 100 Millisekunden

Roaming in weniger als 100 Millisekunden ist ein ambitioniertes Ziel. Dazu muss man sich anschauen, was alles passiert, wenn ein Client roamt.

In einem üblichen WLAN ist es für einen Client mit erheblichem Aufwand verbunden, im Betrieb herauszufinden, zu welchen APs er wechseln könnte. Mit der IEEE-Erweiterung 802.11k kann das Netz selbst, also der aktuelle AP, dem Client mitteilen, welche Basen auf welchen Kanälen arbeiten.

In einem Firmen-Netz, in dem alle APs von einem zentralen Controller gemanagt werden, ist diese Information ohnehin vorhanden, und in den aufkommenden Mesh-Produkten von Netgear oder Google sorgt das im Hintergrund laufende Protokoll zur (Selbst-)Organisation der Komponenten dafür.

Mit den in 802.11k spezifizierten Beacon Reports weiß ein Client zwar noch nicht, welcher andere AP an der aktuellen Position am besten empfangbar ist, aber er kann zielgerichtet scannen. In vielen Firmennetzen ist es nämlich üblich, von den bei 2,4 GHz verfügbaren elf bis dreizehn Kanälen nur drei nichtüberlappende zu verwenden – mit den 11k-Informationen kann er sich die Suche auf den restlichen Kanälen sparen.

Noch deutlicher hilft 11k im 5-GHz-Band mit 19 Kanälen, wo ein Client zunächst sicherstellen muss, dass der Kanal nicht von einem Radar benutzt wird. Im einfachsten Fall hört er dazu passiv auf das Beaconsing von APs. Solche Pakete kommen aber nur alle 100 Millisekunden, und die 5-GHz-Kanäle auf diese Weise zu durchsuchen ist zeitaufwendig. Aber wenn ein Client mittels 11k-Infos von vornherein weiß, dass ein AP auf einem Kanal aktiv ist,

ist der Kanal implizit auch Radar-frei (das hat der AP schon geprüft). Dann kann der Client schnell und aktiv mit Probe Requests auf dem betreffenden Kanal scannen.

Doch obwohl 802.11k bereits vor Jahren spezifiziert wurde, ist es wenig verbreitet. Aktuelle Android- und iOS-Geräte bringen es wenigstens in der grundlegenden Form mit. 11k spezifiziert aber auch eine Option, mittels der ein AP einen Client anweisen kann, Kanäle zu scannen und die gefundenen APs zu melden, sodass andere Clients davon profitieren. Doch diese Option ist noch seltener implementiert.

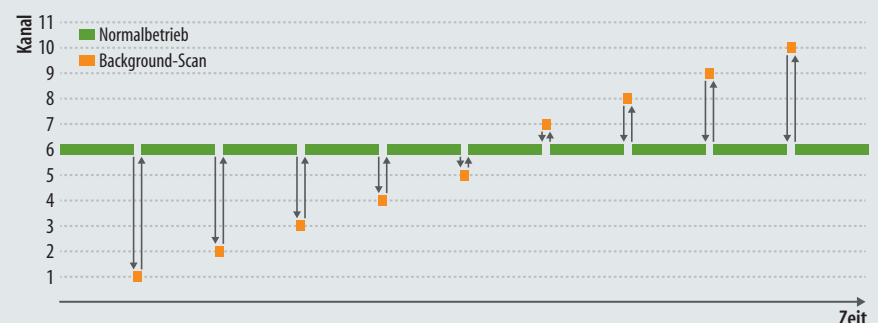
Fast Roaming

Ähnlich schleppend ist die Umsetzung der 802.11r-Spezifikation. 802.11r beschleunigt das Handover von einem AP zum nächsten. Daher wird sie auch „Fast Roaming“ genannt. Über die Jahre ist die Anmeldeprozedur, die Client und AP vollziehen müssen, bis endlich Nutzdaten fließen, immer länger geworden. Beim ursprünglichen 802.11-Standard mit statischer WEP-Verschlüsselung genügten dafür vier Pakete.

WEP erwies sich aber schnell als unsicher und wurde durch WPA ersetzt, bei dem Client und AP im zusätzlichen „Key Handshake“ einen für jede Sitzung einmaligen Schlüssel aushandeln (z. B. AES). Dieser Handshake schlägt mit vier bis sechs Paketen zu Buche, und wenn wie in Firmennetzen üblich anstelle einer einfachen Passphrase eine Authentisierung nach 802.1X und RADIUS ins Spiel kommen, kann die Anmeldezeit leicht bis in

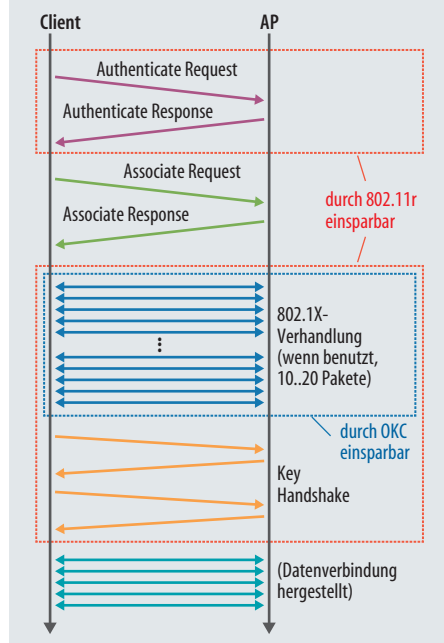
Background-Scanning

WLAN-Clients haben nur einen Sendeempfänger an Bord, sodass sie während des Normalbetriebs immer mal wieder auf einen anderen Kanal springen müssen, um nach geeigneten APs für ein Roaming zu suchen. Dadurch unterbrechen sie die aktuelle Verbindung kurz und sind dann vorbereitet für den Fall, dass das Signal des aktuellen AP zu schlecht wird. Aber Sprungmuster und Menge der geprüften Kanäle variieren von Client zu Client, weil die Spezifikation nichts dazu sagt.



WLAN-Anmeldung

Wegen WPA und 802.1X-Verhandlung müssen WLAN-Client und AP diverse Pakete austauschen, bis die Verbindung aufgebaut ist und Nutzdaten fließen. Das ist für zeitkritische Anwendungen wie VoIP unzumutbar. OKC und 802.11r kürzen die Paketanzahl beim Roaming. 802.11r tut das auch, wenn man WPA mit Passphrase benutzt und kann die Paketanzahl im Idealfall auf nur zwei drücken.



den Sekundenbereich wachsen. So eine Unterbrechung ist für VoIP indiskutabel. Relativ früh hatte man daher überlegt, wie man wenigstens die 802.1X-Verhandlung abkürzen kann.

Mit dem verbreiteten Opportunistic Key Caching (OKC) nutzt ein Client die in 802.11 definierte Möglichkeit, das aus der 802.1X-Verhandlung gewonnene Master Secret wiederzuverwenden, wenn er zu einem bekannten AP zurückkehrt. So wird die 802.1X-Phase übersprungen und für die Anmeldung mit Passphrase und Key Handshake fallen nur acht bis zehn Pakete an – diese Unterbrechung spürt man, aber sie ist meist verschmerzbar.

Bei OKC geht man davon aus, dass alle APs zentral von einem WLAN-Switch oder -Controller gesteuert werden, der die eigentliche Authentisierungsinstanz ist. Ein Client führt die 1X-Verhandlung also mit dem Controller. Deshalb versucht ein

OKC-fähiger Client beim Roaming zu einem unbekannten AP einfach auf Verdacht, das mit dem alten AP ausgehandelte Master Secret wieder zu verwenden.

OKC hat es in dieser Form nie in die 802.11-Spezifikationen geschafft. Dafür erschien die Methode zu hemdsärmelig. 802.11r geht wesentlich weiter. Es will nämlich auch den Key Handshake verkürzen. Es setzt wie OKC eine zentrale Instanz voraus, die den Master Key hält und nach einer initialen (langen) Anmeldung weitere 802.1X-Verhandlungen erspart.

Der Clou bei 802.11r ist die Fast Transition: Mit dem Master Secret leiten Client und AP den Sitzungsschlüssel schon während der Anmeldung ab. Der Key Handshake entfällt, seine Funktion wird mit der restlichen Anmeldung verschmolzen und es sind wie im ursprünglichen Standard wieder nur vier Pakete erforderlich.

Mit der Option „over the DS transition“ darf ein Client die erste Hälfte sogar im Voraus über die noch bestehende Verbindung mit dem alten AP schicken. Der Wechsel auf einen neuen AP reduziert sich dann auf das Umschalten auf dessen Kanal sowie auf nur zwei Pakete. Das dauert deutlich unter 50 Millisekunden und wird bei einer VoIP-Verbindung nicht mehr als Unterbrechung wahrgenommen.

Jedoch ist 802.11r noch wenig verbreitet. Apple-Clients haben es seit einigen iOS-Versionen. Microsoft/Intel-Clients beschränken sich jedoch üblicherweise auf OKC. Bei Android ist die Lage aufgrund der vielen Android-Versionen und Hardware-Varianten traditionell uneinheitlich. Immerhin forciert die WiFi-Alliance 11r in letzter Zeit über ihr Zertifizierungsprogramm. Viele WLAN-Switching-Systeme für Firmennetze bieten sowohl 11r als auch OKC an, um möglichst viele Clients abzudecken. Die kürzlich hochgekochte Angriffsmethode namens KRACK nutzt indes auch Lücken in 11r. Mehr dazu lesen Sie ab Seite 16.

Heim ohne Zentrale

Für Heimanwendungen stellt sich die Frage, wo denn die von 11r und OKC vorausgesetzte zentrale Instanz steht, die die Schlüssel verwaltet. In einem Mesh sind nämlich alle APs gleichberechtigt und es gibt keinen Master. Mit etwas Fantasie kann man sich ein verteiltes Protokoll vorstellen, über das sich APs über angemeldete Clients und ihren Status austauschen. Der 802.11-Standard sieht so etwas aber nicht vor. Man könnte immerhin et-

was konstruieren, das aus Sicht eines Clients wie eine zentrale Instanz aussieht.

Ein letztes großes Problem beim Roaming: Die Entscheidung, wann ein Client zu welchem AP wechselt, liegt beim Client. Mechanismen wie in Mobilfunknetzen, wo eine Basisstation ein Handy zum Zellwechsel anweisen kann, fehlen.

Demensprechend breit und schlecht dokumentiert ist auch die Palette an Strategien und Kriterien, nach denen Clients über das Roaming entscheiden. Gefürchtet sind die Sticky Clients, die erst wechseln, wenn die Verbindung abreißt oder unbrauchbar schlecht ist. Daher haben viele WLAN-Hersteller Methoden entwickelt, um einen Client zu einem AP-Wechsel zu bewegen (Client Steering). Ein Kriterium ist natürlich die Signalstärke, mit der ein Client von einzelnen APs gesehen wird. Genauso wichtig kann aber auch die Auslastung der Funkzellen sein – eine schwächere Verbindung kann die bessere sein, wenn deren AP viel weniger ausgelastet ist und dem Client mehr Bandbreite bietet.

Die knifflige Frage bei bisherigen Steering-Methoden ist: Wie sagt man dem Client, dass er wechseln soll? Den Client hart aus der Funkzelle zu werfen und zu hoffen, dass er eine bessere findet, ist bei Firmen-APs verbreitet, kann aber für Unterbrechungen sorgen, je nachdem wie ein Client auf den Rauswurf reagiert. Die Hersteller sind deshalb gezwungen, ihre Strategien an möglichst vielen Clients zu testen, und sie so zu optimieren, dass sie mit den am weitesten verbreiteten funktioniert. Aber selbst wenn der AP-Hersteller eine gute Methode ermittelt hat – Firmware-Updates können das Client-Verhalten komplett ändern. So ist für das Steering ein enormer Aufwand erforderlich.

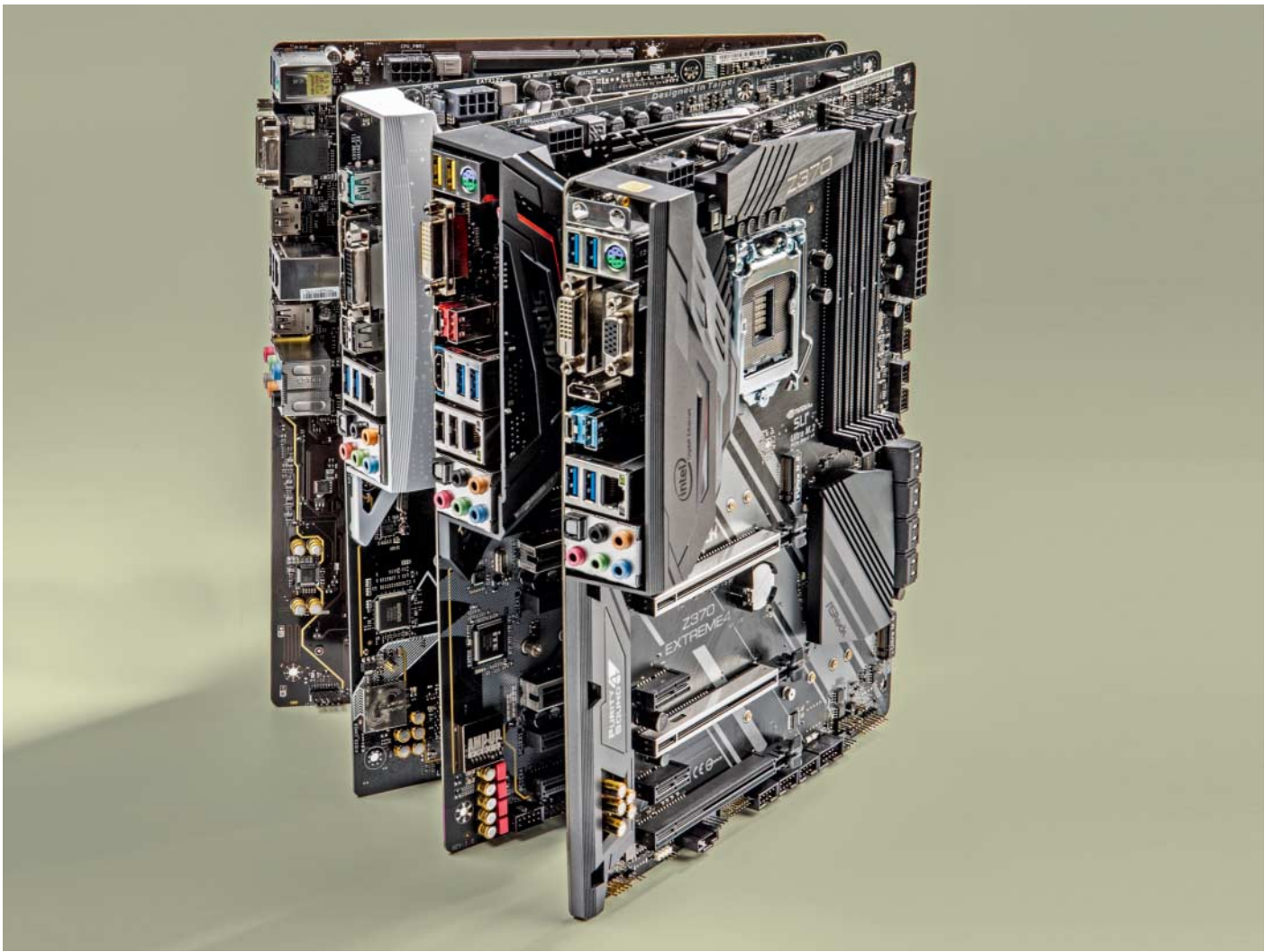
Gezielter Rauswurf

Das ändert sich mit der Erweiterung 802.11v allmählich. Diese sieht einen geordneten Rauswurf vor, inklusive Informationen an den Client, wohin er wechseln soll. Mesh-Systeme machen zunehmend Gebrauch davon (siehe S. 76).

Die Strategien, nach denen ein WLAN-System die Clients auf die APs verteilt, sind bei 802.11v aber außen vor – das entscheidet jeder Hersteller nach wie vor selbst. Auch mit dieser Erweiterung kann es also große Unterschiede in der Effizienz geben. Das Thema Roaming bleibt bei WLANs also spannend, sowohl für die Nutzer als auch für die Hersteller.

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

Anzeige



Vier zum Kaffee

Mainboards mit Z370-Chipsatz für Coffee-Lake-CPU's

Intels Prozessoren der i-8000-Generation benötigen neue Hauptplatinen, die bislang noch vergleichsweise teuer sind. Auf den neuen LGA1151-Mainboards sitzt ein alter Chipsatz mit neuem Namen.

Von Benjamin Kraft

Man merkt, dass Intel die Konkurrenz durch AMD ernst nimmt. Hatte man sich bei den CPUs der i-7000-Familie [1] (alias Kaby Lake) noch mit höheren Taktraten und leicht verbesserten Video-Fähigkeiten begnügt, bekommen Käufer

in der neuen Coffee-Lake-Familie zwei Kerne mehr fürs gleiche Geld beziehungsweise gegen einen geringen Aufpreis. So ist aus dem Core i3 ein echter Vierkern-Prozessor geworden, wenngleich auch ohne Hyper-Threading sowie Turbo Boost. Über letzteren verfügt erst der Core i5, der nun sechs CPU-Kerne enthält. Beim i7 kommen ein größerer L3-Cache sowie Hyper-Threading und höhere Taktraten hinzu. Darüber hinaus beschränken sich die Änderungen auf Details.

Die neuen CPUs erfordern neue Mainboards, die es bislang nur mit dem Chipsatz Z370 gibt. Vier solcher Bretter zu Preisen zwischen 100 und 180 Euro haben wir getestet. Günstiger als das MSI Z370-A Pro ist derzeit kein anderes Cof-

fee-Lake-Mainboard. Das Asrock Z370 Extreme4 liegt mit 160 Euro bereits im preislichen Mittelfeld, wo sich die meisten Boards tummeln. Das Asus Prime Z370-A und das Gigabyte Z370 Aorus Ultra Gaming markieren mit 170 respektive 180 Euro zwar das obere Ende des Preisspektrums im Testfeld, aber nicht im Markt – dort reicht die Spanne bis über 400 Euro.

Die Grundausstattung ist bei allen Kandidaten ähnlich: Sie bringen außer einem PEG-Slot mindestens vier DIMM-Slots, einen M.2-Steckplatz für NVMe-SSDs, sechs SATA-6G-Anschlüsse und sechs USB-Ports an der Anschlussblende mit. Außerdem steuern sie Monitore über zwei oder mehr digitale Ausgänge an, wobei man verschiedene Kombinationen aus

DisplayPort, DVI und HDMI antrifft. Gigabit Ethernet haben ebenfalls alle an Board.

Vieles gleich, etwas anders

Einerseits traut man Intel ohne Weiteres zu, dass die neuen Prozessoren schon fertig in den Schubladen schlummerten und nur auf ihren Einsatz warteten. Andererseits wirkte die Vorstellung ähnlich wie beim X299-Chipsatz und den zugehörigen CPUs auch überhastet [2]. Für Verwirrung und Verärgerung sorgte beispielsweise, dass die neuen Coffee-Lake-Chips zwar dieselbe Prozessorfassung LGA1151 wie ihre Vorgänger nutzen und sich deshalb in Mainboards der Z100- oder Z200-Serie stecken lassen, darin aber nicht funktionieren.

Intel musste angeblich die Pin-Belegung der Prozessoren anpassen, um der höheren Leistungsaufnahme der zwei zusätzlichen Kerne Rechnung zu tragen. Durch klarere Kommunikation und eine neue Sockelbezeichnung wie LGA1151v2 hätte Intel viel Unmut vermieden.

Auch dass es zum Start nur einen Chipsatz gibt, riecht nach einem Schnellschuss. Beim Z370 handelt es sich oben drein um einen Wiedergänger des bisherigen Z270-Chipsatzes für die Kaby-Lake-CPU's [3]. Ergo bringt er auch keine neuen Fähigkeiten mit. Weil die Z-Serie die Oberklasse bedient, kosten selbst die günstigsten Boards über 100 Euro, die meisten deutlich mehr. Die preiswerteren Mainstream-Chipsätze der Serie 300, die voraussichtlich H310, H370 und B360 heißen werden, sollen wohl zur CES im Januar 2018 folgen. Erst mit ihnen wird es möglich sein, sich mit den neuen Core-i3-Quads ein günstiges Gaming-System zusammenzustellen.

Kleine Änderungen gibt es beim zweikanaligen Speicher-Interface der i-8000-Prozessoren: Während es beim Core i3 bei DDR4-2400 als offizielles Maximum bleibt, unterstützt der integrierte Speichercontroller des Core i5 und i7 auch DDR4-2666-RAM. Allerdings sieht Intel offiziell jeweils nur genau eine Timing-Konstellation vor, nämlich DDR4-2400-17-17-17 und DDR4-2666-19-19-19; alles andere gilt als Overclocking. Nur Asrock hält sich nicht an diese Vorgabe und stellte stattdessen die Timings auf 16-18-18 ein.

Die volle Geschwindigkeit erzielt man auch bei Vollbestückung mit vier DIMMs, sofern durchweg identische Module zum Einsatz kommen. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Single- oder Dual-

Rank-Speicherriegel handelt [4]. Eine Command Rate von 1T lässt Intel nur bei DDR4-2133 zu, für schnellere Module verlangt das Datenblatt stets 2T.

Doping ab Werk

Die Boards liefen erfreulicherweise alle ohne korrigierende BIOS-Setup-Eingriffe reibungslos. Bei den Voreinstellungen legen die Hersteller das Augenmerk vor allem auf größtmögliche Kompatibilität. An verschiedenen Stellen gibt es dennoch Optimierungsmöglichkeiten. Das betrifft in erster Linie die Leistungsaufnahme, denn oft sind nur die einfachsten Stromsparmechanismen aktiviert. So empfiehlt es sich, für das CPU-Package die tiefsten Schlafzustände ab C6 zu aktivieren.

Für die PCIe-Verbindungen gibt es ebenfalls BIOS-Schalter, die ihnen erlauben, ihren Energiebedarf bei geringer Last oder Leerlauf zu reduzieren. Gleiches erzielt man für SATA-Verbindungen über

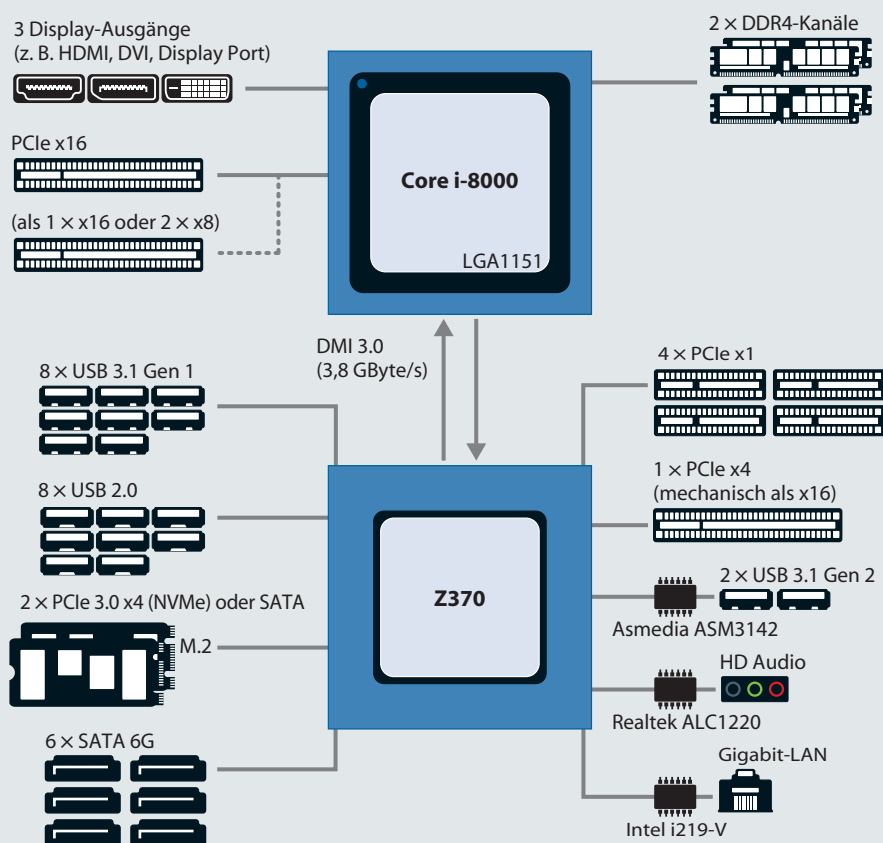
das SATA Link Power Management, das Intels RST-Treiber voraussetzt. Mit optimierten Einstellungen erreichten wir beim MSI-Board im Leerlauf 13,1 Watt, also nur wenig mehr als beim Core i7-7700K im Vorgängerboard – nicht schlecht für zwei zusätzliche Kerne.

Bei einer Gruppe von Voreinstellung schummeln alle Hersteller, manche mehr, einer weniger: dem Turbo Boost der CPU. Der erlaubt es der CPU, sich selbständig um einige hundert MHz selbst zu überaktiven. Je weniger Kerne dabei aktiv sind, desto höher der erlaubte Mehrtakt. Voraussetzung dafür ist, dass weder die Maximaltemperatur noch das vorgegebene Power-Limit überschritten wird.

Letzteres legen alle außer MSI derart großzügig aus, dass der Stromverbrauch gegenüber den korrekten Einstellungen in die Höhe schnellte: Sie setzen in den Grundeinstellungen ein irrwitziges Power Limit von 4096 Watt und erlauben den

Typische Konfiguration eines Z370-Boards

Die Board-Hersteller können die SATA- und PCIe-Leitungen von Prozessor und Chipsatz relativ flexibel verteilen. Nicht immer lassen sich alle Verbindungen gleichzeitig nutzen, manche Steckplätze teilen sich Lanes.





Manche Z370-Boards tragen bereits den 26-poligen Anschluss für eine USB-C-Buchse an der Gehäusefront, allerdings nur mit USB-3.0-Geschwindigkeit.

Kernen, anstatt kurzzeitig 200 bis zu 255 Ampere an Strom zu ziehen. Zusätzlich drehen Asrock und Asus die Turbo-Stufen im Mehrkern-Betrieb hoch. Besonders frech geht dabei das Asus Prime Z370-A vor, das den Single-Core-Multiplikator von 47 stumpf für alle Kerne vorschreibt.

Damit liegt das Asus-Board in Tests vorn, die wie der Cinebench mehrere Kerne nutzen können. Die Führung erkaufte man sich allerdings mit einer Leistungsaufnahme, die unter Volllast rund 80 Watt über den ebenfalls schummelnden Konkurrenten und 100 Watt über dem Betrieb mit ehrlichen Einstellungen liegt. Einem Performance-Plus von unter zehn Prozent steht also eine um 60 Prozent höhere Leistungsaufnahme gegenüber.

An einem anderen Stellschraubchen drehen Asus, Asrock und auch MSI. Sie übertakten den L3-Cache, der vom Turbo entkoppelt immer mit dem Nominaltakt des Prozessors läuft. Doch anstelle der 3,7 GHz, die bei unserem Core i7-8700K normal wären, geben sie feste 4,4 GHz vor. Ein Vergleich mit Standardeinstellungen ergab in Spielen nur einen mageren Zugewinn von rund vier Prozent – beinahe Hintergrundrauschen. Im Cinebench nahm die Leistung sogar um bis zu fünf Prozent ab.

Das Pikante an dieser Werksübertaktung ist für Käufer, dass der Prozessor aus Intels Sicht in jedem getesteten Board übertaktet, also außerhalb der Spezifikationen läuft. Damit erlischt zumindest theoretisch die Garantie. Läuft etwas schief und der Prozessor nimmt Schaden, steht man möglicherweise dumm da. Außerdem erschwert das heimliche Übertakten die Diagnose von Fehlfunktionen.

Flexible, verwirrende Ports

Als Klon des Z270-Chipsatzes verfügt auch der Z370 über 30 sogenannte High-Speed-I/O-Ports, die sich flexibel nutzen

lassen. Mit ihnen können die Board-Hersteller bis zu sechs SATA-6G-Anschlüsse, 14 USB-Ports oder 24 PCIe-3.0-Lanes bereitstellen – aber nicht alle auf einmal. 12 der PCIe-Lanes lassen sich für bis zu drei PCIe-SSDs abstellen.

Tatsächlich bieten die getesteten Boards zahlreiche Anschluss- und Erweiterungsmöglichkeiten. Trägt die Platine wie bei Asrock, Asus und Gigabyte zwei M.2-Steckplätze, stehen nicht alle Laufwerksanschlüsse parallel zur Verfügung. Steckt etwa beim Asus Prime Z370-A im unteren M.2-Slot (M.2_1) eine PCIe-SATA-SSD, fällt SATA6G_1 weg. Stellt man im BIOS-Setup via Advanced / Onboard Devices Configuration den oberen Steckplatz M.2_2 von PCIe x2 auf x4, büßt man auch noch die Ports SATA6G_5 und SATA6G_6 ein.

Ähnlich sieht es bei Asrock aus, wo sich der M.2-Slot M2_1 und die SATA-Ports 3_0 sowie 3_1 Lanes teilen. Sobald ein SATA-Gerät angeschlossen ist, lässt sich der M.2-Slot nicht mehr nutzen und umgekehrt. Ebenso verhält es sich mit M2_2, SATA_3_4 und SATA_3_5.

Bei Gigabyte ist nur der SATA-Port 3_0 betroffen, der verschwindet, sofern eine SATA-SSD im Slot M.2A_32G arbeitet. MSI kommt ohne Verrenkungen aus, lötet aber auch nur einen M.2-Slot aufs Board.

Die Lane-Jonglage geht bei Asrock, Asus und Gigabyte noch weiter: Sind die beiden oberen x16-Slots mit je einer Grafikkarte bestückt, teilen sie sich die 16 PCIe-3.0-Lanes der CPU. Der dritte x16-Slot ist nur mit vier PCIe-Lanes beschaltet, die vom Chipsatz stammen.

Beim Z370 Aorus Ultra Gaming stehen diese vier Lanes nur dann komplett zur Verfügung, wenn keiner der x1-Steckplätze in Verwendung ist; ansonsten läuft auch der dritte x16-Slot mit x1. So verfährt auch Asrock beim Z370 Extreme, während Asus die Southbridge-Lanes fest den Slots zuteilt, sodass man sich kein Wenn-Dann-Schema merken muss. Noch einfacher hat man es bei MSI, wo der obere PEG-Slot immer über die 16 CPU-Lanes angebunden ist. Der untere wird mit vier Lanes vom Chipsatz versorgt, die er sich mit keinem der vier x1-Slots teilen muss.

Anschlüsse

Der Z370-Chipsatz enthält zwar einen USB-3.1-Controller, er beherrscht aber nur USB 3.1 Gen 1 alias SuperSpeed mit der Übertragungsrate von 5 GBit/s – also USB-3.0-Geschwindigkeit. Außer beim Asus finden sich bei allen Testgeräten vier sol-



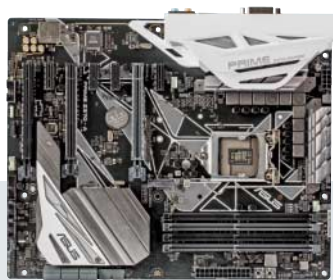
Asrock Z370 Extreme4

Das Z370 Extreme4 liefert von vielem ein Quäntchen mehr als seine Mitbewerber: So hat es dank Zusatz-Controller acht statt sechs SATA-Ports, mehr USB-3.1-Gen-1-Header für die Gehäusefront – darunter auch einer für eine Typ-C-Buchse – und nimmt sogar eine lange M.2-SSD im 22110-Format, aber auch kurze 2230er auf. Derart flexibel ist kein anderes Board im Test. Der dritte PEG-Slot teilt sich allerdings seine vier Lanes mit den drei x1-Steckplätzen, was aber nur in Ausnahmefällen zu einer wirklichen Knappheit führen dürfte. Für 4K mit 60 Hz fehlt ein DisplayPort.

Auch Asrock übertaktet mit den BIOS-Voreinstellungen ab Werk, wenn gleich nicht so arg wie Asus. Allerdings lassen sich die Nominaleinstellungen nicht mit einem einzigen Schalter laden. Es gibt zwar den Punkt „Multi-Core Enhancement“, doch diesen auf „deactivated“ zu setzen ändert nichts. Stattdessen muss man Power-Limit, Multiplikatoren und Stromstärke von Hand anpassen oder unter Windows mit XTU ein entsprechendes Profil anlegen.

Mit spezifikationskonformen und optimierten Einstellungen erreicht das Z370 Extreme4 die niedrigste Leistungsaufnahme unter Volllast. Im Leerlauf und im Soft-Off nimmt es hingegen mit 24 Watt respektive 2,7 Watt jeweils etwa doppelt so viel Leistung wie das MSI-Board auf und bildet damit in diesen Disziplinen das Schlusslicht. Beim Test der Transferaten am USB-3.1-Gen-2-Controller von Asmedia trat ein Spulenfiepen auf.

- ↑ sehr gute Ausstattung
- ↓ Werksübertaktung lässt sich nur umständlich deaktivieren
- ↓ hohe Leerlaufleistungsaufnahme



Asus Prime Z370-A

Auf den ersten Blick gibt es an der Performance des gut ausgestatteten Asus-Boards nichts auszusetzen; es führt das Testfeld in allen Disziplinen an. Das rührt allerdings daher, dass Asus schamlos übertaktet, für alle Kerne den Single-Core-Multiplikator von 47 vorgibt und das Power-Limit effektiv aufhebt. Dafür liegt die Leistungsaufnahme unter Volllast auf allen Kernen mit 260 Watt zwischen 80 und 100 Watt über der anderer Kandidaten – ganz schön viel für einen Performance-Gewinn von knapp 10 Prozent. Deaktiviert man die Option „Multi Core Enhancement“ im BIOS, verhält sich das Board brav spezifikationskonform und liegt bei der Leistungsaufnahme nur wenig über dem MSI-Board.

Bis auf die beiden oberen PEG-Slots teilen sich die zahlreichen Steckplätze keine Lanes. Die SATA-Ports und die M.2-Slots kann man hingegen nicht alle gleichzeitig und in voller Geschwindigkeit nutzen. Diese Konstellation dürfte allerdings höchst selten auftreten. Der untere M.2-Slot liegt unter einem Kühlkörper – eine schöne Idee, denn durch die Kühlung sollten besonders schnelle NVMe-SSDs ihre Spitzenleistung ein wenig länger halten können. Dass sich an der Anschlussleiste nur zwei USB 3.1-Gen-1-Ports befinden, ist weniger schön. Ein USB-C-Port mit USB-3.0-Speed kann man an der Gehäusefront herausführen.

Die Board-Beleuchtung lässt sich per RGBW-LED-Header in Verbindung mit dem Asus-System Aura-Sync mit Peripherie wie Displays, Mäusen und Tastaturen synchronisieren.

- ↑ gute Ausstattung
- ↑ hohe Performance
- ↓ energiehungrige Voreinstellungen
- ↓ nur zwei USB-3.1-Gen-1-Ports



MSI Z370-A Pro

Das Z370-A Pro ist mit gut 105 Euro das derzeit preiswerteste Z370-Board im Markt – die Ersparnis kann man in andere Komponenten investieren, etwa mehr RAM oder eine größere SSD. Um den niedrigen Preis zu halten, hat MSI zu günstigeren Komponenten gegriffen: Realteks RTL8111H sendet Daten mit Gigabit-Geschwindigkeit ins Kabelnetzwerk, der ALC892 aus gleichem Haus sorgt für den Sound. Auf die Performance wirkt sich der Sparkurs nicht aus.

Bei den Anschlüssen beschränkt sich MSI auf das Wesentliche und lässt den zweiten M.2-Steckplatz und den dritten PEG-Slots weg – beides dürfte für die Mehrzahl der Nutzer keine Rolle spielen. Auch einen HDMI-Ausgang braucht nicht jeder oder rüstet ihn per DVI-Adapter nach.

Ein Versäumnis ist hingegen, dass dem Board das schnelle und flexible USB 3.1 Gen 2 fehlt. Eine verdrehsichere USB-C-Buchse gibt es auch mit USB-3.0-Geschwindigkeit weder an der Anschlussblende, noch ließe sie sich an der Frontblende geeigneter Gehäuse herausführen.

Das MSI-Board ist das einzige im Testfeld, das keine große und energie-fressende Turbo-Mauschelei veranstaltet. Das zahlt sich vor allem unter Volllast aus, wo es mit Werkseinstellungen mindestens 20 Watt sparsamer als die anderen agierte, im Leerlauf mit aktivierten C-States rund 6 Watt.

- ↑ günstig
- ↑ sparsam
- ↓ weniger Anschlussmöglichkeiten
- ↓ kein USB 3.1 Gen 2 und Typ C



Gigabyte Z370 Aorus Ultra Gaming

Das Board mit dem längsten Namen ist zugleich das teuerste im Testfeld. Die Ausstattung bewegt sich auf einem ähnlichen Niveau wie bei Asus, mit Unterschieden im Detail. Bei Gigabyte gibt es einen Typ-C-Anschluss für die Gehäusefront, und einer der M.2-Slots nimmt lange PCIe-SSDs im Format 22110 auf. Dafür teilen sich der unterste PEG-Slot und die drei x1-Steckplätze vier Lanes. Zudem kann keiner der beiden Display-Ausgänge ein 4K-Display mit 60 Hz ansteuern.

Beim Turbo-Takt hält sich Gigabyte zwar an Intels Vorgaben, nicht aber bei Power-Limit, Turbo-Dauer und Strom. Dadurch bleibt der Turbo länger aktiv als mit korrekten Einstellungen und die Leistungsaufnahme steigt. Weil der Schalter „Enhanced Multi-Core Performance“ im BIOS-Setup wirkungslos bleibt, muss man die Einstellungen selbst korrigieren, um den Prozessor nach Intels Vorgaben zu betreiben – entweder via BIOS-Setup oder unter Windows mit Intels Tuning-Tool XTU. Ein Lob verdient sich Gigabyte dafür, schon ab Werk alle Stromsparmechanismen zu aktivieren; im Leerlauf kommt es auf den zweitbesten Wert im Vergleich.

Optisch setzt sich das Z370 Aorus Ultra Gaming durch die längliche Leuchteleiste an der rechten Boardkante vom Mitbewerb ab. Sie sorgt zusätzlich zu diversen über die Platine verteilten und sogar in den PEG-Slots und DIMM-Steckplätzen eingesetzten LEDs für Stimmungslicht.

- ↑ Stromsparmechanismen aktiv
- ↓ Werksübertaktung lässt sich nur umständlich deaktivieren
- ↓ teuer

Portbelegung Z370-Chipsatz

Die 30 High-Speed-I/O-Ports des Chipsatzes lassen sich flexibel nutzen. Möglich sind bis zu 6 × SATA 6G, 14 × USB 3.0 oder 24 PCIe-3.0-Lanes, wobei von den Letzteren 12 für maximal drei M.2-PCIe-SSDs (PCIe Storage Device) zur Verfügung stehen. Die SATA Ports 1 und 2 können entweder die Ports 15 und 16 oder 19 und 20 belegen.

High-Speed I/O-Ports	1	USB 3.0 #1			
	2	USB 3.0 #2			
	3	USB 3.0 #3			
	4	USB 3.0 #4			
	5	USB 3.0 #5			
	6	USB 3.0 #6			
	7	USB 3.0 #7	PCIe 3.0 #1	x1	PCIe
	8	USB 3.0 #8	PCIe 3.0 #2	x1	x2
	9	USB 3.0 #9	PCIe 3.0 #3	x1	PCIe
	10	USB 3.0 #10	PCIe 3.0 #4	x1	x2
	11	PCIe 3.0 #5		x1	PCIe
	12	PCIe 3.0 #6		x1	x2
	13	PCIe 3.0 #7		x1	PCIe
	14	PCIe 3.0 #8		x1	x2
	15	PCIe 3.0 #9	SATA 6G #1a	x1	PCIe
	16	PCIe 3.0 #10	SATA 6G #2a	x1	x2
	17	PCIe 3.0 #11		x1	PCIe
	18	PCIe 3.0 #12		x1	x2
	19	PCIe 3.0 #13	SATA 6G #1b	x1	PCIe
	20	PCIe 3.0 #14	SATA 6G #2b	x1	x2
	21	PCIe 3.0 #15	SATA 6G #3	x1	PCIe
	22	PCIe 3.0 #16	SATA 6G #4	x1	x2
	23	PCIe 3.0 #17	SATA 6G #5	x1	PCIe
	24	PCIe 3.0 #18	SATA 6G #6	x1	x2
	25	PCIe 3.0 #19		x1	PCIe
	26	PCIe 3.0 #20		x1	x2
	27	PCIe 3.0 #21		x1	PCIe
	28	PCIe 3.0 #22		x1	x2
	29	PCIe 3.0 #23		x1	PCIe
	30	PCIe 3.0 #24		x1	x2

cher Ports an der Rückseite, manche davon bieten sogar einen erhöhten Lade-
strom oder liefern auch dann Energie,
wenn der Rechner ausgeschaltet ist. Zu-
sätzlich gibt es interne Pfostenstecker, um
etwa an der Gehäusefront zusätzliche
Ports herauszuführen. Die Mainboards
von Asrock und Gigabyte tragen zusätzlich
den neuen 26-poligen Connector für
einen frontseitigen USB-C-Anschluss. Die
Auswahl an Gehäusen, die diesen An-
schluss und das passende Kabel mitbrin-
gen, ist allerdings noch winzig.

Der USB-3.1-Schwäche begegnen
Asrock, Asus und Gigabyte mit demselben
Mittel: Sie löten den Asmedia-Controller

ASM3142 auf die Platine und stellen
darüber je eine USB-Buchse vom Typ A
und Typ C an der Anschlussblende bereit.
Der Chip gehört zu den schnellsten, die es
derzeit für USB 3.1 Gen 2 (SuperSpeed
Plus, 10 GBit/s) gibt, und stellt im Unter-
schied zu seinem Vorgänger ASM2142 die
volle Geschwindigkeit an beiden Ports
gleichzeitig bereit. Von der externen USB-
C-SSD SanDisk Extreme 900 konnten wir
daran mit knapp 1,1 GByte/s lesen. Aus
der USB-C-Buchse kommt freilich kein
Bildsignal; dazu wäre Intels eigener USB-
3.1-Chip Alpine Ridge nötig, der auch
Thunderbolt beherrscht. Diese Schnitt-
stelle kann man auf Wunsch bei allen per
Steckkarte nachrüsten.

Die integrierte Grafikeinheit UHD
630 der Coffee-Lake-CPU's steuert bis zu
drei digitale Displays an. Nur Asus schöpft
diese Möglichkeit per HDMI, DVI und Dis-
playPort voll aus. Asrock und MSI kombi-
nieren HDMI und DVI mit VGA, Gigabyte
liefert DVI und HDMI. Ein wenig enttäu-
schend: Keines der Boards beherrscht
HDMI 2.0 oder DisplayPort 1.4. Ersteres
würde es erlauben, Displays mit 4K-Auf-
lösung bei ergonomischen 60 Hz zu be-
treiben, wenigstens eine der Schnittstellen
ist Voraussetzung für die Wiedergabe von
HDR-Videos. Die beherrscht Intels inte-
grierte Grafikeinheit immerhin schon seit
der i-7000-Generation (Kaby Lake).

Bei der Ausgabe von analogem 7.1-
Sound machten die Boards allesamt eine
sehr gute Figur und erreichten bei Dyna-
mik und Signalausgang sehr gute
bis hervorragende Werte. MSI und Giga-
byte gelangen jedoch nur eher dynamik-
arme Aufnahmen.

Flaschenhals DMI

Eine weitere abstammungsbedingte
Schwäche des Z370 stellt die Kommuni-
kation zwischen Chipsatz und CPU via
DMI 3.0 dar. Die Verbindung entspricht
vier PCIe-Lanes, liefert also pro Richtung
eine Datenrate von 3,8 GByte/s. Das klingt
zunächst nach viel, wird aber unter Um-
ständen zum Flaschenhals, da mit Ausnah-
me der Grafikkarte sämtliche Peripherie
am Chipsatz hängt. Bei Kopieraktionen
müssen die Daten den Weg durch Arbeits-
speicher und Prozessor nehmen, passieren
damit also zwangsweise die DMI-Brücke.

Deren Bandbreite können aktuelle per
PCIe x4 angebunden PCIe-SSDs beinahe
vollständig ausschöpfen. So liest zum Bei-
spiel die Samsung SSD 960 Pro Daten mit
bis zu 3,6 GByte/s. Kommen noch weitere

gleichzeitige Übertragungen hinzu, brem-
sen sich die beteiligten Komponenten ge-
genseitig aus. Das zeigte ein Test mit der
externen USB-C-SSD SanDisk Extreme
900, die ihrerseits bis zu 1,1 GByte/s über
den Bus jagen kann. Beim lesenden Zugriff
auf beide erreichten wir ebenfalls eine
summierte Datenrate von 3,6 GByte/s.
Gleiches galt für einen RAID-0-Verbund
aus zwei Samsung SSD 960 Pro. Wie sinn-
voll eine solche Konstellation ist, steht auf
einem anderen Blatt, denn nur wenige An-
wendungen profitieren überhaupt von
schnellen PCIe-SSDs [5]. Unabhängig
davon gilt: Wer auf eine Plattform mit
mehr PCIe-Lanes und ungebremsten
Durchsatz angewiesen ist, sollte ins Ryzen-
Lager oder in Richtung Threadripper
schielen – oder abwarten, was die „echten“
Chipsätze der 300-Serie bringen.

Farbenreigen

Board-Beleuchtung gehörte schon fest
zum Look der Z270-Generation, und bei
ihren Neuauflagen ist das nicht anders.
Am zurückhaltendsten gibt sich das MSI
Z370-A Pro mit seiner dezent weiß leuch-
tenden Boardunterkante. Die anderen
veranstalten jedes auf seine Art Farbspek-
takel mittels RGB-LEDs, die pulsieren,
blinken, leuchten oder einen sanften
Farbwechsel durchlaufen können.

Zusätzliche LED-Streifen oder Ähn-
liches darf man außer bei MSI über min-
destens einen Anschluss mit der Platine
verbinden. Jeder Hersteller hat inzwi-



Stecken in beiden M.2-Slots eines
Z370-Boards schnelle PCIe-SSDs,
bremst der Chipsatz sie bei
parallelen Zugriffen aus.

schen ein eigenes System samt Software zur Steuerung der Lichtspiele entwickelt. Komplexere Systeme wie Asus' Aura Sync regeln sogar die rückseitigen oder unteren LEDs entsprechend vorbereiteter ROG-Bildschirme aus gleichem Haus.

Fazit

Die Z370-Mainboards laufen so geschmeidig, als seien sie schon ein Weilchen auf dem Markt – was letztlich auch stimmt. Bei allen handelt es sich um leicht angepasste Variationen ihrer Vorgänger mit Z270-Chipsatz, die für den Betrieb mit Intels Sechskern-CPU der i-8000-Serie fit gemacht wurden. So profitieren sie von den Stärken der Vorläufer, etwa der guten Lüftersteuerung und der Fähigkeit, problemlos von NVMe-SSDs zu starten. Die teuren Vertreter haben erneut hochwertige

analoge Audioausgänge an Bord, die vorbildliche Dynamik und einen sehr hohen Rauschabstand erzielen. Die Performance von Intels Sechskern-Prozessoren bringen alle gut auf die Straße.

Allerdings erben die Boards auch die Schwächen ihrer Vorläufer, darunter die für anspruchsvolle Anwendungen zu schmale DMI-Verbindung zwischen Chipsatz und CPU. Dass immer noch kein USB-3.1-Controller integriert ist, der auch Gen 2 alias SuperSpeed Plus mit Datenraten von 10 GBit/s beherrscht, ist für Intel beschämend. Diese Schnittstelle bringt selbst AMDs Mainstream-Plattform B350 mit. Ob die insgesamt 40 PCIe-Lanes von CPU und Chipsatz den eigenen Bedarf decken, muss jeder Nutzer selbst entscheiden. Nur für eine Nische dürfte hingegen relevant sein, dass es keine

Windows-7-Treiber mehr gibt und alle Hersteller Windows 10 empfehlen. Einen Beigeschmack hinterlässt das Werks-Overclocking, das die Performance auf Kosten der Energieeffizienz und der Garantie steigert. Immerhin lassen sich diese Optionen abschalten. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christof Windeck, Christian Hirsch, Auf 6 folgt 7, Core i7-7700K alias Kaby Lake und Z270-Mainboards, c't 2/2017, S. 106
- [2] Christian Hirsch, X-Boards, LGA2066-Mainboards für Core X, c't 17/2017, S. 96
- [3] Christian Hirsch, Evolution statt Revolution, LGA1151-Mainboards mit B250-, H270- und Z270-Chipsatz für Kaby-Lake und Skylake-Prozessoren, c't 5/2017, S. 98
- [4] Christof Windeck, Rank-eleien, Der Aufbau von Speichermodulen beeinflusst Takt und Latenz, c't 18/2017, S. 174
- [5] Benjamin Kraft, Vorteile in der Nische, Wo PCIe-SSDs in der Praxis schneller sind, c't 19/2017, S. 84

LGA1151-Mainboards mit Z370-Chipsatz – Technische Daten				
Hersteller, Modell	Asrock Z370 Extreme4	Asus Prime Z370-A	Gigabyte Z370 Aorus Ultra Gaming	MSI Z370-A Pro
Ausstattung				
Format (mm × mm)	ATX (244 × 305)	ATX (244 × 305)	ATX (244 × 305)	ATX (244 × 305)
Gigabit-Ethernet	1 × Intel i219-V	1 × Intel i219-V	1 × Intel i219-V	1 × Realtek RTL8111H
Audio-Chip (Eigenschaften)	Realtek ALC1220 (HDA)	Realtek S1220A (HDA)	Realtek ALC1220 (HDA)	Realtek ALC892 (HDA)
USB-3.1-Chip (Eigenschaften)	ASM3142 (PCIe 3.0 x2, 2 × USB 3.1 Gen2)	ASM3142 (PCIe 3.0 x2, 2 × USB 3.1 Gen2)	ASM3142 (PCIe 3.0 x2, 2 × USB 3.1 Gen2)	—
Speicher-Slots / max. RAM	4 / 64 GByte	4 / 64 GByte	4 / 64 GByte	4 / 64 GByte
Erweiterungs-Slots	3 × PEG (1 × x16, 1 × x8, 1 × x4), 3 × PCIe x1, 2 × M.2 ^{6,7}	3 × PEG (1 × x16, 1 × x8, 1 × x4), 4 × PCIe x1, 2 × M.2 ⁵	3 × PEG (1 × x16, 1 × x8, 1 × x4), 3 × PCIe x1, 2 × M.2 ^{4,5}	2 × PEG (1 × x16, 1 × x4), 4 × PCIe x1 ⁴
interne Anschlüsse	8 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.0 Typ C, 3 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, Thunderbolt-AIC-Header, TPM, RGB-LED	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A ¹ , 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, Thunderbolt-AIC-Header, TPM, RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A ¹ , 1 × USB 3.0 Typ C, × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, Thunderbolt-AIC-Header, TPM, RGB-LED	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A ¹ , 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, Thunderbolt-AIC-Header, TPM, LPT
Lüfteranschlüsse	2 × CPU (4-Pin) ² , 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin) ² , 2 × Gehäuse (4-Pin), M.2-Lüfter	2 × CPU (4-Pin) ² , 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin) ² , 4 × Gehäuse (4-Pin), Thunderbolt, TPM, LPT
ATX-Anschlussfeld	1 × DVI, 1 × HDMI, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 2 × USB 3.1 Gen2 (1 × Typ A, 1 × Typ C), 4 × USB 3.1 Gen 1, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × DVI, 1 × DisplayPort, 1 × HDMI, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 2 × USB 3.1 Gen2 (1 × Typ A, 1 × Typ C), 2 × USB 3.1 Gen 1, 2 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × DVI, 1 × HDMI, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 2 × USB 3.1 Gen2 (1 × Typ A, 1 × Typ C), 4 × USB 3.1 Gen 1, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × DisplayPort, 1 × DVI, 1 × VGA, 6 × analog Audio, 4 × USB 3.1 Gen 1, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, Slotblech, SLI HB Bridge 2S, Handbuch, DVD	2 × SATA-Kabel, Slotblech, SLI HB Bridge 2S, Handbuch, DVD	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Gigabyte G-Connector, Handbuch, DVD	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Handbuch, DVD
Elektrische Leistungsaufnahme³ und Datentransfer-Messungen				
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen	2,7 W (0,3 W) / 3,7 W	1,0 W (0,4 W) / 1,9 W	1,2 W (0,4 W) / 2,1 W	1,2 W (0,4 W) / 2,3 W
Leerlauf (optimiert) / Volllast (optim.)	28,4 W (23,8 W) / 179 W (132 W)	25,6 W (18,9 W) / 258 W (160 W)	20,2 W (20,2 W) / 180 W (154 W)	17,9 W (13,1 W) / 152,8 W (152,8 W)
USB 3.1 Gen 1/Gen 2 Lesen (Schreiben)	462 (461) / 1066 (1017) MByte/s	463 (462) / 1092 (1020) MByte/s	461 (460) / 1092 (1008) MByte/s	461 (460) / —
LAN: Empfangen (Senden)	118 (118) MByte/s	118 (118) MByte/s	118 (118) MByte/s	119 (119) MByte/s / —
Funktionstests				
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / —	✓ / —	✓ / —	— / —
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (✓)	✓ / ✓ (—)	✓ / ✓ (—)	— / — (—)
Regelbereich: CPU-Lüfter (PWM) / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 60 %: 7,8V ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %
Bootdauer bis Login	12 s	13 s	13 s	14 s
Parallelbetrieb Displays	DVI + HDMI + VGA	DisplayPort + DVI + HDMI	DVI + HDMI	DisplayPort + DVI + VGA
4K: HDMI / DisplayPort	30 Hz / —	30 Hz / 60 Hz	30 Hz / —	— / 60 Hz
analog. Mehrkanalton / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / —	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
Straßenpreis	160 €	170 €	180 €	106 €
¹ je zwei Ports pro Stifteiste ² je einer für Luft- und Wasserkühlung ³ primärseitig gemessen, also inkl. SSD, Netzteil ⁴ 2242, 2260, 2280, 22110 ⁵ 2242, 2260, 2280 ⁶ 2230, 2242, 2260, 2280 ⁷ 2230, 2242, 2260, 2280, 22110 Tests mit Core i7-8700K, 16 GByte DDR4-2666, SSD				
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe				



Feinzeichner

Heim-Multifunktionsgeräte mit gutem Foto-Druck

Fototaugliche Drucker-Scanner-Kombis bringen Urlaubsfotos und Smartphone-Schnappschüsse, aber auch Briefe und Grafik in bester Qualität zu Papier. Modelle mit Tintentanks, Großraum-Patronen oder Tinten-Abos helfen, Tintenkosten im Zaum zu halten.

Von Rudolf Opitz

Schnell die Rechnung aus der Mail des Handwerkers ausdrucken, ein Zeugnis kopieren oder Tante Erna das Foto von Onkel Karl in die Hand drücken? Mit einem Multifunktionsgerät im Haus ist das kein Problem. Aktuelle Fotodrucker liefern Ergebnisse, die den Fotodiensten im

Supermarkt mindestens gleichkommen. Zwar sind die Print-Services viel günstiger; wer aber Farbe, Format und Fotopapier selbst wählen will, möchte auf ein eigenes Gerät nicht verzichten. Direktdruck von der SD-Karte oder vom Handy klappt sogar ohne PC.

Fünf Foto-Mufus durften im c't-Labor ihre Fähigkeiten zeigen: der Brother Ink-benefit DCP-J785DW, Canons Pixma TS8150, die Epson-Modelle Expression Photo XP-8500 und Ecotank ET-7700 und der HP Envy Photo 7830.

Das Canon-Gerät, den Epson Expression Photo und HPs Envy Photo bekommt man schon für 150 bis 170 Euro, wegen der hohen Patronenpreise wird es schnell teuer – wenn man doch öfter druckt als geplant. Das Brother-Modell kostet über 200 Euro. Dafür zahlt man für eine Druckseite dank Patronen für 1200 bis

2400 Seiten weniger als ein Drittel der günstigeren Mufus.

Der Epson Ecotank kostet fast das Vierfache des Expression Photo, hat aber statt Patronen ein Schlauchsystem, fünf feste nachfüllbare Tintentanks und wird mit Tinte für 9000 Farbseiten geliefert. Rechnet man das in die XL-Patronen des Expression Photo um, kommt man auf über 1500 Euro. Nachfülltinte von Epson gibts in Flaschen für 13 Euro – die Angabe der Tinten-kosten pro ISO-Farbseite von 1,48 Cent in der Tabelle ist kein Druckfehler.

Außer Epson beginnen auch Brother und Canon [1] mit dem Verkauf von Druckern Geld zu verdienen statt mit Patronen. Damit schlagen die Hersteller zwei Fliegen mit einer Klappe: Die Kunden werden nicht mehr mit völlig überteuerten Patronen verärgert und der Kauf billiger Fremdtinte lohnt kaum noch.

Tinte und Qualität

Es bleibt die Frage, ob sich die Tinte aus der Flasche mit der teuren in Patronenform qualitativ messen kann. Zumindest für unsere beiden Epson-Testgeräte können wir antworten: sie kann.

Fotodrucker verwenden Pigmenttinten mit festen Farbteilchen nur für die Schwarztinte. Die anderen sind sogenannte Dye-Tinten, die nur flüssige Farbstoffe enthalten. Pigmenttinten liefern Drucke mit guter Deckung – ideal für Text- und Grafikdruck. Für den Fotodruck eignen sich Dye-Tinten besser, da sie sich beim Übereinanderdrucken nicht gegenseitig abdecken. So lassen sich Mischfarben mit höherer Auflösung herstellen.

Der Canon Pixma und der Epson Ecotank drucken Fotos daher mit einem zusätzlichen unpigmentierten Foto-schwarz. Das Pigmentschwarz kommt nur beim Textdruck zum Einsatz. Der Brother J785DW und der Epson Expression XP-8500 erzeugen auf Fotos Schwarz durch Mischen der Grundfarben. Nur der HP Envy Photo druckt auch auf Fotos Schwarz mit seiner Pigmenttinte. Auf Fotopapier entstehen dadurch unschöne Changier-Effekte, wenn Licht schräg auf den Druck fällt: Die Dye-Tinten dringen in die schützende Gelschicht des Fotopapiers ein, die Pigmente bleiben auf der Oberfläche und erzeugen stumpfe Schwarzflächen.

Drucke mit Dye-Tinten bleichen im Sonnenlicht schneller aus als Drucke mit Pigmenttinte. Nach 100 Stunden in unserem Tageslichtsimulator [2] – das entspricht etwa einem Jahr in der Sonne – gaben die Dye-Tinten des Canon-Geräts auf Normalpapier besonders stark nach. Am stabilsten erwiesen sich hier die HP-Tinten. Auf Fotopapier, dessen Gelschicht die Dye-Tinten schützt, konnten wir abgesehen von der Canon-Tinte kein Nachlassen der Farben erkennen.

Die Farbstofftinten älterer Epson-Ecotank-Drucker blieben sehr stark aus. Offensichtlich hat der Ecotank ET-7700 bessere Tinten, denn dessen Drucke blieben im aktuellen Test sogar stabiler als die

des Epson Expression Photo – ein Punkt für die Flaschentinte.

Kosten

Den günstigen Testdruckern liegen nur Patronen bei, die für 200 bis 300 ISO-Farbseiten reichen (die Reichweiten werden nach ISO/IEC 24711 gemessen, was Vergleichbarkeit schafft). XL-Patronen mit deutlich höherer Reichweite verringern die Tintenkosten pro ISO-Seite auf unter 20

Cent. Am teuersten druckt damit der Epson Expression mit 16,9 Cent, am günstigsten der Canon Pixma mit 13,4 Cent.

Der teurere Brother J785DW wird gleich mit XL-Patronen für 2400 ISO-Seiten (Schwarz) und 1200 Seiten (Grundfarben) geliefert; die erstmalige Befüllung des Schlauchsystems vermindert allerdings die Reichweite. Mit den Patronen kommt der Brother-Drucker auf günstige 4,8 Cent pro ISO-Farbseite.

Verbrauchskosten Tinte

[Cent / ISO-Seite]	Normalpatronen		XL-Patronen/Nachfülltinten	
	Farbe ◀ besser	Schwarzanteil ◀ besser	Farbe ◀ besser	Schwarzanteil ◀ besser
Brother DCP-J785DW	–	–	4,83	1,08
Canon Pixma TS8150	23,47	6,5	13,37	4
Epson Expression Photo XP-8500	20,75	4,79	16,94	4
Epson Ecotank ET-7700	–	–	1,48	0,29
HP Envy Photo 7830 ¹	22,32	9	15,88	6

¹ mit Instant-Ink-Abo unabhängig vom Tintenverbrauch 3,3 bis 6 Cent pro Druckseite

Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	Text, normale Qualität			Foto, hohe Qualität
	10 SW-Kopien ◀ besser	10 Farbkopien ◀ besser	10 Farbkopien Leise-Modus ◀ besser	10 × 15 ◀ besser
Brother DCP-J785DW	1:32	1:19	2:09	0:47
Canon Pixma TS8150	0:51	1:10	2:46	1:10
Epson Expression Photo XP-8500	1:20	1:16	2:08	1:14
Epson Ecotank ET-7700	0:49	1:04	2:06	1:56
HP Envy Photo 7830	0:43	1:55	3:06	0:48

Scanzeiten PC

[Minuten:Sekunden]	Vorschau A4 ◀ besser	Text A4 300 dpi ◀ besser	Foto A4 600 dpi ◀ besser
Brother DCP-J785DW	0:10	0:15	0:42
Canon Pixma TS8150	0:06	0:19	0:51
Epson Expression Photo XP-8500	0:06	0:11	0:32
Epson Ecotank ET-7700	0:10	0:14	0:38
HP Envy Photo 7830	0:15	0:16	0:59

Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	schnell besser ▶	normal besser ▶	normal (Leise-Modus) besser ▶	beste Qualität besser ▶
Brother DCP-J785DW	16,2	11,8	5,7	2,3
Canon Pixma TS8150	13,6	11,3	4	1,8
Epson Expression Photo XP-8500	16,2	9,7	3,9	1,8
Epson Ecotank ET-7700	16,2	12,2	3,9	1,5
HP Envy Photo 7830	14,3	12,2	3,9	4,5

Druckzeiten PC

[Minuten:Sekunden]	Duplex Normal 10 Seiten ◀ besser	Fontseite (Grafik) ◀ besser	Direktdruck – Foto 10 × 15 ◀ besser	A4-Foto beste Qualität ◀ besser	CD-Label ◀ besser
Brother DCP-J785DW	2:40	0:48	4:11	5:16	–
Canon Pixma TS8150	3:09	1:03	1:51	4:57	1:17
Epson Expression Photo XP-8500	1:54	0:51	1:08	3:42	1:24
Epson Ecotank ET-7700	1:48	1:05	1:25	5:04	1:20
HP Envy Photo 7830	2:35	1:58	2:03	3:50	–

Farbabweichungen			
	minimale ← besser	durchschnittliche ← besser	maximale ← besser
Brother DCP-J785DW	0,7	10,4	24
Canon Pixma TS8150	1,5	9,1	22,2
Epson Expression Photo XP-8500	3,3	8,2	24,2
Epson Ecotank ET-7700	1,2	7,3	27,1
HP Envy Photo 7830	2,2	9,2	31,4

Leistungsaufnahme				
[Watt]	Aus ← besser	Sparmodus ← besser	Bereitschaft ← besser	Drucken ← besser
Brother DCP-J785DW	0,2	1	3	13,9
Canon Pixma TS8150	0,3	2,1	5,7	25,5
Epson Expression Photo XP-8500	0,2	0,8	5,9	22,4
Epson Ecotank ET-7700	0,2	1	5,8	18
HP Envy Photo 7830	0,12	1,7	5,5	18

Geräusentwicklung			
[Sone]	Textdruck schnell ← besser	Textdruck Leise-Modus ← besser	Scannen ← besser
Brother DCP-J785DW	6,2	4,1	5,8
Canon Pixma TS8150	7,4	3,6	1,4
Epson Expression Photo XP-8500	3,2	2,8	0,7
Epson Ecotank ET-7700	6,1	4,1	2
HP Envy Photo 7830	8,8	5	2,6

Wer viel druckt und sich um Tinte kaum Gedanken machen will, gibt einmal knapp 600 Euro für den Epson Ecotank ET-7700 aus und hat die nächsten Jahre Ruhe. Der HP Envy Photo verursacht mit XL-Nachkaufpatronen zwar happige Tintenkosten von 15,9 Cent pro ISO-Seite, doch bietet HP das Instant-Ink-Abo für 50, 100 oder 300 Seiten pro Monat an [3]. Damit zahlt man nicht mehr die Tinte, sondern je nach Abo 6, 5 oder 3,3 Cent pro Seite – egal ob man einen Brief oder ein randloses A4-Foto gedruckt hat.

Ausstattung

Die Drucker von Canon und Epson setzen für den Fotodruck zusätzliche Tinten ein: Der Canon Pixma hat zu den Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb Foto-Schwarz und -Blau, der Epson Expression Photo je ein helleres Light-Cyan und -Magenta. Beim Epson Ecotank kommt als fünfte Farbe ein unpigmentiertes Foto-Schwarz zum Einsatz.

Alle Testgeräte entnehmen Papier aus einem frontalen Fach. Abgesehen vom Canon-Drucker gibt es bei allen eine Lade für Kleinformatige Fotopapiere. Der Canon Pixma hat dazu einen hinteren Einzug für 20 Blatt Fotopapier bis DIN A4. Die Geräte von Canon und Epson bedrucken auch beschichtete CDs, DVDs und Blu-rays.

Die Mufus von Brother und HP scannen per zusätzlichem Vorlageneinzug automatisch mehrere Einzelblätter – allerdings nur die Vorderseiten; ein Faxmodem hat nur der HP Envy. Alle anderen Testgeräte sind lediglich mit einem Flachbett-Scanner ausgestattet.

Fast alle Testdrucker lassen sich über einen Touchscreen bedienen, was am Canon Pixma am bequemsten klappte. Der Epson Ecotank hat stattdessen ein helles Farbdisplay und großformatige Steuertasten, die im Test besser gefielen als die oft fummeligen Touchscreens.

Für den Direktdruck kann man bei allen SD-Cards einschieben; ein USB-Host-Port für Speichersticks fehlt nur dem Canon Pixma. Bis auf das Canon-Gerät speichern sie auch Scans auf den angesteckten Medien. Alle verbinden sich per WLAN mit dem Heimnetz, lassen sich so von mehreren PCs aus nutzen und nehmen Aufträge von Smartphones an.

Treibereien

Für unsere Testdrucker gibt es Treiber und Software für Windows und macOS. Windows 10 erkannte alle Drucker automatisch und installierte Einfachst-Treiber, die bei den Epson-Modellen noch nicht einmal die Wahl der Druckqualität erlaubten. Nur für den HP Envy bot Windows 10

einen Treiber mit allen Optionen, die sogar übersichtlicher präsentiert werden als beim von HP gelieferten.

Unter Linux bereitet der HP-Drucker dank der vom Hersteller gepflegten Open-Source-Treiberdatenbank HPLIP die geringsten Probleme. Brother stellt für den J785DW ebenfalls eigene, nicht offene Treiber bereit. Für die Epson-Drucker wird man auf der englischen Treiber-Site des Herstellers fündig, wenn man nach „XP-850“ und „ET-77“ sucht (der ET-7750 ist die DIN-A3-Version des ET-7700). Nur der Canon TS8150 ließ sich unter Linux nicht zur Zusammenarbeit überreden. Die kostenpflichtige Treiber-Datenbank TurboPrint kennt die TS8000er-Serie zwar, unser Testgerät nahm aber auch von diesem Treiber keine Druckaufträge an.

Von Smartphones und Tablets klappt der Druck auf allen Testgeräten ohne Probleme. Unter iOS nutzt man AirPrint, unter Android die Druckdienst-Plug-ins der Mopria (Mobile Printing Alliance) oder die Plug-ins der Hersteller. Außerdem stellen alle Hersteller kostenlose Apps für ihre Multifunktionsdrucker bereit, die auch Scans empfangen können.

Haben die Drucker Zugang zum Internet, lassen sich alle bei Googles Cloud-



Eine mechanische Kodierung verhindert, dass man die Tanks des Epson Ecotank ET-7700 mit einer falschen Tinte befüllt.

Print-Dienst registrieren und übers Internet nutzen. Die Hersteller bieten außerdem eigene Cloud-Dienste: Epson und HP weisen ihren Druckern eine individuelle Mail-Adresse zu; Mails inklusive Anhängen in gängigen Dokument- und Bildformaten drucken sie automatisch aus. Brother, Canon und Epson verbinden die Mufus mit Cloud-Speichern, die man als Scan-Ziele auswählen oder von denen man drucken kann.

Drucken, kopieren, scannen

Ein Schnelldrucker ist keines unserer Testgeräte, für den Hausgebrauch reichen die 10 bis 16 Seiten pro Minute aber aus. Alle sind auf hohe Qualität getrimmt, was man schon beim Normaldruck sieht. Wenn wir meckern, dann – bis auf wenige Ausnahmen – auf einem hohen Niveau. Text und Grafik lieferten unsere Kandidaten in guter bis sehr guter Qualität ab, bei Fotos gefielen die Epson-Modelle am besten. Der HP Envy Photo 7830, mit dem HP wieder in den Markt für Fotoheimdrucker einsteigen will, konnte dagegen nicht überzeugen.

Die Geräte von Canon und Epson bedrucken auch 12-cm-CD-Rohlinge mit beschichteter Label-Seite. Dazu setzt man sie in eine Schablone ein und schiebt diese bis zur Markierung in einen Schlitz im Druckwerk. Sogar das direkte Kopieren von CD-Labeln – man legt die CD mittig mit der Label-Seite nach unten auf den Flachbett-Scanner – klappte gut. Am besten gelang dies dem Epson Expression Photo, der Canon Pixma ließ einen weißen Rand unbedruckt und gab beim Kopieren nicht alle Farbtönen korrekt wieder.

Ein Foto-Multifunktionsdrucker muss Bilder nicht nur gut drucken, sondern auch in guter Qualität scannen und kopieren können. Dies fiel den Spezialisten Canon und Epson leicht. Der HP Envy Photo lieferte zwar Prints ohne den sonst bei HP-Bürodruckern üblichen Grünstich, doch fehlt dem Treiber jegliche Farbanpassung und Foto-Scans sind völlig überschärft und detailarm – was somit auch für Kopien von Fotos gilt. Die detailreichsten Scans erhielten wir von den Epson-Geräten, die auch die besten randlosen Kopien erstellten.

Fazit

Wer Fotos bearbeiten und in guter Qualität ausdrucken möchte, ist mit den Multifunktionsgeräten Canon Pixma TS8150 und den Epson-Modellen Expression Photo XP-8500 und Ecotank ET-7700 gut beraten. Der robuste Ecotank kann mit den beiden Sechsfarben-Druckern problemlos mithalten und druckt unschlagbar günstig, lohnt wegen des hohen Anschaffungspreises aber nur für Violdrucker.

Wenn es ums Sparen von Tintenkosten geht, bieten sich der Brother DCP-J785DW und der HP Envy Photo 7830 mit Instant-Ink-Abo als Kompromiss an. Das Brother-Gerät liefert überraschend gute Fotos – die Streifen erkennt man nur bei näherem Hinsehen. Anders als Brother bewirbt HP aber die Envy-Photo-Serie als Fotodrucker. Mit Instant Ink wären sie ideal für Wenigdrucker, doch sind Mängel wie ein Druckertreiber ohne Farbeinstellungen und ein für Text optimierter Scanner für die Fotobearbeitung nicht zu gebrauchen. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Flaschenkinder, Billiger drucken mit festen Tintentanks, c't 13/17, S. 108
- [2] Lichtbeständigkeitstest von Druckproben: <https://heise.de/-2289259>
- [3] Rudolf Opitz, Drucken mit Spareffekt, Günstige Druckkosten mit Originaltinte, c't 22/17



Brother Inkbenefit DCP-J785DW

Das Gehäuse des J785DW braucht in der Breite Raum wegen der Ausbuchtung für die dicke XL-Schwarzpatrone. Der Vorlageneinzug nimmt 20 Blatt auf, faxen kann das Gerät nicht. Die Fotopapier-Kassette muss man nach vorn schieben, über den Treiber lässt sie sich nicht auswählen. Hinter einer Klappe verbirgt sich der USB-Host-Port und Slots für SD-Karten sowie Memory Sticks. Die Scannerklappe hat für dicke Bücher 2,5 cm Spiel in den Scharnieren. Der kleine Touchscreen erleichtert mit seinen übersichtlichen Menüs die Bedienung.

Über das einfache Web-Frontend kontrolliert man Tintenstände und registriert den Drucker bei Google Cloud Print. Brothers umfangreiche Smartphone-App iPrint&Scan druckt auch Webseiten und Mails.

Die Druckqualität „Schnell“ liefert schon gut lesbare Schrift. Wie bei anderen Brother-Druckern gibt es im Treiber einen unabhängig von der eingestellten Qualität aktivierbaren Tintenspar-Modus, der Normaltext nicht ausdünnert, Farbflächen aber nur umrandet – das spart Tinte und die Lesbarkeit bleibt erhalten. Der aktivierte Leisedruck-Modus wird als Icon auf dem Touchscreen angezeigt. Der papiersparende automatische Duplex-Druck verlangsamt das Gerät auffallend.

Unsere Grafikseite druckte das Brother-Modell sehr sauber. Randlose Fotos produziert es auch auf Normalpapier – allerdings mit deutlichen Streifen und Rotstich. Auch auf Fotopapier fielen bei genauem Hinsehen feine Streifen auf. Farben und Details gab der J785DW gut wieder; Schwarz-weiß-Fotos zeigten neutrale Grautöne – aber leider auch Streifen. Beim Fotodruck vom USB-Stick vermissten wir einige Details, gut gefiel der praktische Index-Druck.

Bei Textkopien ließen feine Punkte zwischen den Buchstaben das Schriftbild etwas unsauber erscheinen. Fotos kopierte das Brother-Gerät nur mit Rand und fettem Grünstich; Details sofften im Schwarz ab.

Auch die zu dunklen Foto-Scans zeigten kaum Details und einen Grünstich. Das Twain-Modul bietet nur Regler für Helligkeit und Kontrast sowie einen Rauschfilter. Die im ControlCenter integrierte Texterkennung erzeugte durchsuchbare PDFs und machte nur bei kleinen Schriften einige Fehler.

- 👆 Scanner mit Vorlageneinzug
- 👆 Patronen mit hoher Reichweite
- 👇 keine Randlos-Kopien
- 👇 Fotofachwechsel nur manuell



Canon Pixma TS8150

Der kompakte Pixma TS8150 braucht wenig Standfläche. Die Ablage über der Papierkassette fährt motorgetrieben vor dem ersten Druck heraus; stört sie – etwa beim CD-Druck –, muss man sie per Hand zurückschieben. Die Scannerklappe hat für Bücher gut einen Zentimeter Spiel in den Scharnieren.

Das anklappbare Bedienpanel enthält den großen, bequem bedienbaren Touchscreen. Das automatische Ein- und Ausschalten des Druckers lässt sich konfigurieren, der Wechsel in den Ruhemodus nach zehn Minuten nicht. Den aktiven, den Drucker ausbremsenden Leisedruck-Modus zeigt das Display nicht an. Das Web-Frontend mit Druckereinstellungen und Registrierung bei den Cloud-Diensten ist standardmäßig mit der Seriennummer passwortgeschützt.

Schon in Entwurfsqualität druckt der Pixma behäbiger als die Testkonkurrenz, dafür aber gut lesbar. Der exzellente Standard-Druck reicht meist, die Qualität „Hoch“ ist kaum besser, braucht aber viel länger. Beim Duplexdruck bremst die hohe Trockenzeit von 15 Sekunden.

Fotos druckt der TS8150 auch auf Normalpapier randlos, aber nur in Standardqualität: blass und streifig. Besser sah das Foto mit Rand in der hohen Qualität aus. Auf Fotopapier lieferte der Drucker kontrast- und detailreiche Bilder – allerdings mit Blaustich. Dieser störte auch bei Schwarzweiß-Motiven.

Um die Lade zum CD-Druck auszurichten, ist eine Taschenlampe hilfreich – das Bedienpanel stört die Sicht. Auf dem bedruckten CD-Label fielen Transportsuren auf. Von einer SD-Card lieferte der Pixma ohne PC-Hilfe gute Foto-Prints, als Scan-Ziel lässt sich die Karte nicht auswählen.

Zum Einstellen der Kopienanzahl gibt es nur ein nerviges Scrollrad auf dem Touchscreen. Textkopien gelangen in guter Qualität, bei Farbtext wurde aus Dunkelrot Schwarz, Graufächen wirkten unsauber. Bei Fotos störte wieder der Blaustich.

Als Scan-Programm und Twain-Modul dient Scan Gear mit vielen Filtern und Weißabgleich. Foto-Scans enthielten viel Rot, aber wenig Details in dunklen Bildbereichen. Die integrierte OCR macht bei der Erkennung zu viele Fehler, um brauchbar zu sein.

- ↑ gute Druckqualität
- ↑ CD-Labeldruck
- ↓ kein Scannen auf SD-Card
- ↓ keine Linux-Treiber



Epson Expression Photo XP-8500

Das kompakte Multifunktionsgerät braucht wenig Platz. Die Ablage fährt wie beim Canon Pixma motorgetrieben heraus. Das Bestücken der Fotopapierlade darunter ist eine fummelige Angelegenheit. Das Scharnier der Scannerklappe bietet kaum Spiel, um dickere Bücher darunter zu platzieren.

Auf dem anklappbaren Bedienpanel des XP-8500 sitzt ein kleiner, für breite Finger ungeeigneter Touchscreen. Das Web-Frontend bietet nur die Registrierung bei den Cloud-Diensten, einige Netzwerkeinstellungen und Firmware-Updates.

In Entwurfsqualität druckt der Epson Expression flink und merklich blasser, Text bleibt aber sehr gut lesbar. Gemächlicher arbeitet er in der Standardqualität, vergleichsweise zügig beim automatischen Duplexdruck. Grafikelemente wie Farb- und Graufächen gelingen ihm sehr sauber.

Beim Fotodruck zeigte der XP-8500, was er kann: feine Details, gute Durchzeichnung, stimmige, wenn auch etwas kühle Farben. Auf Normalpapier druckt er nicht randlos. Schwarzweiß-Bilder gefielen mit neutralen Grautönen. Druckt man sie in der Einstellung „Farbe“, produziert das Gerät tieferes Schwarz, bei „Graustufen“ löst er Details besser auf.

Foto-Prints direkt vom USB-Stick oder einer PictBridge-Kamera gelangen gut. Der Epson-Drucker gibt mehrere Bilder auch auf einer Index-Seite aus, nur muss man die Fotos einzeln auswählen. CD-Label bedruckt er in bester Qualität und auf Wunsch bis zum äußersten Rand.

Beim Kopieren nimmt sich der Expression Photo Zeit, lieferte bei Text und Fotos aber eine gute Qualität ab. Auf unseren Testgrafiken gab er feine dunkelrote Details korrekt wieder, die andere Testgeräte schwarz druckten, umrandete aber Graufächen mit durchbrochenen Linien, die auf der Vorlage nicht vorhanden waren. Randlose Fotos vergrößerte der Kopierer leicht und beschnitt sie.

Das Scan-Tool „Epson Scan 2“ dient auch als Twain-Modul; der manuelle Weißabgleich ist mangels Anzeige der RGB-Werte fummelig. Foto-Scans gaben Details gut wieder, lediglich Gesichter erschienen zu rötlich. Die integrierte Texterkennung macht bei kleineren und größeren Schriften sehr viele Fehler.

- ↑ sehr guter Fotodruck
- ↑ geringe Stellfläche
- ↑ CD-Labeldruck
- ↓ hohe Tintenkosten



Epson Ecotank ET-7700

Der robuste Ecotank ET-7700 hat eine ähnliche Ausstattung wie der XP-8500. Die Ablage muss man von Hand herausziehen, statt Touchscreen gibt es ein helles Farbdisplay mit übersichtlichen Menüs und große, gut bedienbare Tasten. Eine Statusanzeige für den aktiven Leisedruck-Modus fehlt.

Statt Patronen hat das Epson-Gerät fünf große Tinten-tanks; zwei komplette Füllungen liegen in Flaschen bei. Die Einfüllöffnungen der Tanks sind mechanisch kodiert, sodass man die Tintenflasche nur auf den richtigen Tank aufsetzen kann. Danach fließt die Tinte von selbst in den Tank und stoppt bei Erreichen des Maximalpegels automatisch. Es bleibt noch Tinte in der Flasche, mit der man die Verluste durch das Befüllen des Schlauchsystems ausgleichen kann. Eine Füllung reicht für 4500 bis 7000 Seiten. Tinte wird bei Reinigungsvorgängen in einem wechselbaren Behälter aufgefangen, ein Behälter zum Wechseln liegt bei.

Im schnellen Entwurfsmodus druckt der Ecotank etwas blasser als der XP-8500, aber immer noch gut lesbar. In der guten Standardqualität und beim automatischen Duplexdruck arbeitet er flotter als der Konkurrent aus eigenem Hause. Bei der Druckqualität hält er problemlos mit.

Fotos druckt der ET-7700 nur auf Fotopapier randlos, mit kühlen, aber korrekten Farben und sehr guter Detailwiedergabe. Auch die neutralen, detailreichen Schwarzweißdrucke gefielen sehr gut. Von USB-Stick, PictBridge-Kamera oder SD-Card lassen sich Fotos in guter Qualität direkt ausdrucken. Der CD-Label-Druck sah gut aus und gelang bis zum Rand.

Beim Kopieren fehlt eine Zifferntastatur zur direkten Eingabe der Kopienzahl, dafür geht der Ecotank dabei deutlich flotter als der XP-8500 zu Werke. Bei Text und Fotos gefiel die Kopierqualität, um Graufächen auf Grafikvorlagen produzierte er hässliche Rahmen. Beim Kopieren von CD-Labels vergrößerte er die Vorlage merklich.

Auch die Scan-Software entspricht der des Epson Expression. Scans von Fotos und Grafik gelangen detailreich bis in dunkle Bildbereiche. Leider gibt es für durchsuchbare PDFs auch nur die kaum brauchbare Texterkennung von Epson.

- ↑ sehr guter Fotodruck
- ↑ Tinte für 9000 Seiten anbei
- ↑ CD-Labeldruck
- ↓ teuer



HP Envy Photo 7830

Der breite Envy Photo 7830 hat ein Fach für 125 Seiten Normalpapier und eine Lade für kleine Fotopapiere bis 13 x 18 – für A4-Fotopapiere muss man das große Fach ausräumen. Die Scannerklappe lässt keinen Raum für dickere Bücher. Als einziges Gerät im Test ist der Envy Photo mit Fax und WLAN für 2,4- und 5-GHz-Netze ausgestattet.

Das HP-Modell druckt mit einer Schwarzpatrone und einer Kombipatrone für die Grundfarben. Die Druckköpfe sind in den Patronen integriert. Für das Instant-Ink-Abo schickt HP spezielle Patronen per Post. Das Abo startet erst, wenn man die Instant-Ink-Patronen einsetzt.

Trotz der übersichtlichen Menüs nervt die Bedienung, da der kleine Touchscreen auf Berührung sehr träge reagiert. Gut gefiel das Web-Frontend, das viele Geräteeinstellungen und das Herunterladen von Scans über den Browser bietet. Zum Registrieren bei Google Cloud Print druckt der Envy eine Seite mit Kurz-URL aus, anstatt wie die anderen Testgeräte einfach auf die Google-Seite weiterzuleiten.

Schon in Entwurfsqualität liefert der HP-Drucker Text mit sehr guter Lesbarkeit. Den eigentlich schnellen Duplexdruck bremsen ab Normalqualität lange Trockenzeiten aus. Text und Grafik gelangen in Top-Qualität, bei Fotos auf Fotopapier störten zu hohe Farbkontraste und Changier-Effekte. Auf Normalpapier sahen Fotos aber vergleichsweise gut aus.

Im Schwarzweiß-Modus kopierte das HP-Mufu doppelt so schnell wie in Farbe. Bei Grafikvorlagen fielen streifige Graufächen auf. Zum randlosen Kopieren von A4-Fotos muss man „Dokument“ und Foto-Optimierung wählen, die Kopierfunktion „Foto“ arbeitet nur mit Formaten bis 13 x 18. Den blassen Foto-Kopien fehlte Rot, dunkle Details sofften komplett im Schwarz ab.

Auch Scans von Fotos zeigten kaum Details und waren stark nachgeschärft – Personen wirkten wie ausgeschnitten. Bei Texten ist das Verhalten des Scanners ideal – die OCR machte nur bei kleinen Schriften viele Fehler –, für ein Foto-Multifunktionsgerät aber nicht akzeptabel. Die Faxfunktion erstellt Sendeberichte mit Bild nur bei aktiviertem „Scannen und Faxen“.

- ↑ Tinten-Abo
- ↑ Büroausstattung mit Fax
- ↓ Scanner nicht fototauglich
- ↓ unsensibler Touchscreen

Multifunktions-Fotodrucker					
Gerät	DCP-J785DW	Pixma TS8150	Expression Photo XP-8500	EcoTank ET-7700	HP Envy Photo 7830
Hersteller	Brother, www.brother.de	Canon, www.canon.de	Epson, www.epson.de	Epson, www.epson.de	HP, www.hp.com/de
Druckverfahren / Patronen	Piezo / 4	BubbleJet / 6	Piezo / 6	Piezo / 5 Tintentanks	BubbleJet / 2
Auflösung (Fotodruck) ¹	6000 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	5760 dpi × 1440 dpi	5760 dpi × 1440 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte ¹	64 g/m² ... 300 g/m²	64 g/m² ... 300 g/m²	64 g/m² ... 300 g/m²	64 g/m² ... 300 g/m²	70 g/m² ... 250 g/m²
Papierzufuhr	100 Blatt, 20 Blatt Fotopapier bis 10 × 15, Einzelblatteinzug hinten	100 Blatt vorn, 100 Blatt Normal-/ 20 Blatt Fotopapier hinten	100 Blatt, 20 Blatt Fotopapier bis 13 × 18 vorn, Einzelblatteinzug	100 Blatt, 20 Blatt Fotopapier bis 13 × 18 vorn, Einzelblatteinzug	125 Blatt, 15 Blatt Fotopapier bis 13 × 18
automatischer Duplexdruck	✓	✓	✓	✓	✓
randloser Fotodruck / CD-Druck	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Drucken von USB-Stick / SD-Card	✓ / ✓ (JPEG)	– / ✓ (JPEG, TIFF)	✓ / ✓ (JPEG, BMP)	✓ / ✓ (JPEG, BMP)	✓ / ✓ (JPEG, PNG, TIFF)
PictBridge / DPOF	✓ / ✓	✓ (nur über WLAN) / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Scannen und kopieren					
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen ¹	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch ¹	2400 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug	20 Blatt (Simplex)	–	–	–	35 Blatt (Simplex)
Twain- / WIA-Modul	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓
Fax	–	–	–	–	✓
Netzwerk- / Cloud-Funktionen					
Scan to E-Mail / Cloud	– (via PC) / ✓	– (via PC) / ✓	Cloud-Dienst / ✓	Cloud-Dienst / ✓	Cloud-Dienst / ✓
Scan to USB-Stick / SD-Card	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Druck-App	Brother iPrint & Scan (Android, iOS, Windows)	Canon Print (Android, iOS, Windows)	Epson iPrint (Android, iOS)	Epson iPrint (Android, iOS)	HP ePrint, HP Smart (Android, iOS)
NFC / WiFi Direct	– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Cloud-Dienst des Herstellers	Web Connect	IJ Cloud Printing Center	Epson Connect	Epson Connect	HP Connected
Google Cloud Print	✓	✓	✓	✓	✓
Sonstiges					
Schnittstellen	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct, Bluetooth LE	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE 802.11n 2,4 und 5 GHz), WiFi Direct, Bluetooth LE
Betriebsabmessungen (B × T × H)	42 cm × 58 cm × 22 cm	37 cm × 66 cm × 29 cm	35 cm × 52 cm × 19 cm	43 cm × 60 cm × 19 cm	45,5 cm × 50,5 cm × 19,5 cm
Gewicht	8,4 kg	5,5 kg	6,7 kg	8 kg	7,6 kg
Display	6,8-cm-Touchscreen	10,8-cm-Touchscreen	6,8-cm-Touchscreen	6,8-cm-Farbdisplay	6,75-cm-Touchscreen
Treiber für Windows	ab Windows XP	ab Windows 7 SP1	ab Windows XP SP3	ab Windows XP SP3	ab Windows XP SP3 (32 Bit), ab Server 2008 R2
Treiber für Mac / Linux	OS X ab 10.8.5 / ✓	macOS ab 10.10.5 / –	macOS ab 10.6.8 / ✓	macOS ab 10.6.8 / ✓ (ESC/P-R)	macOS ab 10.10 / ✓ (Hplip)
Software	Control Center 4, Brother Utilities, PaperPort 14 SE	IJ Printer Tool, Scan Utility, My Image Garden, Quick Menü	Epson Scan 2, Easy Photo Print, Print CD, Event Manager	Epson Scan 2, Easy Photo Print, Print CD, Event Manager	Envy Photo 7800 Series, Readiris OCR, HP Photo Creations
Speicherkarten / USB-Host	SD-Card (SDXC), MS Pro Duo / ✓	SD-Card (SDXC) / –	SD-Card (SDXC) / ✓	SD-Card (SDXC) / ✓	SD-Card (SDXC) / ✓
Bemerkungen	–	–	Resttintenbox 9,99 €	Resttintenbox 9,99 €, A3-Version EcoTank ET-7750 (820 €)	inkl. 4 Monate Instant-Ink-Abo (15 Seiten/Monat)
Tinte					
Schwarz (Reichweite ¹)	LC-22UBK (2400 S.)	PGI-580PGBK (200 S., XL: 400 S., XXL: 600 S.); CLI-581BK (750 S., XL: 2280 S., XXL: 4590 S.)	378 BK (240 S.), 378XL BK (500 S.)	105 Schwarz (7000 S.), 106 Foto-Schwarz (4500 S.)	HP 303 BK (200 S.), HP 303 XL (600 S.)
Farbe (Reichweite ¹)	LC-22UC, M, Y (je 1200 S.)	CLI-581-C (259 S., XL: 519 S., XXL: 830 S.); -M (223 S., XL: 466 S., XXL: 747 S.); -Y (259 S., XL: 519 S., XXL: 830 S.); -PBlau (1660 S., XL: 4710 S., XXL: 9140 S.)	378 C, M, Y, Light C, Light M (je 360 S.), 378XL C, M, Y, Light C, Light M (je 830 S.)	106 C, Y, M (je 4500 S.)	HP 303 C/M/Y-Kombipatrone (165 S.), HP 303 C/M/Y XL (415 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (X)XL-Patrone	4,83 Cent, Schwarzanteil 1,08 Cent	13,37 Cent, Schwarzanteil 4 Cent	16,94 Cent, Schwarzanteil 4 Cent	1,48 Cent, Schwarzanteil 0,29 Cent	15,88 Cent, Schwarzanteil 6 Cent
Bewertungen					
Bedienung / Ausstattung	○ / ⊕	⊕ / ○	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Fotodruck (Farbe / SW / SD-Direkt)	○ / ○ / ○	⊕ / ○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊖ / ○ / ○
CD-Label: Druck / Kopie	– / –	○ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○	– / –
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	○ / ⊕ / ⊖⊖	⊕ / ⊖ / ○	⊕ / ⊖ / ⊕	⊕ / ⊖ / ⊕	⊕ / ○ / ⊖⊖
Scanqualität Grafik / Foto / OCR	○ / ⊖ / ⊕	○ / ○ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖⊖	○ / ⊖⊖ / ○
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	○ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	3 Jahre Vor-Ort	1 Jahr Bring-in	1 Jahr Bring-in	1 Jahr oder 30.000 S. Bring-in	1 Jahr Bring-in
Gerätepreis (UVP / Straße)	350 € / 215 €	180 € / 155 €	180 € / 150 €	680 € / 570 €	190 € / 165 €
¹ Herstellerangabe					
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe					

Anzeige

Das macht Blockchain

Die Technik hinter Bitcoin & Co.



Die Blockchain-Technik Seite 102
Smart Contracts Seite 108

„Blockchain“ gehört schon seit einiger Zeit zu den angesagtesten Buzzwords in der IT. Wir klären, ob dahinter nur Marketing-Gewäsch steckt oder ob Blockchains tatsächlich in der Lage sein könnten, ganze Industriezweige zu revolutionieren.

Von Hajo Schulz

Die Großen aus der IT-Branche sind dabei: Amazon bietet eine „Blockchain as a Service“, Microsoft hat ein Framework zum Implementieren von Blockchains vorgestellt, von IBM gibt es eine „Blockchain Plattform“. Auch aus der Industrie kommen praktisch täglich Ankündigungen von Unternehmen zu dem Thema: Maersk erforscht, wie sich Blockchains in der Schiffslogistik einsetzen lassen, Daimler kooperiert mit der Landesbank Baden-Württemberg, um den Handel mit Anleihen per Blockchain zu automatisieren, der schwedische Staat hat in seiner Verwaltung bereits erste Blockchain-Projekte in Betrieb. Vor allem die Finanzindustrie setzt große Hoffnungen auf die Blockchain-Technik, die im Englischen auch unter dem Namen „Distributed Ledger“, also etwa „verteiltes Kontobuch“ bekannt ist.

Dieser Artikel erklärt, wie eine Blockchain überhaupt funktioniert und wo noch ungelöste Probleme bei ihrem Einsatz lauern. Ein wichtiges Merkmal von Blockchains ist, dass sie sogenannte Smart Contracts ermöglichen, also Verträge, die in Code gegossen sind und sich quasi von selbst erfüllen. Wie das funktioniert, steht im Folgeartikel ab Seite 108.

Was ist die Blockchain?

Technisch ist eine Blockchain zunächst einmal nicht viel mehr als eine verteilte Datenbank, die aus einer Kette von Datenblöcken besteht. „Verteilt“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Teilnehmer die Daten in einem Peer-to-peer-Netzwerk (P2P) miteinander austauschen, wobei auf jedem Knoten der komplette Datenbestand vorhanden ist.

Es existieren sowohl öffentliche als auch private Blockchains. Die bekannteste unter den öffentlichen ist die der Kryptowährung Bitcoin. Auch Ethereum ist eine

öffentliche Blockchain, die sich vor allem dadurch einen Namen gemacht hat, dass man dort anders als bei Bitcoin auch Smart Contracts hinterlegen kann. Im Prinzip kann bei öffentlichen Blockchains jeder mitmachen, alle Daten lesen und auch neue Einträge beisteuern. Im geschäftlichen Umfeld sind dagegen eher private Blockchains üblich. Sie existieren nur im Netzwerk und auf Rechnern der beteiligten Organisationen.

Eine der hervorstechendsten Eigenschaften der Blockchain ist ihre Robustheit gegen nachträgliche Änderungen einmal gespeicherter Daten. Deshalb kommt sie als Speichermedium überall da in Frage, wo Daten fortlaufend anfallen und manipulationssicher aufbewahrt werden müssen. Bei den Daten kann es sich um die Ein- und Auszahlungen eines Kontos genauso handeln wie etwa um die Einträge in eine digitale Krankenakte. Die Nutzdaten in der Bitcoin-Blockchain bilden die Transaktionen, also die Überweisungen von Währungsbeträgen zwischen den Teilnehmern.

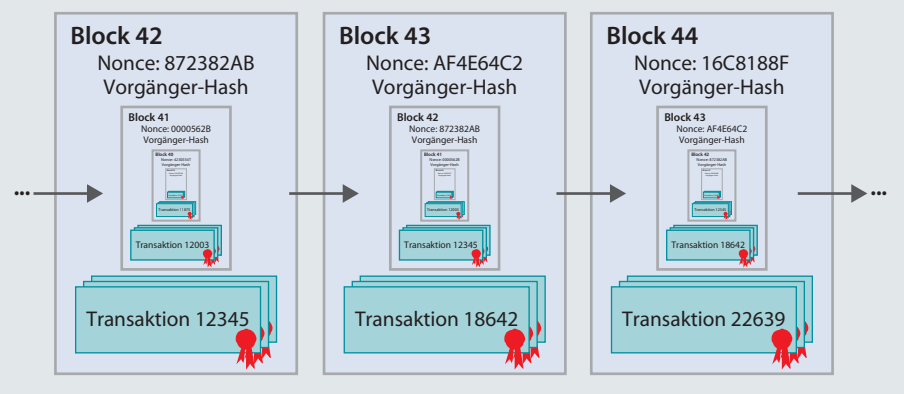
Das kleinste Element einer Blockchain ist immer ein Block. Er besteht neben einem Index und einem Zeitstempel aus mindestens drei Komponenten: den eigentlichen Daten, dem Hash des Vorgängerblocks und einem sogenannten Proof of Work.

Dadurch, dass jeder Block einen Hash seines Vorgängers enthält, sind die Blöcke untereinander verknüpft und schützen einander vor Manipulationen oder zufälligen Änderungen etwa durch Speicher- oder Übertragungsfehler: Würden sich die in einem Block gespeicherten Daten nachträglich ändern, wäre sein Hash ein anderer, was im nächsten Block sofort auffallen würde. Aber nicht nur das: Der Vorgänger-Hash ist ja Teil des Blocks und fließt deshalb in die Berechnung des eigenen Hash-Wertes ein, der wiederum im nächsten Block gespeichert ist. Wollte man also die Daten in einem bereits bestehenden Block ändern, müsste man die gesamte Kette ab diesem Punkt neu berechnen. Das ist zwar theoretisch möglich, aber umso aufwendiger und damit für potenzielle Betrüger unattraktiv, je weiter die zu manipulierenden Daten in der Historie der Blockchain zurückliegen.

Um derartige Manipulationen noch schwieriger und ab einem bestimmten Punkt schlicht unmöglich zu machen, kommt bei den meisten Blockchain-Implementierungen der Proof of Work ins Spiel: Hierbei handelt es sich um eine Zahl, die schwer zu berechnen, aber leicht

Das Blockchain-Prinzip

Jeder Eintrag einer Blockchain enthält außer den eigentlichen Daten einen Hash seines Vorgängerblocks. Einmal gespeicherte Daten ließen sich nur ändern, wenn man auch alle nachfolgenden Blocks neu berechnen würde. Dass das passiert, verhindern Verfahren wie „Proof of Work“, die die dazu nötige Rechenleistung in astronomische Höhen treiben.



nachzuprüfen ist. Realisiert wird das, indem man von dem Hash eines gültigen Blocks fordert, dass er einer bestimmten Regel gehorcht, beispielsweise nicht größer als eine festgelegte Obergrenze ist. Um einen neuen Block zu berechnen, muss ein Programm die Zahl, die den Proof of Work darstellt, so lange ändern und immer wieder einen neuen Hash berechnen, bis die Bedingung erfüllt ist. Solange der verwendete Hash-Algorithmus nicht kompromittiert ist, gibt es keinen anderen Weg, zu einem gültigen Block zu kommen, als das Durchprobieren immer wieder neuer Werte für diese Zahl. Im Bitcoin-Jargon wird die Zahl übrigens Nonce genannt – auch wenn diese Bezeichnung, die sich von „Number used once“ ableitet, in der Kryptografie eigentlich für eine Zufallszahl steht, die in bestimmten Protokollen als eine Art Einmalkennwort verwendet wird.

Durch Anpassen der Regel für gültige Blöcke kann man steuern, wie aufwendig die Hash-Berechnung werden soll. In der Bitcoin-Blockchain wird beispielsweise die Obergrenze für die Gültigkeit eines Hashes regelmäßig so angepasst, dass die Mitgliedergemeinschaft im Schnitt alle zehn Minuten einen neuen gültigen Block findet. Die Ethereum-Blockchain soll pro Minute um vier Blöcke wachsen. Der dort verwendete Hash-Algorithmus benötigt nicht nur Rechenleistung, sondern auch einige Gigabyte Speicher. Dadurch soll verhindert werden, dass sich gültige Blöcke mit Spezialhardware wie ASICs berechnen lassen – eine größere Investition in solche Hardware könnte die Mehrheit der Rechenleistung des gesamten Verbundes unter die Kontrolle einiger weniger Teilnehmer bringen und so die Stabilität der Blockchain gefährden.

Ob eine Blockchain intakt ist, kann jeder Teilnehmer mit überschaubarem Aufwand nachprüfen: Er muss dazu nur den Hash jedes Blocks neu berechnen, mit dem Vorgänger-Hash im nächsten Block vergleichen und prüfen, ob die Nonce die Gültigkeitsbedingung erfüllt.

Goldgräber

Das Fortbestehen einer öffentlichen Blockchain hängt davon ab, dass sich stets genug Teilnehmer finden, die neue Blöcke berechnen. Das wirft die Frage auf, wieso überhaupt jemand einer Blockchain seine Rechenleistung zur Verfügung stellen sollte.

Beantworten lässt sich das ganz gut am Beispiel Bitcoin. Einige Erklärungen zur grundsätzlichen Funktionsweise von Krypto-Währungen sind dazu aber unerlässlich: Wer ein Bitcoin-Guthaben besitzt, kann einem anderen Nutzer einen bestimmten Betrag zukommen lassen, indem er eine kryptografisch abgesicherte Nachricht an das System schickt, die den Auftrag für eine entsprechende Überweisung enthält. Das P2P-Netzwerk verteilt diese Aufträge an alle Teilnehmer, die sich zum Berechnen neuer Blöcke angemeldet haben. Um einen neuen Block zu berechnen, wählt der Teilnehmer aus den bis dahin bei ihm aufgelaufenen Aufträgen diejenigen aus, die er verarbeiten will, verpackt sie in eine spezielle Datenstruktur, fügt den Hash des letzten ihm bekannten Blocks und eine Nonce hinzu und beginnt mit der Hash-Berechnung. Hat er nach wiederholtem Austausch der Nonce schließlich einen gültigen Block gefunden, sendet er ihn über das P2P-Netzwerk an alle anderen Teilnehmer. Durch das Anhängen des Blocks an die Blockchain werden die in

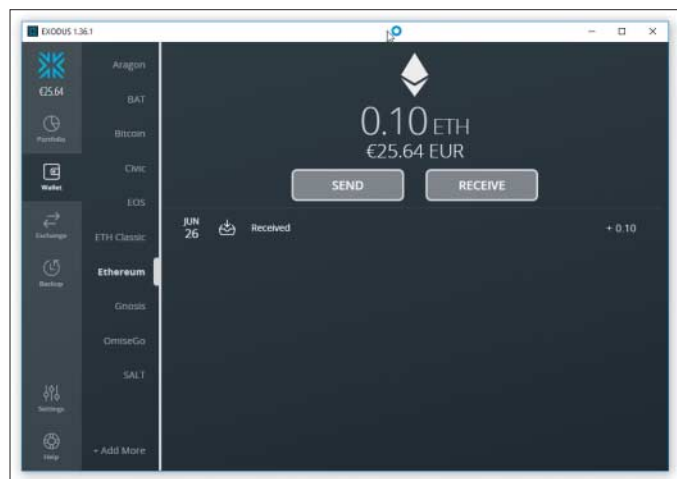
ihm enthaltenen Aufträge zu gültigen Transaktionen.

Die Frage, warum sich jemand bereit erklären sollte, Blöcke zu berechnen, beantworten praktisch alle öffentlichen Blockchains damit, dass sie mit einem geldwerten Gut verknüpft sind, also irgendeiner Form digitalen Geldes. Wer einen neuen gültigen Block findet, wird dafür mit einem festgelegten Betrag dieser Währung belohnt. Im Bitcoin-System ist das so gelöst, dass derjenige, der einen neuen Block berechnet, eine Transaktion in den Block einbauen darf, die ihm aus dem Nichts eine bestimmte Summe an Bitcoins überweist. Durch diesen Prozess entstehen neue digitale Münzen, weshalb er auch Mining, also Bergbau genannt wird.

Da das Bitcoin-System so ausgelegt ist, dass die Gesamtzahl des jemals in Umlauf befindlichen digitalen Geldes beschränkt ist, wird die Belohnung, die Miner für das Errechnen eines neuen Blocks bekommen, im Lauf der Zeit immer kleiner. Damit sich das Schürfen trotzdem lohnt – es hält schließlich den Betrieb der Blockchain aufrecht –, können Auftraggeber von Transaktionen dem Miner, der sie in die Blockchain einträgt, eine Transaktionsgebühr zukommen lassen. Tatsächlich haben Bitcoin-Aufträge, die keine solche Gebühr ausloben, mittlerweile kaum noch eine Chance, in endlicher Zeit ausgeführt zu werden.

In einer öffentlichen Blockchain wie dem Bitcoin-Netzwerk kann im Prinzip jeder zum Miner werden und damit der Kette neue Blöcke hinzufügen. Die Teilnehmer kennen sich untereinander nicht, es herrscht auch kein Vertrauensverhältnis. Dass Manipulationen trotzdem praktisch unmöglich sind, stellt ein zweistufiges Verfahren sicher: Dafür, dass die Transaktionen prinzipiell gültig sind, sorgt in einem ersten Schritt die Pflicht, Aufträge kryptografisch zu signieren. Trotzdem kann es theoretisch passieren, dass ein Teilnehmer einen Block berechnet, in dem eine Transaktion steckt, die ein bestimmtes Guthaben von User A an User B überträgt, und gleichzeitig ein zweiter Miner einen Block erzeugt, dessen Transaktionen dasselbe Guthaben an User C überweist.

Solche Kollisionen räumt das Netzwerk folgendermaßen aus dem Weg: Sobald ein Miner einen gültigen Block errechnet hat, schickt er ihn per Broadcast an alle anderen Mitglieder des P2P-Netzwerks. Wer so einen Block empfängt, prüft zunächst dessen Gültigkeit. Ist der Block



Wer nur ein Krypto-Guthaben verwalten und Überweisungen tätigen will, benötigt keinen kompletten Blockchain-Client. Eine sogenannte Wallet-Anwendung wie das hier gezeigte Exodus genügt.

in Ordnung, hängt der Empfänger ihn an seine lokale Kopie der Blockchain an, löscht die enthaltenen Transaktionen aus seiner Liste der zu verarbeitenden Aufträge und beginnt, aus den verbleibenden Einträgen einen neuen Block zu berechnen. Trudeln mehrere von anderen Minern berechnete, als gültig in Frage kommende Blöcke gleichzeitig ein, muss man zwei Fälle unterscheiden: Im ersten besitzen alle denselben, bereits als gültig erkannten Vorgängerblock. Mit welchem es dann weitergeht, kann der Empfänger nach eigenem Gutdünken entscheiden; meist nimmt er den ersten.

Dasselbe gilt, wenn die empfangenen Blöcke zwar unterschiedliche Vorgänger besitzen, aber alle dieselbe Distanz zum letzten gemeinsamen Vorgänger aufweisen. Dann ist ein sogenannter Fork passiert: Die Blockchain hat sich in mehrere Zweige aufgeteilt. Früher oder später wird aber einer der Äste länger als die anderen werden. Dann werden die kürzeren Zweige aus der Blockchain entfernt und die darin enthaltenen Transaktionen verworfen. Auch die Belohnung für die Miner, die an diesem Ast gerechnet haben, ist perdu. Auf diese Weise setzt sich früher oder später der Zweig durch, in den die meiste Rechenleistung eingeflossen ist: Man geht davon aus, dass hinter ihm auch die Mehrheit der Teilnehmer steckt. Auf diese Weise wird ausgeschlossen, dass einige wenige betrügerische Miner die gesamte Blockchain auf Dauer beeinflussen können.

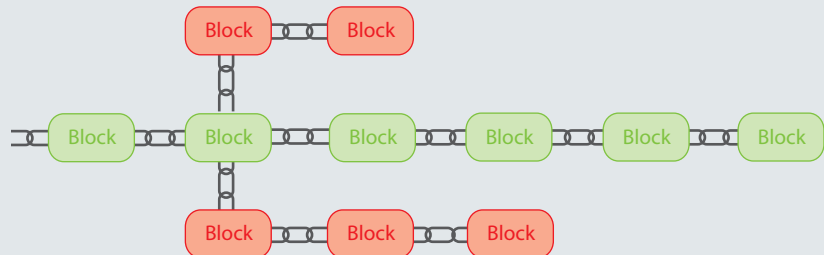
Längere Forks treten in der Bitcoin-Blockchain nur sehr selten auf. Die meisten Teilnehmer gehen deshalb davon aus, dass eine Transaktion sicher bestehen wird, wenn sie in einem Block steckt, der mindestens sechs Nachfolger besitzt. Spätestens dann werden beispielsweise Bargeldbeträge ausgezahlt oder per Bitcoin bezahlte Bestellungen abgewickelt. Dass etwa ein Wirt, der eine Zahlung in Bitcoin entgegennimmt, auf dem Deckel sitzen bleibt, weil die dazugehörige Transaktion in einem letztendlich verworfenen Zweig der Blockchain gelandet ist, passiert trotzdem äußerst selten: Wird der Auftrag von der Mehrheit der Miner als legitim erkannt, kommt er ja im Normalfall in allen Zweigen an. Er landet im Zweifel nur in einem anderen Block.

Konsens

Das Proof-of-Work-Konzept ist nicht ohne Probleme; der größte Kritikpunkt dürfte der Ressourcenverbrauch sein: Unzählige

Verzweigungen beschnitten

In der Bitcoin-Blockchain werden neue Blöcke asynchron und von vielen Teilnehmern parallel berechnet. Finden mehrere Miner gleichzeitig einen Block, kann ein sogenannter Fork passieren: Die Blockchain teilt sich in mehrere Äste auf. Über kurz oder lang wird sich aber ein Zweig als der längste durchsetzen. Kürzere werden dann verworfen. Ein Angreifer müsste mehr Rechenleistung als alle ehrlichen Miner zusammen haben, um mit einer manipulierten Kette die echte zu überholen.



Miner verheizen Rechenleistung und damit elektrische Energie, um Hashes von Blöcken zu berechnen, die letztendlich nicht in der Blockchain landen und verworfen werden. Andere Blockchain-Implementierungen verwenden deswegen alternative Verfahren, um zwischen den Teilnehmern eine Einigung über den nächsten gültigen Block zu erzielen.

Ein relativ weit verbreiteter sogenannter Konsens-Algorithmus heißt Proof of Stake (Beweis der Beteiligung). Wo er zum Einsatz kommt, müssen Teilnehmer, die neue Blöcke berechnen und bestätigen wollen, eine Einlage in Form der mit der Blockchain verbundenen Digitalwährung leisten. Die Wahrscheinlichkeit, zufällig als nächster „Validator“ ausgewählt zu werden, steigt mit der Höhe dieser Sicherheitsleistung. Ein Problem beim Proof-of-Stake-Verfahren besteht darin, dass einzelne Teilnehmer oder kleine Gruppen durch eine hohe Einlage viel Macht erlangen und Blöcke zu ihren Gunsten manipulieren könnten. Um das zu verhindern, sehen manche Proof-of-Stake-Implementierungen nicht nur Belohnungen für das Berechnen neuer gültiger Blöcke vor, sondern bestrafen Teilnehmer per Abzug von der Einlage, wenn sie Blöcke eines Fork berechnen, der schließlich verworfen wird.

In Blockchain-Projekten mit beschränktem Zugang und einem gewissen Maß an Vertrauen zwischen den Teilnehmern kommen weitere Konsens-Algorithmen mit noch weniger Overhead in Betracht. Bei deren Auswahl kann man sich zunutze machen, dass – anders als bei öffentlichen, unbeschränkten Blockchain-

Netzen – an privaten Blockchains immer nur eine begrenzte Zahl aktiver Nutzer teilnimmt.

Eines der in der Praxis verwendeten Verfahren heißt „Practical Byzantine Fault Tolerance“ (PBFT), übersetzt „praktische Toleranz gegen byzantinische Fehler“. Der Name stammt von einer Legende, der zufolge im Jahr 1453 das osmanische Heer Konstantinopel belagerte. Die Generäle, die die einzelnen Armeen befehligten, konnten nur über Boten miteinander kommunizieren, um sich darüber abzustimmen, ob die Stadt an einem bestimmten Tag anzugreifen sei. Um erfolgreich zu sein, mussten sich an einer Attacke möglichst viele Armeen beteiligen. Unter den Generälen gab es aber Verräter, sodass sich keiner sicher sein konnte, welchen eintreffenden Nachrichten er vertrauen konnte. Betrachtet man das Problem mathematisch, kommt man zu dem Ergebnis, dass eine verlässliche Einigung auf einen Angriff immer dann möglich ist, wenn weniger als ein Drittel der Generäle sie sabotieren.

Der PBFT-Algorithmus verwendet replizierte Zustandsautomaten, die über Änderungen ihres Status per Nachrichtenaustausch abstimmen. Benutzt wird er zum Beispiel im Hyperledger Fabric, einem Blockchain-Framework, das die Linux Foundation pflegt und Interessierten zum Implementieren eigener Blockchain-Anwendungen zur Verfügung stellt. Glaubt man den Erfindern, erzeugt der PBFT-Algorithmus nur minimalen Overhead bei der Kommunikation der Netzwerkknoten untereinander.

Zwei in der Finanzindustrie gern eingesetzte Varianten des PBFT-Algorithmus



Normale PC-Technik kann beim Bitcoin-Mining nicht mehr mithalten. Professionelle Miner benutzen ASIC-Rechner wie den hier gezeigten „Antminer S9“ von Bitmain.

hören auf die Namen Ripple und Stellar. Sie ermöglichen prinzipiell unendlich viele Netzknoten, setzen aber voraus, dass jeder Teilnehmer ausgewählten Partnern voll vertraut und die so gebildeten Gruppen einander überlappen. Die beiden Algorithmen unterscheiden sich in der Art und Weise, wie die Abstimmungen der Knoten über den nächsten validen Block stattfinden. Ihnen ist gemein, dass sie viele Transaktionen in kürzester Zeit verarbeiten können und diese schnell final in die Blockchain übernehmen.

Probleme

Die ideale Blockchain weist eine niedrige Latenz auf, lässt neue Blöcke schnell final werden, verarbeitet viele Transaktionen in kurzer Zeit und skaliert gut auf viele Teilnehmer. Diese Anforderungen schließen einander aber teilweise aus: Konsensmodelle, die zu schnellen Entscheidungen führen, sind in der Regel nur für eine beschränkte Teilnehmerzahl geeignet und lassen sich nicht auf Netze mit potenziell unendlich vielen Knoten übertragen. Konsensmodelle, die versuchen, die genannten Anforderungen unter einen Hut zu bringen, funktionieren nur dann, wenn die Teilnehmer zumindest ausgewählten Partnern voll vertrauen.

Bevor sich Blockchains auf breiter Front im geschäftlichen Umfeld durchsetzen, sind aber noch andere Probleme zu lösen. So funktioniert eine Blockchain nur, wenn jeder P2P-Knoten stets die komplette Datenbank vorhält. Es gibt keine Löschung von Daten, die Blockchain wächst also ständig. Das mag für ein paar Jahre gut gehen und auch gewollt sein, auf län-

gere Sicht kann der Overhead obsolet gewordener Daten aber zum Bremsklotz werden. Zudem wird es im Lauf der Zeit immer schwieriger, die Integrität der Blockchain zu verifizieren, weil man dazu ja von Anfang an Block für Block die Hashes nachrechnen muss.

Wer heute ein Blockchain-Projekt aufsetzen will, sieht sich einer breiten Auswahl von Dienstleistern und Frameworks gegenüber. Das ist im Prinzip zu begrüßen, bedeutet aber auch, dass man sich relativ früh für eine Implementierung entscheiden muss. Sollte sich herausstellen, dass man aufs falsche Pferd gesetzt hat, ist ein nachträglicher Umstieg so gut wie unmöglich, denn es fehlt an allgemein anerkannten Standards.

Aus ökologischer Sicht sind Blockchains, die zur Konsensfindung Proof of Work verwenden, eine Katastrophe: Experten schätzen, dass das Bitcoin-Netzwerk derzeit insgesamt mindestens ein Gigawatt mit dem Berechnen von Hashes verheizt – das ist etwa die Leistung eines handelsüblichen Kernkraftwerks. Bei durchschnittlich sechs Blöcken pro Stunde verbraucht das Berechnen eines einzigen Blocks also rund 167 MWh. In Deutschland würden dafür rund 48.700 Euro an Stromkosten anfallen. Miner erhalten für einen neuen Block gegenwärtig 12,5 Bitcoins als Belohnung; in Echtgeld entsprach das bei Redaktionsschluss für diesen Artikel knapp 60.000 Euro. Ein deutscher Miner macht also mit einem gefundenen Block immer noch über 10.000 Euro Gewinn. Dieses große Los zu ziehen ist aber äußerst unwahrscheinlich. Um den Gewinn zu maximieren, betreiben professionelle Miner ihre Mining-Farmen in Gegenden, wo Strom besonders günstig ist, etwa in China, Russland oder Island.

Zusätzlich zum Stromverbrauch muss man in die Ökobilanz auch einbeziehen, dass beim Bitcoin-Mining mit normalen Prozessoren oder Grafikkarten mittlerweile kein Blumentopf mehr zu gewinnen ist. Spezialhardware, die das Berechnen von Hashes mit ASICs erledigt, ist deutlich schneller. Erfahrungsgemäß überholt aber die nächste Generation an Mining-Hardware jeweils aktuelle Geräte innerhalb weniger Monate und macht sie dadurch zu Elektronikschrott.

Was geht

Allen Problemen zum Trotz setzen zahlreiche Unternehmen auf die Blockchain. Vor allem die Finanzindustrie erwartet,

dass sich damit Geschäfte rationalisieren lassen: Wo das Vertrauen zwischen Geschäftspartnern durch Technik garantiert werden kann, braucht es keine Notare oder Treuhänder mehr, die darüber wachen, dass alle Beteiligten ihren Pflichten nachkommen. Eine passive Blockchain, die als reiner Datenspeicher fungiert, reicht dazu allerdings nicht aus. Zusätzlich braucht es Smart Contracts, also Programmcode, der manipulationssicher in der Blockchain gespeichert ist und garantiert ausgeführt wird, sobald bestimmte Ereignisse eintreten. Details zu Smart Contracts liefert der nachfolgende Artikel.

Eine weitere Branche, die große Hoffnungen auf die Blockchain setzt, ist die Logistik-Industrie. Hier geht es vor allem darum, lückenlos und verzögerungsarm nachzuvollziehen, wo sich eine Sendung gerade befindet und welchen Weg sie genommen hat.

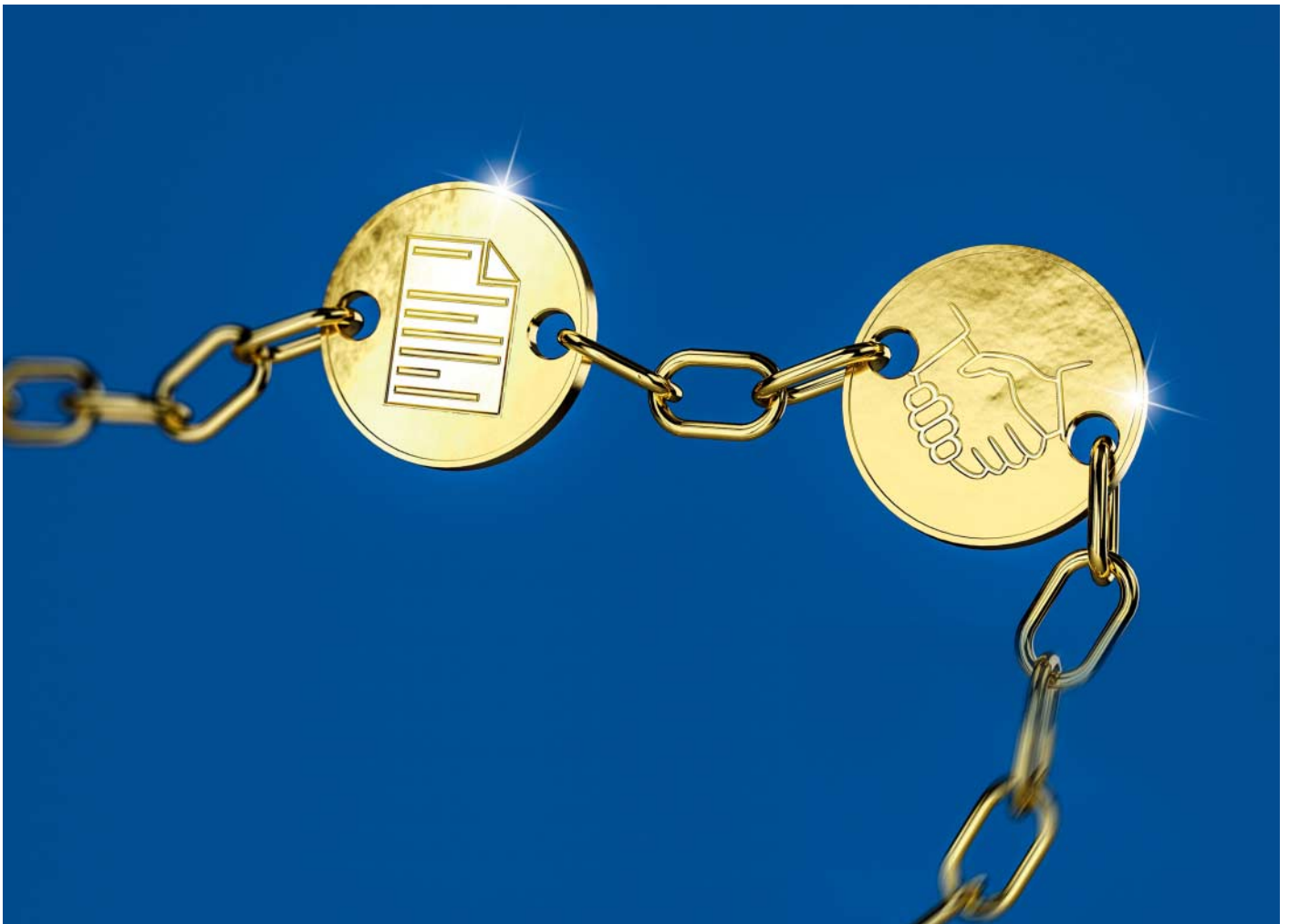
Echten Zusatznutzen auch für Verbraucher könnten Blockchains in der Nahrungsmittelindustrie bringen: Sie sind das ideale Speichermedium, um den Weg von Lebensmitteln vom Erzeuger bis zum Einzelhändler nachzuvollziehen. Dass sich jeder Landwirt und jeder Hersteller an so einem System beteiligt, ist aber noch Zukunftsmusik. Mit Nestlé hat immerhin ein Branchenriese damit begonnen, die Herkunft der Zutaten für seine Produkte per Blockchain zu verfolgen.

Viel mehr als erste Pilotprojekte stecken hinter den genannten Beispielen gegenwärtig aber noch nicht. Sie sollen den Nutzen und die Probleme beim Einsatz von Blockchains ausloten. Ob sich die erhofften Vorteile in der Praxis erreichen lassen, steht in den Sternen. Die Marktforscher von Gartner sehen die Blockchain-Technik denn auch in ihrem diesjährigen „Hype Cycle“ am Übergang zwischen dem „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ und dem „Trog der Enttäuschungen“ und schätzen, dass noch fünf bis zehn Jahre ins Land gehen, bevor sie das „Plateau der Produktivität“ erreicht.

Das von manchem Anbieter versprochene Allheilmittel, mit dem sich jedes Unternehmen modernisieren lässt, ist die Blockchain jedenfalls nicht. Wie bei jedem Marketing-Hype muss man schon genauer hinschauen, hinter welchen Ankündigungen tatsächlich eine Revolution steckt und wo einfach nur ein Buzzword verwendet wird, um Modernität zu suggerieren.

(hos@ct.de) **ct**

Anzeige



Vertrag denkt mit

Smart Contracts in der Ethereum-Blockchain

Die Blockchain ist primär ein verteilter Speicher, der immer nur wächst und gegen nachträgliche Veränderung geschützt ist. Ihr volles Potenzial entfaltet sie aber erst, wenn sie nicht nur als Datenbank genutzt wird, sondern auch aktiv Code ausführt – sogenannte Smart Contracts.

Von Hajo Schulz

Wer in ein Crowdfunding-Projekt investiert, gewährt damit dem Empfänger einen Vorschuss nicht nur an Geld, sondern auch an Vertrauen. Das damit verbundene Risiko ließe sich vermeiden, wenn das eingezahlte Geld etwa bei einem Treuhänder sicher geparkt würde, bis das Investitionsziel erreicht ist. Kommt innerhalb eines festgelegten Zeitraums nicht genug Geld zusammen, erhalten die Investoren ihre Einlagen garantiert zurück. Im Erfolgsfall bürgt der Treuhänder dafür, dass der Gründer die versprochene Leistung erbringt.

Ein Treuhänder aus Fleisch und Blut wird für seine Dienste allerdings ein Honorar verlangen. Ein großer Teil davon ließe sich sparen, wenn stattdessen ein Computer das Geld entgegennehmen, aufbewahren und bei Ablauf der Frist wei-

tergeben oder zurückzahlen würde. Handelt es sich bei der versprochenen Leistung um ein digitales Gut, könnte er sogar die Auslieferung übernehmen. Genau das ist die Idee hinter Smart Contracts: Dabei handelt es sich um Programmcode, der manipulationssicher gespeichert ist und beim Eintreten bestimmter Ereignisse garantiert ausgeführt wird. Dieser Artikel erklärt, warum eine Blockchain der ideale Ort zum Aufbewahren und Ausführen solchen Codes ist und wie Smart Contracts programmiert werden.

Blockchain

Die Grundfunktion einer Blockchain ist in erster Näherung mit der einer verteilten Datenbank zu vergleichen: Sie speichert Informationen und sorgt dafür, dass alle beteiligten Netzknoten möglichst schnell

denselben Datenbestand vorhalten. Eine ihrer hervorstechenden Eigenschaften besteht darin, dass einmal gespeicherte Daten nicht mehr zu ändern oder zu löschen sind. Dazu verwendet sie trickreiche kryptografische Verfahren – mehr dazu im vorangegangenen Artikel ab Seite 102.

Das unbedingte Einfrieren einmal bestätigter Daten klingt unflexibel, hat aber in manchen Anwendungen Vorteile: Gerade die Finanzindustrie braucht zum Beispiel verlässliche Buchungsprotokolle. Ihre besonderen Eigenschaften haben der Blockchain auch den Namen „Distributed Ledger“ (zu Deutsch: verteiltes Konto-buch) eingetragen.

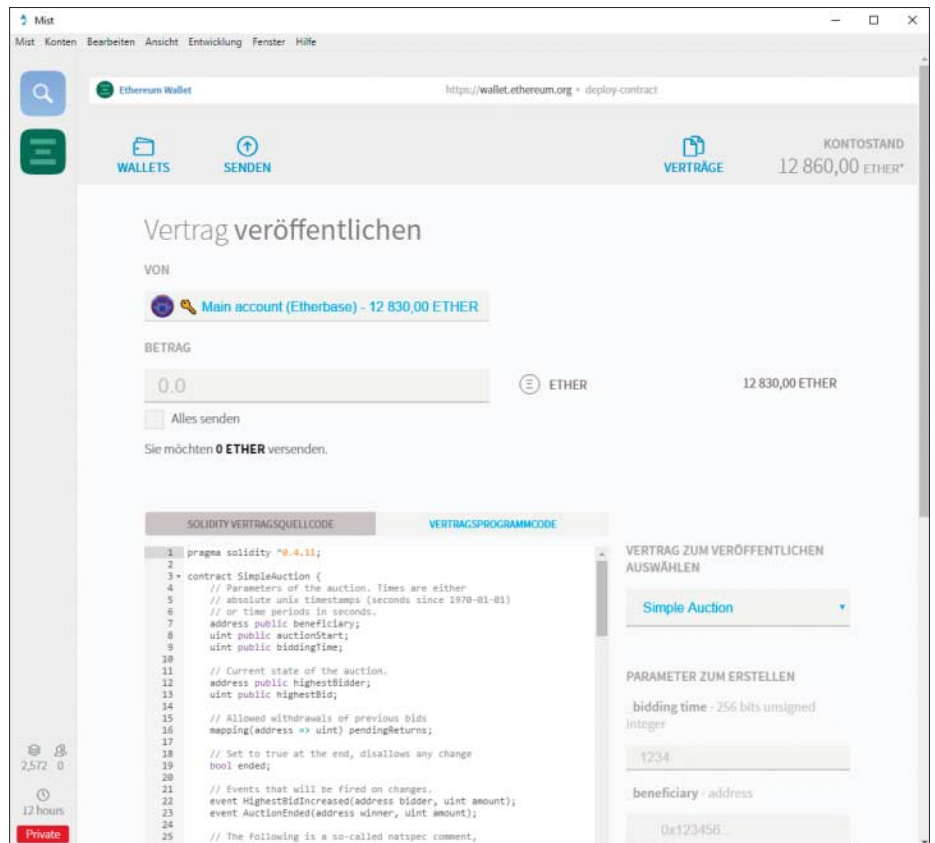
Dass einmal abgeschlossene Transaktionen zur Geldüberweisungen durch nichts zu zurückzunehmen sind, macht die Blockchain auch zur idealen Basis digitaler Währungen. Der bekannteste Vertreter dieser Gattung ist das Bitcoin, das in der gleichnamigen Blockchain gehandelt wird. Eine andere weit verbreitete Krypto-Währung hört auf den Namen Ether; er leitet sich von Ethereum ab, dem Namen der dazugehörigen Blockchain und der in der Schweiz beheimateten Stiftung, die sich um ihre Weiterentwicklung kümmert. Ethereum ist seit 2015 im Live-Betrieb.

Ethereum

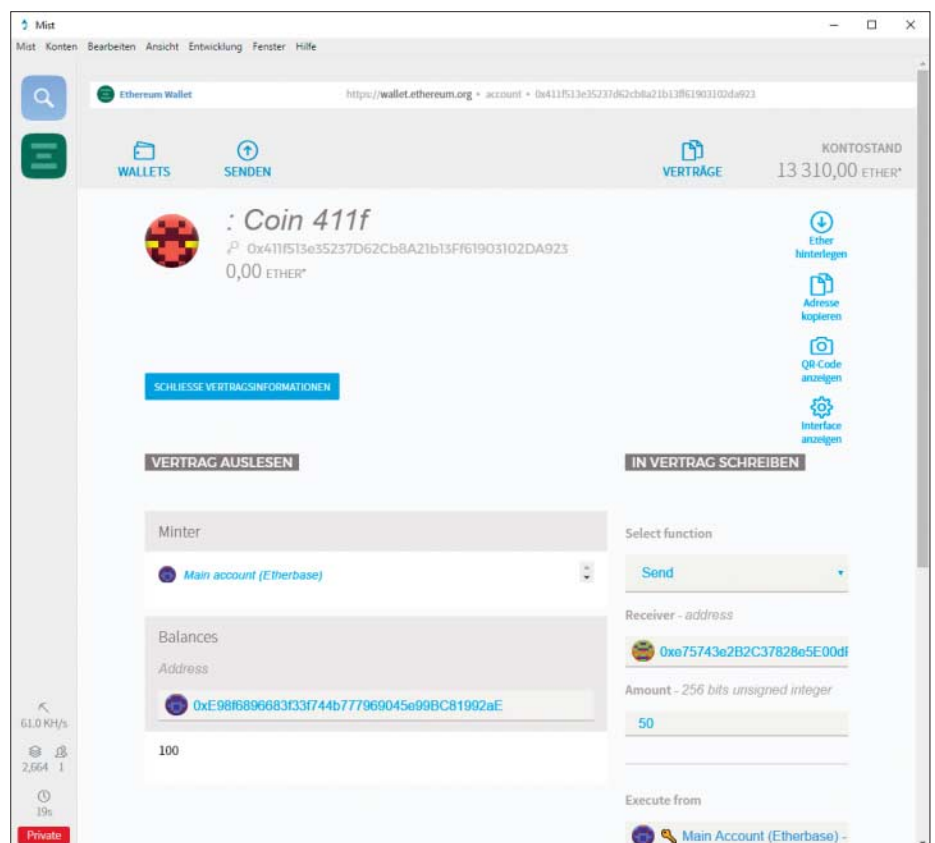
Das Besondere an der Ethereum-Blockchain ist, dass Ether eigentlich gar nicht ihr Hauptzweck ist. Der besteht vielmehr darin, Smart Contracts zu speichern und abzuarbeiten. Ether ist nur der Treibstoff, der die Blockchain am Leben hält. Wie bei fast jeder öffentlichen Blockchain werden damit die Miner belohnt, die ständig neue Blöcke berechnen und dabei auch die Smart Contracts ausführen. Sobald ein Smart Contract Geldzahlungen vorsieht, ist Ether natürlich auch die bevorzugte Währung dafür.

Transaktionen bestehen in Ethereum immer mindestens aus einem Sender, einem Empfänger und einem Geldbetrag in Ether, den der Absender dem Empfänger zukommen lassen will; der Betrag darf 0 sein. Zusätzlich darf eine Transaktion noch eine mit beliebigen Daten gefüllte „Payload“ enthalten.

Ein Smart Contract ist in der Ethereum-Blockchain einem normalen Benutzerkonto sehr ähnlich: Er besitzt eine Adresse, einen storage genannten persistenten Datenspeicher und ein Guthaben in Ether – genauer: in Wei, wobei ein Wei



Mit dem grafischen Ethereum-Frontend Mist lassen sich auch Smart Contracts anlegen, verwalten ...



... und ihre Funktionen aufrufen. Das im Bild sichtbare Ether-Guthaben besitzt der Autor dieser Zeilen übrigens nur in seiner eigenen Test-Blockchain.

```

01 contract Coin {
02     address public minter;
03     mapping (address => uint) public balances;
04
05     event Sent(address from, address to, uint amount);
06
07     function Coin() {
08         minter = msg.sender;
09     }
10
11     function mint(address receiver, uint amount) {
12         if (msg.sender != minter) return;
13         balances[receiver] += amount;
14     }
15
16     function send(address receiver, uint amount) {
17         if (balances[msg.sender] < amount) return;
18         balances[msg.sender] -= amount;
19         balances[receiver] += amount;
20         Sent(msg.sender, receiver, amount);
21     }
22 }

```

Ein Smart Contract besteht in Ethereum aus Code, der in der Programmiersprache Solidity geschrieben ist. Die hier gezeigten Zeilen sind alles, was nötig ist, um eine minimale eigene Digitalwährung zu implementieren.

einem Trillionstel (10^{-18}) Ether entspricht, der kleinsten handelbaren Einheit. Wie jedes andere Konto kann man einen Smart Contract als Ziel einer Transaktion angeben und dabei binäre Daten und Ether an ihn senden. Der Unterschied zwischen einem regulären Konto und einem Smart Contract besteht darin, dass letzterer zusätzlich Programmcode enthält.

Die Laufzeitumgebung für Smart Contracts ist die Ethereum Virtual Machine, kurz EVM. Sie ist Bestandteil der Ethereum-Client-Programme, die auf den Rechnern von Minern laufen. Von dort vorhandenen Ressourcen wie dem Dateisystem, dem Netzwerk oder anderen Prozessen ist sie durch eine Sandbox komplett isoliert.

Bei jeder Transaktion, die ein Miner in einen Block einbaut, prüft er, ob es sich bei dem Empfänger um einen Smart Contract handelt, und führt dann den enthaltenen Code aus. Das kann durchaus auf mehreren Mining-Knoten parallel geschehen, was aber kein Problem ist: Die Statusänderungen im eigenen storage des Smart Contracts und die weiteren Transaktionen, die er auslöst, landen ja nur dann endgültig in der Blockchain, wenn dieser Miner als derjenige ausgewählt wird, dessen Block final gespeichert wird.

Für die Code-Ausführung steht dem erfolgreichen Miner eine Belohnung zu. Letztlich muss der Absender der Transaktion ihn in Ether bezahlen, abgerechnet wird aber in einer besonderen Einheit namens Gas. Jede atomare Operation wie die Addition zweier Zahlen oder das Speichern eines Wertes im storage des Contracts kostet einen vom System festgelegten Preis in Gas. Beim Starten der Transaktion definiert der Absender, wie viel Ether ihm ein Gas wert ist und wie viel er insgesamt bereit ist, für die Transaktion auszugeben. Ein zu niedrig angesetzter Preis pro Gas macht die Transaktion für Miner uninteressant und es kann ewig dauern, bis sie ausgeführt wird; ein zu hoher Wert verschwendet Geld. Über den aktuellen Gas-Preis informiert die Seite <http://ethgasstation.info>.

Beim Gas-Limit sollte man nicht zu knauserig sein: Ist es aufgebraucht, bevor der Code durchgelaufen ist, wird die Transaktion zurückgerollt und die Gebühr ist verloren. Ist bei Programmende noch Gas übrig, bekommt der Absender den Rest zurückerstattet.

Entwickeln

Implementiert werden Smart Contracts für die EVM in einer eigenen Program-

miersprache namens Solidity. Deren Syntax erinnert entfernt an JavaScript, sie ist aber statisch typisiert und kennt Vererbung. Für Entwickler existiert eine breite Palette an Werkzeugen, darunter eine Browser-basierte IDE namens Remix sowie Plug-ins für Entwicklungsumgebungen wie Microsoft Visual Studio oder IntelliJ Idea und diverse Editoren. Dem Testen und Veröffentlichen von Solidity-Code dient das Kommandozeilenwerkzeug Dapp. Eine Liste der offiziell unterstützten Werkzeuge enthält die Online-Dokumentation zu Solidity – siehe ct.de/ynuj. Auch das Ethereum-Frontend Mist enthält eine Möglichkeit, Smart Contracts zu erzeugen. Um nicht während der Entwicklung Ether für Gas zu verschwenden, können die meisten Werkzeuge auch gegen eine lokale Instanz des Ethereum-Clients geth arbeiten oder bringen gleich eine eigene, JavaScript-basierte Laufzeitumgebung mit.

Das Listing zeigt eine Art „Hello world“ für Smart-Contract-Entwickler. Es stammt aus der Solidity-Dokumentation und implementiert eine simple eigene Krypto-Währung: Ein Münzmeister erzeugt aus dem Nichts neues Geld, das dann zwischen beliebigen Nutzern hin- und hergeschickt werden kann.

Ein contract entspricht dem, was in anderen Programmiersprachen eine Klasse ist; im Beispiel heißt er `Coin`. An Daten verwaltet er den durch seine Ethereum-Adresse (Datentyp `address`) identifizierten Münzmeister (`minter`) sowie eine Liste von Nutzern mit ihrem jeweiligen Kontostand in Coins (`balances`). Ein `mapping` ähnelt dem, was andere Programmiersprachen Hashmap oder Dictionary nennen, mit der Besonderheit, dass es beim Auslesen eines nicht vorhandenen Schlüssels einfach 0 zurückliefert. Iterieren über die Schlüssel oder die Werte ist bei einem `mapping` aber nicht möglich. Das Schlüsselwort `public` macht Variablen für jeden Ethereum-Benutzer lesbar, überschreiben lassen sie sich aber trotzdem nur von Code innerhalb des eigenen Contracts.

Das in Zeile 5 deklarierte `event` ist eine Schnittstelle für externe Anwendungen, zum Beispiel ein eigens für diesen Contract entwickeltes Frontend. Es kann an dem Ereignis lauschen und wird dann automatisch informiert, wenn Coins den Besitzer wechseln.

Wie in vielen anderen Sprachen üblich trägt der Konstruktor des Contracts denselben Namen wie dieser (Zeile 7). Er

dient dazu, die Daten des Contracts zu initialisieren. Konstruktoren mit Parametern sind erlaubt. In diesem Fall sind aber keine Argumente nötig, weil der Contract automatisch denjenigen Benutzer zum `mint` macht, der ihn erzeugt. Die stets vorhandene globale Variable `msg` enthält dazu Informationen über den Aufruf der Transaktion, darunter im Feld `sender` deren Absender.

Die Funktion `mint()` dient zum Erzeugen neuer Münzen. Als Argumente erwartet sie den Empfänger des frischen Geldes in Form seiner Adresse sowie die Anzahl der Münzen. Über `msg.sender` prüft sie zunächst, ob der Anwender, der sie aufruft, überhaupt dazu berechtigt ist. Im Erfolgsfall addiert sie den gewünschten Betrag einfach auf den zum Empfänger gehörigen Eintrag in den `balances` oder legt ihn neu an.

Mit einem Aufruf der Funktion `send()` kann schließlich ein Anwender Münzen aus seinem Guthaben an einen anderen Nutzer übertragen. Der Code prüft dazu zunächst, ob der Absender überhaupt genug Coins auf seinem Konto hat. In der letzten Zeile löst die Funktion das oben definierte Ereignis `Sent` aus, um die Außenwelt von der Transaktion zu unterrichten.

Zugegeben: Die hier gezeigte Implementierung einer eigenen Währung ist isoliert betrachtet nicht viel wert. Sinnvoll

könnte so ein Coin-System aber durchaus innerhalb einer größeren Anwendung sein. Dazu muss man wissen, dass Smart Contracts sich gegenseitig aufrufen können. Ein Smart Contract kann also durchaus dafür gedacht sein, nicht isoliert benutzt zu werden, sondern als Code-Bibliothek für andere Contracts zu dienen.

Im Ethereum-Jargon trifft man übrigens häufig auch auf die Bezeichnung „Dapp“ für einen Smart Contract: Sie leitet sich von „Distributed App“ ab. Gemeint ist damit, dass es sich eigentlich nicht um einen Vertrag im engeren juristischen Sinn handelt, sondern um eine Anwendung, die eben nicht auf einem einzelnen Server läuft, sondern verteilt im Netz der Blockchain.

Außenwelt

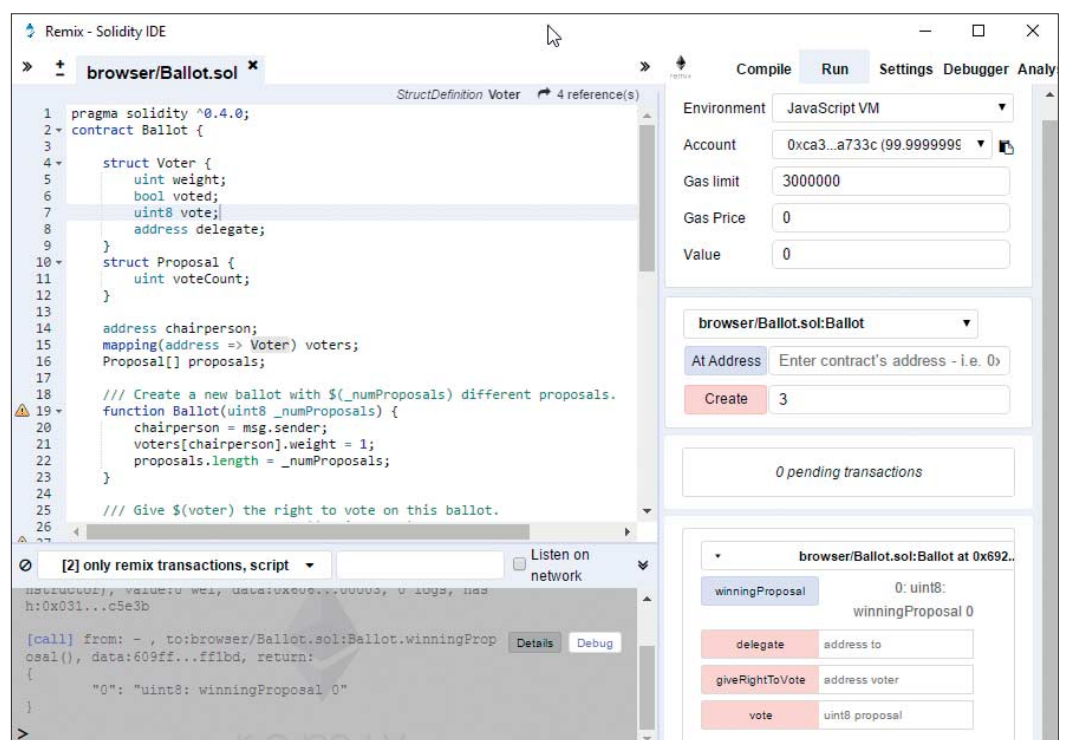
Damit Smart Contracts für Geschäfte außerhalb der Blockchain eingesetzt werden können, brauchen sie Schnittstellen in die Außenwelt: Sogenannte Oracles erschließen externe Informationsquellen und verbinden sie mit der Blockchain. Das kann zum Beispiel der Versandstatus eines Pakets sein. Einige Muster-Anwendungen betreibt etwa die Webseite www.oraclize.it. Zu ihnen gehört eine Art Versicherung, die zahlt, wenn sich ein Flug verspätet, oder eine Möglichkeit, für die Beantwortung von Fragen auf Stack-Exchange eine Belohnung auszuloben.

Oracles laufen allerdings nicht in der Blockchain selbst. Abgesehen davon, dass etwa eine regelmäßige Abfrage einer Flugdatenbank auf Dauer viel zu viel Gas und damit Geld verbrauchen würde, ist das EVM-API auch gar nicht für solche Aufgaben ausgestattet. Oracles sind daher eigene Anwendungen, die meist auf Webservern laufen, passende Blockchain-Transaktionen auslösen und an den Ereignissen von Smart Contracts lauschen.

Um Dapps wirklich universell zu machen, muss sich das auf lange Sicht ändern: Das automatische, durch Code garantierte Vertrauen in einen Smart Contract endet dort, wo man die Blockchain verlässt und sich auf einen externen Dienstleister verlassen muss.

Allerdings wächst auch die Außenwelt immer weiter auf Blockchain-Anwendungen zu: Mit der Hilfe von an die Cloud angebundenen Türschlössern ist es beispielsweise heute schon möglich, die Vertragsabwicklung einer Plattform wie Airbnb weitgehend in der Blockchain zu erledigen. Ein Smart Contract könnte auf eine Einzahlung warten und beim Eintreffen den Code verschicken, der dem Mieter einer Wohnung die Tür öffnet. Mit einer weiteren Transaktion könnte der Mieter den Schlüsselcode wieder zurückgeben und dafür automatisch seine Kaution zurückerhalten. Ähnliche Modelle sind beispielsweise im Automobil-Bereich vorstell-

Die Solidity-Entwicklungsumgebung Remix läuft im Browser und bringt eine eigene, von der Blockchain unabhängige Laufzeitumgebung für Smart Contracts mit.



Hyperledger Fabric

Ein öffentliches Netzwerk wie Ethereum ist beileibe nicht für alle Blockchain-Anwendungen die richtige Wahl. Unternehmen bauen häufig lieber ihre eigene, von der Außenwelt abgeschottete Blockchain und schaffen sich damit eine ganze Menge Probleme wie etwa Fragen zur Vertraulichkeit der gespeicherten Daten vom Hals. Als Grundlage für eigene Blockchain-Implementierungen existieren verschiedene Frameworks; eines der populäreren hört auf den Namen „Hyperledger Fabric“ und wird von der Linux Foundation gepflegt. Es liegt unter anderem auch der Blockchain-Plattform von IBM zugrunde.

Auch in Hyperledger Fabric ist es möglich, so etwas wie Smart Contracts zu programmieren. Das dazugehörige Feature heißt hier „Chaincode“. Der Ansatz dafür ist aber ein völlig anderer als in der Ethereum-Blockchain: Der Programmcode ist nicht in der Blockchain selbst gespeichert, sondern muss auf den Knoten des Blockchain-Netzwerks installiert werden, bevor er ausgeführt werden kann. Ein Smart Contract entsteht hier also nicht dynamisch zwi-

schen den Vertragspartnern, sondern die Betreiber der Blockchain einigen sich von vornherein auf deren Ausstattung mit Business-Logik in Form von Chaincode. So wird eine Auktionsplattform, die ihre Geschäfte mit einer Hyperledger-Blockchain abwickeln will, ihrer Installation Chaincode hinzufügen, der Transaktionen wie das Einstellen einer Ware oder die Abgabe eines Gebotes abbildet.

Chaincode lässt sich derzeit in den Programmiersprachen Go und JavaScript (unter Zuhilfenahme von node.js) programmieren; die Entwickler denken darüber nach, künftig auch Java zu unterstützen. Installiert werden Chaincode-Programme in Form von Docker-Containern, in denen sie dann isoliert vom restlichen Code auf den Knoten laufen. Jedes Chaincode-Programm ist dafür zuständig, seine eigenen Daten und seinen inneren Zustand zu verwalten; der Zugriff führt exklusiv über den Chaincode selbst. Programme können sich aber gegenseitig aufrufen, sodass es möglich ist, Schnittstellen für den Datenaustausch zu implementieren.

bar, etwa für Parkplätze, Carsharing-Plattformen oder E-Auto-Ladestationen.

De jure

Smart Contracts können einen zweiten wichtigen Aspekt besitzen: Einerseits wird der Programmcode ausgeführt und sorgt so dafür, dass die vereinbarten Transaktionen – Zahlungen, Überlassungen von Lizenzschlüsseln et cetera – in der realen Welt tatsächlich stattfinden. Andererseits können sie aber auch als Vertrag im juristischen Sinne dienen, indem sie eine übereinstimmende Willenserklärung der Partner dokumentieren.

An ihre Grenzen kommen Smart Contracts allerdings, wenn etwa ein Kunde mit der Leistung seines Vertragspartners nicht zufrieden ist: Rückgängig machen lassen sich Blockchain-Transaktionen prinzipbedingt nicht. Auch dürfte die Programmierung eines Oracle schwierig sein, das in Erfahrung bringt, ob eine Lieferung der Beschreibung entspricht oder ob ein technisches Gerät zumindest für die Dauer der Gewährleistungsfrist einwandfrei funk-

tioniert. Für die Behebung von Unregelmäßigkeiten bei per Smart Contract vollzogenen Geschäften werden auf absehbare Zeit noch herkömmliche Methoden und damit Menschen notwendig sein.

Rechtlich spricht nichts dagegen, einen Vertrag statt in Deutsch in einer Programmiersprache zu formulieren. Entscheidend für einen Vertrag ist, dass er den rechtsverbindlichen Willen der beteiligten Parteien hinreichend deutlich zum Ausdruck bringt. Ob es für einen durchschnittlichen Verbraucher sinnvoll ist, sich durch für ihn unverständlichen Programmcode rechtlich zu binden, steht auf einem anderen Blatt. Aber da nehmen sich Quelltext und Juristendeutsch oft gar nicht so viel ...

Problematisch ist das Dogma „Code is Law“, das manche Smart-Contract-Anhänger vertreten. Es besagt, dass bei einem Smart Contract der Code das einzige ist, was rechtlich gilt. In dieser Absolutheit ist das aber nicht mit dem bestehenden Rechtssystem vereinbar. So gibt es in Deutschland etwa Verbraucherschutz-

gesetze, die bestimmte Klauseln in Verträgen verbieten oder vorschreiben. Diese Vorschriften lassen sich auch durch Smart Contracts nicht aushebeln.

Wo Programmierer von Smart Contracts Einfluss nicht nur auf die technische, sondern auch auf die juristische Ausgestaltung eines Vertrages nehmen, greifen sie in den Job von Rechtsanwälten oder Notaren ein und könnten damit gegen die in Deutschland geltende Vorschrift verstoßen, die eine gewerbsmäßige Rechtsberatung Rechtsanwälten vorbehält.

Ein interessantes Problem ist die Frage der Haftung, wenn der Code in einem Smart Contract fehlerhaft ist und nicht das bewirkt, was er soll. Auch die Laufzeitumgebung kann Bugs enthalten, die die korrekte Ausführung eines Smart Contracts verhindern. Hier muss das Rechtssystem Regelungen finden, die einen gerechten Ausgleich der Vertragspartner untereinander garantieren.

Ausblick

Viele Ideen für Smart Contracts sind weit von einer funktionierenden Implementierung und erst recht vom Massenmarkt entfernt. Viele Kritiker warnen deshalb vor einer übertriebenen Zuversicht beim Thema Blockchain.

Bei der technischen Realisierung von Smart Contracts kocht jede Plattform ihr eigenes Süppchen – für Ethereum muss man gar eine eigene Programmiersprache lernen. Auch fehlen standardisierte Schnittstellen, die die unterschiedlichen Blockchain-Implementierungen miteinander verbinden könnten. Die Blockchain-Community hat also noch eine Menge Arbeit vor sich, um Smart Contracts zu einem allgemein verfügbaren und auch benutzten Werkzeug zu machen.

Ein Grundproblem von Smart Contracts kann aber keine technische Weiterentwicklung lösen: Das hundertprozentige Vertrauen, das Blockchain-Fans beim Einsatz von Smart Contracts versprechen, kommt an seine Grenzen, wo der eigentliche Gegenstand der Transaktion nicht in der Blockchain gespeichert werden kann. Eine per Airbnb vermietete Wohnung kann verkauft, das Schloss getauscht sein und der Mieter steht vor verschlossener Tür. Wie im richtigen Leben ist ein gewisses Maß an Vertrauen also auch beim Abschließen von Smart Contracts unerlässlich. (hos@ct.de) **ct**

Tools und Dokumentation: ct.de/ynui

Anzeige



Freiheits- Notebook

Das Librem 15 mit PureOS und quelloffenem Coreboot

Freie Software, freies Betriebssystem – aber bei der Firmware hört die Freiheit eines Notebooks üblicherweise auf. Das Start-up Purism will das ändern und ersetzt das BIOS durch Coreboot. Auf dem Librem 15 haben wir getestet, wie gut das funktioniert.

Von Johannes Merkert

Das Librem 15 ist ein Notebook ohne UEFI-Firmware und BIOS-Setup. Stattdessen bootet das 15-Zoll-Open-Source-Notebook mit dem quelloffenen

Coreboot, wodurch sich sogar die Management-Engine des Intel-Prozessors größtenteils deaktivieren lässt. Damit kann man erstmals ein Notebook mit aktueller Hardware kaufen, das fast keine proprietäre Firmware enthält.

Quelloffene Firmware erlaubt Sicherheitsexperten und einem selbst – wenn man das kann – die Software auf Fehler und Hintertüren zu prüfen. Aus den Erfahrungen mit Linux und freien Anwendungen lässt sich ableiten, dass Open-Source tatsächlich für weniger Fehler sorgt und die Sicherheit erhöht. Interessant ist ein komplett quelloffenes Notebook nicht nur für Whistleblower und Spione, sondern auch für Unternehmen, die mit Industriespionage rechnen müssen.

Coreboot vorinstalliert

Coreboot ist eine quelloffene Alternative zu klassischen oder mit UEFI arbeitenden BIOSen. Die Idee hinter Coreboot ist absoluter Minimalismus. Statt das UEFI-Protokoll zu implementieren und mausbedienbare Setup-Menüs anzuzeigen, initialisiert Coreboot nur die nötigsten Komponenten des Systems und startet dann ein Programm (Payload), das ein Betriebssystem startet. Als Payload eignen sich die freie BIOS-Implementierung SeaBIOS, der Bootloader Grub oder auch direkt ein Linux-Kernel. Sinnvolle Funktionen wie ein Menü bleiben dabei auf der Strecke. Erst der Payload SeaBIOS erlaubt auf dem Librem wieder ein Bootmenü, mit dem man auch mal von einem USB-Stick booten kann. Der Minimalismus spart jedoch Zeit: Coreboot braucht auf dem Librem 15 laut einem Coreboot-Analysetool eine Drittelsekunde, bis es den Payload startet. Dass Coreboot mit weniger Code auskommt als UEFI-Firmwares, sorgt außerdem für weniger Angriffsfläche für Hacker mit bösen Absichten.

Notebooks mit Coreboot sind schwer zu bekommen. Die englische Firma Mini-free verkauft mit der gleichen Intention wie Purism für viel Geld alte Thinkpads mit vorinstalliertem Coreboot. Außerdem liefert Google seine Chromebooks mit Coreboot aus – eine wenig attraktive Option für Anwender mit gesteigertem Bedürfnis für Privatsphäre. Lediglich die Librem-Notebooks kombinieren Coreboot mit aktueller Hardware und frei veränderlicher Linux-Distribution.

Purism stellt ein Skript bereit, um Coreboot selbst zu übersetzen. Es integriert momentan noch drei Blöcke proprietären Maschinencodes von Intel: die Management Engine, das VGABIOS und das FSP (Firmware Support Package), das CPU, Speichercontroller und Chipsatz initialisiert. Das Skript prüft die reproduzierbar kompilierten Coreboot Binaries über Hashes mit Kompilaten auf Corboot-Servern, um Manipulationen zu verhindern. Über diese Infrastruktur können erfahrene Anwender sogar einen eigenen OEM-Schlüssel aufs Gerät flashen, um das gesamte System mit Boot Guard gegen Manipulationen zu schützen. Den Speicherbereich dieses Schlüssels kann man mit einem irreversiblen Bit (Fuse) gegen jede zukünftige Veränderung schützen, darf den zugehörigen privaten Schlüssel dann aber niemals verlieren. Auf anderen Notebooks sind diese Fuses bereits gesetzt,

sodass man dort keine eigenen Schlüssel nutzen kann.

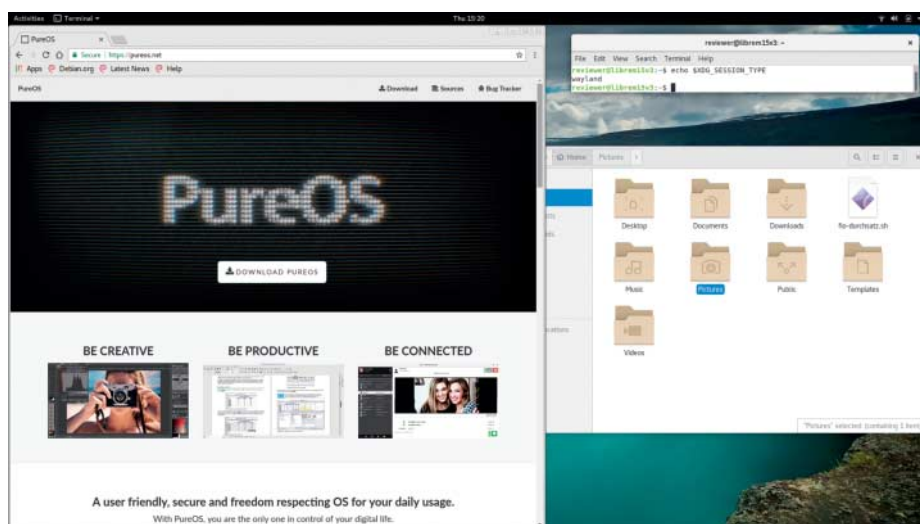
Management Engine

Das größte Firmware-Risiko birgt die Management-Engine, die seit Jahren fester Bestandteil sämtlicher CPUs von Intel ist. Die Management-Engine (kurz: ME) läuft auf einem eigenen sparsamen Prozessor-kern und führt dort ein eigenes Betriebssystem aus, dessen Quellcode Intel nicht veröffentlicht. Da die ME auch Fernwartungsfunktionen übernehmen kann, hat sie vollen Zugriff auf Arbeitsspeicher, Netzwerk und alle über Busse wie PCIe angebundenen Komponenten. Verschaffen sich Kriminelle oder Geheimdienste Zugriff auf die ME, können sie private Daten und Passwörter abschnorcheln oder verändern, ohne dass das Betriebssystem überhaupt die Chance hätte, das zu bemerken. Die ME ist auf Sicherheit bedachten Firmen, Anwendern und Behörden daher seit Langem ein Dorn im Auge.

Einfach abschalten kann man die ME aber nicht, da sie beim Systemstart Teile der Hardware initialisiert. Die Rechner von Hackern, denen es gelungen war, ME-Code zu entfernen und trotzdem zu booten, schalteten sich nach 30 Minuten unvermittelt ab – offensichtlich griff ein „Schutzmechanismus“ von Intel. Verändern lässt sich der Binärcode der ME auch nicht, da Intel ihn mit kryptografischen Signaturen gegen Veränderungen abgesichert hat.

Bei der Analyse des circa fünf Megabyte großen ME-Systems fiel den Experten aber auf, dass die ME in Funktionsblöcke aufgeteilt ist, die jeweils mit einer eigenen Signatur gesichert sind und sich daher getrennt deaktivieren lassen. Ein Tool namens ME_Cleaner (siehe ct.de/yu34) entfernt alle außer die „ROMP“ und „BUP“ benannten Module, die sich um das Initialisieren der Hardware kümmern. Danach geht die ME in einen Fehlerzustand, der aber nicht dazu führt, dass sie nach 30 Minuten den Rechner stoppt. Die Struktur der ME legt nahe, dass ROMP und BUP tatsächlich nur Code zum Initialisieren der Hardware enthalten, überprüfen kann man das aber nicht. Auf älteren Systemen bleiben so etwa 80 kB proprietärer Code übrig, ab Skylake (Core-i-Prozessoren der 6000er-Generation) etwa 300 kB.

Im August dieses Jahres haben Hacker von Positive Technologies ein Bit in der ME gefunden, das sie ebenfalls lahmlegt. Die Hacker vermuten, dass die NSA von Intel einen solchen Schalter verlangt



PureOS ist ein Debian mit Gnome 3 und lässt sich auch genauso bedienen. Die Pakete sind aktueller als in Debian stable.

hat, um eine Überwachung der eigenen Rechner durch andere Geheimdienste zu verhindern. Purism setzt beim Librem 15 dieses „AltMeDisable“-Bit.

Schicke Hardware

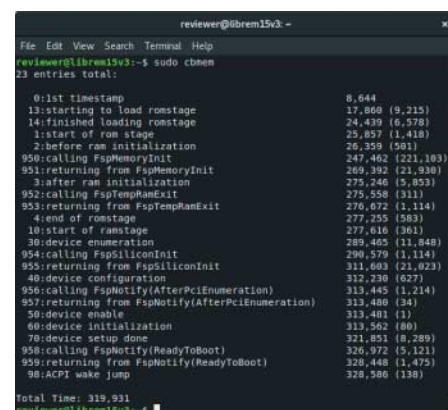
Mit einem Skylake i7-6500U und 8 GB DDR4-2133 (max. 16GB) bringt das Librem15 recht aktuelle Ultrabook-Hardware in einem schlicht schwarz anodisierten Aluminiumgehäuse unter. Der Hersteller verzichtet darauf, das Design mit einem Firmenlogo auf dem Deckel zu stören. Zuklappt ist das 15-Zoll-Notebook nur 2,2 cm dick und 1,8 kg leicht. Die Tastatur mit Nummernblock und beleuchteten Tasten gibt es leider nicht mit deutschem Layout. Das 10,5 × 7,3 cm große Touchpad versteht linke, rechte und mittlere Tastendrucke sowie Multitouch-Gesten mit bis zu vier Fingern (Scroll, Click, Zoom, Swipe). Als Massenspeicher diente unserem Testgerät eine schnelle M.2-SSD mit 250GB; die Basiskonfiguration enthält eine SATA-SSD gleicher Größe. Purisms Webseite erlaubt Konfigurationen mit SATA und M.2-SSDs mit insgesamt maximal 6 TB Kapazität, was dann aber auch 4598 US-Dollar Aufpreis zur getesteten Variante bedeutet.

Die beiden Typ-A-Buchsen auf der rechten Seite sowie die Typ-C-Buchse übertragen Daten nur mit USB-3.0 (kein SuperSpeedPlus), was schnelle SSDs ausbremst. Entgegen den Angaben von Purism konnten wir dem HDMI-Anschluss keine höhere Auflösung als 1920 × 1080 Pixel entlocken. Eine Ethernet-Buchse hat Purism nicht eingebaut – laut eigener Aussage, um nicht mit einem Intel-Netzwerk-

chip die Voraussetzungen für die Fernwartungstechnik AMT zu schaffen. Tatsächlich verbaut Purism einen Qualcomm Atheros AR9462 WLAN-Chip mit quelloffener Firmware und belegt damit einen M.2-Slot.

Die größte Schwäche des Notebooks ist das stark blickwinkelabhängige TN-Panel des Displays, das mit maximal 160 cd/m² zu dunkel ist, als dass man bei Sonnenschein noch viel erkennen könnte. Es zeigt auch nur 1920 × 1080 Pixel auf 15,6 Zoll und damit deutlich weniger Schärfe als andere Ultrabooks in dieser Preisklasse. Da hilft es auch nicht, dass Purism einen matten Schirm verbaut hat.

Unterhalb des Displays sitzen zwei Schiebeschalter, um WLAN samt Bluetooth oder der Webcam die Stromversor-



Coreboot braucht nur 320 Millisekunden bis zum Starten des Payloads. Danach zeigt allerdings SeaBIOS für zwei Sekunden ein Bootmenü.

gung abzutrennen. Wer dem über eine Funktionstaste ebenfalls verfügbaren Flugzeugmodus nicht traut, kann das Gerät damit sicher vom Netz nehmen und auf Aufkleber über der Webcam verzichten. Aus dem Spalt am Scharnier strömt auch die Abluft des Lüfters, der nur unter Last angeht und dann mit leisen 0,6 Sone kaum stört.

PureOS

Das Notebook kommt mit vorinstalliertem PureOS, einer wenig modifizierten Variante von Debian Testing mit Gnome 3 im Wayland-Modus. Purism pflegt ein eigenes Repository, sodass Debian-Anwender eventuell andere Paketversionen installieren. Die Quellen enthalten größtenteils unverändert aus Debian Testing übernommene Pakete. Purism scheint sein Repository per Hand zu aktualisieren, wodurch man Updates eventuell etwas später bekommt als bei einem unveränderten Debian.

Standardbrowser ist der Purebrowser, ein umbenannter Firefox, bei dem bereits die Erweiterungen HTTPS Everywhere und uBlock Origin vorinstalliert sind. Der geänderte Name verwirrt, zumal Purism

Zwei solcher Schiebeschalter trennen Webcam und WLAN physisch ab.



den Browser standardmäßig nicht ins Dash integriert. Die beiden Erweiterungen helfen die Privatsphäre beim Surfen zu schützen, holen aber nicht alles raus. Zumindest Privacy Badger und ein Plug-in zum automatischen Löschen von Cookies hätte Purism zusätzlich vorinstallieren können.

Das System läuft flüssig und unterstützt die Hardware komplett. Im Leerlauf hält das Notebook knapp acht Stunden durch, eine Stunde weniger als das in c't 20/17 getestete Tuxedo InfinityBook. Ultrabooks mit Windows schaffen oft über 10 Stunden. Bis das Librem 15 komplett

vollgeladen ist, muss es fast vier Stunden am Netzteil hängen.

Andere Linuxe

Ubuntu Desktop 17.04 ließ sich problemlos installieren. Auch Quebes OS, das mit verschiedenen virtuellen Maschinen für mehr Sicherheit sorgt, lief flüssig auf dem Librem 15. Das vorinstallierte SeaBIOS bootet auch klaglos USB-Sticks mit Tails, das sich für Aktivitäten im Tor-Netz eignet.

Windows

Um die Leerlaufzeit zu messen, installieren wir auch Windows 10 auf dem Librem 15. Das geht dank SeaBIOS, da sich Windows selbst nicht als Payload in Coreboot eignet. Windows konnte für ACPI und zwei „unbekannte Geräte“ keine passenden Treiber finden, wodurch wir die Helligkeit des Displays nicht regeln konnten. Dadurch verbrauchte es etwas mehr Strom und hielt im Leerlauf nur 6 Stunden und 40 Minuten durch.

Fazit

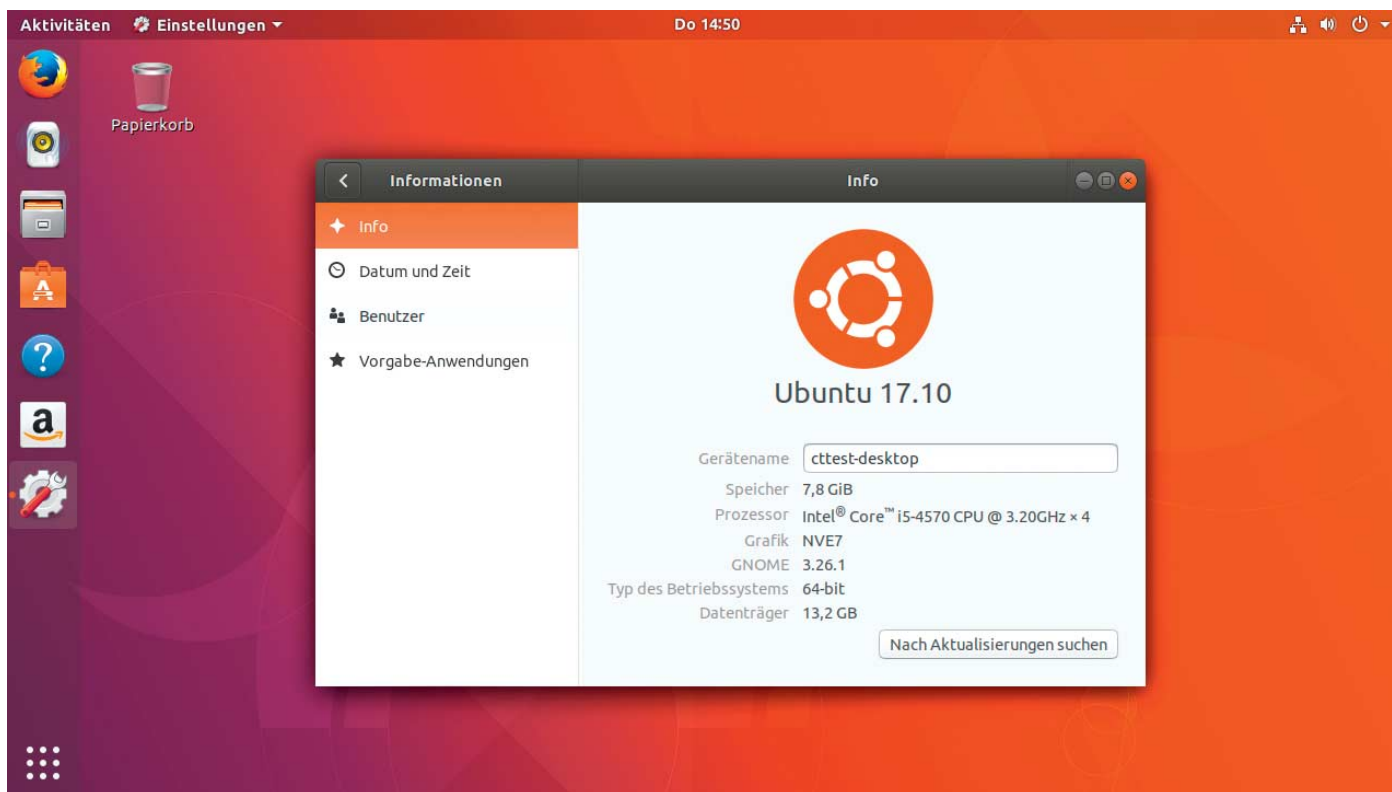
Das Librem 15 zeigt, dass aktuelle Hardware und freie Firmware sich nicht ausschließen. Sicherheitsbewussten Anwendern steht damit ein Gerät zur Verfügung, das Angreifern eine wesentlich geringere Angriffsfläche bietet als andere Notebooks. Das ist nicht nur für Whistleblower und Spione interessant, sondern auch für potenzielle Opfer von Industriespionage. Verzichten muss man dabei auf eine deutsche Tastatur und ein gutes Preis/Leistungs-Verhältnis. Fürs gleiche Geld bekommt man nämlich bei anderen Ultrabooks erheblich bessere und schärfere Displays und längere Laufzeiten. Ein Linux-Ultrabook mit Coreboot hat jedoch kein anderer Hersteller im Angebot.

(jme@ct.de) **ct**

Dokumentation: ct.de/yu34

Librem 15 V.3: Daten und Testergebnisse	
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DP / mDP	– / – / R / – / –
Kartenleser / Strom / Kopfhörer / Docking-Anschluss / LAN	L / L / L / – / –
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.0 Typ-C	2 × L / 2 × R / 1 × R
USB Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DP / Laden	– / ✓ / – / – / –
Ausstattung	
Display	15 Zoll / 39,5 cm, 1920 × 1080, max. 160 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-6500U (2 Kerne mit HT)
Hauptspeicher	8 GB DDR4-2133 (max. 16 GB)
Grafik	Intel HD Graphics 520
WLAN & Bluetooth	Atheros 802.11n
Massenspeicher	250 GB Samsung 850 EVO M.2
Kamera / TPM / Fingerabdrucksensor	✓ (720p) / – / –
Touchpad	Elantech Multitouch 10,5 × 7,3 cm (2-Finger-Scroll, 1-3 Finger Click, Zoom, 4-Finger-Swipe)
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Anzeige	49 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W / 331 g / 10,7 cm × 4,4 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Abmessungen	1819 g / 37,5 cm × 24,4 cm × 2,2 cm
Tasthöhe / Tastenhub / Tastenraster	1,2 mm / 1,45 mm / 19 mm
Messwerte	
Laufzeit Idle (100cd/m², WLAN & BT an) / Vollast	459 Minuten / 145 Minuten
Ladezeit	228 Minuten
Kcbench (Linux 4.4 kompilieren)	304 Sekunden
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 / 0,6 Sone
Preis und Garantie	
Listenpreis	1738 US-Dollar
Garantie	1 Jahr (3 Jahre für 199 US-Dollar Aufpreis)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Anzeige



Runderneuert

Ubuntu Desktop 17.10: Neue Bedienoberfläche und Vormarsch der Snaps

Das neue Ubuntu verabschiedet sich von Unity und setzt auch gleich auf eine neue Methoden zum Erstellen und Ausgeben von Bedienoberflächen. Das macht Ubuntu zwar hübscher und sicherer – an manchen Stellen hakt es aber noch.

Von Thorsten Leemhuis

So spannend war eine neue Ubuntu-Version schon lange nicht mehr, denn Ubuntu 17.10 bietet gleich mehrere Aufsehen erregende Neuerungen: Die haus-eigene Bedienoberfläche Unity hat ausgedient, Gnome ist als Standard-Desktop zurück. Zugleich wagt die Distribution den Umstieg auf eine grundlegend neue Technik zur Komposition und Ausgabe von Desktop-Oberflächen: die Wayland Display Architecture. Außerdem drängt sich Canonicals

Paketformat Snap bei einigen Distributionen der Ubuntu-Familie weiter in den Vordergrund. Deren Hauptvariante gibt es indes nicht mehr für 32-Bit-x86-Systeme.

Grundrenovierte Front

Der Wechsel von Unity zu Gnome fällt auf den ersten Blick gar nicht sonderlich auf, denn Ubuntu-Sponser Canonical hat die Oberfläche von Gnome an einigen Stellen stark angepasst. Der neue Standard-Desktop wirkt dadurch wie ein frischeres, moderneres Unity. Bei genauerem Hinsehen zeigen sich allerdings wichtige Unterschiede und Eigenschaften von Gnome: Die Systemsteuerung sieht anders aus und Fensterknöpfe sind wieder rechts statt links. Menüs hängen jetzt oben in den Fenstern und sind bei einigen Programmen komplett verschwunden. Die Suche des Desktops findet viel mehr und zeigt die Ergebnisse übersichtlicher an.

Auf eine kurze Orientierungsphase sollten Sie sich daher einstellen. Einige zur effizienten Handhabung wichtige Funk-

tionen zeigen sich erst bei genauerem Hinsehen. Der Artikel ab Seite 122 beschreibt die neue Umgebung näher. Der Text erläutert auch, wie Sie die Bedienoberfläche mit Erweiterungen anpassen, damit sie Ihren Arbeits- und Design-Vorstellungen besser gerecht wird.

Bei einem Upgrade von einer alten Ubuntu-Desktop-Installation wird von Unity auf die neue Bedienoberfläche umgestellt, die im Anmeldemanager schlicht „Ubuntu“ heißt. Unity bleibt aber installiert und ist dort auswählbar. Dieser Desktop hält Ubuntu weiter in den Paket-Repositories bereit, daher können Sie ihn selbst auf neu installierten Systemen noch nachrüsten (siehe S. 128). Der alte Desktop zeigte bei Tests aber hin und wieder Probleme unter 17.10: Vereinzelt startete er nicht oder stürzte nach kurzer Zeit ab.

Neuer Ausgabebeweg

Die neue Bedienoberfläche läuft hingegen rund. Mit einer großen Ausnahme: Auf vielen Systemen zeigten sich Tücken

durch den Einsatz von Wayland. Mit diesem neuen Weg zur Komposition und Ausgabe grafischer Bedienoberflächen gehen auch neue Sicherheitsmechanismen einher. Sie unterbinden den Start grafischer Programme mit Systemverwalterrechten. Daher können Sie nicht mehr einfach so den Editor der Desktop-Umgebung als Root starten, um in `/etc/` liegende Dateien zu ändern. Der Paketmanager Synaptic läuft nur mit normalen Nutzerrechten, was ihn seiner Hauptfunktion beraubt. Gängige Screenshot- und Screencast-Werkzeuge arbeiten ebenso wenig wie die Desktop-Freigabe.

Details zu diesen und weiteren Problemen des Wayland-Modus erläutert der Kasten auf Seite 126. Der beschreibt auch gleich, wie Sie die Einschränkungen mit zwei Klicks loswerden: indem Sie im Anmeldemanager den X11-Modus aktivieren, bis Anwendungsentwickler ihre Software besser auf Wayland und seine Sicherheitstechniken abgestimmt haben. Der Ubuntu-Desktop läuft dann wieder mit einem X-Server, den für PCs gedachte Linux-Distributionen von jeher für grafische Bedienoberflächen nutzen. Der hat zwar seit Jahren bekannte Sicherheitsdefizite, die es etwa Banking-Trojanern leicht machen. Gemeinhin wird das aber schon lange mit „Damit muss man leben, bis Desktops auf Wayland umsatteln“ akzeptiert. Das läuft jetzt zwar an, aber noch nicht konsequent: Der Ubuntu Desktop startet automatisch im X11-Modus, wenn er Grafiktreiber erkennt, mit denen der Wayland-Modus nicht harmoniert.

Auch Kubuntu, Ubuntu Mate, Xubuntu und andere Distributionen der Ubuntu-Familie nutzen weiterhin standardmäßig den X-Server von X.org. Ähnliche Schwierigkeiten wie mit Wayland hätte es wahrscheinlich auch mit dem Display Server „Mir“ gegeben: Diesen hatte Canonical für eine neue Generation des Unity-Desktops vorgesehen, aber jüngst ebenfalls aufgegeben. Aber nur nahezu, um genau zu sein: Bei Ubuntu IoT-Variante soll er in überarbeiteter Form noch zum Einsatz kommen.

Snap im Aufwind

Die Software-Verwaltung schlägt auf der Startseite mittlerweile viel häufiger Software vor, die als Snap daherkommt. Das bei 16.04 eingeführte Paketformat läuft aber nach wie vor unruhig, denn bei Installation und Betrieb von Snaps mit Ubuntu 17.10 zeigten sich mehrfach kleinere Pro-

bleme. Das Chromium-Snap funktionierte gar nicht und war veraltet. Außerdem starten per Snap installierte Anwendungen teilweise deutlich langsamer: Ein per Apt installiertes LibreOffice war auf einem Testsystem in einer Sekunde einsatzbereit, ein per Snap eingerichtetes hingegen erst nach sechs. Sowohl im Snap Store als auch in Ubuntu Dpkg-Repositories erhältliche Anwendungen sind in der Software-Verwaltung schwer auseinanderzuhalten. Nach wie vor müssen für Snaps auch mehr Daten durch die Leitung; dank einiger Umbauten sind manche Pakete aber deutlich kleiner als noch vor Monaten.

Der abgesicherte Betrieb, der als eine der Hauptfunktionen von Snap gilt, ist weiter von Erweiterungen der Sicherheitslösung AppArmor abhängig, die vielen Distributionen fehlen; außerdem gelingt kein Parallelbetrieb von AppArmor und SELinux. Snap fügt sich dadurch nach wie vor eher schlecht in Distributionen außerhalb der Ubuntu-Welt ein. Auch der vor einem Jahr groß propagierte, aber von jeher äußerst rudimentäre Code zum Aufsetzen eines eigenen Snap Stores funktioniert nicht mehr. Der Entwickler hat das Projekt jüngst aufgegeben, Ersatz ist nicht in Sicht. Auch das wirkt sich negativ auf Canonicals Plan aus, Snap als dominierendes und zugleich distributionsübergreifendes Paketformat für Linux-Anwendungen etablieren zu wollen: Anderen Distributoren und freiheitsliebenden Entwicklern dürfte die starke Abhängigkeit vom proprietären und von Canonical kontrollierten Snap Store nicht schmecken. Über den

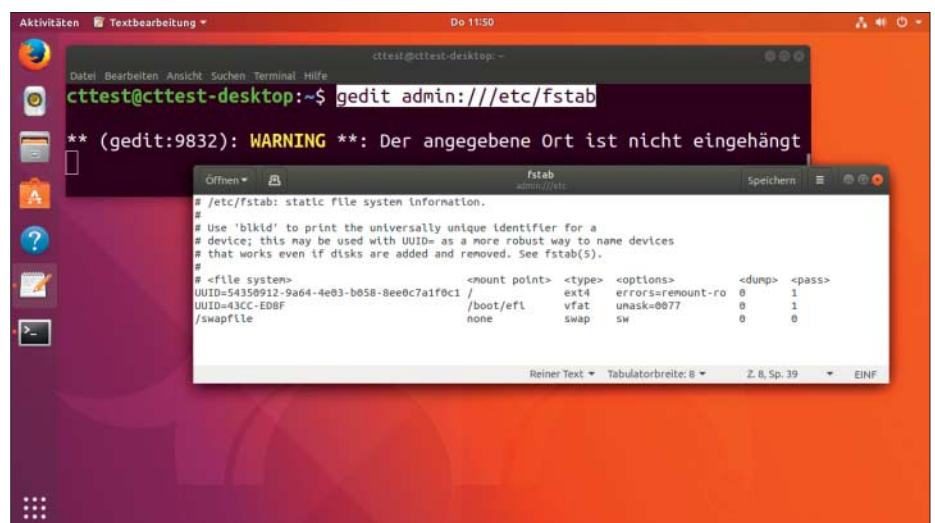
erhofft sich das Unternehmen schließlich ein Geschäftsmodell mit Umsatzbeteiligung, wie es Apples App Store oder Googles Play Store aufweisen.

Bei Ubuntu sollen Snaps indes wichtiger werden, denn Ubuntu Mate installiert standardmäßig den Kommandozeilen-Audio-Mixer `pulseaudio` als Snap. Die Entwickler wollen damit im Vorfeld der im nächsten April erwarteten Ubuntu 18.04 LTS testen, wie sich vorinstallierte Snaps im Feldtest schlagen.

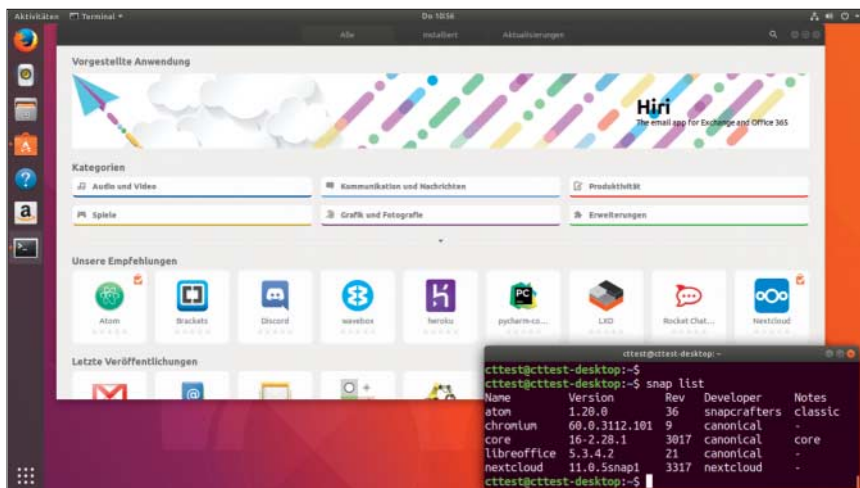
32-Bit-x86 steigt ab

Ubuntu Desktop 17.10 gibt es nur noch für die 64-Bit-x86-Architektur und nicht mehr für 32-Bit-x86-Systeme. Canonical hat die Live-Images für letztere aufgegeben, weil sich niemand mehr effizient um Test und Qualitätssicherung kümmert. Ubuntu Paket-Repositories gibt es aber nach wie vor für x86-32-Systeme, daher kann man ältere 32-Bit-Installationen ganz normal auf 17.10 hieven. Über das kompliziertere zu bedienende Netzwerkinstallationsmedium lässt sich aber weiterhin ein 32-Bit-x86-System mit Ubuntu Desktop einrichten. Von Ubuntu Server, Kubuntu, Xubuntu & Co. gibt es weiterhin Images für x86-32.

Der Kernel aller Ubuntu-Varianten basiert auf Linux 4.13, die standardmäßig eingerichteten 3D-Treiber stammen von Mesa 17.2. Damit ist die Distribution auf der Höhe der Zeit, was für guten Support aktueller Hardware wichtig ist. Dank Feintuning und neuer Treiber soll Ubuntu jetzt bei mehr Systemen die Video-Wie-



Wayland bringt einige Sicherheitstechniken mit, daher müssen Sie der Pfadangabe jetzt „`admin:///`“ voranstellen, um Systemdateien mit dem Editor oder dem Dateimanager von Gnome zu verändern.



Die Software-Verwaltung empfiehlt bevorzugt Anwendungen, die sie aus dem Snap Store bezieht. Die sind nicht nur größer, sondern starten oft viel langsamer als per Apt installierte Programme.

dergabe per Grafikprozessor beschleunigen. Eine aktuelle Version von Nvidias proprietärem Grafiktreiber lässt sich wie gewohnt leicht nachinstallieren.

Das Ubuntu-Projekt hat wie üblich viele Anwendungen aktualisiert, daher liegt LibreOffice jetzt beispielsweise in Version 5.4 bei. Der Wechsel auf den NetworkManager 1.8 bringt eine Reihe von Sicherheitsverbesserungen. Außerdem unterstützt Ubuntu jetzt WLANs besser, in denen man sich vor der ersten Nutzung über eine spezielle Webseite anmelden muss.

Farewell, Ubuntu Gnome

Als Standard-Compiler dient nun GCC 7.2. Ubuntu Desktop 17.10 richtet standardmäßig nur noch Python 3 ein; der Python-2-Interpreter ist über die Paketdepots aber leicht installierbar. Den als „Ubuntu Gnome“ bekannten Ubuntu-Flavour mit Gnome-Desktop haben die Entwickler aufgegeben. An einem unmodifizierten Gnome-Desktop interessierte Anwender können diese durch Installation eines Pakets nachrüsten (siehe S. 127).

Bei Kubuntu ist die Ausstattung nicht ganz aktuell, denn statt der aktuellen KDE Applications 17.08 liegt die Version 17.04.3 bei. Als Bedienoberfläche dient Plasma 5.10, weil 5.11 erst kurz vor Fertigstellung des neuen Ubuntu erschien (siehe S. 35). Die Medien-Wiedergabe übernimmt bei Kubuntu jetzt VLC; Cantata löst Amarok als Musikspieler ab.

Bei Xubuntu und seinem Xfce-Desktop belegen Fenster von Anwendungen weniger Platz, die ihre Fensterleiste selber

zeichnen. Ubuntu Mate bietet mittlerweile sieben verschiedene Desktop-Layouts, die andere Bedienoberflächen nachbilden. Redmond erinnert beispielsweise an die Oberfläche von Windows, Mutiny an Unity. Dieses Layout erhielt bessere Unterstützung für globale Menüs und allerlei Feinschliff, damit dieser Modus noch mehr dem Desktop ähnelt, von dem sich Canonical jetzt verabschiedet. Ubuntu Server nutzt jetzt einen neuen Installer.

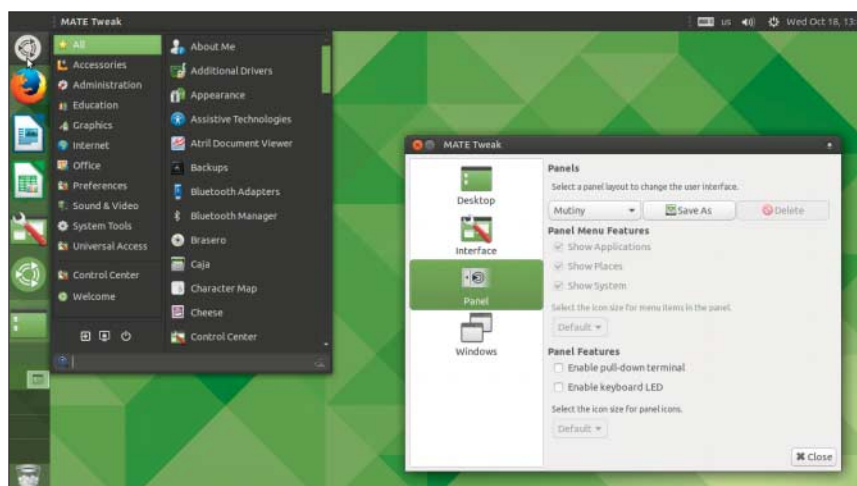
Fazit

Den Umstieg auf Gnome hat das Ubuntu-Projekt mit den Anpassungen gut gelöst. Hier und da merkt man allerdings: Einige Anpassungen des Ubuntu Desktops laufen Ideen von Gnome zuwider. An einigen

Stellen ist das wohl unvermeidlich; hier und da hätte ein wenig mehr Feinschliff das aber mildern können.

Der automatische Einsatz von Wayland mag verfrüht wirken. Er trifft aber vor allem fortgeschrittene Anwender – jene also, die leicht auf den X11-Modus umstellen können. Zugleich erhöht der Einsatz den Druck auf Software-Entwickler, sich endlich auf die neue Display-Architektur einzustellen, die einige seit Langem schwelende Probleme von X11 und X-Server angeht. Der Wayland-Modus dürfte bei Ubuntu 18.04 LTS daher alltagstauglicher sein. Das ist wichtig, schließlich bekommt diese Version Langzeitpflege, daher muss deren Software auch den Anfang 2023 typischen Angriffen noch widerstehen können.

Snap wirkt wie schon bei der Einführung mit der heißen Nadel gestrickt. Auch von einem distributionübergreifenden Paketformat für „Linux Apps“ ist Snap nach wie vor weit entfernt. Canonical muss noch viel Arbeit investieren, um dieses Ziel zu erreichen. Ferner muss sich das Unternehmen öffnen und Kontrolle abgeben, um den Paketstandard für andere Distributoren und freiheitsliebende Open-Source-Entwickler attraktiver zu machen. Das hat Canonical beim von Systemd verdrängten Init-System Upstart ebenso wenig hinbekommen wie bei Mir und Unity. Gut möglich, dass Snap ein ähnliches Schicksal droht: jahrelang eine Schlüsseltechnik bei Ubuntu, die anderswo nicht viel erreicht – und daher von alternativen Ansätzen verdrängt und letzten Endes eingestampft wird. (thl@ct.de) **ct**



Beim aus Gnome 2 hervorgegangenen Mate-Desktop haben die Entwickler das optionale Mutiny-Layout verbessert, damit es Unity noch mehr ähnelt.

Anzeige

Alt und neu zugleich

Einblick in die Bedienoberfläche von Ubuntu Desktop 17.10

Auch wenn Ubuntu neuer Standard-Desktop dem alten sehr ähnelt: Hier und da muss man etwas genauer hinsehen, um das Potenzial der Bedienoberfläche voll auszuschöpfen.

Von Thorsten Leemhuis

Die neue Bedienoberfläche ist das Highlight von Ubuntu 17.10: Unity hat ausgedient, Gnome ist zurück. Auf den ersten Blick fällt das gar nicht sonderlich auf, denn Canonical hat den neuen Standard-Desktop stark angepasst, damit er dem bisherigen ähnelt. Die Linux-Distribution bekommt dadurch eine mächtige Desktop-Suche und kann Online-Dienste besser einbinden. Bei der Konfiguration der Bedienoberfläche haben Sie jetzt mehr Spielraum: Gnome lässt sich über Erweiterungen ähnlich anpassen, wie man es von Browser Extensions kennt.

Manche Funktionen zeigen sich allerdings erst bei genauerem Hinsehen.

Außerdem gibt es einen Stolperstein: Ubuntu Desktop nutzt typischerweise Wayland, dessen Sicherheitsmechanismen einige Aktivitäten blockieren, die gerade fortgeschrittene Anwender schätzen. Mehr als zwei Klicks sind aber nicht nötig, um die Einschränkung loszuwerden. Und falls Gnome Ihnen am Ende partout nicht zusagt, können Sie mit ein paar Handgriffen auch wieder auf Unity wechseln.

Mit dem Ubuntu Desktop loslegen

Kein lila-orangener, sondern ein schwarzer Login-Bildschirm mit leichtem Lilastich ist eines der deutlichsten Signale des Umstiegs von Unity auf Gnome. Nach dem Anmelden zeigt sich eine Oberfläche, die mit Unity zwar viel gemein hat, aber frischer und moderner wirkt.

Links sitzt wieder eine Startleiste, die früher „Launcher“ und jetzt „Dock“ heißt. Ganz unten in der Startleiste lag bislang der Papierkorb, der auf den Desktop gewandert ist. Seinen Platz hat ein Raster-Icon übernommen, das eine Anwendungsübersicht aufruft. Sie zeigt

standardmäßig nur die am häufigsten verwendeten Programme an. Erst ein Klick auf das unten mittig positionierte „Alle“ führt zur einer langen scrollbaren Liste, wie man sie von Mobil-Betriebssystemen kennt.

Mächtige Suche

Die Anwendungsübersicht liefert zwar einen guten Überblick der installierten Programme. Zum Start von Anwendungen gibt es aber etwas viel Eleganteres: die Suchfunktion der Desktop-Oberfläche. In der Anwendungsübersicht der Gnome-Shell können Sie diese über das oben mittig zu findende Suchfeld nutzen, das automatisch den Eingabefokus hat. Tippen Sie dort einfach Teile des gesuchten Programmnamens ein, dann zeigt die Shell-Suche sofort alles dazu Passende an. Das erste Suchergebnis wird dabei automatisch ausgewählt und durch Drücken der Eingabetaste aufgerufen.

Wie bei Unity reicht daher die Eingabe von „ter“ und Enter, um ein Terminal zu starten. Die Suche von Gnome ist jedoch alltagstauglicher, weil sie flotter reagiert, die Suchergebnisse übersichtlicher ausgibt und noch mehr findet – darunter auch Funktionen zum Neustart oder Suspend des Systems. Sogar nicht installierte Programme stößt die Suche auf. Nach Auswahl eines solchen Suchergebnisses öffnet sich die Software-Verwaltung, wo Sie die Anwendung über einen weiteren Klick einrichten. Die Suche findet Programme dabei auch über Schlagwörter oder Alternativbezeichnungen – selbst Begriffe wie „Termin“ oder „Calendar“ führen daher zur Kalender-App von Gnome. Zur Suche passende Dokumente, Dateien und Fenster findet die Shell ebenfalls; das Gleiche gilt für Notizen, Kontakte und Kalender-Einträge, sofern Sie diese mit den zum Desktop gehörenden Anwendungen verwalten.

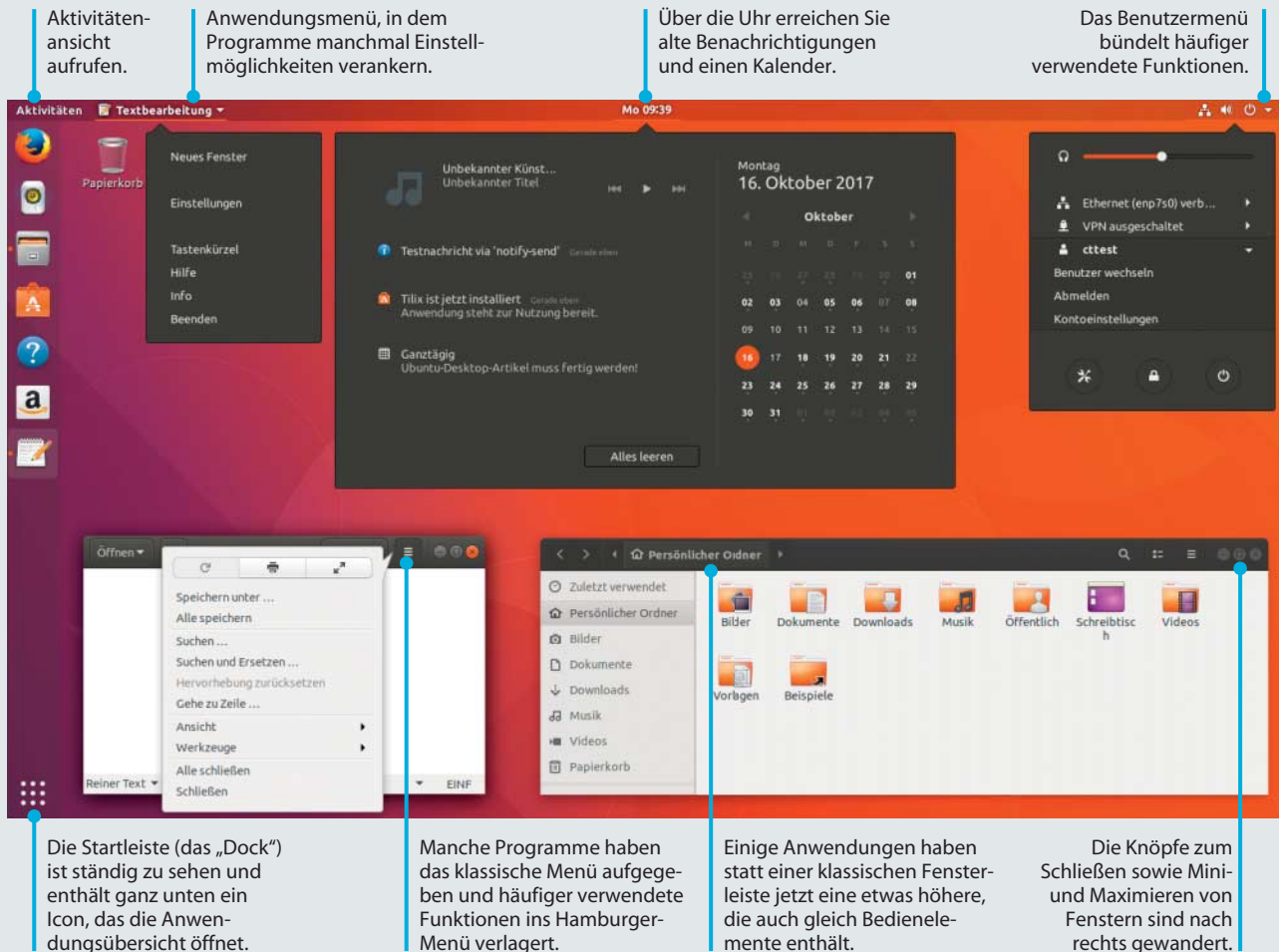
Die Suchfunktion der Gnome-Shell erreichen Sie wie bei Unity auch, wenn Sie kurz die gemeinhin als „Windows-Taste“ bekannte Super-Taste drücken. Diese öff-



Die eingebaute Suche ist mächtig und der schnellste Weg, um Programme oder Systemeinstellungen zu öffnen.

Ubuntu Desktop

Ubuntu's neuer Standard-Desktop mag Unity auf den ersten Blick ähneln, unterscheidet sich an einigen Stellen aber deutlich. Diese Bildmontage zeigt die wesentlichsten Bedienelemente.



net allerdings nicht die Anwendungsübersicht, sondern die Aktivitätenansicht.

Ansichten

Auch das links oben positionierte „Aktivitäten“ öffnet diese Ansicht, in der die Shell die Fenster aller gerade laufenden Anwendungen übersichtlich nebeneinander anzeigt. Unity liefert einen ähnlichen Überblick per Super+W.

In der Mitte der oberen Statusleiste befindet sich eine Uhr. Ein Klick auf diese öffnet nicht nur den Kalender, sondern auch den Bereich, wo Sie Benachrichtigungen noch mal abrufen können, die Gnome zuvor am oberen Bildschirmrand eingeblendet hat. Der Desktop versucht aber sicherzugehen, dass Sie diese Notifications von vornherein sehen: Die Shell blendet oben mittig angezeigte Hinweise normalerweise erst aus, nachdem Sie per Tasta-

tur oder Maus mit dem System interagiert haben.

Die ganz rechts in der oberen Statusleiste positionierten Icons öffnen das Benutzermenü. Hier können Sie beispielsweise Lautstärke und Netzwerkanbindung konfigurieren. Hinter der Zeile mit Ihrem Namen verbirgt sich das Menü, um die Sitzung zu beenden; bei Mehrnutzersystemen können Sie von hier auch den Benutzer wechseln. Das Icon rechts unten führt zu einem Dialog, über den Sie das System neustarten oder ausschalten können; wenn Sie Alt festhalten, verwandelt sich der Ausschalt- in einen Suspend-Knopf, der das System in den Bereitschaftsmodus schickt.

Konfigurieren

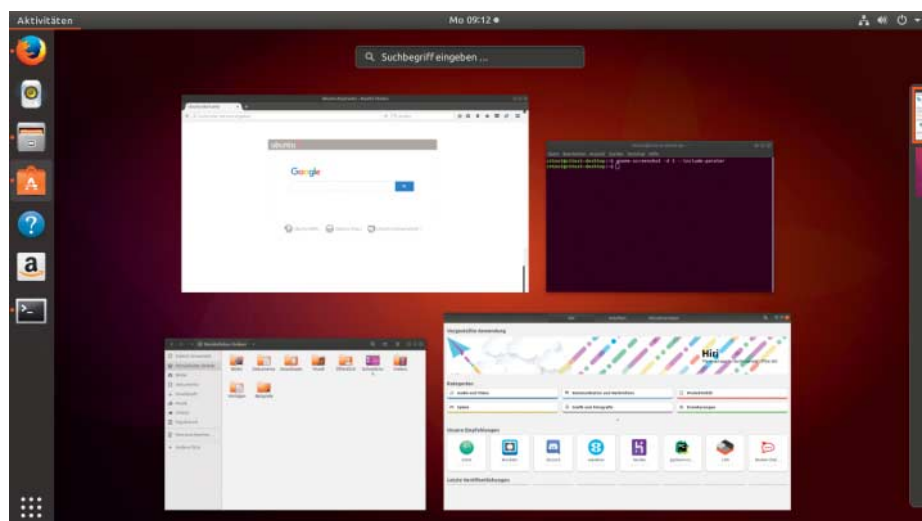
Der im Benutzermenü unten links positionierte Knopf öffnet die Systemeinstellungen. Ähnlich wie bei macOS oder Win-

dows zeigt die Systemsteuerung am linken Rand eine Leiste mit Einstellkategorien. Dadurch verliert man nicht so leicht den Überblick und kann schneller zwischen den verschiedenen Punkten wechseln. Die Bildschirm-, Drucker oder Tastatur-Konfiguration verstecken sich im Untermenü „Geräte“.

Bei den Online-Konten können Sie mehr Dienste konfigurieren, denn der neue Desktop unterstützt außer Facebook und Google auch Nextcloud/Owncloud, Microsoft Live, Kerberos-Server und einige weitere Dienste. Wenn Sie hier etwa Ihren Google-Account hinterlegen, können Sie im Dateimanager auf Google Drive zugreifen. Außerdem zeigt der Kalender im Nachrichtenbereich dann Ihre Google-Termine an, die Sie auch mit der vorinstallierten Kalender-App verwalten können.



Die Anwendungsübersicht zeigt sämtliche installierten Programme erst nach einem Klick auf das unten mittig platzierte „Alle“.



Die Aktivitätenansicht zeigt gerade offene Fenster übersichtlich nebeneinander an; rechts versteckt sich der Arbeitsflächenumschalter.

Die in der Systemsteuerung von Unity sehr prominent platzierte Suchfunktion verbirgt sich jetzt oben links hinter dem Lupen-Symbol. Tipp: Nutzen Sie besser die Suchfunktion der Gnome-Shell, das führt schneller zum Ziel. Wenn Sie dort beispielsweise nach „Monitor“ suchen, zeigt diese in den Ergebnissen auch einen Eintrag, der Sie direkt zur Bildschirmkonfiguration führt.

Hamburger-Menü

Eine der auffälligsten Neuerungen bei Anwendungsfenstern: Die Knöpfe zum Schließen und zum Mini- sowie Maximieren von Fenstern befinden sich jetzt wieder rechts in der Fensterleiste. Die Menüs von Anwendungen klinken sich zudem nicht mehr in die obere Statusleiste der

Desktop-Oberfläche ein, sondern oben im jeweiligen Fenster. Einige Anwendungen haben das Menü samt der klassischen Fensterleiste allerdings komplett eingebüßt – darunter von Unity bekannte Programme wie der Dateimanager (Nautilus), der Dokumentenbetrachter (Evince) und der Editor (Gedit).

Diese vom Gnome-Projekt entwickelten Anwendungen haben jetzt eine höhere Fensterleiste, die Bedienelemente enthält. Einige bislang im Menü enthaltene Funktionen finden Sie jetzt unter dem rechts positionierten Icon mit drei horizontalen Strichen, gemeinhin als Hamburger-Menü bezeichnet. Beim Dateimanager und einer Handvoll anderen Programmen sind ein paar grundlegende Einstellmöglichkeiten in das Anwendungsmenü gewan-

dert. Dieses erreichen Sie durch einen Klick auf den Programmnamen am linken oberen Bildschirmrand neben „Aktivitäten“.

Tastatursteuerung

Wie Unity lässt sich auch Gnome gut per Tastaturkürzel steuern, die Sie in der Systemsteuerung unter „Geräte/Tastatur“ anzeigen und anpassen können. Viele der gängigen Tastenkombinationen (siehe Tabelle) sind beim Umstieg auf Gnome gleich geblieben. Super+hoch beispielsweise maximiert nach wie vor das gerade aktive Fenster. Ein Super+links beziehungsweise rechts weist das Fenster der linken respektive rechten Bildschirmhälfte zu. Wenn Sie damit zwei Fenster nebeneinander positionieren, wird ein Fenster automatisch schmaler, wenn Sie das andere verbreitern. Super+runter stellt die ursprüngliche Größe wieder her.

Super+D zaubert den Desktop-Hintergrund hervor. Diese Tastenkombination ist wichtiger geworden, denn der Ubuntu Desktop zeigt dort die Icons für Wechseldatenträger an, über die man sie sauber vom System abmelden kann. Dieselbe Funktion steht aber auch im Dateimanager bereit.

Neu dabei ist Shift+Strg+Alt+R, das den eingebauten Screenrecorder aktiviert, der sich durch einen roten Kreis im Nutzermenü zu erkennen gibt. Sobald Sie die Tastenkombination erneut betätigen, speichert er den Screencast im Home-Verzeichnis. Nach 30 Sekunden passiert das auch von allein. Um längere Videos aufzunehmen, müssen Sie dieses Limit in der Konfiguration entfernen:

```
gsettings set org.gnome.↳
↳settings-daemon.plugins.media-keys ↳
↳max-screencast-length 0
```

Manchen Anwender nervt, dass die Passworteingabe der Bildschirmsperre erst zum Vorschein kommt, nachdem man den „Vorhang“ via Escape- oder Leertaste vertreibt. Dabei ist das gar nicht nötig: Dieses „Shield“ verschwindet automatisch, sobald Sie mit der Eingabe des Passworts beginnen.

Arbeitsorganisation

In der Aktivitätenansicht ist am rechten Rand ein kleiner dezenter und weitgehend grauer Bereich zu sehen. Über diesen können Sie zwischen verschiedenen Arbeitsflächen umschalten, die auch Unity bietet. Bei Gnome haben sie aber

einen höheren Stellenwert: Dessen Entwickler sehen sie als zentrales Element zur Arbeitsorganisation, mit dem man die zu einer Aufgabe gehörenden Anwendungsfenster bündeln kann, um sie von anderen Tätigkeiten zu trennen. Bei der Foto-Bearbeitung startet man so Dateimanager, Shotwell und Gimp auf einer Fläche, während der Browser und ein Terminal auf einer anderen laufen – ungestört von E-Mail- und Chat-Programmen, die auf einer weiteren liegen.

So richtig alltagstauglich ist das aber nur mit Selbstdisziplin und Übung. Essenziell ist auch die Tastenkombination Alt+Strg+hoch beziehungsweise Alt+Strg+runter, mit der Sie flugs zwischen den vertikal angeordneten und dynamisch erzeugten Flächen wechseln. Halten Sie zugleich noch Shift gedrückt, um das gerade aktive Fenster auf dem Weg mitzunehmen. Alternativ können Sie die Fenster in der Aktivitätenansicht einfach per Maus auf die gewünschte Fläche verschieben – oder zwischen zwei existierenden eine neue erzeugen, indem sie ein Fenster dazwischen loslassen. Dank solcher Details funktioniert das Arbeitsflächenkonzept bei Gnome besser als bei Unity. Dennoch ist es ein Ansatz, der nicht jedem behagt. Falls Ihnen das so geht, ignorieren Sie die Arbeitsflächen einfach, dann sind sie nicht im Weg.

Raus aus der Zwangsjacke

Gnome und Unity hatten schon immer das gleiche Ziel: eine möglichst einfach und intuitiv nutzbare Desktop-Umgebung mit sinnvollen Voreinstellungen zu schaffen. Die Entwickler versuchen daher, die Zahl der Einstellmöglichkeiten gering zu halten. Manche Nutzer fühlen sich dadurch eingeschränkt, weil sie geliebte Eigenschaften nicht konfigurieren können; gelegentlich lassen sich dadurch auch Arbeitsweisen nicht realisieren, die man mit anderen Linux-Desktops über Jahre zu schätzen gelernt hat.

Wer Konfigurationsvielfalt bevorzugt, ist und bleibt daher mit Bedienoberflächen wie Cinnamon oder KDEs Plasma besser bedient. Es gibt aber durchaus eine Reihe von Tricks, mit denen Sie auch Gnome ein wenig ummodellieren können, damit es Ihre Ansprüche besser erfüllt.

Erste Anlaufstelle ist das „Optimierungen“ genannte `gnome-tweak-tool`. Damit können Sie zahlreiche Einstellungen verändern, die Gnome seinen Nutzern vorenthält. In der Kategorie „Fenster“

lässt sich etwa eine Funktion aktivieren, die insbesondere in der Frühzeit auf Linux gewechselte Nutzer schätzen: „Focus Follows Mouse“, durch das der Desktop immer dem Fenster den Fokus gibt, das sich gerade unter dem Mauszeiger befindet.

Unter „Tastatur und Maus“ legen Sie unter anderem einige Touchpad-Parameter und die Compose-Taste fest, über die Sie zusätzliche Zeichen leichter erreichen. Bedenken Sie beim Einsatz des Optimierungswerkzeugs aber immer, dass es die normale Systemsteuerung nur ergänzt. Einige für Touchpads wichtige Optionen oder den Skalierungsfaktor für besonders hochauflösenden Bildschirme („HiDPI-Displays“) finden Sie daher nur dort. Standardmäßig kann man nur zwischen einer Skalierung von 100 oder 200 Prozent wählen. Die Unterstützung für dazwischen liegende Werte, wie Unity sie beherrscht, ist noch in Arbeit. Sie können diese unfertige Funktion mit folgendem Befehl bereits freischalten:

```
gsettings set org.gnome.
↳ mutter experimental-features
↳ ["scale-monitor-framebuffer"]
```

Nach dem Ab- und Anmelden können Sie bei der Monitorkonfiguration weitere Skalierungswerte einstellen.

Extensions

Die zweite wichtige Anlaufstelle fürs Individualisieren ist `extensions.gnome.org`. Diese Webseite sammelt Erweiterungen, die das Verhalten der Gnome-Shell anpassen, wie es Browser Extensions bei Chrome und Firefox machen. Zu einer der populärsten Erweiterungen zählt der „Sound Input & Output Device Chooser“, der Einträge im Benutzermenü ergänzt, mit denen Sie schnell zwischen verschiedenen Audio-Ausgabebewegen wechseln. Mit Chrome und Firefox können Sie diese Gnome-Shell-Erweiterung direkt über die Website installieren. Dazu müssen Sie aber erst ein Terminal öffnen und dort `apt install chrome-gnome-shell` ausführen. Richten Sie als Nächstes die Browser-Erweiterung ein, auf die das violette Textfeld auf `extensions.gnome.org` hinweist. Nach dem Neuladen der Seite können Sie Erweiterungen über ihre Beschreibungsseiten direkt über einen schwarzen Schalter installieren.

Alternativ können Sie die Erweiterungen auch über die Software-Verwaltung installieren, wo Sie diese über ihren

Namen finden; `extensions.gnome.org` liefert aber einen deutlich besseren Überblick zu den verfügbaren Erweiterungen und sortiert nach Popularität. Obacht: Einige Extensions haben es in die Top Ten geschafft, weil Distributionen sie standardmäßig einrichten. Darunter das „Removable Drive Menu“, das einen Eintrag in der Benutzerleiste bereitstellt, über den Sie Wechseldatenträger schnell abmelden können.

Für manche Anwender ist auch „AlternateTab“ ein Muss: Sie untersagt dem per Alt+Tab aufgerufenen Task-Switcher, die Fenster einer Anwendung in Untermenüs zu bündeln. Genau wie einigen anderen Erweiterungen lässt sich auch diese konfigurieren. Falls Sie die erwähnte Browser-Erweiterung installiert haben, erreichen Sie die Optionen über das blaue Werkzeug-Symbol, das `extensions.gnome.org` auf der Seite „Installed Extension“ anzeigt. Alternativ können Sie die Einstellungen über das Optimierungswerkzeug aufrufen. AlternateTab bietet etwa einen

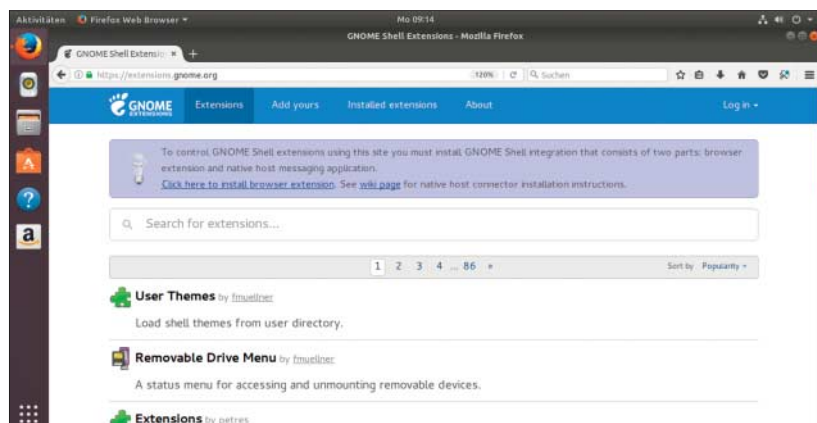
Tastenkürzel für Ubuntu Desktop (Auswahl)

Taste(n)	Aktion
Super oder Alt+F1	Aktivitätenansicht öffnen
Super+A	Anwendungsübersicht öffnen
Super+D	Desktop-Hintergrund anzeigen
Super+L	Bildschirm sperren
Alt+F2	Befehlsdialog öffnen
Ctrl+Alt+Entf	Dialog zum Herunterfahren oder Neustarten öffnen
Druck ¹	Bildschirmfoto aufnehmen
Shift+Druck ¹	Foto eines Bildschirmbereichs
Alt+Druck ¹	Foto des aktiven Fensters
Shift+Strg+Alt+R	Screencast aufzeichnen
Super-Tab oder Alt-Tab	zum zuvor verwendeten Fenster wechseln. Falls Sie Super bzw. Alt festhalten: Task-Wechseldialog anzeigen
Alt+^2	zwischen den Fenstern einer Anwendung wechseln
Alt+Escape	zwischen den Fenstern einer Arbeitsfläche wechseln
Super+1...9	die Anwendung in der Startleiste starten, die an der angegebenen Position steht
Strg+Alt+runter bzw. hoch	zur darunter bzw. darüber gelegenen Arbeitsfläche wechseln
Strg+Alt+Shift+runter bzw. hoch	zur darunter bzw. darüber gelegenen Arbeitsfläche wechseln und das aktive Fenster dabei mitnehmen
Super+links bzw. rechts	das aktive Fenster der linken bzw. rechten Bildschirmhälfte zuweisen
Super+V	Nachrichtenbereich öffnen
Strg+Alt+T	Terminal öffnen

weitere Tastenkombination nennt das Systemsteuerung unter „Geräte/Tastatur“

¹ beim gleichzeitigen Betätigen von Strg wird der Screenshot in der Zwischenablage hinterlegt statt gespeichert

² die Taste oberhalb von Tab



Über Erweiterungen können Sie Aussehen und Verhalten der Gnome-Shell an individuelle Vorstellungen anpassen.

Modus, in dem der Task-Switcher nur die Fenster der aktuellen Arbeitsfläche beachtet. Gnome hat mit Alt+Esc aber auch selbst eine Tastenkombination, die Ähnliches leistet.

Zu den populären Shell-Erweiterungen zählt auch OpenWeather, das in der oberen Leiste neben der Uhr die aktuelle Wetterlage samt Temperatur darstellt. Ein ganzer Schwung von System-Monitor-Ex-

tensions zeigt Auslastung von Prozessor, Speicher, Netzwerk & Co. in der oberen Statusleiste an. Auf Notebooks sollten Sie sich den Einsatz solcher Werkzeuge aber gut überlegen, da jede Aktualisierung den Prozessor fordert und dazu womöglich aus dem Tiefschlaf reißt – schlecht programmierte oder aggressiv konfigurierte Erweiterungen reduzieren so die Akkulaufzeit.

Ohnehin schwankt die Qualität der Erweiterungen stark. Manche werden so schlecht gepflegt, dass sie mit aktuellen Gnome-Versionen nur teilweise oder gar nicht funktionieren. Genau solche Probleme hatten wir mit mehreren Erweiterungen, die einen Suspend-Knopf im Benutzermenü nachrüsten, der das System direkt in den Bereitschaftsmodus schickt. Möglicherweise hat sich das bis zum Erscheinen dieser c't geklärt.

Auch die Shell-Erweiterung „Pixel Saver“ lief nicht ganz rund. Sie blendet die Fensterleiste aus, wenn man eine Anwen-

Haken und Ösen durch Wayland

Im Zuge der Kehrtwende zu Gnome schwenkt Canonical bei Ubuntu Desktop auch gleich auf eine neue Technik zur Komposition und Ausgabe der Bedienoberfläche um: die Wayland Display Architecture. Bei ihr kümmert sich die Gnome-Shell jetzt selbst darum, die von ihr komponierte Oberfläche an den Monitor zu schicken; auch Eingaben von Maus, Tastatur & Co. verarbeitet der Compositor von Gnome jetzt selbst. Im Wayland-Modus übernimmt er daher Aufgaben, die Bedienoberflächen von Linux-Distributionen bislang dem X-Server von X.org überlassen. Gnome kann einen solchen aber nach wie vor zur Hilfe nehmen. Mit diesem Modus kann man einige Schwierigkeiten meiden, die der Wayland-Betrieb mit sich bringt.

Die neue Display-Architektur ist daran nur indirekt schuld, denn mit ihr gehen die Grafik-Stack- und Desktop-Entwickler eine Reihe von Sicherheitsproblemen an, die dem X-Server und dem von ihm implementierten X11-Protokoll innewohnen. Das wirkt sich auf Arbeitsweisen aus, die gerade erfahrene Anwender häufiger nutzen, obwohl

diese bekanntermaßen unsicher sind. Dazu gehört der Start grafische Programme mit Systemverwalterrechten. Das wird jetzt geblockt, daher führt ein `sudo gedit /etc/fstab` zu Fehlermeldungen wie „No protocol specified“, „Verbindungsaufbau gescheitert“ und „Gtk-WARNING : cannot open display: :0“. Mit Gnome-Anwendungen wie Gedit ist das kein Problem, denn mit folgendem Trick kann der Editor die Datei modifizieren, ohne als Root laufen zu müssen:

```
gedit admin:///etc/fstab
```

Auch das Partitionierungswerkzeug Gparted und das Paketverwaltungsprogramm Synaptic starten nicht. Für diese mit der Kompatibilitätsschicht Xwayland ausgeführten X11-Anwendungen kursiert ein Tipp: Man soll zuerst `xhost +local:` ausführen, damit Gparted und Synaptic auch im Wayland-Modus von Gnome per Sudo starten. Davon raten wir ab, denn das gefährdet die Systemsicherheit. Greifen Sie besser zu Alternativen wie dem Laufwerksverwaltungsprogramm und der Software-Verwaltung von Gnome, die aller-

dings einen geringeren Funktionsumfang bieten.

Wayland vorerst meiden

Kehren Sie Wayland dann besser fürs Erste einfach ganz den Rücken. Melden Sie sich dazu über das Benutzermenü oben rechts ab, um im Anmeldemanager Ihr Nutzerkonto auszuwählen. Klicken Sie anschließend auf das kleine Zahnrad links neben der Schaltfläche „Anmelden“. Wählen Sie dort „Ubuntu on Xorg“, um dann das Login abzuschließen. Die Gnome-Shell läuft dann im X11-Modus, bei der sie wie bislang den X-Server von X.org zur Hilfe nimmt. In dieser Betriebsart funktioniert auch die im Artikel erwähnte Shell-Extension „Pixel Saver“ wie vorgesehen. Die im Text erwähnte HiDPI-Skalierung mit Werten zwischen 100 und 200 Prozent gelingt dann aber nicht mehr, denn die Gnome-Shell beherrscht sie nur im Wayland-Modus.

Mit dem X11-Modus gehen Sie auch einer Reihe anderer Schwierigkeiten aus dem Weg. Zum Schutz vor Banking-Trojanern blockiert Gnome im Wayland-Modus etwa Screenshot-Programme wie

derung in den Vollbildmodus schaltet. Das vergrößert die nutzbare Arbeitsfläche und ist bei Unity normal. Bei unserem Test funktionierte die Extension mit Firefox, nicht aber mit LibreOffice oder dem Gnome-Terminal. In diesem Fall war die Wayland Display Architecture schuld, mit der auch eine Reihe anderer Dinge un- und rund laufen (siehe Kasten unten).

Und sonst noch?

Der Umstieg auf Gnome hat auch noch andere Auswirkungen. So landen Sie jetzt im Anmeldedialog, wenn Sie versuchen, per Strg+Alt+F1 vom Desktop auf eine Textkonsole zu wechseln. Wollen Sie anschließend per Strg+Alt+F7 zum Desktop zurück, führt das ins Nichts.

Der Anmeldedialog läuft jetzt nämlich auf der ersten Kernel-Konsole und startet Bedienoberflächen auf der nächsten freien Konsole – im Regelfall also der zweiten, die Sie per Strg+Alt+F2

aufrufen. Wenn Sie mehrere Nutzerkonten auf Ihrem System eingerichtet haben und die „Benutzer wechseln“-Funktion verwenden, läuft der Desktop des anderen Nutzers auf der dritten. Das Ganze verschiebt sich um eins, falls Sie direkt nach dem Systemstart einmalig auf die zweite Konsole gewechselt sind, denn die krallt sich dann ein Programm zum Text-Login.

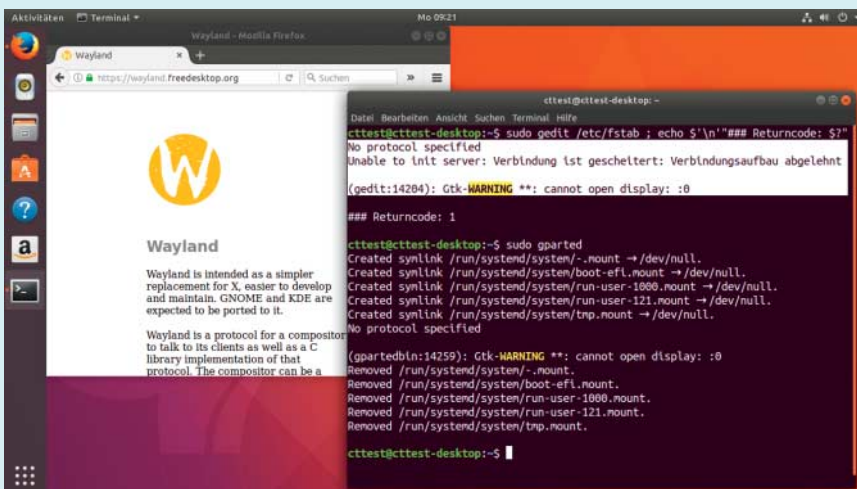
Verschwunden ist die Funktion, um Gäste über Anmeldeanimator oder Benutzermenü anzumelden. Streng genommen ist das aber keine Neuerung von Ubuntu Desktop 17.10: Die Ubuntu-Entwickler haben den Gastzugang bereits im Mai per Update aus 16.10 und 17.04 entfernt, um eine nicht so einfach korrigierbare Sicherheitslücke zu vermeiden.

Gnome im Original

Die bei Ubuntu Desktop 17.10 standardmäßig eingerichtete Bedienoberfläche mag alle wesentlichen Komponenten des



Im Anmeldedialog können Sie leicht zwischen Wayland- und X11-Modus wechseln. Die beiden Einträge zum Start eines unmodifizierten Gnome-Desktops zeigen sich erst nach der Installation eines optionalen Pakets.



Der Wayland-Betrieb macht sich vor allem durch Sicherheitsmechanismen bemerkbar, die den Start grafischer Anwendungen als Root rigoros unterbinden.

Shutter oder Screenshot-Software wie Recordmydesktop; außerdem lässt sich Gnome im Wayland-Modus nicht aus der Ferne steuern, da gängige Remote-Desktop-Programme den Bildschirminhalt nicht abgreifen können. Eine Reihe von Spielen scheitert zudem daran, beim Vollbildbetrieb die gewünschte Bildschirmauflösung einzustellen. Zum X-Server gehörende Kommandozeilenwerkzeuge wie xrandr, setxkbmap oder

xkill funktionieren ebenfalls nicht. Das Gleiche gilt für das Drop-Down-Terminal Guake, das ähnlich vom oberen Bildschirmrand hängt wie die Konsole von Quake. Übrigens: Es gibt eine Shell-Erweiterung, die Ähnliches leistet.

Viele dieser Schwierigkeiten sind Folgen sinnvoller Sicherheitstechniken, auf die Entwickler ihre Software abstimmen müssen; zugleich arbeiten aber auch die Entwickler von Gnome und

Grafik-Stack bereits daran, einige der dort verorteten Probleme aus der Welt zu schaffen. Die meisten Macken dürften daher in den nächsten ein bis zwei Jahren verschwinden. Diese Arbeit wird sich lohnen: Viele Kernentwickler von X.org-Projekt und X-Server stehen fest hinter Wayland, weil es dem Linux-Desktop zu einer moderneren und deutlich sichereren Architektur verhilft. Auch die Entwickler von KDEs Plasma arbeiten daher an Wayland-Unterstützung. Bei Desktops wie Mate und Xubuntu ist dagegen noch nicht viel zu sehen, daher werden die auf absehbare Zeit weiter einen X-Server benötigen.

Die Gnome-Entwickler diskutieren indes bereits, wann sie den X11-Modus entfernen können. Es wird aber wohl noch mindestens ein Jahr vergehen, bis es so weit ist, denn es gibt noch allerlei zu verbessern. So harmonisiert eine im Wayland-Modus laufende Gnome-Shell noch nicht mit Nvidias proprietärem Grafiktreiber. Anwender bekommen davon nichts mit: Gnome startet automatisch im X11-Modus, falls es Grafiktreiber vorfindet, die es im Wayland-Modus nicht unterstützt.

aktuellen Gnome 3.26 nutzen. Die Oberfläche unterscheidet sich an einigen Stellen aber massiv vom Aussehen und Bedienkonzept dieser Gnome-Version. Dort hat die Bedienoberfläche beispielsweise keine Startleiste am linken Rand; außer-

dem lassen sich keine Icons auf dem Desktop ablegen, weil der laut den Entwicklern ohnehin meist von Fenstern verdeckt ist. Auch fehlen Knöpfe zum Minimieren von Fenstern, weil das manche Anwender verwirre.

Die Bedienung von Gnome unterscheidet sich durch diese Eigenschaften signifikant von anderen Linux-Desktops. Über das Für und Wider dieser Herangehensweise kann man endlos streiten. Fakt ist: Gnome hat nicht nur trotz, sondern

Unity und andere Desktops einsetzen

Auch wenn sich der Ubuntu-Desktop gar nicht so anders anfühlt als Unity: An einigen Stellen gibt es Unterschiede. Wer daher lieber bei Unity bleiben möchte, kann den bisherigen Standard-Desktop leicht nachinstallieren:

```
sudo apt install unity lightdm
```

Beim Aufspielen erscheint ein Textdialog, der zur Konfiguration des Anmeldemanagers auffordert. Wechseln Sie hier vom zu Gnome gehörenden Gdm3 auf Lightdm, den traditionell mit Unity verwendeten Anmeldemanager. Starten Sie das System nach Abschluss der Installation neu. Nun zeigt sich wieder der von Unity bekannte Anmelde-Manager. Diesem müssen Sie über das kreisrunde Symbol neben Ihrem Nutzernamen anweisen, den Unity-Desktop zu starten.

Der Einsatz von Gnome als Standard-Desktop bleibt allerdings nicht ohne Folgen für Unity und dessen Anwendungen. Genau wie unter dem neuen Ubuntu-Desktop hat der Dateimanager jetzt auch bei Unity keine Fensterleiste mehr. Gedit hat noch eine, die sich mit der darunter befindlichen Werkzeugleiste zu einem dicken und platzverschwenderischen Balken vereint. Der Systemsteuerung fehlt die Möglichkeit

zur Konfiguration von Online-Konten. Wer solche einrichten will, muss das Kontrollzentrum von Unity schließen und das zu Gnome gehörende `gnome-control-center` starten.

Von diesen und einigen weiteren Detailunterschieden abgesehen hat sich der Desktop nicht groß verändert. Es wird sich zeigen müssen, wie lange Ubuntu ihn mitliefert. In Ubuntu 18.04 LTS soll er jedenfalls noch enthalten sein. Canonical hat den Desktop aber bereits jetzt ins Universe-Repository verlagert, daher garantiert das Unternehmen nicht mehr für die Langzeitpflege von Unity. Unter Umständen übernehmen einige Fans diese. Das dürfte aber ein aufwendiges Unterfangen werden, weil eine grundlegende Renovierung von Unity überfällig war, da es auf veraltete Techniken aufbaut.

Sollten Sie früher oder später dem Ubuntu-Desktop eine zweite Chance geben wollen, können Sie diesen im Anmeldemanager auswählen. Auch auf den Anmeldemanager GDM können Sie wieder umschwenken:

```
sudo dpkg-reconfigure gdm3
```

Nach einem Neustart müssen Sie bei der Anmeldung dann noch Xubuntu beziehungsweise Ubuntu auf X.org als Sit-

zungstyp auswählen. Anschließend können Sie Unity von der Platte putzen:

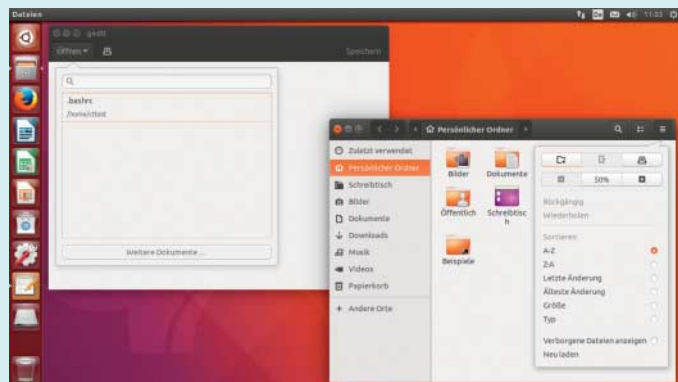
```
sudo apt-get remove \
--auto-remove unity lightdm
```

Wer sein System schlank halten will, sollte Unity nicht „mal eben zum Spaß“ installieren: Einige bei der Unity-Installation von Abhängigkeiten mitgezogenen Pakete bleiben bei so einer Deinstallation zurück und belegen fast 140 MByte Plattenplatz.

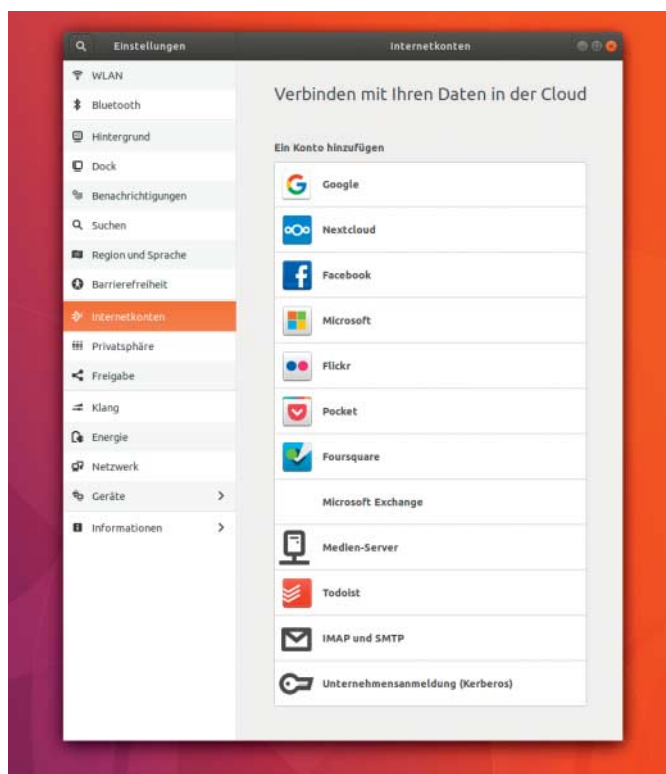
Cinnamon, Plasma, Xfce & Co.

Genau wie Unity können Sie auch andere Bedienoberflächen nachinstallieren, falls Ihnen der neue Ubuntu-Desktop nicht gefällt. Den vom Linux Mint bekannten Cinnamon-Desktop erhalten Sie beispielsweise durch Einrichten des Pakets `cinnamon-desktop-environment`. Die Desktop-Umgebung des KDE-Projekts holt `kubuntu-desktop` auf die Platte; für Xfce ist das Paket `xubuntu-desktop` zuständig, für Budgie `ubuntu-budgie-desktop`. Bedenken Sie aber: Die Parallelinstallation vieler Desktop-Umgebungen führt in der Praxis immer mal wieder zu kleineren oder größeren Problemen. Genau wie schon bei Unity erwähnt, bleiben womöglich Reste der Desktops zurück.

Diese und weitere Probleme vermeiden Sie, indem Sie die Bedienoberflächen vorher mit den Ubuntu-Varianten Kubuntu, Ubuntu Budgie, Xubuntu & Co. ausprobieren. Am besten machen Sie das direkt auf der Hardware: entweder im Live-Betrieb vom USB-Stick oder in einer Parallelinstallation, falls die standardmäßig eingesetzten Treiber Ihren Grafikprozessor nur schlecht unterstützen. Prinzipiell laufen die Desktops auch alle in einer Virtual Machine (VM). Dort haben Sie aber keinen direkten Zugriff auf die Grafik-Hardware, was Verhalten und Geschwindigkeit beeinflusst.



Der bisherige Standard-Desktop lässt sich leicht nachinstallieren, allerdings hat sich die Oberfläche mancher Anwendungen durch den Gnome-Einfluss verändert.



Die Systemsteuerung ordnet die Optionen in einer Seitenleiste an, die einige Funktionen allerdings in Unterabschnitten verbirgt. Die Online-Konten-Funktion unterstützt nun auch Google Drive und bindet deutlich mehr Dienste an.

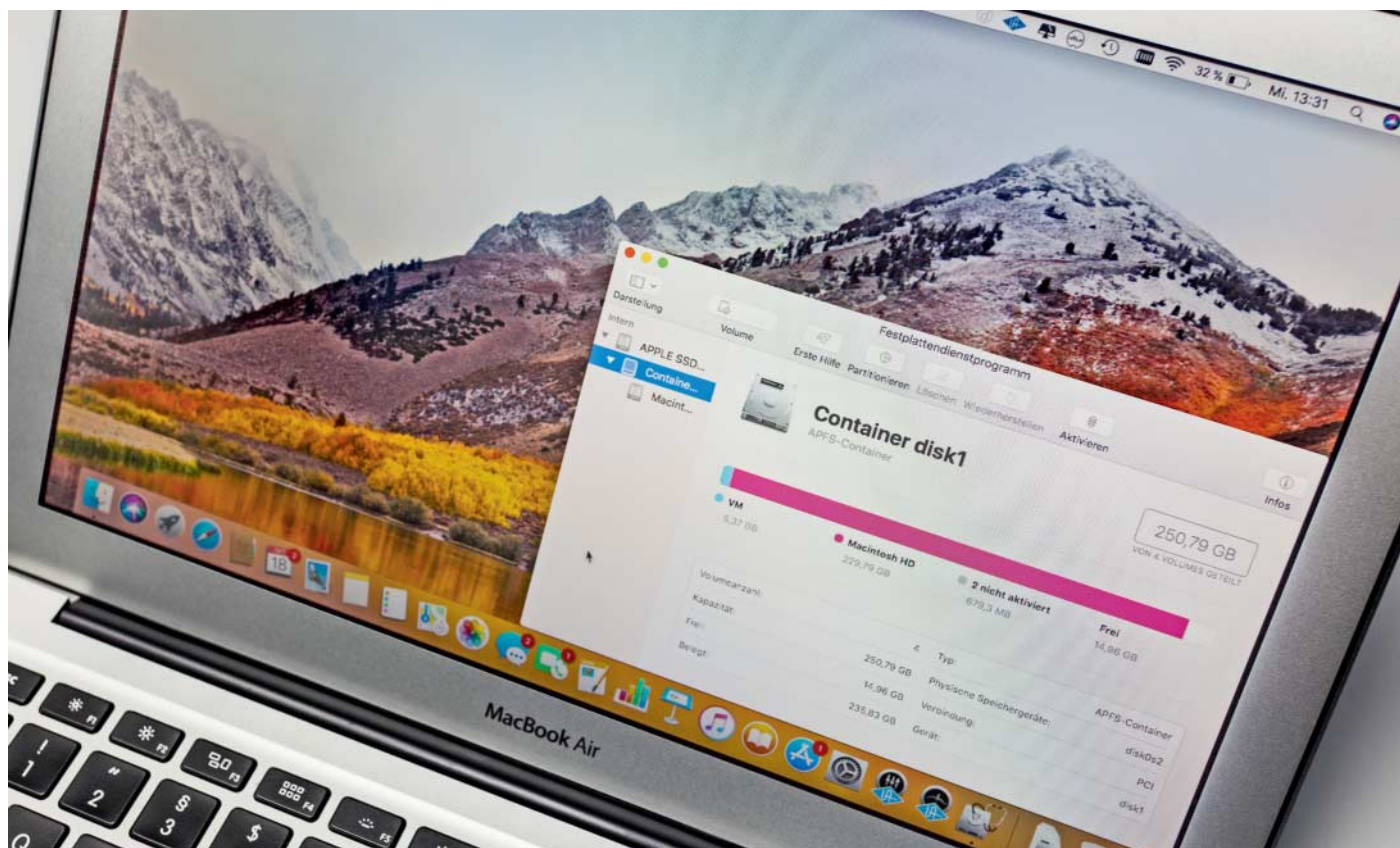
auch wegen solcher Unterschiede seine Fans. Diese bediente das Ubuntu-Projekt bislang mit der „Ubuntu Gnome“ genannten Distributionsvariante. Diesen Flavor hat das Projekt mit dem Wechsel von Unity auf Gnome fallen gelassen. Am originalen Gnome-Erlebnis interessierte Nutzer müssen jetzt Ubuntu Desktop installieren und dann das Paket `vanilla-gnome-desktop` nachinstallieren. Nach dem Abmelden vom Desktop stehen dann im Anmeldemanager eine „GNOME“ und eine „GNOME unter Xorg“ genannte Sitzung zur Wahl. Mit diesen verhält sich Gnome dann auch unter Ubuntu so, wie es Designer und Entwickler des Gnome-Projekts vorsehen. Selbst Schriften und Icons sind dort anders, weil Ubuntu Desktop ein anderes Theme nutzt.

Rund?

Die Ubuntu-Entwickler haben sich reichlich Mühe gegeben, Anwendern den Wechsel von Unity auf Gnome einfach zu machen. Der Ubuntu Desktop fühlt sich daher auf den ersten Blick nicht sonderlich anders an. Man stolpert aber schnell über wichtige Unterschiede. Manche davon sind Fortschritte, einige aber Rückschritte. Letzteren dürften sich die Entwickler in den nächsten Monaten noch widmen, bevor mit Ubuntu 18.04 wieder ein Release mit Langzeitpflege (LTS/Long Term Support) ansteht. Gut möglich, dass Papierkorb und Icons für Wechseldatenträger dann wieder in die Startleiste wandern, wo Programmfenster sie nicht so leicht verdecken. Auch bei der Wayland-Unterstützung dürfte sich noch einiges tun.

(thl@ct.de) **ct**

Anzeige



Problemgipfel

Erste Hilfe für macOS 10.13 High Sierra

Apples neues Betriebssystem führt auf manchen Macs zwangsweise ein neues Dateisystem APFS ein, das einigen Anwendungen Probleme bereitet. Wir geben Tipps, wie Sie diese und andere Fallstricke vor und nach der Installation umgehen.

Von Hartmut Gieselmann

Apples neues Betriebssystem bietet nur wenige neue Funktionen. macOS 10.13 High Sierra soll vor allem die Sicherheit erhöhen und Fehler beseitigen. So schreibt Apple die 2-Faktor-Authentifizierung nun zwingend vor, bei der Sie die erste Anmeldung mit Ihrem Apple-Account an einer neuen Hardware auf einem bestehenden iPhone, iPad oder Mac bestätigen müssen. Im Unterschied zu iOS 11 führt High Sierra weiterhin 32-Bit-Anwendungen aus. Ihr Ende ist erst für das Nach-

folgesystem 2018 geplant. Wie in jedem Jahr benötigen Entwickler nach dem Start eines neuen macOS einige Monate Zeit, um ihre Software zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Wer seinen Mac produktiv einsetzt, insbesondere als Musiker, sollte mit dem Upgrade warten, bis die Hersteller offiziell grünes Licht geben. Das kann bei einigen Firmen bis zu den Weihnachtsferien dauern. Über den Stand der Entwicklung bei Musik-Anwendungen und anderen Apps können Sie sich über den c't-Link am Ende des Artikels informieren.

An zwei neuen Funktionen stoßen sich Programme besonders häufig: am neuen Dateisystem APFS (Apple Filesystem) und an der Blockade der für manche Treiber wichtigen Kernel Extensions. Was Sie auch immer tun: Vor einem Update auf High Sierra sollten Sie sicherstellen, dass Sie ein vollständiges Backup Ihrer Systempartition und aller wichtigen Dateien besitzen, denn ein Zurück auf macOS 10.12 ist sonst nicht mehr möglich.

APFS-Vorteile

APFS wurde von Apple speziell für SSDs entwickelt. Wenn man High Sierra auf einem SSD-Rechner installiert, ersetzt es automatisch das alte Dateisystem HFS+. Festplatten und Fusion-Laufwerke sind nicht betroffen. APFS kann unter anderem Zugriffe von Programmen priorisieren, die im Vordergrund laufen, und Hintergrundprozesse hinten anstellen – etwa ein Backup in der Time Machine. Dadurch soll der bunte Warteball seltener rotieren, was sich im Test bislang jedoch kaum nachweisen ließ.

Copy On Write (COW) verhindert Datenverlust, wenn bei einem Schreibvorgang der Strom ausfällt. Soll ein Datenblock verändert werden, so wird der neue Inhalt zunächst in einen freien Bereich geschrieben. Erst wenn das geklappt hat, wird der Verweis auf diesen neuen Block umgelenkt. So können alte Daten nicht verstümmelt werden.

COW beschleunigt darüber hinaus Kopiervorgänge. Statt eine Datei Bit für Bit zu duplizieren und die Daten doppelt auf der Platte abzulegen, wird einfach ein zweiter Verzeichniseintrag angelegt, der ebenfalls auf dieselben Speicherblöcke verweist. Erst wenn man die Kopie ändert, wird die komplette Datei neu angelegt.

So lassen sich selbst Gigabyte-große Dateien mit einem Fingerschnipp kopieren. Als Anwender muss man jedoch be-

achten, dass beim Löschen solcher Kopien kein Speicherplatz mehr frei wird oder der Freiraum empfindlich schrumpfen kann, wenn man nur kleine Änderungen an einer Kopie vornimmt.

Drittens kann APFS Schnappschüsse der Dateisystemstruktur anlegen, sodass man ähnlich wie bei der Schattenkopie von Windows sehr einfach zu diesem Zustand wieder zurückspringen kann. Das nutzt beispielsweise auch die Time Machine für Backups.

APFS-Probleme

Grundsätzlich funktioniert APFS zwar stabil und bereitet auch bei der Konvertierung während der Installation von High Sierra keine Probleme. Jedoch muss man derzeit noch mit zum Teil herben Einschränkungen rechnen.

So lässt sich ein APFS-Volume im Netz nur noch per SMB freigeben. Zudem kann man keine Time-Machine-Backups auf internen oder externen SSDs mit APFS anlegen. Immerhin können Macs unter High Sierra jetzt aber im Netz anderen Rechnern Laufwerke für Time-Machine-Backups zur Verfügung stellen.

Probleme gibt es zudem noch mit der Laufwerksverschlüsselung: Zwar hat Apple inzwischen einen fatalen Fehler behoben, der das Passwort in Klartext abspeicherte. Wer jedoch ein HFS+-Laufwerk verschlüsseln will, muss damit rechnen, dass dies dabei ohne Nachfrage in ein APFS-Laufwerk konvertiert wird.

Zwar kann man auch externe Laufwerke per APFS formatieren, diese lassen sich dann jedoch nur noch unter macOS 10.12 und 10.13 lesen und beschreiben. Windows- und Linux-Rechner können mit ihnen nichts anfangen. Ebenso geht es Festplatten-Tools anderer Hersteller: DiskWarrior und TechTool Pro unterstützen kein APFS; passende Updates sind noch nicht fertig. Geht doch einmal etwas mit einem APFS-Volume schief, existieren derzeit keine Werkzeuge zur Datenrettung.

Hersteller anderer Anwendungen führen weitere Probleme auf APFS zurück: In der Entwicklungsumgebung Unity verschwinden mitunter Assets, zumindest bis zur Programmversion 5.4. Synthesizer-Plug-ins des Herstellers u-he kommen mit der alphabetischen Sortierung ihrer Presets durcheinander.

Der Spiele-Hersteller Aspyr listet zudem zahlreiche bekannte ältere Spiele auf, die auf APFS-Laufwerken nicht mehr

laufen. Darunter Civilization V, Layers of Fear, Die Sims 2 und Call of Duty 2. Aspyr will innerhalb von drei Monaten Updates bereitstellen.

Wer sein System bereits auf APFS umgestellt hat, kann die problematischen Apps mitunter auf einer externen Festplatte installieren, die mit HFS+ (Mac OS Extended (Journaled)) formatiert ist.

Installation ohne APFS

High Sierra lässt sich auf einem Mac mit SSD aber auch ohne APFS installieren. Da das normale Update-Programm dies allerdings nicht vorsieht, müssen Sie die Installation per Kommandozeile manuell anschubsen. Laden Sie zunächst das Update auf High Sierra aus dem App Store und beenden Sie den Installer. Im Terminal geben Sie anschließend folgenden Befehl ein:

```
/App*/Inst*High*/C*/R*/startosinsj  
tall --converttoapfs NO
```

Die Sternchen ersparen Ihnen Tipparbeit und ergänzen sich zum vollen Pfad. Nicken Sie die Lizenzbedingungen mit Shift+A ab und die Installation läuft normal weiter.

Installation auf externer Platte

Sie können High Sierra zum Test auch auf einer externen Platte einrichten. Falls es nicht zufriedenstellend funktioniert, kehren Sie zum alten macOS auf Ihrer Hauptplatte zurück. Mit gedrückter Alt-Taste

können Sie beim Start jeweils wählen, von welcher Platte Ihr Mac booten soll.

Für die Installation müssen Sie zunächst ein separates Installationsmedium erstellen. Im einfachsten Fall ist das ein USB-Stick mit mindestens 8 GByte freiem Speicher. Nachdem Sie das Update aus dem App Store geladen haben, brechen Sie die Installation ab und geben im Terminal folgenden Befehl ein, ohne die Enter-Taste zu drücken:

```
sudo /App*/Inst*High*/C*/R*/creatj  
einstallmedia --volume
```

Hinter --volume und einem anschließenden Leerzeichen fehlt nun noch der Pfad zu Ihrem USB-Stick. Den können Sie einfach einfügen, indem Sie im Finder auf den Stick klicken und sein Symbol per Maus ans Ende der Kommandozeile ziehen. Anschließend drücken Sie Enter und bestätigen den Befehl mit Shift+Y. Starten Sie den Rechner mit gedrückter Alt-Taste neu und booten Sie vom USB-Stick. Dort wählen Sie nun die Partition Ihrer angeschlossenen externen Festplatte aus, auf der High Sierra installiert wird. Diese muss mindestens 9 GByte Platz haben, empfehlenswert sind Größen ab 40 GByte.

APFS verwalten

Wenn Sie im Festplattendienstprogramm die Partitionsstruktur der SSD mit APFS sehen wollen, müssen Sie im Menü „Darstellung“ auf „alle Geräte einblenden“ wechseln. macOS 10.13 legt bei einer



Civilization V ist die prominenteste Software, die mit dem Dateisystem APFS nicht zurechtkommt. Es lief erst, nachdem wir das Spiel in Steam auf einer externen Platte ohne APFS installierten.



APFS lockt mit vielen modernen Funktionen, externe Tools zur Problembehandlung existieren jedoch noch nicht. Mit Apples Festplattendienstprogramm kann man weiterhin Partitionen im alten HFS+-Format anlegen.

automatischen APFS-Konvertierung auf der internen SSD eine „Container disk1“ an. Diese kann mehrere Volumes mit APFS-Dateisystemen enthalten. Die Volumes haben keine festgelegte Größe, sondern teilen sich gemeinsam den gesamten Platz des Containers. Im Menü „Bearbeiten/APFS-Volume hinzufügen“ können Sie weitere Volumes anlegen und bei den Größenoptionen die minimale und maximale Größe bestimmen. Als Format sollten Sie stets „APFS“ und nicht etwa mit „Groß-/Kleinschreibung“ wählen, weil letztere zahlreichen Programmen Probleme bereitet.

Sie können jedes HFS+-Volume auf einer SSD in ein paar Minuten in ein APFS-Volume konvertieren, ohne es neu formatieren zu müssen. Bei dem Systemvolume drücken Sie dazu Cmd+R beim Neustart des Systems, um in den Reco-

very-Modus zu kommen. Umgekehrt klappt das jedoch nicht. Um ein neues HFS+-Volume anzulegen, müssen Sie dafür zunächst eine eigene Partition anlegen und im „Mac OS Extended (Journaled)“ formatieren.

Kernel-Extension-Schutz deaktivieren

High Sierra blockiert die Installation sogenannter Kernel Extensions. Das kann bei bestimmten Treibern, beispielsweise für Audio-Hardware, zu Problemen führen. Normalerweise informiert Sie High Sierra bei der Installation über die Blockade und gibt Ihnen eine halbe Stunde Zeit, die Extension in den Systemeinstellungen unter „Sicherheit/Allgemein“ nachträglich zu erlauben. Funktioniert der Treiber trotzdem nicht, können Sie die Kernel-Extension-Blockade auch komplett auf-

heben. Dazu starten Sie den Mac neu und halten während des Boot-Vorgangs Cmd+R gedrückt, bis Sie in den Wiederherstellungsmodus gelangen. Im Terminal des Dienstprogramme-Menüs geben Sie folgenden Befehl ein:

```
spctl kext-consent disable
```

Nach einem Neustart ist die Blockade aufgehoben. Um sie wieder zu aktivieren, starten Sie erneut im Recovery-Modus und ersetzen im obigen Kommando das „disable“ durch ein „enable“.

iCloud-Falle

Bereits in macOS 10.12 kopierte Apples Betriebssystem die Inhalte der Unterordner „Dokumente“ und „Schreibtisch“ in die iCloud, wenn man die Voreinstellung nicht deaktivierte. Die Verzeichnisse waren fortan im Finder unter „Favoriten“ verschwunden und wurden unter einer eigenen Kategorie „iCloud“ zusammen mit dem „iCloud Drive“ geführt. Dieses eigenmächtige Kopieren von Dateien in die Cloud machte viele Nutzer sauer, zumal hiervon mitunter vertrauliche Daten wie Steuererklärungen oder Firmeninterna betroffen waren, die in keiner Cloud geteilt werden sollen. blieb zudem noch die voreingestellte Funktion „Mac-Speicher optimieren“ aktiv, konnte es sogar passieren, dass ohne Wissen des Anwenders wichtige Dokumente vom Rechner gelöscht wurden und nur noch bei einer iCloud-Verbindung geladen werden konnten – für manche Nutzer ein Desaster.

High Sierra stellt Anwendern die gleiche Falle. Am Abschluss der Installation bittet der Assistent zur Anmeldung an die iCloud. Im folgenden Dialog fragt er, ob er „Dateien aus ‚Dokumente‘ und ‚Schreibtisch‘ in iCloud Drive speichern“ soll – und setzt das Häkchen in der Voreinstellung, selbst wenn dieser Punkt unter macOS 10.12 bereits deaktiviert war. Wer nicht will, dass alle seine Dokumente in der iCloud landen und bei Platzproblemen womöglich von der lokalen Festplatte gelöscht werden, darf hier nicht einfach auf „Fortfahren“ klicken, sondern muss den Auswahlhaken deaktivieren. Die Einstellung lässt sich nebst oben genanntem „Mac-Speicher optimieren“ nachträglich in Systemeinstellungen/iCloud unter den Optionen des iCloud Drive ändern.

(hag@ct.de) **ct**



Vorsicht, Falle: Wenn Sie nicht wollen, dass alle Dokumente in die iCloud kopiert und bei Speicherplatzmangel womöglich ohne Ihr Wissen von der Festplatte gelöscht werden, deaktivieren Sie bei der Installation von High Sierra den Haken für die Ordner „Dokumente“ und „Schreibtisch“.

Informationen zur Kompatibilität:
[ct.de/yp9y](https://www.ct.de/yp9y)

Anzeige



Etwas produktiver

iOS 11 im Praxistest

Apple hat iOS 11 mächtig herausgeputzt. Vor allem iPads sollen von Drag & Drop, Multitasking, besserem Dateizugriff, Fotos und Videos profitieren. Doch viele Apps müssen die neuen Funktionen erst noch lernen.

**Von Hannes A. Czerulla
und Hartmut Gieselmann**

Seit dem Start von iOS 11 sind Entwickler in heller Aufruhr: Apple hat dem neuen Betriebssystem zahlreiche Funktionen spendiert, die den Datenaustausch und das Umschalten zwischen Programmen vereinfachen. Allerdings klappt das nur, wenn die Apps dies explizit unterstüt-

zen. So schneien jeden Tag dutzende Updates in den neu designten App-Store, die iOS-11-Funktionen nachrüsten. In diesem Test werfen wir einen Blick auf die wichtigsten Neuerungen sowie den aktuellen Stand der App-Unterstützung. Dazu geben wir Tipps, wie Sie eventuelle Probleme auf einem iPad oder iPhone umschiffen.

Vor der Installation

Der dickste Zopf, den iOS 11 abschneidet, sind alte 32-Bit-Apps. Bereits seit mehreren Monaten weist iOS 10 auf solche Leichen hin, die unter iOS 11 nicht mehr laufen. Prüfen Sie vor einem Upgrade also, ob sich darunter wichtige Programme befinden. Eine Liste der installierten 32-Bit-Apps finden Sie in den iOS-Einstellungen unter Allgemein/Info/Apps. Falls Unentbehrliches dabei ist, warten Sie noch ein

wenig, bis der Entwickler eventuell ein Update auf 64 Bit veröffentlicht.

Multitasking, Drag & Drop

Stark ausgeweitet hat Apple die Möglichkeiten zum Multitasking und Drag & Drop. So lässt sich über das neue Dock der iPads mit einem Wisch von unten nach oben oder aber über die Suchfunktion eine weitere App in einem schmalen Streifen über die aktuelle App legen – das klappt, selbst wenn die darunterliegende Haupt-App keinen Split-Screen unterstützt. Musiker können damit etwa den Audiobus-Mixer über ihrem Synthesizer einblenden und weitere Effekte laden.

Wischt man eine solche Slide-Over-App nach unten, dann teilen sich beide Programme den Split-Screen mit variabler Breite. Allerdings unterstützen das abseits von Standards wie Safari, Mail, Karten

oder Pages bislang nur wenige Apps. Das nervt gewaltig, da man erst beim Ziehen der App aus dem Dock merkt, ob Split Screen tatsächlich klappt.

Den iPhones bleiben die Multitasking-Funktionen allesamt vorenthalten. Non-Pro-iPads ab der fünften Generation und iPad Mini ab der zweiten unterstützen die Slide-Over-Sicht. Split Screens können nur iPad Pro, iPad (ab fünfter Generation), Air 2 und Mini 4 anzeigen.

Dasselbe bei Drag & Drop: Auch diese Funktion klappt bislang nur bei einzelnen Anwendungen auf Geräten, die Split Screen oder Slide Over beherrschen. Als Behelf kann man den zu verschiebenden Schnipsel – Bilder, Audio-Dateien, Textpassagen – zunächst in die Multitasking-fähige Dateien-App schieben und von dort in eine andere App verfrachten. So kann man zwar nun mit verschiedenen Programmen hantieren und Inhalte verschieben, den Komfort von Windows oder macOS erreicht iOS 11 aber noch lange nicht.

Dateien verwalten

Die neue Dateien-App von iOS 11 listet Dateien auf dem iCloud-Drive auf und erlaubt, diese zu kopieren, in Unterordner zu sortieren und zu löschen. Zudem kann man mit ihr in den Offline-Daten einiger Apps auf dem iPad stöbern. Das erlauben bislang aber nur sehr wenig Apps, die dann im Reiter „Auf meinem iPad“ auftauchen. Nicht einmal der populäre Goodreader ist mit dabei und auch Fotos, Videos oder Musik tauchen nicht auf.

Besser sieht die Unterstützung bei anderen Cloud-Diensten aus. Wer beispielsweise Dropbox oder OneDrive nutzt und deren offizielle App installiert hat, kann sie direkt in die Dateien-App einbinden und auf den Datenbestand zugreifen, ohne das Programm wechseln zu müssen.

Auf iCloud gespeicherte Dateien lassen sich nun auch mit anderen Anwendungen teilen. Dazu klickt man auf den Share-Button oben rechts und wählt „Personen hinzufügen“, woraufhin diese Links auf die Datei per Mail, Facebook oder iMessage erhalten. Der Haken: Zugreifen dürfen nur Personen, die bereits ein eigenes iCloud-Konto haben oder sich bei iCloud kostenlos registrieren.

Neuerdings erlaubt Apple es auch, das Speicherplatz-Kontingent auf iCloud mit anderen Familienmitgliedern zu teilen. Bis zu sechs Personen können sich entweder 200 GByte (3 Euro/Monat) oder 2 TByte

(10 Euro/Monat) teilen. Den Wechsel nimmt man unter der Familienfreigabe in den Account-Einstellungen vor.

Fotos

Apple iPhones ab 7 sowie die aktuellen iPad-Pro-Modelle können Fotos und Videos in platzsparenden Formaten speichern. Für Fotos löst HEIF (High Efficiency Image File Format) das alte JPEG ab. Zu erkennen sind die Bilder an der Dateierweiterung „.heic“. HEIF benötigt rund 40 Prozent weniger Platz, kann Serienaufnahmen und Live-Fotos sowie weitere Meta-Daten speichern. So lassen sich beispielsweise auch Tiefeninformationen sichern, wenn Fotos mit zwei Objektiven gemacht wurden. Zukünftige Foto-Apps können dann Objekte oder Personen im Vordergrund mit anderen Filtern bearbeiten als im Hintergrund. Zu den ersten Unterstützern von HEIF gehört Pixelmator.

HEIF-Fotos lassen sich zwar einfach per USB-Lightning-Kabel auf einen Windows-Rechner kopieren, allerdings ist uns bislang keine Windows-Software bekannt, die mit dem Format etwas anfangen kann. Weder Adobe-Produkte noch Affinity Photo können sie bislang öffnen.

Kamera- und Bildschirmvideos

Videos, die mit der Kamera aufgenommen werden, speichert iOS fortan in HEVC (H.265), das nur rund halb so viel Platz benötigt wie das alte H.264. Die

Videos werden mit AAC-Tonspur in .mov-Containern abgelegt. Das gilt für alle Geräte, die mindestens den A9-Chip nutzen, also ab iPhone 6S sowie iPads und iPad-Pro-Modelle ab 2016.

Zudem kann iOS 11 endlich auch Bildschirmvideos aufzeichnen, beispielsweise für Tutorials oder Let's-Plays. Um Sie zu aktivieren, muss man unter „Einstellungen/Kontrollzentrum/Steuerelemente anpassen“ das Element „Bildschirmaufnahme“ hinzufügen. Ruft man anschließend das Kontrollzentrum mit einem langen Wisch von unten nach oben auf, kann man mit dem Aufnahmeknopf die Bildschirmaufnahme starten, die nach drei Sekunden beginnt. Während der Aufnahme ist am oberen Bildschirmrand meistens ein roter Balken zu sehen, auf den man zum Beenden der Aufnahme tippt.

iOS zeichnet auch den Ton der Apps auf. Bei manchen Musik-Apps bleibt die Aufnahme jedoch stumm, zumindest wenn man die App erst nach dem Start der Aufnahme öffnet. Um diesen Fehler zu vermeiden, sollte man zuerst die App und dann die Bildschirmaufnahme starten.

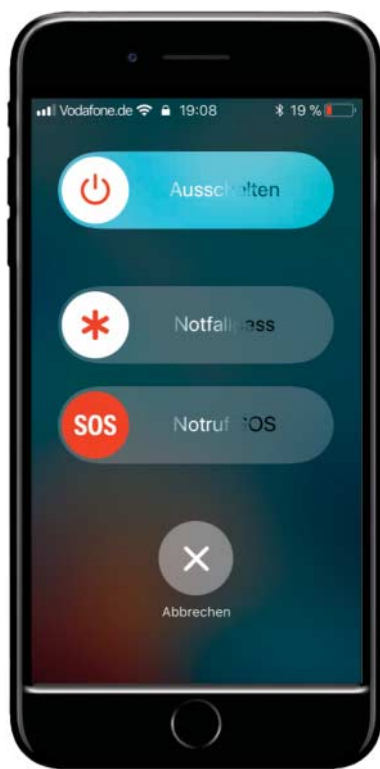
Wenn man im Kontrollzentrum länger auf die Aufnahme drückt, kann man zusätzlich das Mikrofon einschalten, um zur Aufnahme einen Kommentar einzusprechen. Allerdings wird dann der Ton des Mikrofons mit dem Ton der App automatisch auf einer Spur vermischt. Wenn die App selbst viel Lärm macht, ist der Kommentar kaum noch zu verstehen.



Die neue Dateien-App lässt sich per Slide Over über andere Apps legen, um Bilder, Texte und Audio-Dateien per Drag & Drop zu verschieben.



Obacht bei WLAN- und Bluetooth im Kontrollzentrum: Abgeschaltet sind beide nur, wenn die Symbole durchgestrichen sind.



Fünfmal drücken auf den seitlichen Stand-by-Knopf aktiviert den Notfallmodus im iPhone. Er deaktiviert Touch- und Face-ID.

Besser ist es deshalb, zunächst die App nur mit ihrem eigenen Ton aufzunehmen und den Kommentar später mit einem Video-Editor hinzuzufügen.

Gespeichert wird die Aufnahme in der Fotos-App und lässt sich dort auf die richtige Länge trimmen. HEVC nutzt sie noch nicht, sondern H.264 mit AAC-Ton. Den Video-Stream können auch andere Apps abgreifen, beispielsweise um ihn live zu senden. Eine der ersten ist der Team-Viewer.

Videobearbeitung

Die Videos lassen sich beispielsweise per iMovie und Pinnacle Studio Pro direkt auf dem iPad bearbeiten. Sie unterstützen neben H.264 auch HEVC und erlauben etwa Texteinblendungen und die Aufnahme weiterer Tonspuren. Deren Platzierung ist in iMovie jedoch oft fummelig. Besser klappt es mit Pinnacle Studio Pro, das im Unterschied zu iMovie auch eine Slide-Over-View und den Austausch von Tondateien unterstützt.

Für aufwendigere Foto- und Video-Bearbeitungen sollte man die Dateien auf einen Windows-PC (per Lightning-USB-Kabel) oder Mac übertragen. Zu den ers-

ten Programmen, die HEVC unterstützen, gehören iMovie und Adobe Premiere. Final Cut Pro X soll bis zum Jahresende ein passendes Update erhalten.

Übertragung auf den Mac

Um Fotos und Videos in HEIF und HEVC auf einen Mac zu übertragen, schließen Sie entweder das iOS-Gerät per Kabel an und starten den Import im Programm „Digitale Bilder“ oder Sie nutzen in der Fotos-App die Funktion „Ablage/Exportieren/Unbearbeitetes Original“. HEIF-Bilder lassen sich unter macOS derzeit etwa mit den Programmen Pixelmator und Acorn 6 bearbeiten, Photoshop und Affinity Photo unterstützen das neue Format noch nicht.

Wenn Sie die iCloud-Fotomediathek aktiviert haben und diese auch am Mac nutzen, wartet iOS mit der Speicherung in HEIF und HEVC, bis Sie zumindest einen Mac auf macOS 10.13 upgedatet haben. Denn erst dann kann die dortige Fotos-App die neuen Formate auch lesen.

Sie können iOS jedoch zur weiteren Nutzung der alten Speicherformate zwingen, indem Sie in den iOS-Einstellungen unter Kamera/Formate „Maximale Kom-

patibilität“ wählen. Wenn Sie ein Foto oder Video in HEIF/HEVC über das iCloud Drive, Airdrop et cetera mit anderen teilen, werden sie automatisch in JPEG und H.264 gewandelt, selbst dann, wenn man in den iOS-Einstellungen unter Fotos ganz unten bei „Auf Mac oder PC übertragen“ von „Automatisch“ auf „Originale behalten“ wechselt.

HDR-Filme

Die iPad-Pro-Modelle ab 2017 sowie das iPhone 8 (Plus) und X können iTunes-Filme, die HDR (High Dynamic Range) unterstützen, in iOS 11 mit höherem Kontrast- und Farbumfang laden und wiedergeben. Zum Speichern benötigen die HDR-Filme allerdings mehr Platz als die SDR-Versionen. Bei einem zweistündigen Film sind oft 8 statt 6 GByte nötig, wenn der Film in Full-HD und HDR beziehungsweise „Dolby Vision“ vorliegt. Wenn in einigen Fällen nur die 4K-Version mit HDR bereitsteht (zum Beispiel „Goodfellas“), muss man sogar 15 bis 20 GByte einplanen.

Allerdings hat Apple die HDR-Wiedergabe noch nicht richtig auf die Bildschirme der Geräte angepasst. Dunkle Szenen saufen im Schwarz ab und lassen Details vermissen. Bis Apple den Fehler behoben hat, sollte man daher die SDR-Versionen von iTunes laden und den entsprechenden Schalter für HDR-Videos unter den iOS-Einstellungen für „Videos“ deaktivieren. Andere iOS-Geräte sind davon nicht betroffen. Sie laden stets nur die Full-HD-Version in SDR, selbst wenn der Film mit „4K“ in iTunes angepriesen wird.

MIDI-Übertragung

Bislang konnten iOS-Geräte über das Lightning-USB-Kabel nur Audio-Daten an Macs übertragen. Nun klappt das in Verbindung mit macOS 10.13 auch mit MIDI. Dazu öffnet man unter macOS das Audio-MIDI-Setup, schaltet im Menü „Fenster“ zum MIDI-Studio und klickt dort auf das iPad/iPhone-Element. Im Konfigurationsfenster kann man festlegen, auf welchen Kanälen das iOS-Gerät MIDI-Daten empfangen und senden soll, inklusive CC-Steuerdaten, Timecode und MIDI-Clock. So lassen sich kinderleicht iPad-Synthesizer mit einer DAW auf dem Mac steuern und aufnehmen. Bei einem kurzen Test mit einem 128 Samples großen Puffer erreichten wir Latenzen von 18 bis 20 ms vom Senden der MIDI-Noten bis

zum Empfang der Audio-Signale vom iPad.

Notizen

Notizen erlaubt neuerdings auch das Scannen von mehrseitigen Dokumenten. Dazu fotografiert man einfach die Seiten mit der Kamera. Die nun einblendbare Wasserwaage hilft dabei, das Smartphone oder Tablet parallel zum Dokument auszurichten: Hat man in den Kameraeinstellungen das „Raster“ aktiviert und richtet die Kamera Richtung Boden, erscheinen automatisch zwei Kreuze im Sucher. Liegen beide Kreuze übereinander, ist das Mobilgerät parallel zum Boden ausgerichtet.

Die automatische Randerkennung des Dokumenten-Scanners ist nicht sehr zuverlässig, sodass man diese manuell nachjustieren muss. Immerhin korrigiert die App Perspektiv-Verzerrungen. Exportieren lässt sich das Dokument als PDF, zum Beispiel über die Dateien-App auf das iCloud-Drive. Die Seiten bestehen allerdings nur aus Bildern, eine automatische Texterkennung findet nicht statt. Hierzu greift man besser zu Spezial-Apps wie Scanner Pro von Readdle.

Notizen kann jetzt unter anderem einfache Tabellen anlegen. Dazu klickt man das über der Bildschirmstatur erscheinende Tabellensymbol. Wenn dies nicht zu sehen ist, schalten Sie in den iOS-Einstellungen unter Allgemein/Tastatur die „Kurzbefehle“ ein. Allerdings können

Tabellen in Notizen unter macOS erst ab Version 10.13 verarbeitet werden.

Wer einen Pencil hat, kann Notizen nun so einstellen, dass beim Tipp mit dem Stift auf den Startbildschirm automatisch entweder ein neues Dokument angelegt oder das jüngste weiterbearbeitet wird. So kann man das iPad besser als Notizblock nutzen. Allerdings ist das Schreiben mit der Gummispitze des Pencils auf dem glatten Touchscreen weitaus schwieriger als mit einem Bleistift auf Papier.

Kontrollzentrum

Zumindest einige Elemente des Kontrollzentrums lassen sich nun entfernen oder hinzufügen. Einige Funktionen sind nicht mehr direkt erreichbar und brauchen zur Bedienung mehr Tipps als zuvor: Schalter für Night Shift und automatische Bildschirmhelligkeit verstecken sich beispielsweise im Untermenü Bildschirmhelligkeit der iOS-Einstellungen. Viele Elemente zeigen ihre Funktionen erst, wenn man entweder mit mehr Druck oder länger darauf tippt.

Bluetooth und WLAN lassen sich nicht mehr vollständig über das Kontrollzentrum deaktivieren: Über die Schalter kappt das Mobilgerät lediglich die jeweiligen Verbindungen zu WLAN-Routern, Bluetooth-Kopfhörern und Ähnlichem. Dennoch bleibt die Hardware aktiv und der WLAN-Chip scannt weiterhin nach Netzen. Außerdem werden beide Funk-

module automatisch um 5 Uhr morgens Ortszeit reaktiviert.

Verbindungen zum Apple Pencil und zur Watch bleiben ebenso aktiv. Auch die Hotspot-Funktion und die Datenweitergabe via Handoff bleiben nutzbar. Möchte man WLAN und Bluetooth tatsächlich komplett abschalten, muss man das über die Schalter in den Systemeinstellungen erledigen. Die Symbole im Kontrollzentrum sind dann nicht nur ausgegraut, sondern durchgestrichen.

Im Flugmodus merkt sich iOS, ob Bluetooth und WLAN zuletzt ausgeschaltet waren. Nur bei durchgestrichenen Symbolen sind WLAN und Bluetooth tatsächlich deaktiviert.

iPhone-exklusiv

Mit Face- und Touch-ID – die Möglichkeit, das iPhone per Gesicht oder Fingerabdruck zu entsperren – wäre es prinzipiell möglich, ein iPhone ohne den Willen des Besitzers zu benutzen. Um dies zu verhindern, kann er das iPhone in den Notfallmodus versetzen, indem er fünfmal schnell hintereinander den Stand-by-Knopf drückt. Das Gerät lässt sich dann nur noch mithilfe der PIN oder des Passworts entsperren.

Die iPhone-Tastatur kann nun in einen Einhandmodus schalten, wie man ihn von Android kennt. Umschalten lässt sie sich mit einem langen Druck auf das Globussymbol auf der iOS-Tastatur. Die Tasten rücken dann wahlweise auf die linke oder rechte Bildschirmseite und werden leicht gestaucht. So lässt sich sogar auf den Plus-Modellen die Tastatur mit einem Daumen bedienen.

Fazit

Verglichen mit früheren Updates bereitet der Umstieg auf iOS 11 relativ wenig Probleme. Hinzugekommen sind viele kleine Details, die einem den Umgang erleichtern, wenn auch nicht alle Änderungen im Kontrollzentrum sinnvoll sind. Die Zahl der Bugs ist überschaubar und kann sicherlich mit den nächsten Updates behoben werden. Die Produktivitätssteigerungen durch die neuen Funktionen halten sich bislang aber in Grenzen. Es braucht einfach noch Zeit, bis genügend Hersteller sie in ihren Apps auch unterstützen. Vorteile im Zusammenspiel mit Macs machen sich zudem erst mit dem neuen macOS 10.13 (High Sierra) bemerkbar. Was dort zu beachten ist, lesen Sie im Artikel auf Seite 130. (hag@ct.de) **ct**



Wenn Sie in iOS 11 ein Video nachträglich vertonen wollen, können Sie es in Pinnacle Studio Pro im Slide-Over-Modus über eine Audio-App wie Cubasis legen, die nach der Aufnahme Bearbeitungen per EQ und Kompressor erlaubt.



Vielsmarterei

Smart-Home-Schaltzentralen binden zunehmend fremde Komponenten ein

Als Neueinsteiger im Bereich Heimautomation wird man heute erschlagen von zueinander inkompatiblen Protokollen und Technologien. Das sorgt für Frust statt Kauflust – ein Problem, auf das die Hersteller von Steuerzentralen langsam reagieren.

Von Nico Jurrán und Ulrich Hilgefort

ZigBee, Z-Wave, BidCoS, EnOcean, WLAN – seit Jahren streiten herstellübergreifende und proprietäre Funkprotokolle um die Gunst der Anwender, die ihr Heim zum Smart Home umrüsten wollen. Aktuell sieht es nicht so aus, als würde sich in absehbarer Zukunft eine Technologie durchsetzen – mit dem bevorstehenden Verkaufsstart von Bluetooth-Mesh-Geräten dürfte sich die Situation vielmehr noch verschärfen.

Die Patt-Situation hat letztlich zwei Hauptgründe: Zum einen sind die Funkprotokolle zu unterschiedlichen Zeiten entstanden – jeweils im Rahmen der dann aktuellen technischen Möglichkeiten und den zu dieser Zeit herrschenden Vorstellungen, worauf es bei der Heimautomation ankommt. Zum anderen ist die Smart-Home-Fangemeinde nicht homogen: Zwar stehen Licht- und Heizungssteuerung ebenso wie Sicherheitsaspekte bei vielen Nutzern seit Jahren hoch im Kurs. Daneben legt der eine aber beispielsweise Wert auf eine ausgefeilte Jalousiensteuerung, während ein anderer einen Saugroboter durch sein Heim flitzen lassen möchte. Zudem haben sich die Vorstellungen von Bedienkomfort über die Zeit verändert: Galt lange Zeit das Tablet als Maß aller Dinge, wenn es um Eingaben ging, stehen mittlerweile Sprachassistenten bei vielen Anwendern wesentlich höher im Kurs.

In der Folge hat jede Technik individuelle Stärken und Schwächen – hinsichtlich der Netzwerk-Topologie, des Stromverbrauchs, der Sicherheit, der Anbindung von Mobilgeräten, der Art und Auswahl verfügbarer Komponenten und der Interoperabilität. In den vergangenen Jahren gelang es zwar manchen Protokollen, in einzelnen Bereichen zum Quasi-Standard aufzusteigen – beispielsweise ZigBee im Bereich vernetzter Leuchtmittel oder EnOcean bei batterielosen Tür-/Fensterkontakten und Schaltern. Doch trotz aller Anstrengungen konnten die Firmen hinter den Protokollen dieses Momentum aber nicht nutzen, um sich auf breiterer Front gegen die Konkurrenzformate durchzusetzen.

Die technischen Daten hinter den einzelnen Funkprotokollen, welche Bereiche sie im smarten Heim abdecken und wie es hinsichtlich der Kommunikation und der Sicherheit aussieht, haben wir in einer Tabelle ab Seite 140 zusammengefasst.

Umdenken

Bastelaffine Zeitgenossen setzen daher gerne Rechner mit einer Steuersoftware wie FHEM, ioBroker, IP-Symcon oder OpenHAB auf, bei denen sich problemlos mehrere Funkprotokolle parallel nutzen lassen.

Doch auch bei den Anbietern kommerzieller Steuerzentralen hat mittlerweile ein Sinneswandel eingesetzt. Aus gutem Grund: Vorbei sind die Zeiten, in denen Hersteller proprietärer oder auf ein einzi-

ges Protokoll fixierter Systeme alleine mit Aussagen à la „Alles aus einer Hand“ bei der Vermarktung punkten konnten. Mittlerweile ist es den Kunden nur schwer beizubringen, wenn das teuer bezahlte System zwar bei aufziehendem Sturm die Jalousien automatisch runterfährt, aber nicht auf Zuruf das Licht im Wohnzimmer dimmen kann – während der Nachbar dies mit einem Set vernetzter Lampen und seinem Handy hinbekommt.

Praktisch bei allen Smart-Home-Systemen beginnt die Öffnung tatsächlich mit der Anbindung vernetzter Leuchtmittel, vorzugsweise mit dem Philips-Hue-System – schon deshalb, weil diese über jede Zentrale mit LAN-Zugang vergleichsweise einfach zu realisieren ist. Zur Erinnerung: Zwar funkten die vernetzten Lampen von Philips Hue, Osram Lightify und IKEA Tradfri untereinander im ZigBee-Protokoll, die Kommunikation mit der Außenwelt läuft aber gewöhnlich über eine im lokalen Netz ansprechbare Bridge. Zu den Steuerzentralen, die Hue-Lampen ohne großen Aufwand steuern können, gehören unter anderem die aktuellen Modelle von Bosch, Devolo, RWE, Telekom und Zipato.

Da heute viele Schaltzentralen sowie so mit dem Internet verbunden sind, steht auch der Online-Dienst IfThisThenThat (IFTTT) bei den Herstellern recht hoch im Kurs. Darüber lässt sich unter anderem eine Verbindung zur Heizungssteuerung von Tado, zur Wetterstation und den Kameras von Netatmo sowie zu Schaltern, Sensoren und Funksteckdosen von Belkin WeMo herstellen. Dies lässt sich beispielsweise nutzen, um automatisch die Heizung in einem Zimmer runterzudrehen, wenn dort das Fenster geöffnet wird. Die durch den Umweg über die Cloud verursachte Verzögerung kann aber beim Schalten von Lampen durchaus störend sein.

Offen für alles

In jüngster Vergangenheit machen sich die Hersteller schließlich vermehrt daran, die Sprachassistentensysteme von Amazon und Google in ihre Smart-Home-Lösungen zu integrieren. Unter anderem für die Systeme von Bosch, Devolo, Fibaro, RWE, Telekom und Zipato stehen die nötigen Alexa Skills bereits in der Amazon Alexa App zur Verfügung.

Die Integration von Fremdgeräten beschränkt sich in vielen Fällen allerdings auf die Grundfunktionen – also vor allem das Ein- und Ausschalten oder die Abfrage von Sensorwerten. Eine vollständige In-

tegration, die die Nutzung aller Funktionen des eingebundenen Gerätes für eigene Szenen beinhaltet, ist eher die Ausnahme – nicht zuletzt, weil der Kunde nicht mit einem großen Funktionsumfang überfordert werden soll.

Die Steuerzentrale Home Center 2 von Fibaro lässt darüber hinaus die Nutzung von Plug-ins zu und bietet zudem über die Skriptsprache LUA die Möglichkeit, auch komplexere Szenen zu realisieren. So lassen sich unter anderem auch Staubsaugerroboter, Smart TVs und Wasserkocher steuern – sowie jedes im LAN eingebundene Gerät, das auf HTTP-Requests reagiert. Im Gegenzug wird die Konfiguration des Systems komplexer, um solche Vorhaben in die Tat umzusetzen.

Baukastensystem

Neue Steuerzentralen sind immer öfter mit einem USB-Anschluss ausgestattet, in dem sich künftig ein zusätzlicher Funkadapter stecken ließe. So wollen sich die Unternehmen auch hardwareseitig eine Hintertür für zukünftige Entwicklungen offenhalten. Aktuell nutzen allerdings die wenigsten Hersteller diese Möglichkeit auch tatsächlich aus.

Zipato geht mit seiner Zipabox genannten Steuerzentrale schon länger einen radikaleren Weg: Das Grundgerät ist hier ein Z-Wave-Plus-Gateway, das sich durch zusätzliche Module erweitern lässt – darunter für 433-MHz-Funk, ZigBee, EnOcean und auch das Bussystem KNX.

Einen ähnlichen Ansatz – sogar noch etwas konsequenter – verfolgt die Codeatelier GmbH aus Stuttgart mit ihrem

jüngst gestarteten System: Die „Homee“ (gesprochen „Homie“) genannte Lösung ist komplett modular, der Funktionsumfang der zentralen Steuereinheit vergleichsweise begrenzt. Dafür kann sich der Kunde nach Belieben Hardware-Module für verschiedene Funkprotokolle hinzukaufen.

Solche Ansätze sind spannend, jedoch zeigen Rückmeldungen von Zipabox-Käufern auch die Tücken einer solchen Offenheit. Mit jedem Funkprotokoll steigt die Zahl der Komponenten, die die Steuerzentrale einbinden können muss, rapide an. Nachdem Zipato über längere Zeit herbe Kritik für seinen schleppenden Support kassierte, änderte das Unternehmen mittlerweile seine Strategie: Neukunden erhalten nur noch einen begrenzten Funktionsumfang, der für einfache Steuerungen reicht. Wer wirklich die Flexibilität des Systems dauerhaft voll nutzen will, muss eine Pro-Lizenz für jährlich fast 100 Euro hinzubuchen.

Ob sich dieses Modell durchsetzt, wird sich zeigen müssen – und dürfte auch für die Mitbewerber ein Zeichen sein, in welche Richtung sich der Markt künftig bewegt. Zipato selbst hat mittlerweile jedenfalls eine weitere Zentrale im Sortiment, die nur Z-Wave und ZigBee beherrscht.

Smart-Home-Einsteiger, die möglichst viele Bereiche ihres Heims vernetzen wollen, kann man momentan nur zu einem System mit einer flexiblen und gegebenenfalls erweiterbaren Steuerzentrale raten, um nicht früher oder später in eine Sackgasse zu geraten.



Zipato bietet zu seiner in Z-Wave funkenden Zipabox Erweiterungsmodulen an, über die sich unter anderem ZigBee-, EnOcean- und KNX-Geräte ansprechen lassen.

Smart Home – Standards

Name	Apple HomeKit	DECT ULE	FS20	EnOcean (Dolphin)	HomeMatic	HomeMatic IP
Anbieter	Elgato, Philips, Netatmo, Nanoleaf	AVM, Panasonic	ELV	Peha, Homee, Siemens, Eltako u. a.	e-Q3, ELV	e-Q3, ELV
Architektur						
Zentrale/Device	–	✓	✓	✓	✓	✓
Device/Device	✓	–	✓	✓	–	✓
Zentrale/Device ... Device (Netz)	✓	–	(✓) ¹	(ja) manche Devices	✓	✓
Zentrale/Zentrale/Device	–	–	–	(ja) manche Devices	✓	✓
Internet/Zentrale/Device	–	✓	(✓)	(ja) manche Devices	(✓)	✓
Funktionsbereiche						
Aktoren						
Schalten (Steckdose/Jalousie etc.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dimmen	✓	–	✓	✓	✓	✓
Heizungssteuerung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tür-/Fensterverriegelung	–	–	–	–	✓ (Tür)	✓ (Tür)
Eigenbauten	–	–	✓	✓	✓	✓
Sensoren						
Umwelt (Licht/Temperatur/Klima)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energiemessung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sicherheitstechnik	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eigenbauten	–	–	✓	✓	✓	✓
Industrieanwendung	–	–	–	✓	✓	–
Bedienung						
Steuerung per App	✓	✓	–	–	(✓)	✓
Sprachsteuerung	✓	✓	–	(✓)	✓	✓
Funk						
Funkstandard/Protokoll	Bluetooth/-LE/HAP, WLAN	DECT ULE	proprietär	EnOcean Equipm. Profiles ¹	BidCos	BidCos / IPv6
bidirektional	✓	✓	–	–	✓	✓
Frequenzbereich	Bluetooth, WLAN	DECT	ISM	ISM	ISM	ISM
Frequenz	2,4 GHz	1,88 ... 1,9 GHz	868,35 MHz	868,3 MHz	868,3 MHz	869,525 MHz
Sendeverfahren	GFSK, QPSK, 8DPSK	GFSK	AM	Amplitudenumtst. ASK	FM	FM
Reichweite Punkt/Punkt	< 10 m	30–50 m	< 30m	< 25m	30–50 m	30–50 m
Reichweite Freifeld	< 15 m	< 300 m	< 100 m	< 300 m	< 300 m	< 300 m
Datenrate	1 MBit/s	32 kBit/s	k. A.	12,5 kBit/s	k. A.	k. A.
max. Sendeleistung	10 mW (BLE Standard)	250 mW	25 mW	ca. 10 mW	25 mW	25 mW
Duty Cycle	–	–	1 %	–	1 %	1 %
Anzahl Geräte im System	unterschiedlich; Bluetooth: 7 pro Netz	max. 6 pro Netz, 4096	256 pro Netz	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
Sicherheit						
Identifizierung der Devices	ID (auch als QR-Code, NFC)	ID	programmierbare ID	32-Bit-ID	Unique ID	Unique ID
Authentifizierung	✓	lokal	–	✓, Rolling Code, AES	✓	✓ AES
Verschlüsselung Pairing	elliptische Kryptografie	–	–	AES (optional)	AES	AES
Verschlüsselung Betrieb	elliptische Kryptografie	AES	–	AES (optional)	AES	AES
Energieversorgung außer Netz	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie, Piezo, Solar	Batterie	Batterie

¹ abhängig vom gewählten Gerät ² z. B. Echo-Integration von „Z-Way“ ³ ab Dolphin (20.10) ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Blick auf die Technik

In der obigen Tabelle haben wir einmal die technischen Daten zusammengefasst – angefangen mit der Kommunikations-Architektur: Sie verrät, ob die einzelnen Module direkt miteinander kommunizieren (Device/Device) und/oder über eine Zentrale.

Die meisten Systeme bieten Module für nahezu alle Einsatz- und Funktionsbereiche, die wir in Gruppen zusammengefasst haben. Eine Sonderrolle spielt hier KNX-RF als Funkerweiterung des Bussystems KNX. KNX-RF stellt im wesentlichen Steuersender bereit, die über ein Funk-zu-Draht-Interface die drahtgebundenen

KNX-Bausteine ansteuern. Für die Programmierung werden nahezu durchweg systemspezifische Makros oder Steuersprachen verwendet, eine Standardisierung ist hier nicht in Sicht. Lassen sich Module nicht mit einer Hersteller-App, aber über ein selbstgebautes Interface mit Internetzugang steuern (beispielsweise über ein

	KNX RF (+)	Innogy SmartHome	Qivicon	WeMo	ZigBee	ZigBee 3.0 Pro	Z-Wave (Plus)
	KNX und Partner	RWE	Telekom	Belkin	Light Link: Philips, Osram, IKEA; Home Automation: Miele, Siemens u. a.	Bosch	Fibaro, Devolo, Schwaiger u. a.
	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
	✓ (KNX RF+)	✓	✓	–	✓	✓	✓
	–	✓	–	–	✓	✓	✓
	✓	–	–	–	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	(✓)
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	✓	✓	✓	–	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	✓	–	✓	✓	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	–	–	–	–	✓ (Tür)
	✓	–	–	✓ (Wemo Maker)	✓	✓	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	✓	–	✓	(✓)	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓
	✓ (drahtgebunden)	✓	✓ (Kamera)	✓ (Kamera)	✓	(✓)	✓ (Bewegungssensoren, Tür- und Fensterkontakte)
	✓ (drahtgebunden)	–	–	–	✓	✓	✓
	✓	–	–	–	✓	✓	✓
	✓	(✓)	✓	✓	(✓)	(✓)	✓
	–	–	✓	✓	(✓)	(✓)	✓ ²
	KNX-Standard	BidCos-Variante	BidCos-Variante	WLAN	ZigBee-Standard	ZigBee-Pro-Std.	Z-Wave-Standard
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ISM	ISM	ISM	WLAN, 3G, 4G	ISM	ISM	ISM, SRD
	868,3 MHz	868,3 MHz	868 MHz	2,4 GHz	868 MHz	2,4 GHz	868,42 MHz (Europa)
	FM	FM	FM	802.11n	BPSK	O-QPSK	GFSK
	< 20 m	30–50 m	30–50 m	< 30m	10 m	10 m	20 m
	< 150 m	< 300 m	< 300 m	< 100 m	100 m	75 m	150 m (Z-Wave Plus)
	max. 16,384 kBit/s	k. A.	k. A.	150 MBit/s	20 kBit/s	250 kBit/s	9,6/40 kBit/s
	25 mW	25 mW	25 mW	10 mW	10 mW	10 mW	25 mW
	1 %	1 %	1 %	–	1 %	–	1 %
	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	Router-abhängig	unbegrenzt	unbegrenzt	231/Netz
	programmierbare ID	ID	Unique ID	ID	ID	ID	ID
	opt. (KNX IP Secure)	✓	✓	k. A.	–	✓	lokal (Key, Nr., QR-Code)
	opt. (KNX IP Secure)	AES Device-abhängig	TMP	AES	–	k. A.	AES (optional)/seit April 2017 Pflicht
	opt. (KNX IP Secure)	AES Device-abhängig	TMP	AES	AES-128	AES-128 Standard/High Security mode	AES (optional)/seit 2017 Pflicht, zusätzlich elliptische Kryptografie
	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie, Piezo (Hue Tap)	Batterie, Piezo (über ZigBee GreenPower)	Batterie

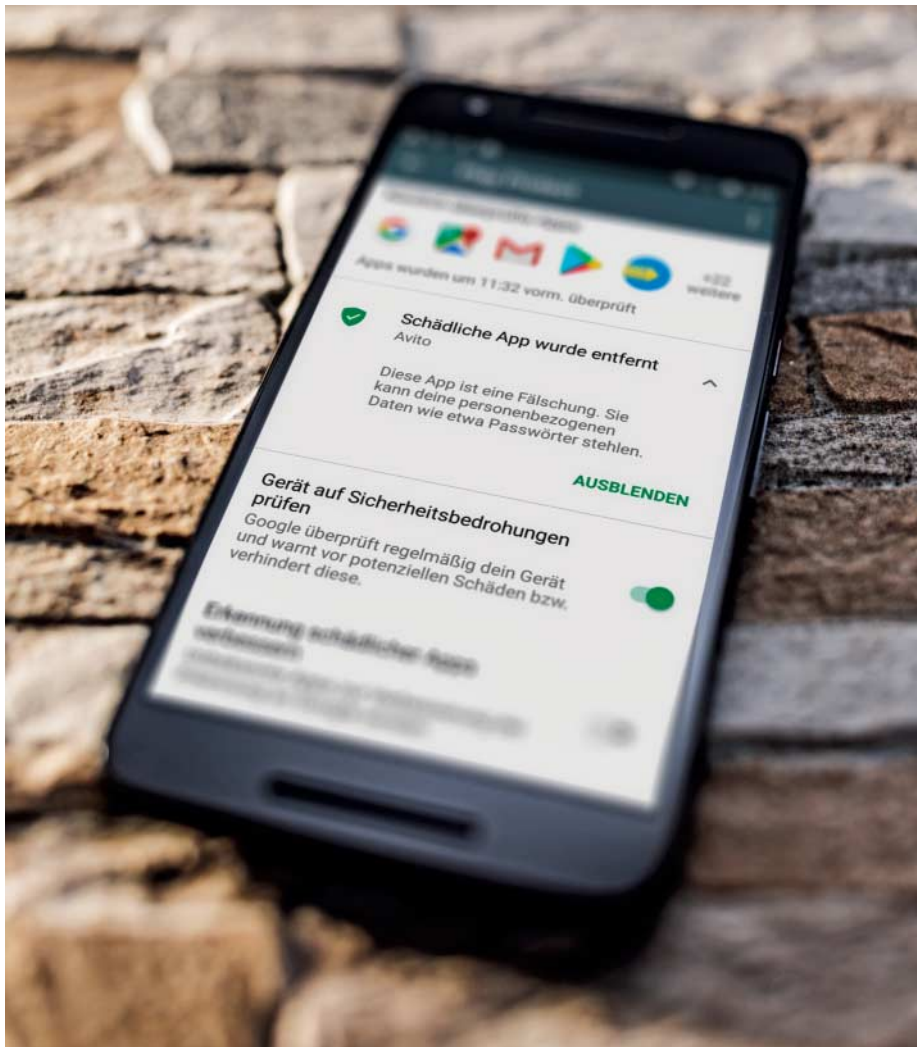
Raspi-Projekt), haben wir in der Tabellenzeile das Häkchen in Klammern gesetzt.

Für die erzielbare Reichweite spielt die genutzte Frequenz eine große Rolle; je höher die Frequenz, desto geringer die Reichweite. Folglich wird um so mehr Leistung benötigt, um im Haus eine brauchbare Distanz (10 bis 15 Meter) mit

ausreichender Übertragungssicherheit zu überwinden. Im 868-MHz-Bereich gilt eine Begrenzung für die Sendedauer jedes Moduls (Duty Cycle) auf 1/100; in einem Zeitraum von 100 Sekunden darf ein Modul also nur eine Sekunde lang senden.

Der Abschnitt Sicherheit dokumentiert die Ansätze, ein Smart-Home-System

gegen Zugriffe von außen zu schützen. Doch sind sicherheitsrelevante Funktionen (Türöffner, Alarmanlage) erst vertretbar, wenn ab der Authentifizierung von Devices und Zentrale eine verschlüsselte Verbindung besteht, vom ersten Verbindungsaufbau („Anlernen“) bis zum späteren Datenaustausch. (nij@ct.de/uh@ct.de) **ct**



Android sichtbar geschützt

Googles Schutzpaket Play Protect für Android

Seit einigen Wochen taucht selbst auf älteren Android-Geräten ohne Zutun des Nutzers ein Schutzpaket namens „Play Protect“ auf, dessen Funktionsumfang an die bekannten Antiviren-Apps erinnert. Wir wollten wissen, wie viel Schutz tatsächlich dahintersteckt und haben einige fiese Schädlinge darauf losgelassen.

Von Ronald Eikenberg

Seit einigen Wochen verteilt Google ein Update seiner Play-Dienste, in dem eine sicherheitsrelevante Überraschung lauert: Es führt eine Funktion namens „Play Protect“ ein, die sich augenscheinlich darum kümmern soll, das Android-Gerät virenfrei zu halten: „Google Play Protect prüft deine Apps und dein Gerät regelmäßig auf schädliches Verhalten. Du wirst über erkannte Sicherheitsrisiken informiert“, erklärt die neue Einstellungsseite, darunter findet man eine Liste der zuletzt überprüften Apps und ein beruhigen-

des grünen Häkchen-Symbol mit dem Text „Alles in Ordnung – Keine schädlichen Apps gefunden“. Die optische Anmutung erinnert an die zahllosen Virenschutz-Apps, die namhafte und unbekannte Hersteller bei Google Play anpreisen. Das legt den Schluss nahe, dass Google einen Virens scanner nachgerüstet hat und damit in Konkurrenz zu den etablierten Schutzprogrammen steht. Tatsächlich steckt hinter Google Play Protect mehr als Virenschutz – und doch hat sich hinter den Kulissen weniger getan, als man erwarten würde.

Auf seiner diesjährigen I/O-Entwicklerkonferenz im Mai erklärte Google, dass Android per se schon ziemlich sicher sei. Das Problem sitze vielmehr vor dem Touchscreen: Die in Android eingebauten Schutzfunktionen sind so gut versteckt, dass die wenigsten Nutzer sie kennen. Um für Wahrnehmung beim Nutzer und das damit einhergehende Gefühl von Sicherheit zu stärken, hat das Unternehmen drei bereits vorhandene Security-Features von Android unter dem Namen Google Play Protect gebündelt. Play Protect umfasst Virenschutz, Safe Browsing sowie die Ortung verlorener und gestohlener Geräte. Der Virenschutz hieß vorher „Apps verifizieren“, die Safe-Browsing-Funktion war in Chrome versteckt und die Ortung trug zuvor die sperrige Bezeichnung „Android Geräte-Manager“. Dem neuen alten Sicherheitspaket hat Google dann auch noch ein Schutz versprechendes Logo spendiert, nämlich ein grünes Schutzschild, auf dem das Google-Play-Symbol prangt. Mehr Sichtbarkeit bedeutet in diesem Fall auch mehr Verantwortung für Google: Je mehr Nutzer den Eindruck haben, dass sie bereits geschützt sind, desto weniger werden sich um ihren Schutz kümmern.

Virenschutz aus der Wolke

Die wichtigste und am prominentesten platzierte Schutzfunktion von Play Protect ist die Schädlingserkennung. So erfährt der Nutzer etwa bereits bei der Installation einer App aus Google Play, dass sie „Von Play Protect überprüft“ wurde, und die Übersichtsseite „Meine Apps und Spiele“ präsentiert im Idealfall ganz oben die Nachricht, dass „Keine Probleme gefunden“ wurden. Dahinter steckt der routinemäßige Check, dem Google seit jeher alle Apps unterzieht, die für den Vertrieb über Google Play eingereicht werden: Das Unternehmen untersucht die APK-Installationsdateien der Entwickler stets auf Virenbefall, ehe die Dateien zum Download

freigegeben werden. Google nennt diesen Prozess Bouncer, zu Deutsch Türsteher.

Wer sich nicht benimmt, wird vom Türsteher nicht in den Play-Club gelassen. Wie findige Malware-Entwickler in der Vergangenheit unter Beweis gestellt haben, ist der Bouncer jedoch nicht unfehlbar: Mehrfach sind Schädlinge in den offiziellen Download-Katalog geschlüpft, denen man im Nachhinein eindeutig böartige Absichten nachweisen konnte. In einigen Fällen handelte es sich um zunächst harmlose Apps, die ihren gefährlichen Schadcode erst zu einem späteren Zeitpunkt nachgeladen haben – nachdem die App bereits einige Zeit auf den Geräten tausender Nutzer installiert war. Dabei handelt es sich in der Regel um zuvor unbekannte Schädlinge, denen auch ein nachträglich installierter Virensch scanner erst mal nichts entgegenzusetzen hatte.

Google kümmert sich jedoch nicht nur um die Apps aus seinem Play Store, sondern auch um jene, die der Nutzer auf eigene Faust in Form von APK-Dateien installiert. Diese können aus seriösen Download-Portalen wie Amazons App Store oder APKMirror.com stammen, aber auch aus den dunklen Ecken des Internet, in denen es eigentlich kostenpflichtige Bezahl-Apps für umme gibt – mitunter mit blinden Passagieren an Bord. Ferner werden APKs über Malware-Kampagnen verbreitet, die Nutzer über Mails oder aggressive Werbemaßnahmen zur Installation verseuchter APKs drängen. Stößt man eine App-Installation per APK an, bittet Play Protect die Google-Wolke um ihre Meinung.

Reingeschaut

Wie wir durch eine Analyse des Datenverkehrs nachvollziehen konnten, überträgt die Schutzfunktion unter anderem den Paketnamen der App (etwa de.entwickler.appname), Informationen über die digitale Signatur sowie eine Liste aller in dem APK enthaltenen Dateien an Google. Apps, die Google noch nicht kennt, kann Play Protect automatisch zur Analyse hochladen. Diese Funktion heißt „Erkennung schädlicher Apps verbessern“ und ist standardmäßig inaktiv. Schaltet man sie ein, enttarnt der Virenschutz ein schwarzes Schaf, das über den Schutzzaun gehüpft ist, potenziell zu einem späteren Zeitpunkt.

Unseren Beobachtungen zufolge untersucht Play Protect das Gerät zudem mindestens ein Mal täglich automatisch auf Schädlingsbefall, indem es eine Liste

der installierten Apps an Google überträgt. Die Cloud antwortet mit einer konkreten Einschätzung wie „Diese App ist eine Fälschung. Sie kann deine personenbezogenen Daten wie etwa Passwörter stehlen.“ und gibt dem Package Installer im Fall der Fälle das Signal, die Installation zu blockieren. Damit arbeitet diese Komponente von Play Protect im Wesentlichen wie ein Cloud-Virenschutz.

Probe aufs Exempel

Wir haben den Ernstfall durchgespielt, indem wir eine Handvoll aktueller Android-Schädlinge auf ein durch Play Protect geschütztes Smartphone losließen. In allen Fällen hat die Schutzfunktion die Installation zuverlässig blockiert. Dabei erhielten wir stets eine grobe Einschätzung, um welche Art von Schädling es sich handelt. Laut einer Analyse des Prüfinstituts AV-Test scheint Play Protect in puncto Erkennungsleistung jedoch hinter den Virensch scanner-Apps zu liegen: In einem Vergleichstest mit Play Protect und 20 Antiviren-Apps erkannte Google von rund 3000 aktuellen Android-Schädlingen etwa 66 Prozent, während der Durchschnitt bei 95,7 Prozent lag. Von rund 3000 Samples, die im Laufe von vier Wochen vor dem Test aufgetaucht waren, erkannte Play Protect etwa 79 Prozent. Der Durchschnitt lag bei 98,4 Prozent.

Was Google als schädlich einstuft, hat das Unternehmen klar definiert (siehe ct.de/y2u8): Zu den sogenannten „Potentially Harmful Applications“ (potenziell schädlichen Anwendungen) zählen etwa Backdoors, Ransomware, Trojaner und Apps, die den Nutzer in die Kostenfalle locken (etwa über Anrufe, Premium SMS oder WAP Billing). Auch Apps, die sich ohne Einverständnis des Nutzers Root-Rechte verschaffen oder unerwartet persönliche Daten wie das Adressbuch, Fotos oder die Anrufliste übertragen, stehen auf Googles schwarzer Liste.

Eine unerfreuliche Überraschung erlebten wir allerdings, als wir das Smartphone seinen Internetzugriff entzogen hatten und die Malware-Installation erneut anstießen: Die Schädlinge wurden klaglos installiert, obwohl Play Protect aktiv war. Wenn der Cloud-Scanner nicht mit seiner Cloud kommunizieren kann, hält er sich raus und entdeckt den Schädling erst im nächsten regulären Durchlauf mit Internetverbindung. Viele etablierte Virenschutzprogramme arbeiten hingegen mit lokalen Virensignaturdatenban-

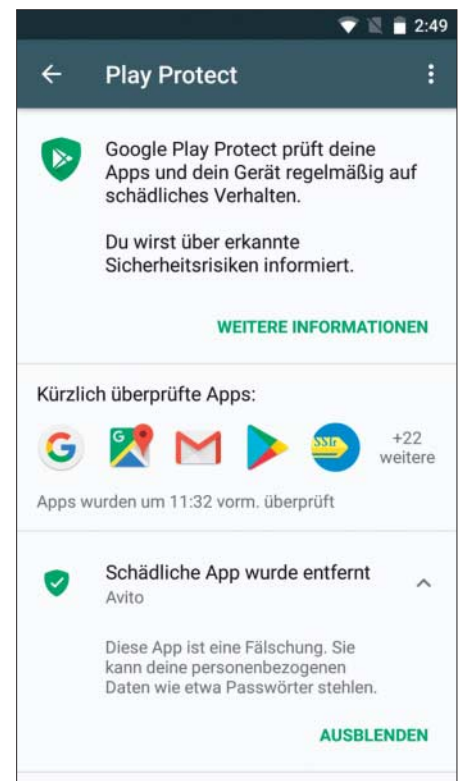
ken, durch die sie nicht auf eine aktive Internetleitung angewiesen sind.

Anders als Play Protect sind vollwertige Virensch scanner zudem dazu in der Lage, das lokale Dateisystem zu scannen und etwa verseuchte APK-Dateien im Download-Ordner aufzuspüren. Das verhindert zum Beispiel, dass man überhaupt erst in Versuchung gerät, die Installation anzustoßen oder dass man Schädlinge unwissentlich an Dritte weitergibt.

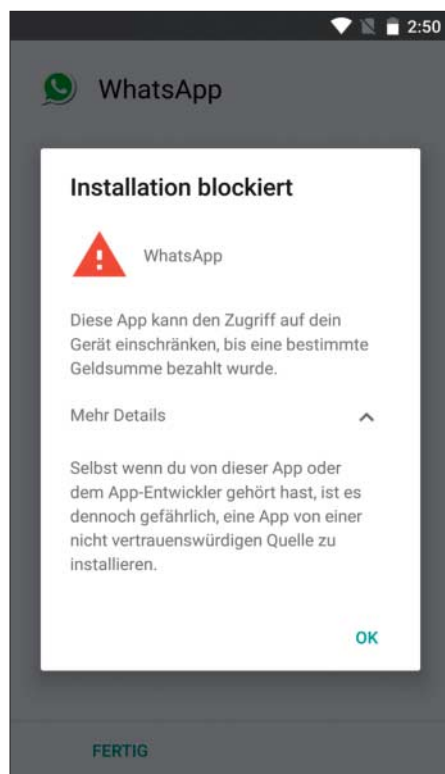
Nachdem wir unser Smartphone mit gekappter Internetverbindung erfolgreich infiziert hatten, haben wir auch die Reinigungsfunktion von Play Protect ausprobiert. In allen Fällen hat der Google-Schutz die Schädlinge gefunden und auf Knopfdruck beseitigt. Daran gibt es nichts zu beanstanden.

Sicherheitsmerkmal

Durch die „SafetyNet Verify Apps“-API (siehe ct.de/y2u8) können auch App-Entwickler auf den Virenschutz von Play Protect zugreifen. Konkret verrät die Methode isVerifyAppsEnabled() einer App, ob der Nutzer den Cloud-Virenschutz aktiviert hat. Die Methode listHarmfulApps() liefert gar eine Liste der böartigen Apps auf dem Gerät zurück. Eine Online-Ban-



Die Oberfläche von Play Protect erinnert an einen Virensch scanner.



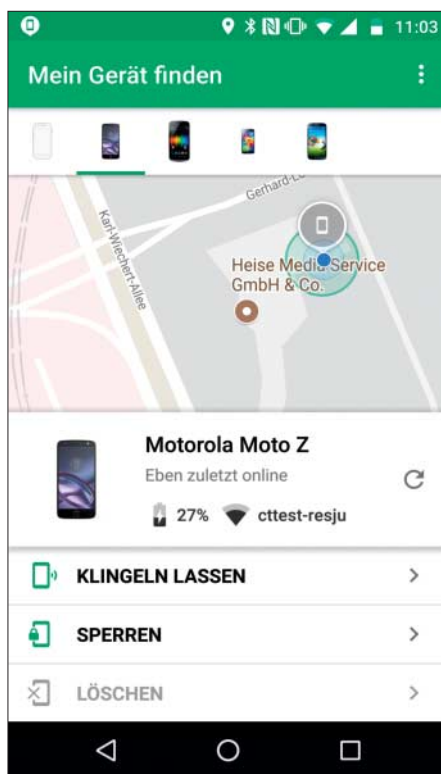
Gefahr erkannt, Gefahr gebannt: Hinter dieser vermeintlichen WhatsApp-Version steckt eine Ransomware.

king-App kann damit etwa ihre weitere Ausführung verhindern, wenn das Android-Gerät mit einem bekannten Banking-Trojaner infiziert ist. Last, but not least können Apps den Nutzer bei Bedarf mit der Methode `enableVerifyApps()` auffordern, den Virenschutz einzuschalten.

Setzt ein App-Entwickler das API konsequent ein, hat man als Nutzer zwei Optionen: Entweder schaltet man Play Protect ein oder man verzichtet auf die Nutzung der App. In einer ähnlichen Situation sind Android-Nutzer, die sich Root-Rechte auf ihrem Gerät verschafft haben: Zahlreiche Apps verweigern auf gerooteten Geräten ihre Ausführung. Netflix hat gar verhindert, dass Nutzer gerooteter Android-Geräte seine Videostreaming-App von Google Play überhaupt herunterladen können.

Browsen und orten

Der Surf-Schutz Safe Browsing ist seit dem Erscheinen der Chrome-Version 46 Ende 2015 standardmäßig aktiv und schützt auch andere Apps, welche die Chrome-Engine einsetzen. Die Funktionsweise ist schnell erklärt: Ruft man eine Webseite auf, fragt Chrome die Google-Cloud, ob von der URL möglicherweise Unheil ausgeht. Ist eine Site etwa für die Verbreitung von Malware



Google hat der Ortungsfunktion einen neuen Namen und ein Facelift spendiert.

oder Phishing-Seiten bekannt, wird der Nutzer gewarnt. Über das „SafetyNet Safe Browsing“-API können Entwickler die Funktion auch direkt anzapfen.

Die bisher als „Geräte-Manager“ bekannte Ortungsfunktion trägt nun den treffenderen Namen „Find My Device“ beziehungsweise „Mein Gerät finden“ und funktioniert wie gewohnt zuverlässig. Im Browser und per App (siehe ct.de/y2u8) erfährt man, wo sich derzeit die mit dem Google-Konto verknüpften Android-Geräte aufhalten. Wer sie trotzdem nicht findet, lässt sie ein lautstarkes akustisches Signal abspielen. Nährt sich der Verdacht, dass das Gerät in fremden Besitz übergegangen ist, kann man es auf Knopfdruck sperren und eine Botschaft eintippen, die auf dem Gerät angezeigt werden soll – etwa die Bitte, das Smartphone zum ursprünglichen Besitzer zurückzubringen. Ferner kann man eine Telefonnummer hinterlassen, die mit dem gesperrten Gerät angerufen werden kann. Wenn alle Stricke reißen, löscht man das Gerät aus der Ferne. Im direkten Vergleich zum Vorgänger ist das neue „Mein Gerät finden“ nicht nur optisch ansprechender, sondern auch auskunftsfreudiger: Es zeigt nun den Akku-

Namen des WLAN, mit dem es gerade verbunden ist. Neu ist auch, dass der letzte bekannte Standort angezeigt wird, wenn das Gerät derzeit nicht ortbar ist.

Play Protect erreicht nachzeitigem Kenntnisstand alle Android-Geräte zurück bis mindestens KitKat (4.4) über ein Update der Google-Play-Dienste. Die Play-Protect-Einstellungen sind nach dem Update über das Menü von Google Play erreichbar (Button links oben). Künftig könnten Smartphone-Käufer schon vor dem Auspacken des Geräts mit dem Play-Protect-Logo in Berührung kommen: Nach Googles Vorstellung werden es die Gerätehersteller wie ein Gütesiegel auf den Karton drucken. Es signalisiert, dass es sich um ein von Google zertifiziertes Android-Gerät handelt. Das Unternehmen überprüft im Rahmen der Zertifizierung unter anderem, dass Play Protect ordnungsgemäß funktioniert und die vorinstallierten Google-Apps authentisch sind. Die Zertifizierung an sich ist nicht neu, auch hier geht es vor allem um Sichtbarkeit.

Basisschutz für alle

Mit Play Protect macht Google seine seit Jahren andauernden Bemühungen im Kampf gegen schädliche Apps für den Nutzer sichtbar. Tatsächlich haben diese Bemühungen Früchte getragen, sodass man bereits im Auslieferungszustand einen soliden Grundschutz genießt. Insbesondere wer sich an den weitverbreiteten Sicherheitshinweis hält, keine Apps aus zwielichtigen Quellen zu installieren, hat wenig zu befürchten.

Dennoch haben die Schutz-Apps der Antivirenhersteller ihre Daseinsberechtigung: Wer etwa häufiger mit APKs aus unbekannten Quellen hantiert, kann sich über eine separate Virenschutz-App eine zweite Meinung einholen. Die Apps arbeiten parallel zu Play Protect und kommen dem Google-Schutz nicht in die Quere. Das Gleiche gilt für die Safe-Browsing-Funktionen der Apps. Einige Hersteller haben sich für ihre Schutz-Apps zudem Sonderfunktionen ausgedacht, die den Einsatz rechtfertigen können: etwa PIN-Sperren für einzelne Apps, VPN-Dienste, Kinderschutzfilter oder Blacklisting für unerwünschte Rufnummern. Wer solche zum Teil kostenpflichtigen Extras nicht benötigt, ist mit Play Protect gut bedient.

(rei@ct.de) **ct**

Mehr zu Play Protect: ct.de/y2u8

Anzeige

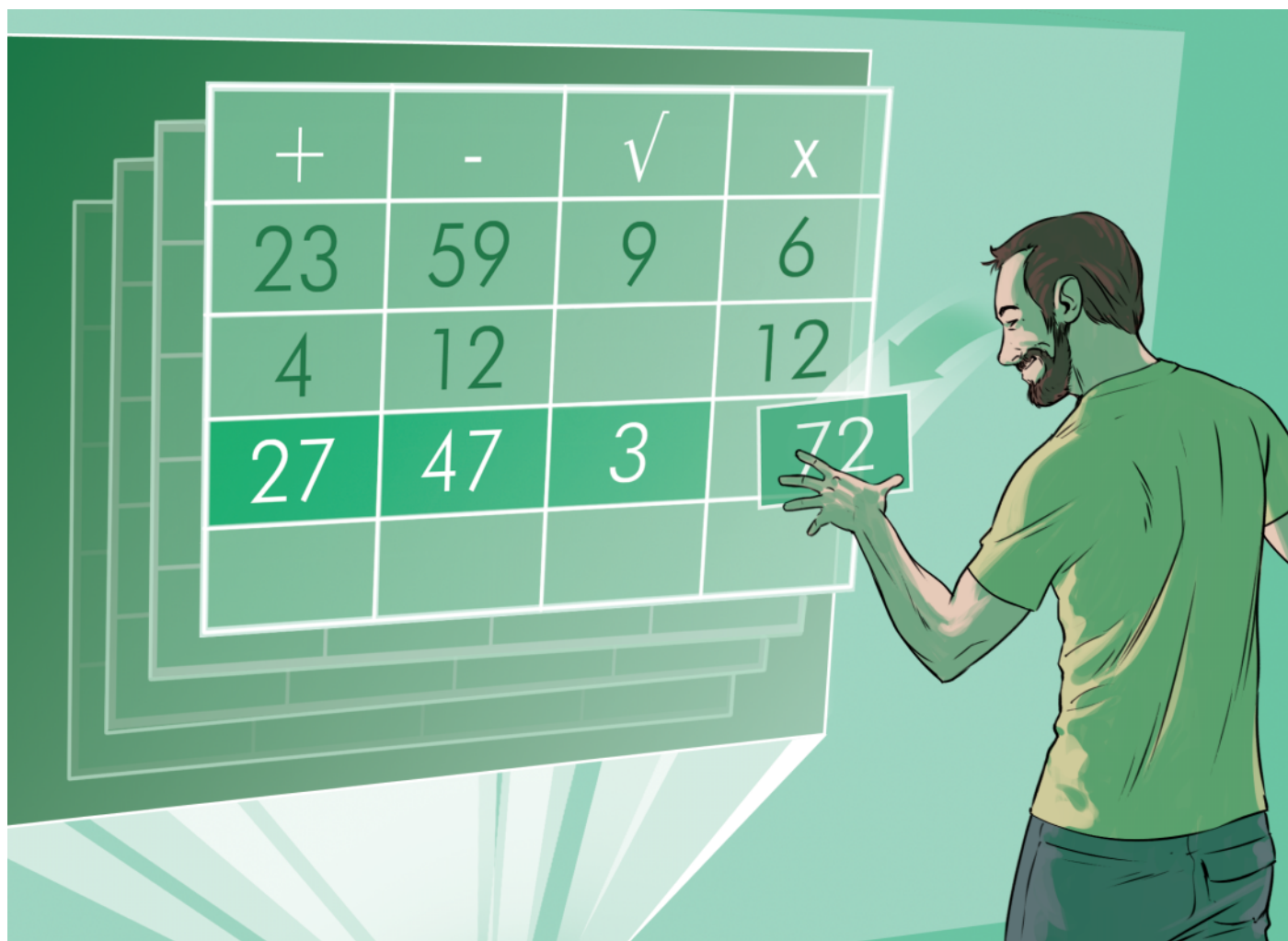


Bild: Albert Hulm

Smarte Tabellen

Excel-Funktionen clever nutzen

Importierte Daten bereinigen und ins richtige Zahlenformat umwandeln oder auf einfache Weise Sportergebnisse auswerten: Man kann mit Excel auch ohne Programmierkenntnisse viele Routineaufgaben meistern.

Von Rainer Schwabe

Beim Import von Daten in Tabellen kann vieles passieren – bisweilen entsteht ein ziemliches Durcheinander. So wimmelt es zum Beispiel vor überflüssigen Leerzeichen oder Zeilenumbrüchen, die den Inhalt womöglich noch auf mehrere

Zellen aufteilen. Einige Add-ons stellen spezielle Funktionen bereit, um die Daten zu bereinigen. Doch das klappt auch ohne Zusätze oder Programmierung mit den eingebauten Funktionen von Excel.

Beim Übertragen von externen Daten in Tabellen können Steuer- und Sonderzeichen übernommen werden, die zwar nicht sichtbar sind, sich aber trotzdem auswirken. Bei Vergleichs- oder Suchoperationen kann Excel diese finden und Ergebnisse anzeigen, die dadurch zwar für Excel, jedoch nicht für den Nutzer nachvollziehbar sind. Bereinigen Sie solchen Textmüll mit der Funktion `SÄUBERN(Text)`. In den Klammern gibt man die Zelle oder einen Bereich mit Text an. In Anführungszeichen können Sie ihn auch direkt in der Funktion übergeben.

Häufig werden überflüssige Leerzeichen übertragen. Diese jedes Mal per Hand zu entfernen wäre eine Sisyphos-Arbeit. Die Funktion `GLÄTTEN(Text)` übernimmt die Aufgabe. Sie können jede Zelle einzeln glätten und den Bereich über das Ausfüllkästchen erweitern, das in selektierten Zellen rechts unten als kleines Quadrat erscheint, oder direkt eine Matrixformel angeben.

Dabei wird die Liste in einen neuen Bereich eingefügt. Markieren Sie dazu einen gleich großen Bereich, zum Beispiel von A1 bis C11. Geben Sie die Funktion `GLÄTTEN(A1:C11)` zum Beispiel in die Zelle E1 ein und erstellen Sie über die Tasten `Strg+Umschalt+Eingabe` eine Matrixformel. Innerhalb der Zielmatrix findet sich nun eine Kopie der Liste, in

der die überflüssigen Leerzeichen entfernt sind.

Möchten Sie eine angelegte Matrix bearbeiten, drücken Sie wiederum die Tasten Strg+Umschalt+Eingabe.

Die Funktion WECHSELN() erfüllt denselben Zweck. Dabei tauschen Sie einfach alt gegen neu aus. Das ist zum Beispiel nützlich, um in Zellen vom Benutzer eingegebene Zeilenumbrüche im Text zu entfernen, wenn diese in der Tabelle nicht gewünscht sind. Solche Zeilenumbrüche markiert Excel mit dem ASCII-Zeichen 10, sodass die Formel für einen Text in Zelle A1 folgendermaßen lautet:

```
=WECHSELN(A1;ZEICHEN(10);" ")
```

Die Funktion ersetzt jeden Zeilenumbruch durch ein Leerzeichen. Sie können genauso gut Buchstaben, Sonderzeichen und Umlaute austauschen, etwa „ue“ durch „ü“. Wenn Sie die Zelle mit der Formel selektieren, können Sie sie über das Ausfüllzeichen auf die Zeilen darunter anwenden. Dies gilt für alle weiteren Beispiele, die sich auf eine bestimmte Zelle beziehen.

Auf Punkt und Komma achten

Fehler machen ist menschlich – schnell gibt man bei der Zahleneingabe statt eines Kommas einen Punkt oder statt eines Dezimalpunkts ein Leerzeichen ein. Rasch ist aus der eigentlichen Zahl ein Text geworden, mit dem Excel nicht rechnen kann. Die Funktion ZAHLENWERT() ignoriert Leerstellen, auch wenn diese sich innerhalb der Zahl befinden. So wird aus dem Text „7777“ die Zahl 7777. Beim Umwandeln des Textes in Zahlen berücksichtigt Excel bei Bedarf auch falsche Dezimaltrennzeichen und macht über die Formel ZAHLENWERT(A1;“.”;“.”) aus dem Text „77.77“ die Zahl 77,77. Über eine Matrixfunktion lassen sich auch Spaltenbereiche konvertieren:

```
{=ZAHLENWERT(C4:C11;".";";","")}
```

Ketten kombinieren

In Excel gibt es einige Wege, um Zellen und Text miteinander zu verbinden. Mit dem kaufmännischen Und (Ampersand) lassen sich die Inhalte mehrerer Zellen verketteten. Anstelle von Zellbezügen können Sie auch Texte in Anführungszeichen eingeben:

```
= "Der Umsatz am "&A1&  
" beträgt für die Filiale "&  
B2&" "&B3&" Euro."
```

Doch statt des Datums wird Excel hier eine Zahl anzeigen. Um das zu ändern, binden Sie die Funktion TEXT(A1;"TT.MM.JJ") mit gewünschtem Datumsformat ein:

```
= "Der Umsatz am "&TEXT(A1;  
"TT.MM.JJ")&  
" beträgt für die Filiale "&B4&  
" "&C4&" Euro."
```

Auf die Eingabe des Ampersand-Zeichens kann man auch ganz verzichten, wenn man die VERKETTEN()-Funktion einsetzt:

```
=VERKETTEN("Der Umsatz am ";A1;  
"für die Filiale ";B2;  
" beträgt ";B2;" "&B3;" Euro."
```

Die Funktion TEXTKETTE() ist mit VERKETTEN() identisch.

Mit der Funktion TEXTVERKETTEN() können Sie die einzelnen Angaben durch Trennzeichen trennen. Dabei können Sie den Inhalt hunderter Zellen in einer Formel berücksichtigen, indem Sie die Zellbereiche oder komplette Spalten und Zeilen angeben. Und falls Sie Texte zig-fach wiederholen möchten, geben Sie einfach an:

```
=WIEDERHOLEN(Text;Multiplikator)
```

Sportliche Ergebnisse

Excel eignet sich sehr gut, um Sportergebnisse auszuwerten. Wenn Sie zum Beispiel joggen und Ihre Zeiten mit Excel verwalten, dann können Sie die Tabellenkalkulation nutzen, um die Tage mit den besten und schlechtesten Zeiten zu ermitteln. Excel bietet dazu die Funktionen KGRÖSSTE() und KLEINSTE() an. Damit lassen sich nicht nur der beste und schlechteste Wert ermitteln, sondern auch die Ränge der

LibreOffice Calc

Die Tabellenkalkulation des Open-Source-Office-Pakets lehnt sich stark an Excel an, sodass die meisten der in diesem Artikel beschriebenen Funktionen auch auf Calc zutreffen.

Die meisten Funktionen tragen dieselben Namen und verfügen über dieselben Parameter. Auf diese Weise wollen die Entwickler sicherstellen, dass sich auch Excel-Tabellen mit komplexen Formeln in Calc importieren und in vollem Umfang weiternutzen lassen.

Die in Excel undokumentierte Funktion DATEDIF() gibt es in Calc offiziell und heißt in der deutschsprachigen Version DATUMDIF(). Die Parameter sind mit denen der Excel-Funktion identisch.

besten drei Laufzeit anzeigen. Da hier die schnellste Zeit der beste Wert ist, setzen Sie die Funktion KLEINSTE(Liste;1) ein. Als zweites Argument können Sie auch eine Zelle übergeben. Für den zweitbesten Wert folgt die „2“ und so weiter. Die Angabe der Wochentage erfolgt dann kombiniert über die Funktionen INDEX() und VERGLEICH():

```
=INDEX(Liste;  
VERGLEICH(E4;Liste;0);1)
```

Selbstverständlich können Sie auch andere sportliche Ergebnisse auswerten und statt wie hier die Wochentage zum Beispiel die besten Sportler eines Waldlaufs ermitteln.

E1	{=GLÄTTEN(A1:C11)}						
	A	B	C	D	E	F	G
1	Name	Vorname	Bezirk		Name	Vorname	Bezirk
2	Zimmermann	Petra	Süd		Zimmermann	Petra	Süd
3	Müller	Horst	Nord		Müller	Horst	Nord
4	Schwabe	Hein	Süd		Schwabe	Hein	Süd
5	Schulz	Rainer	West		Schulz	Rainer	West
6	Sachse	Sabine	Süd		Sachse	Sabine	Süd
7	Lohmann	Susanne	Ost		Lohmann	Susanne	Ost
8	Höhn	Uwe	Ost		Höhn	Uwe	Ost
9	Schmitz	Dennis	Ost		Schmitz	Dennis	Ost
10	Schulze	Philipp	Nord		Schulze	Philipp	Nord
11	Kasper	Andrea	Süd		Kasper	Andrea	Süd
12							
13							
14							

Um eine Tabelle zu glätten, markieren Sie einen gleich großen Bereich und geben Sie die Matrixfunktion an.

Reiner Zufall

Manchmal brauchen Sie kein exaktes Ergebnis, sondern eher ein zufälliges. Mit der Funktion `ZUFALLSZAHLEN()` lässt sich eine pseudo-zufällige Zahl zwischen 0 und 1 bilden. Die Funktion besitzt keine Parameter und liefert eine Dezimalzahl zurück. Wenn Sie einen größeren Zahlenbereich benötigen, multiplizieren Sie das Ergebnis mit der oberen Grenze. So liefert `ZUFALLSZAHLEN()*100` eine Zahl zwischen 0 und 100.

Durch Kombination mit der Funktion `RUNDEN()` lässt sich das Ergebnis auf eine bestimmte Nachkommastelle runden, wobei der zweite Parameter die Anzahl der Dezimalstellen spezifiziert. So erzeugt die erste Formel eine Zufallszahl zwischen 0 und 100 ohne Nachkommastellen und die zweite eine Zahl zwischen 0 und 10.000.000:

```
=RUNDEN(ZUFALLSZAHLEN()*100;0)
=RUNDEN(ZUFALLSZAHLEN()*10.000.000;0)
```

Über die Taste F9 erfolgt stets eine Neuberechnung.

Die Funktion `ZUFALLSBEREICH()` generiert ebenfalls Zufallszahlen, erzeugt diese aber anders als `ZUFALLSZAHLEN()` in einem beliebigen Bereich, deren untere und obere Grenze die beiden Argumente vorgeben:

```
=ZUFALLSBEREICH(Untere_Zahl;Obere_Zahl)
```

Die Funktion liefert nur ganze Zahlen, die Grenzen dürfen aber auch im negativen Bereich liegen. So liefert die folgende Funktion eine Zahl zwischen -100 und 100:

```
=ZUFALLSZAHLEN(-100;100)
```

	A	B	C	D	E
1	15.10.2017				
2					
3		Filiale	Umsatz		
4		Aachen	498,07	498,07 €	
5		Berlin	275,50	275,50 €	
6		Essen	450,83	450,83 €	
7		Gelsenkirchen	200,95	200,95 €	
8		Hamburg	450,50	450,50 €	
9		Kassel	258,55	258,55 €	
10		Münster	235,98	235,98 €	
11		Stuttgart	898,45	898,45 €	
12					

Mit einer Matrixfunktion können komplette Spalten direkt umgewandelt werden.

Um Zahlen beispielsweise mit einer Nachkommastelle zu erzeugen, dividieren Sie das Ergebnis durch 10:

```
=ZUFALLSBEREICH(10;300)/10
```

Möchten Sie den Zufallsbereich für einen markierten Bereich angeben, drücken Sie die Tasten Strg+Eingabe.

Die Funktion lässt sich mit anderen Funktionen prima kombinieren. So ergibt `=HEUTE()+ZUFALLSBEREICH(0;30)` ein zufälliges Datum innerhalb der nächsten 30 Tage.

Wochentage von Geburtstagen

Es ist jedes Jahr das gleiche, es sei denn, Sie sind in einem Schaltjahr am 29. Februar geboren. Wenn Sie wissen möchten, an welchem Wochentag Sie Geburtstag feiern können, brauchen Sie keinen Blick auf den Kalender zu werfen. Stattdessen lassen Sie sich von Excel den Wochentag Ihres Geburtstages anzeigen. Dies funktioniert mit der Funktion `TEXT(Zahl;Formatcode)`, die Zahlen mithilfe von Formatcodes besser lesbar anzeigt und diese bei Bedarf mit Text und Symbolen kombiniert. Bei der Angabe eines Datums setzt

die Funktion dieses in einen Wochentag um. Tippen Sie dazu in Zelle A1 Ihr Geburtsdatum und setzen Sie woanders folgende Formel ein:

```
=TEXT(A1;"TTTT, TT. MMM")
```

Als Ergebnis erscheint zum Beispiel „Sonntag, 22. Dezember“. Weitere Formatcodes finden sich in der Hilfe und im Dialog „Zellen formatieren“ unter „Benutzerdefiniert“. Nun können Sie Texte und Zellen leicht verketten:

```
C1: ="Mein Geburtsdatum "&A1&
    &" fällt dieses Jahr auf einen "&
    &TEXT(A1;"TTTT")&". "
```

Datum mit Kalenderwoche

Sie möchten nicht nur den Wochentag Ihres Geburtstages, sondern auch die entsprechende Kalenderwoche wissen? Dazu steht die gleichnamige Funktion `KALENDERWOCHE(Datum;Typ)` zur Verfügung. Das zweite Argument bestimmt den Wochentag, an dem die Kalenderwoche beginnt. Mit dem Wert 11 startet sie an einem Montag und mit Werten von 12 bis 17 an den jeweiligen Tagen zwischen Dienstag und Sonntag.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	13.10.2017									
2										
3		Filiale	Umsatz							
4		Aachen	498,07 €							
5		Berlin	275,50 €							
6		Essen	450,83 €							
7		Gelsenkirchen	200,95 €							
8		Hamburg	450,50 €							
9		Kassel	258,55 €							
10		Münster	235,98 €							
11		Stuttgart	898,45 €							
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Die `TEXTKETTE()`-Funktion verbindet Text ohne „&-Zeichen. Eine große Hilfe ist im Funktions-Assistenten die Vorschau.

Hierzulande haben diese Parameter allerdings einen Haken: In den USA beginnt die erste Kalenderwoche in der Woche, in der der 1. Januar fällt, in Europa hingegen zählt laut ISO-Norm als erste Kalenderwoche die Woche, in der der erste Donnerstag des Jahres liegt. Da sich die Kalenderwochen in den USA und Europa in manchen Jahren unterscheiden, musste man sich bis Excel 2007 mit komplexeren Formeln oder einer VBA-Funktion behelfen, um das Problem zu beseitigen. Dies entfällt seit Excel 2007, als Microsoft zusätzlich den Typ 21 (System 2, Beginn Montag) eingeführt hat, der sich an die ISO-Norm hält:

=KALENDERWOCHE(Datum;21)

Bei diesem System 2, wie Microsoft es nennt, darf die Woche nicht beliebig starten. So ist es hier nicht möglich, den Wochenbeginn beispielsweise über den Parameter 27 auf Sonntag zu verlegen.

Urlaubstage berechnen

Wie viele Urlaubstage haben Sie noch oder wann ist Ihr Urlaub denn schon wieder zu Ende? Die Funktion **ARBEITSTAGE()** berechnet von einem Startdatum plus Tage das Enddatum, wobei sie Wochenenden mit Samstag und Sonntag nicht hinzurechnet. Mit dem Argument „Freie Tage“ geben Sie an, welche Datumswerte nicht beachtet werden sollen, etwa Feiertage oder Betriebsferien. Dazu können Sie auch eine Liste mit den Feiertagen oder anderen freien Tagen anlegen und den Bereichsnamen in der Funktion angeben.

Dann gibt es noch die Funktion **ARBEITSTAG.INTL()**. Hier berücksichtigen Sie mit einem weiteren Argument, welche und wie viele Tage als Wochenendtage gelten. Ein Wochenende kann in anderen

Ländern unterschiedlich interpretiert werden. Geben Sie hier nichts oder „1“ an, gilt das für uns bekannte Wochenende aus Samstag und Sonntag. Mit einer „2“ geben Sie den Sonntag und Montag an. Das könnte zum Beispiel für Friseurbetriebe gelten. Es geht so bis zur Zahl „7“ weiter, um das Wochenende mit Freitag und Samstag anzugeben.

Mit den Zahlen „11“ bis „17“ geben Sie wiederum einzelne Tage als Wochenende an. So steht die „11“ für den Sonntag, die „12“ für den Montag und die „17“ für den Samstag.

Die Zeiten zwischen zwei Datumsangaben lassen sich mit der Funktion **NETTOARBEITSTAGE(Anfangsdatum;Enddatum)** berechnen. Stehen zum Beispiel in einer Tabelle Anfangsdatum und Enddatum eines Projekts in jeweils einer Zelle, liefert die Funktion die Anzahl der Tage ohne Wochenenden, aus der sich beispielsweise die zu zahlenden Leistungen errechnen.

E4						
=DATEDIF(A4:B4;\$B\$12)						
	A	B	C	D	E	F
1						
2	Projekte		Dauer			
3	Start	Ende	Jahre	Monate	Tage	
4	15.10.2017	05.10.2019	1	23	=DATEDIF(A4:B4;\$B\$12)	
5	17.10.2018	05.02.2022	3	39	1207	
6	18.09.2017	07.03.2044	26	317	9667	
7						
8						
9						
10	Jahre	Y				
11	Monate	M				
12	Tage	D				
13						
14						

Nicht im Funktions-Assistenten erwähnt: **DATEDIF()** ermittelt jeweils die vollständigen Jahre, Monate und Tage.

F4								
=INDEX(\$A\$4:\$B\$10;VERGLEICH(E4:\$B\$4:\$B\$10;0;1))								
1								
2	Lauftage	Zeit 15 km						
3								
4	Montag	01:33	Rang	Zeit	Lauftag			
5	Dienstag	01:27	1	01:24	=INDEX(\$A\$4:\$B\$10;1)			
6	Mittwoch	01:44	2	01:25	Freitag			
7	Donnerstag	01:24	3	01:27	Dienstag			
8	Freitag	01:25						
9	Samstag	01:29						
10	Sonntag	01:34						
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

Sportlich, sportlich. Problematisch wird es nur, wenn Sie an zwei Tagen exakt dieselbe Zeit laufen.

Bei Bedarf lassen sich auch weitere freie Tage als zusätzliche Parameter übergeben. Stehen in einer Tabelle zum Beispiel in A2 das Anfangsdatum, in A3 das Enddatum und in den Zellen D2 bis D9 eine Liste mit Feiertagen, sähe die Formel folgendermaßen aus:

=NETTOARBEITSTAGE(A2;A3;D2:D9)

Die Funktion **NETTOARBEITSTAGE.INTL()** verfügt über einen weiteren Parameter, mit dem sich die freien Tage genau festlegen lassen. Die Angabe „11“ steht für eine Arbeitswoche von Montag bis Samstag, also mit 6 Werktagen.

Inoffizielle Funktionen

Vielleicht stellen Sie sich ab und an die Frage, wie lange Sie noch bis zur Rente arbeiten müssen. Es gibt in Excel Funktionen, die nicht einmal im Funktions-Assistenten vermerkt sind. Dabei können sie doch so nützlich sein: So ermittelt die Funktion **DATEDIF(Ausgangsdatum;Enddatum;Zeiteinheit)** die Anzahl der vollständigen Jahre, Monate und Tage.

In der Funktion geben Sie jeweils die Zellen an, in denen Anfangs- und Enddatum aufgeführt sind. Als drittes geben Sie in Anführungszeichen das Argument für den Zeitwert ein. Dabei steht „Y“ für die Anzahl der Jahre, „M“ für Monate und „D“ für Tage.

Wenn Sie wissen möchten, wie alt Sie in Tagen sind, können Sie diese Formel einsetzen:

=HEUTE()-DATUM(Jahr;Monat;Tag)

Dass Sie jeden Tag automatisch einen Tag älter werden, kann auch Excel nicht ändern. (db@ct.de) **ct**



Bild: Albert Hulm

Nicht einfach laufen lassen

Öffentliche Bildschirme unter Windows konfigurieren und überwachen

Digitale Anzeigen werden von vielen Menschen gesehen. Fehlermeldungen und Einblendungen sind daher peinlich, aber sie fallen dem Administrator oft nicht sofort auf. Wir stellen die Einrichtung und eine eigene webbasierte Software für Betrieb und Monitoring vor.

Von Jan Mahn

Ein Desktop-Computer, eine Dia-Show im Vollbildmodus, ein großer Monitor, fertig ist die digitale Anzeige für Fahrpläne, Angebote oder Werbevideos. Das scheinen zumindest die Betreiber vieler Bildschirme zu glauben und verpacken die Geräte anschließend in der Hoffnung, sie nie wieder warten zu müssen, schlecht erreichbar in unzugänglichen Kisten. Dass die Rechnung nicht lange aufgeht, sieht man als aufmerksamer Beobachter an Bahnhöfen, in Behörden, Schulen und Kaufhäusern immer wieder. Auf der

Tumblr-Seite pbsod.tumblr.com hat die Community eine lange Liste mit teilweise sehr originellen Fehlern zusammengetragen. Das Hauptproblem: Ein Desktop-Betriebssystem benötigt einiges an Überzeugungsarbeit, um als reines Anzeigegerät zu kooperieren. Außerdem darf man sich als Administrator nicht der Illusion hingeben, dass es mit der einmaligen Einrichtung getan wäre. Nur mit einem durchdachten Monitoring hat man überhaupt eine Chance, von Fehlern auf den Displays zu erfahren.

Plattform-Wahl

Vor der Installation gilt es, die Hardware- und Softwareplattform auszuwählen. Für eine Lösung basierend auf Raspberry Pi und Linux sprechen ganz klar die niedrigen Kosten, der geringe Stromverbrauch und der Betrieb ohne Lüfter. Auch Google hat den Markt erkannt und bietet mit dem Chromebit von Asus einen Computestick für Digital Signage auf Basis von ChromeOS. Lizenzkosten fallen nicht an und der Stromverbrauch ist niedrig. Für kleine Umgebungen kann das ein schneller Weg zur Einrichtung eines Displays sein.

Für den Einsatz von Windows spricht auf den ersten Blick nicht viel. Das Betriebssystem will lizenziert werden und läuft nur auf vergleichsweise teuren x86-Prozessoren. In professionellen Umgebungen mit mehr als einem öffentlichen Bildschirm spielt Windows dagegen seine Stärke aus: Die Computer lassen sich in eine Windows-Domäne aufnehmen und zentral per Gruppenrichtlinie verwalten. Vom Domaincontroller bekommen sie Anweisungen, wann sie sinnvollerweise Updates installieren sollen, welches Programm sie darstellen und wann sie gegebenenfalls herunterfahren dürfen. Das erspart dem Administrator häufig den lästigen Vor-Ort-Einsatz. Aber auch ohne Domäne können Sie ein Display auf Windows-Basis realisieren. Für routinierte Windows-Admins liegt ein zusätzlicher Vorteil in der gewohnten Umgebung und der gesparten Arbeitszeit für Wartung und Einrichtung.

Software-Wahl

Zahlreiche Anbieter bieten Softwarelösungen in der Produktkategorie „Digital Signage“ an. Gleichzeitig gibt es Open-Source-Projekte wie Xibo und cloud-basierte Lösungen wie Screenly. Zur Darstellung der Inhalte wird jeweils eine individuelle Software auf den Anzeige-geräten installiert.

Eine bewährte und kostenlose Alternative ist ein Browser im Vollbildmodus. HTML bringt alle nötigen Elemente mit, die man üblicherweise auf einem Bildschirm anzeigen möchte: Texte, Bilder und Videos. JavaScript sorgt für den Wechsel der Inhalte und optional für Animationen. Die Oberfläche kann mit CSS frei gestaltet werden. Vor allem kommt die Lösung ganz ohne Zusatzprogramme aus: Flash, Java, Quicktime und Silverlight sorgen für mögliche Update-Meldungen und bekommen

damit Hausverbot auf Anzeige-PCs. Es gibt ja keine Anwender, die solche Meldungen wegklicken können. Grundsätzlich sollten Sie die Einrichtung auf einem vollkommen frischen Windows vornehmen.

Die bekannten Browser eignen sich unterschiedlich gut für den Einsatz als öffentliches Display, das grundsätzlich andere Anforderungen mitbringt als alltägliches Surfen: Die Seite soll im Vollbildmodus angezeigt werden und der Browser soll dabei auf keinen Fall stören. Nach unserer Erfahrung erfüllt Google Chrome diese Anforderung sehr gut – dank umfangreicher Startoptionen, mit denen man ihn so einrichten kann, dass er nur noch das Wesentliche anzeigt. Legen Sie eine Datei mit der Endung .ps1 und der folgenden Zeile an:

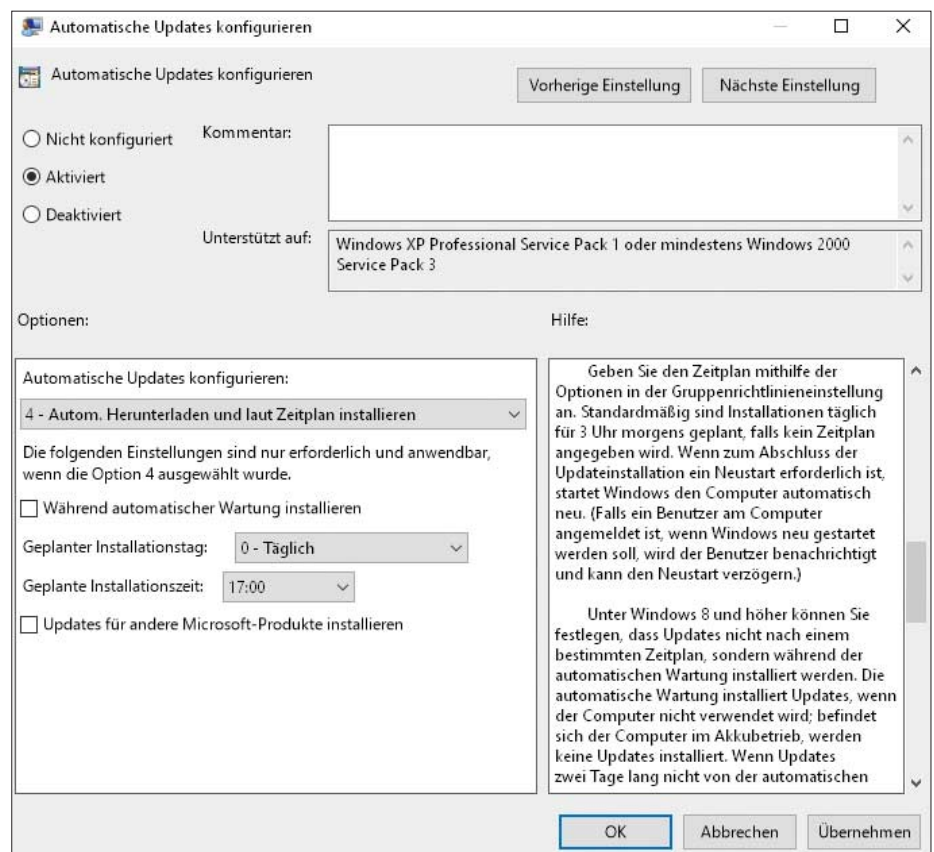
```
&"C:\Program Files (x86)\Google\
Chrome\Application\chrome.exe"
--no-default-browser-check
--no-first-run --disable-infobars
--disable-session-crashed-bubble
--overscroll-history-navigation=0
--kiosk https://heise.de
--user-data-dir=c:/screen1
```

Beim Ausführen der Powershell-Datei öffnet sich eine Instanz von Chrome, die nicht prüft, ob Chrome Standardbrowser ist, keine Hinweise anzeigt, wenn die letzte Sitzung unsanft beendet wurde (z. B. nach Stromausfällen) und die heise.de im Kioskmodus, also ohne Bedienelemente anzeigt. Mit --user-data-dir wird das Verzeichnis für die Benutzereinstellungen umgeben, sodass mehrere Instanzen parallel gestartet werden könnten. Damit ist ein Mehrbildschirmbetrieb möglich. Mit einem zweiten Aufruf in der Powershell-Datei wird eine zweite Chrome-Umgebung geladen.

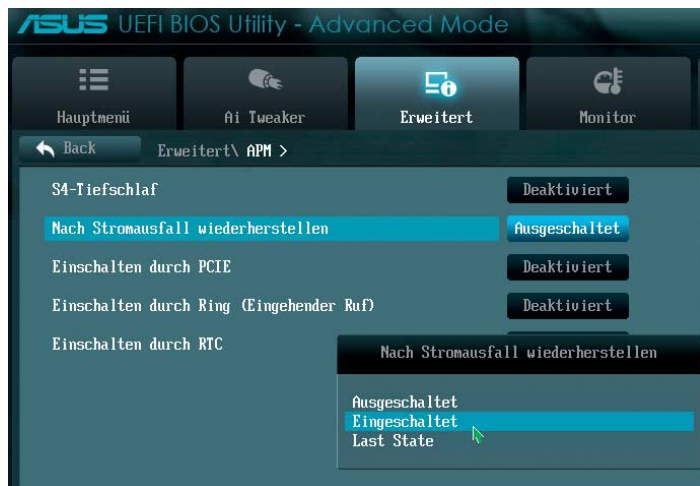
Im Vergleich zum ersten Aufruf müssen nur die letzten Parameter geändert werden.

```
--kiosk https://ct.de
--window-position=1920,0
--user-data-dir=c:/screen2
```

Während die erste Seite auf dem primären Monitor landet, beginnt das zweite Fenster auf der X-Achse bei Pixel 1920 und damit auf einem zweiten Monitor, der rechts vom ersten angeordnet ist. Die genaue Größe des Hauptbildschirms muss



Windows bei den Updates sich selbst zu überlassen ist keine gute Idee, wenn man den PC als Anzeige einsetzt. Per Gruppenrichtlinie setzen Sie einen Zeitpunkt zum Update.



natürlich an den installierten Monitor angepasst werden.

Die Anzeige ist damit nahezu perfekt. Nur ein kleines Detail erinnert den aufmerksamen Beobachter noch daran, dass es sich um ein Desktop-Betriebssystem handelt: der Cursor. Mit folgenden Zeilen in der Powershell-Datei wird dieser in die äußerste Ecke verbannt und stört die Optik nicht länger:

```
Add-Type -AssemblyName System.Windows.Forms
[Windows.Forms.Cursor]::Position = "100000,100000"
```

Einfenster-Windows

Damit das Gerät automatisch startet, muss sich ein Benutzer automatisch anmelden. Richten Sie dafür auf dem Computer einen neuen Benutzer ein, gewähren Sie ihm Lesezugriff auf den Ordner mit dem Startskript und sorgen Sie dafür, dass sein Kennwort nie abläuft. Im gleichen Registry-Pfad definieren Sie dazu die Werte für „DefaultUserName“ und die Zeichenkette „DefaultPassword“ (muss neu hinzugefügt werden). Anschließend setzen Sie den Wert für „AutoAdminLogon“ auf 1. Handelt es sich nicht um einen Domänenrechner, kann alternativ über netplwiz ein Auto-Logon eingerichtet werden. In einer Domänenumgebung erfolgen diese Anpassungen natürlich per Gruppenrichtlinien und mit einem Domänenaccount.

Um später nicht persönlich vor dem Bildschirm sitzen zu müssen, aktivieren Sie Remotedesktopverbindungen über „Systemsteuerung/System/Einstellungen ändern“. Zusätzlich ist es eine gute Idee, einen VNC-Server zu installieren. Anders

Damit die Anzeigen zum Beginn des Arbeitstages aufwachen, schaltet eine Zeitschaltuhr den Strom, der Rechner muss daraufhin starten.

Ein- und ausschalten

Nur die wenigsten Displays müssen 24 Stunden am Stück laufen. Der Feierabend ist eine willkommene Gelegenheit, Hard- und Software eine Pause zu verschaffen und vor allem die Updates zu installieren. Dass es keine gute Idee ist, auf Updates gänzlich zu verzichten, hat die Deutsche Bahn bewiesen. Der Verschlüsselungstrojaner WannaCry hat massenhaft Fahrplananzeigen infiziert, die mit Windows XP betrieben wurden. Die Computer hatten nach Angaben des Unternehmens keine Anbindung an das Internet und die Infektion erfolgte über einen Computer, der zu Wartungszwecken mit dem Netz verbunden wurde.

Zum geplanten Herunterfahren richten Sie einen geplanten Task über folgenden Befehl in der Kommandozeile ein:

```
schtasks /create /tn "Herunterfahren"
/tr "shutdown -s -f" /sc daily
/st 17:00:00
```

In unserem Beispiel schicken wir das Gerät um 17:00 in den Feierabend. Zusätzlich sollten Sie über die lokalen Gruppenrichtlinien (gpedit.msc) oder über den Domaincontroller das Verhalten bei Updates anpassen. Unter „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Windows Update“ öffnen Sie die Richtlinie „Automatische Updates konfigurieren“ und wählen dort Option 4 aus. Im Dialog kann jetzt eine Uhrzeit eingetragen werden, nach der Updates installiert werden dürfen. Feature-Updates, wie sie für Windows 10 halbjährlich erscheinen, sind für einen Computer ohne Benutzeroberfläche nur hinderlich und eine Fehlerquelle. Wenn Sie einen Volumenlizenzvertrag einsetzen, wählen Sie am besten den LTSC. In einer Umgebung mit WSUS können Sie Feature-Updates ebenfalls leicht verhindern. Für andere Umgebungen eignet sich Windows 7 – für das Betriebssystem stellt Microsoft nur noch Sicherheits-Updates zur Verfügung und ändert nichts am Funktionsumfang.

Um die Anzeige am nächsten Morgen wieder zum Leben zu erwecken, gibt es unterschiedliche Strategien. Eine Zeitschaltuhr, die nach dem Befehl zum Herunterfahren mindestens eine Stunde Zeit zum Installieren von Updates lässt, nimmt diese Arbeit sehr zuverlässig ab und spart Strom. Den PC bringen Sie im BIOS mit einer Einstellung wie „Restore On AC Power Loss“ (oder vergleichbare Optio-

als bei einer RDP-Sitzung wird das Bild auf dem öffentlichen Bildschirm während der Wartungsarbeiten weiterhin angezeigt.

Alle bisherigen Experimente konnten noch problemlos auf Ihrem persönlichen Rechner vorbereitet werden. Der nächste Schritt sollte dringend auf einem eigens dafür installierten Computer oder testweise in einer virtuellen Maschine durchgeführt werden. Windows wird mithilfe der Registry seiner Kernfunktionalität beraubt: Die Datei explorer.exe, die standardmäßig nach dem Boot gestartet wird, bringt eine Benutzeroberfläche mit, die auf einem reinen Anzeige-PC nur Ärger macht: eine Taskleiste, das Startmenü und das Info-Center. In der Registry wird die zu startende Umgebung unter HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Winlogon mit dem Eintrag Shell definiert.

Speichern Sie jetzt das oben vorbereitete Powershell-Skript, das Ihre Chrome-Instanzen öffnet und die Maus aus dem Bild bewegt, in einem Ordner auf der Festplatte (z. B. unter „C:\bildschirme\start.ps1“). Öffnen Sie den Registry-Editor und tauschen Sie den Eintrag für Shell durch powershell.exe C:\bildschirme\start.ps1 aus.

Nach einem Neustart begegnet Ihnen ein auf das Wesentliche beschnittenes Windows: Außer Chrome wird keine grafische Umgebung geladen. Beenden können Sie das Fenster per Alt+F4, danach sehen Sie einen schwarzen Bildschirm. Zum Administrieren können Sie per Strg+Alt+Entf den Taskmanager starten und mit diesem über „Datei>Neuen Task ausführen“ den Registry-Editor, eine Kommandozeile oder explorer.exe öffnen.

nen) dazu, automatisch zu starten, wenn der Strom zurückkehrt. Per Netzwerk schaltbare Steckdosen komplettieren die zentrale Steuerung der Displays – die Zeitpläne können bequem ohne Vor-Ort-Termin angepasst werden.

Webbasierter Rahmen

Eine Webseite ist eine sehr statische Sache. Der Webserver hat sie ausgeliefert und der Browser zeigt sie an, bis der Computer heruntergefahren wird. Soll das Display mehr anzeigen als eine statische Seite, die Besucher begrüßt, muss eine Lösung zum Aktualisieren her. Per VNC auf den Computer zuzugreifen, die F5-Taste zu betätigen und die Verbindung anschließend zu trennen wird spätestens dann unhandlich, wenn mehrere Geräte zu verwalten sind.

Mit JavaScript und asynchronem Nachladen von Inhalten geht das wesentlich eleganter, erfordert aber Erfahrung im Umgang mit Webtechniken und PHP. Die Grundidee: Der Browser ruft in einem Intervall von einigen Sekunden neue Daten von einem Webserver ab und nutzt dafür eine `setTimeout()`-Schleife. Diesen Ansatz haben wir schon einmal eingesetzt und um ein zentrale Verwaltung erweitert [1]. Den Code für das Projekt haben wir bei GitHub veröffentlicht, Sie finden ihn unter ct.de/yace. Der Inhalt darf privat und kommerziell verwendet und weiterentwickelt werden und sollte nicht als fertige Lösung für alle Umgebungen verstanden werden. Voraussetzung ist ein Webserver mit installiertem PHP. Das Projekt ist für den Einsatz auf einem lokalen Webserver ausgerichtet und enthält keine Beschränkung des Zugriffs.

Im Ordner `frontend` finden Sie die Seite, die von den Anzeigen aufgerufen wird. Die `index.php` bildet den Rahmen, der das nötige JavaScript lädt. Zur Identifizierung übergeben sie als GET-Variable einen eindeutigen Namen, den Sie später auf dem Server definieren müssen. Verwenden Sie keine Umlaute, da diese vorher kodiert werden müssten. Sorgen Sie dafür, dass Ihre Anzeige die Seite `http://<ip des lokalen Servers>/frontend/index.php?name=ingangshalle` lädt. Sofort beginnt der Browser mit seiner Schleife und fragt alle 15 Sekunden beim Server, ob es etwas Neues gibt. Als Rückgabe erhält er ein JSON-Objekt. Enthält dieses den Eintrag `reload` mit dem Wert 1, führt JavaScript den Befehl

`location.reload()` aus und aktualisiert die komplette Seite, alle Elemente werden neu geladen. Diese harte Aktualisierung ist nur nötig, wenn Sie Änderungen am Grundgerüst der Seite vorgenommen haben.

Sendet der Server den Befehl zum Neuladen nicht, wird nur der Inhalt des Anzeigefensters elegant nachgeladen. Der Projektordner enthält als Beispiel eine als `<iframe>` eingebundene externe Seite. Ihre eigenen Inhalte können Sie dynamisch mit PHP entwickeln oder als statische HTML-Seiten schreiben.

Kleines Backend

Zur Verwaltung und vor allem zum Monitoring benötigen Sie jetzt eine Oberfläche – schließlich muss der Webserver wissen, wann er den Befehl zum Aktualisieren geben soll. Der Ordner `backend` enthält eine sehr simple Oberfläche zur Verwaltung von Anzeigen. Nach dem Kopieren auf den Webserver müssen Sie zunächst einmal dafür sorgen, dass dieser Ordner nicht für jeden zugänglich ist (z. B. per `.htaccess`-Datei). Im Unterordner `displays` finden Sie bereits eine Beispieldatei mit dem Namen `beispiel_anzeige.txt`. Kopieren Sie diese und benennen Sie die Kopie in `ingangshalle.txt` um (der gleiche Name, den das Gerät per GET-Variable übergibt) und bearbeiten Sie die Inhalte des JSON-Objekts in einem Texteditor. Dort können Sie zum Beispiel einen Namen und den Standort hinterlegen. Öffnen Sie jetzt das Backend unter der Adresse `http://<ip des lokalen Servers>/backend/index.php`. Das Programm durchsucht den Ordner `displays` und zeigt alle dort eingerichteten Geräte an.

Mit jedem Aufruf durch den Anzeigepc wird der Zeitstempel in der Textdatei aktualisiert. Computer, die sich in den letzten fünf Minuten beim Server gemeldet haben, werden grün dargestellt, alle anderen rot. In dieser Oberfläche haben Sie also einen schnellen Überblick, ob alle Geräte arbeiten. Der Button „Display aktualisieren“ ruft die Datei `setUpdate.php` auf, die in der Textdatei den Wert `reload` auf 1 setzt.

Foto gefällig?

Mit der webbasierten Lösung, die regelmäßig ein Lebenszeichen abspeichert, haben Sie einen guten Überblick, ob noch alle Geräte am Leben sind. Was sie wirklich anzeigen, können Sie aber nicht sehen. Um einen Überblick zu bekom-

Häufige Fehler vermeiden

-  Frische Windows-Installation ohne unnötige Erweiterungen
-  Windows aktiviert
-  Windows-Updates konfiguriert
-  Bildschirmschoner und Energie-spareinstellungen deaktiviert
-  Mauszeiger aus dem Bild
-  Infrarotempfänger am Bildschirm deaktiviert

men, kann es ganz nützlich sein, regelmäßig einen Screenshot zu erstellen und diesen auf einem zentralen Netzlaufwerk abzuliegen. Eine einfache Möglichkeit ist das Kommandozeilenprogramm `nircmd.exe` von NirSoft. Den Link zum Download finden Sie unter ct.de/yace. Zum Installieren rufen Sie `nircmd.exe` auf. Um regelmäßig einen Screenshot anzulegen, richten Sie dann eine geplante Aufgabe ein, die alle fünf Minuten den Befehl „`nircmd save-screenshot x:\bildschirme\ingangshalle.png`“ auslöst. Beim Laufwerk X handelt es sich um ein Netzlaufwerk, das auf einem Server liegt. Wenn Sie diesen Ordner auf dem Webserver einrichten, könnten Sie ein Livebild in das Backend integrieren.

Keine Nebensache

Öffentliche Displays machen Arbeit und erfordern ausführliche Tests. Bevor Sie die eingerichteten Computer in die Freiheit entlassen und den Blicken Ihrer Besucher aussetzen, sollten diese einige Wochen im Testbetrieb laufen. Was passiert nach einem Patchday? Funktioniert die Zeitschaltuhr auch nach dem Wochenende? Überlebt das System einen Stromausfall? Viele ärgerliche Fehler zeigen sich erst nach einigen Tagen. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Alle reden vom Wetter. Wir nicht, Echtzeitdaten der Deutschen Bahn auslesen und verarbeiten, c't 21/17, S. 164

GitHub-Repository und Powershell-Skripte: ct.de/yace



Schönwetter-Tele

Tele-Kameras von Smartphones funktionieren nur bei gutem Licht

Juchuu, endlich eine Tele-Kamera im Smartphone! Doch die Dual-kamera-Handys wie Apple 7 plus, 8 plus, OnePlus 5, Samsung Note 8 und Xiaomi Mi 6 nutzen die zweite Kamera gar nicht immer, sondern nur bei gutem Licht – und sie geben sich dabei verschieden nachtblind.

Von Jörg Wirtgen

Die zweite Kamera in einigen Top-Smartphones zählt schon als Fortschritt, obwohl sie optisch nur einen Zweifach-Zoom bietet. Natürlich wäre ein Drei-, Vier-, Fünffach-Zoom besser, natürlich belächeln einen die Nutzer der

Profi-Teles und Superzoom-Kameras. Doch schon die etwas längere Brennweite bringt einen Vorteil – wenn das Tele denn immer funktionieren würde.

Denn wie wir bei Tests im c't-Labor festgestellt haben, wird das Tele gar nicht immer genutzt. Zoomt man in der Kamera-App, aktiviert das mitnichten in jedem Fall die zweite Kamera, sondern nur bei gutem Licht. Bei zu wenig Licht bekommt man hingegen nur ein digital gezoomtes Foto wie es auch die günstigeren Smartphone-Modelle können, etwa das Galaxy S8+ statt Note 8 oder das iPhone 8 statt 8 Plus. Dass das so ist und wie viel Licht notwendig ist, verschweigen die Hersteller.

Versteckspiele

Welche der Kameras aktiv ist, verrät am leichtesten ein Blick in die EXIF-Daten

der Fotos. Dort notieren die Hersteller Auflösung, Brennweite, Verschlusszeit und viele weitere Daten. Speziell an der Blende lässt sich sehr schnell erkennen, woher das Foto stammt: Die Weitwinkel-Kameras haben eine Blendenzahl von f/1,7 oder f/1,8, die Teles ab 2,4 aufwärts.

Die meisten Galerie-Apps zeigen die EXIF-Infos an, manchmal versteckt unter „Details“ oder ähnlich bezeichneten Menüpunkten. Kopiert man die Fotos auf den PC, stehen unzählige EXIF-Tools zur Verfügung, schon der Windows-Explorer reicht.

Und da zeigt sich: Bei schlechtem Licht schalten alle Dualkamera-Handys die Telekamera aus und nutzen die lichtstärkere Primärkamera für ein per Digitalzoom vergrößertes Bild mit verminderter Qualität.

Im Fotolabor haben wir einige Tele-Smartphones bei verschiedenen Helligkeiten gemessen und anhand der EXIF-Daten überprüft, welche Kamera aktiv war. Bei 1100 Lux waren alle Teles aktiv, bei 5 Lux keines mehr. Als lichtschwächstes Tele erwies sich das des Xiaomi Mi 6, das schon bei 300 Lux nicht mehr arbeitete.

Als bestes Tele profilierte sich das Samsung Galaxy Note 8, das bei 80 Lux noch aktiv blieb. Es profitiert dabei sowohl von der größten Blende als auch davon, das einzige Smartphone im Testfeld mit optischem Stabilisator auch für das Tele zu sein. So schießt es das 80-Lux-Foto mit 1/17 Sekunde und ISO320, während das iPhone 8 Plus dem nicht stabilisierten Tele maximal 1/50 Sekunde bei ISO320 zutraut: 200 Lux.

Einschränkung für Innenräume

Im Freien bleiben die Teles damit fast immer aktiv, hier strahlt die Sonne mit rund 100.000 Lux direkt und rund 20.000 Lux durch die Wolken oder immer noch 10.000 Lux im Sommer Schatten. Selbst ein trüber Wintertag kommt auf einige 1000 Lux. Erst dann mag es im Schatten auf 500 Lux abdunkeln, sodass einige Teles aufgeben.

In Innenräumen spürt man die Einschränkungen deutlicher, 1100 Lux werden nur unter Studiolampen oder in Ffernähe bei Sonnenlicht erreicht. Normale Bürobeleuchtung entspricht eher 200 bis 300 Lux, vielleicht um 500 Lux in Ffernähe bei hervorragendem Wetter. Unter 100 Lux sind es dann in Fluren oder in mäßig beleuchteten Räumen ohne



Note 8: opt. Zoom bei 1/17s, ISO320



iPhone 8 Plus: Digitalzoom, 1/14s, ISO100



OnePlus 5: Digitalzoom, 1/33s, ISO800

Bei 80 Lux aktiviert nur das Note 8 die Telekamera, hier ein Detailausschnitt. Das iPhone 8 Plus liefert einen halbwegs brauchbaren Digitalzoom der Primärkamera, das OnePlus 5 vermag sich deutlich.

Tageslicht. 20 Lux und weniger – wenn keines der Teles mehr geht – entsprechen schlecht beleuchteten Räumen oder Kneipen, Straßenbeleuchtung, Kerzenlicht und Ähnlichem.

Wohl eine gute Entscheidung

Wie schlecht sich die Teles in den Fällen schlagen würden, in denen sie automatisch abgeschaltet werden, lässt sich nicht ermitteln. Ein Blick auf das Raw-Format hilft auch nicht weiter. Stellt man die Kamera-Apps darauf um, landet im DNG auch bei bestem Licht stets nur ein Bild der Primärkamera; einige der Apps verstecken konsequenterweise den x2-Zoomknopf. Andere erlauben das Zoomen, speichern im Vorschau-JPG ein gezoomtes Bild, im DNG aber das Weitwinkel-Bild – und das Zoom-Bild hat eine schlechtere Qualität als vom Tele-Sensor zu erwarten wäre. Die Kamera-Apps von anderen Herstellern haben ebenfalls nur Zugriff auf den Primärsensor.

Es bleibt nur zu hoffen, dass die Hersteller erst dann auf die Primärkamera umschalten, wenn das Tele-Foto so verwaschen oder verwackelt würde, dass es wirklich schlechter als ein Digitalzoom

des Primärsensors ist. Wünschenswert wäre, den Nutzern zumindest in den hauseigenen Foto-Apps und im Raw-Modus die Wahl zu lassen, welche Kamera sie nutzen.

In den EXIFs stecken übrigens auch Informationen zur Brennweite. Die realen Brennweiten, etwa 4 mm und 6,6 mm bei den iPhones, entsprechen nicht einer zweifachen Vergrößerung, aber die (ebenfalls im EXIF) stehenden Brennweiten umgerechnet auf 35-mm-Film schon: 28 und 57 mm bei den iPhones. Diese Diskrepanz ist kein Rechenfehler, sondern bedeutet, dass die Tele-Sensoren kleiner als die Weitwinkel-Sensoren sind. Was wiederum bei gleicher Auflösung bedeutet, dass der Tele-Sensor kleinere Pixel hat und somit stärker rauscht. Mit genauen Infos zu Sen-

sor- und Pixelgröße halten sich die Hersteller leider bedeckt; ein paar Infos haben wir versucht zusammenzutragen.

Fazit

Die Besitzer echter Kameras können die Dual-Smartphones jetzt also noch mehr belächeln: Ein x2-Tele, das nur draußen zuverlässig funktioniert, das würde sich kein Kamera-Hersteller trauen einzubauen. Doch in den Smartphones ist selbst so etwas ein kleiner Zugewinn. Beim Note 8 und zukünftig vermutlich auch iPhone X mit ebenfalls optisch stabilisiertem Zweitsensor hat man allerdings spürbar mehr davon als beim iPhone 8 Plus und OnePlus 5. Die Teles des Mi 6 und iPhone 7 Plus sind sogar reine Draußenknipsen. (jow@ct.de) **ct**

Weitwinkel oder Tele

Smartphone	1100 Lux	300 Lux	200 Lux	80 Lux	20 Lux	5 Lux
Apple iPhone 7 Plus	T	T/W ¹	W	W	W	W
Apple iPhone 8 Plus	T	T	T	W	W	W
OnePlus 5	T	T	T	W	W	W
Samsung Galaxy Note 8	T	T	T	T	W	W
Xiaomi Mi 6	T	W	W	W	W	W
W = Weitwinkel (Primärsensor), T = Tele-Sensor ¹ wechselnde Ergebnisse						

Smartphones mit Tele-Kameras

Smartphone	Weitwinkel-Kamera					Tele-Kamera					
	Blende ¹	Brennweite ⁴	Auflösung ¹	Sensor	OIS	Zoom ¹	Blende ¹	Brennweite ⁴	Auflösung ¹	Sensor	OIS
Apple iPhone 7 Plus	F/1,8	4 mm (28 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1,22 µm ³	✓	x2,0	F/2,8	6,6 mm (57 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1 µm ³	–
Apple iPhone 8 Plus	F/1,8	4 mm (29 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1,22 µm ³	✓	x2,0	F/2,8	6,6 mm (57 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1 µm ³	–
OnePlus 5	F/1,7	4,1 mm (24 mm)	15,9 MP (4608 × 3456)	1,12 µm ²	–	x1,3	F/2,6	5,5 mm (32 mm)	20,1 MP (5184 × 3880)	1 µm ²	–
Samsung Galaxy Note 8	F/1,7	4,3 mm (26 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1,4 µm ³	✓	x2,0	F/2,4	6 mm (52 mm)	12,2 MP (4032 × 3024)	1 µm ³	✓
Xiaomi Mi 6	F/1,8	4 mm (27 mm)	12,2 MP (4032 × 3016)	1,25 µm ²	✓	x1,9	F/2,6	4 mm (52 mm)	12,2 MP (4032 × 3016)	1 µm ²	–

¹ laut EXIF-Daten der Fotos ² laut Herstellerangabe ³ laut gsmarena.com ⁴ echt (umgerechnet auf 35-mm-KB), laut EXIF-Daten
Einige Modelle wie iPhone X oder Asus Zenfone 4 hatten wir noch nicht im Labor. Nicht aufgeführt sind Smartphones mit Weitwinkel- oder Schwarzweiß-Zweitsensor wie das Huawei Mate 10 Pro. ✓ vorhanden — nicht vorhanden

Agil arbeiten, korrekt kassieren

Vertragsrechtliche Behandlung von Softwareprojekten beim Einsatz des Scrum-Modells

Die Frage, welche Vertragsart für die Entwicklung von Software zum Einsatz kommt, kann entscheidend für die entstehenden Ansprüche sein. Die im deutschen Zivilrecht vorgesehenen Charakteristika für Verträge passen nur schlecht zur aktuellen Entwicklerpraxis. Im Zweifelsfall muss der Entwickler beweisen, dass ein Anspruch auf Bezahlung für das besteht, was er geleistet und abgeliefert hat.

Von Verena Ehrl

Gerade bei komplexen Softwareprojekten haben agile Vorgehensweisen vielfach das althergebrachte Arbeiten mit festen Zielen nach Lasten- und Pflichtenheft verdrängt. Insbesondere das Scrum-Modell mit seiner Dynamik, seinen Ketten von zyklischen Prozessen und immer wieder neu zu bestimmenden Zielen prägt oft den Alltag in den Entwicklerbüros. Solches Arbeiten ist vertragsrechtlich schwer zu fassen, und Rechtsunsicherheiten drohen an vielen Stellen – zum Leidwesen von Auftraggebern und Auftragnehmern.

Es gibt bislang nur einen Fall, in dem deutsche Gerichte sich mit diesem Problem auseinandersetzen mussten. Er lief durch zwei Instanzen und es spricht Bände, dass die beiden mit der Sache befassten Gerichte sehr unterschiedlich geurteilt haben.

Wer zahlt die Zeche?

Ein Softwarehaus hatte ein nach dem Scrum-Verfahren entwickeltes Auftrags-

projekt bis zu einem bestimmten Punkt geführt und dann gestoppt, nachdem sich beim Auftraggeber, einer Unternehmensberatungsfirma, Zahlungsschwierigkeiten einstellten.

In diesem Fall war einiges nicht so gelaufen, wie man es normalerweise erwartet. Ein Projektvertrag sollte zwar geschlossen werden, es kam aber letztlich nicht dazu. Die wenigen Absprachen, die es zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer gab, wurden in einer Absichtserklärung niedergelegt. Dieser Letter of Intent legte aber lediglich die Eckpfeiler der Zusammenarbeit fest. Insbesondere ging es darum, dass die Vergütung nach Aufwand auf Stundenbasis mit monatlicher, nachschüssiger Abrechnung erfolgen sollte. Außerdem bestand Einigkeit darüber, dass die Entwicklungsarbeit sich an der Scrum-Methode orientierte. Per E-Mail hatte man sich auf einen Ratenzahlungsmodus geeinigt – diese Vereinbarung wurde dann wieder aufgehoben.

Das Softwarehaus stellte nach dem Stopp des Projekts eine Rechnung über die bereits erbrachten Leistungen. Die wollte der Kunde aber nicht begleichen. Er verwies auf den Mangel, dass die Kommentierungen des Quellcodes unsachgemäß und nicht verständlich seien.

Knotenlöser gesucht

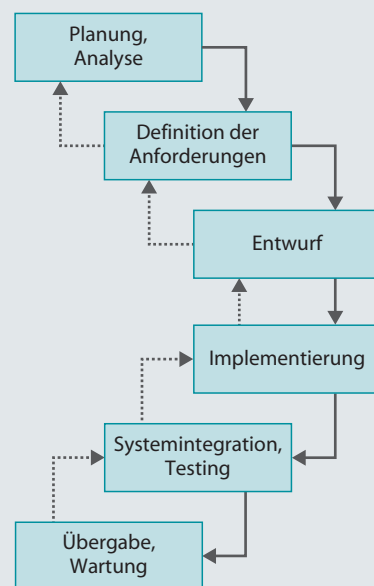
Das Softwarehaus reichte Klage beim Landgericht (LG) Wiesbaden ein. Das Gericht wollte herausfinden, auf welcher Grundlage in diesem Fall die Ansprüche gegen den Auftraggeber beruhten. Es fragte also danach, ob dieser in erster Linie die geleistete Arbeit zu bezahlen hätte, wie es für einen Dienstvertrag (§ 622 ff. BGB) ty-

pisch ist – oder ob nur das abgelieferte Ergebnis entscheidend wäre. Letzteres entspricht einem Werkvertrag (§ 633 ff. BGB).

Das Schulbeispiel für ein Projekt mit Werkvertragscharakter ist eine bestellte

Wasserfallmodell

Ein Softwareprojekt, das auf klassische lineare Weise entsteht, nähert sich Stufe für Stufe dem zu Beginn vereinbarten Ziel. Das „Wasserfallmodell“ heißt so, weil der Projektfluss wie bei einer Wasserkaskade von einem Behälter zum nächsten läuft. An definierten Punkten erfolgt ein Feedback, das bei Bedarf einen Rücksprung veranlasst.



Anzeige

Software, deren Entwicklung einem bereits früh erstellten Pflichten- beziehungsweise Lastenheft folgt. Nach dem sogenannten Wasserfallmodell vollzieht sich die Entwicklung linear entsprechend der ursprünglichen Vereinbarung – am Schluss steht dann die Abnahme durch den Auftraggeber.

Bei Scrum-Projekten hingegen liegt es zwar nahe, das Geschehen als Dienstvertrag zu kategorisieren – schließlich programmiert man ja in Zusammenarbeit mit dem Kunden und passt die Ziele der Arbeit dynamisch an. Allerdings soll das Ganze eben letztlich doch in eine funktionierende Software münden – also in ein Werk. Auch die Vereinbarung eines Festpreises kann für einen Werkvertrag sprechen – allerdings nicht zwingend. Das LG nahm aber bei dem zur Debatte stehenden Scrum-Projekt tatsächlich einen Werkvertrag an und wies die Klage ab [1].

So gut wie abgenommen

In der Berufungsinstanz landete der Fall vor dem OLG Frankfurt. Dessen Urteil lässt nun gerade offen, um welche Vertragsart es sich handelt [2]. Vielmehr, so das Gericht, schulde der Auftraggeber dem Softwarehaus in jedem Fall eine Vergütung – selbst wenn ein Werkvertrag vorläge. Obgleich es nämlich bei der Software, um die es geht,

keine klassische Abnahme gab, liege eine konkludente (also durch schlüssiges Handeln gewissermaßen stillschweigend erfolgte) Abnahme vor. Wichtig hierfür war, dass der Auftraggeber vor dem Rügen diverser Mängel bereits die ersten Raten überwiesen und die schließliche Nichtzahlung dann zunächst mit seinen eigenen Zahlungsschwierigkeiten begründet hatte.

Das OLG hat damit bemerkenswert viel Rücksicht auf die gewählte agile Methode genommen. Für den Zahlungsanspruch hat es gerade kein detailliertes Pflichten-/Lastenheft oder andere genaue vorherige Vereinbarungen vorausgesetzt.

Sorgfalt ist angesagt

Für die Praxis bedeutet dieser Fall, dass bei der Gestaltung von Verträgen über die Entwicklung von Software besondere Sorgfalt wichtig ist, wenn man Scrum als Arbeitsmethode wählt. Ein grundsätzlicher Rahmenvertrag wird bereits die Vorgehensweise einvernehmlich benennen und auch Entgeltansprüche für alle denkbaren Fälle einer Projektbeendigung regeln. Häufig empfiehlt es sich, für jeden einzelnen Sprint (also jeden der Arbeitsabschnitte) eigene Verträge abzuschließen.

Generell ist es wichtig, alles zu dokumentieren: jede Absprache mit dem Kunden, jeden Entwicklungsschritt, jeden

Zahlungseingang. Im Streitfall lässt sich so leichter eine etwaige Abnahme wie auch die Mangelfreiheit der Arbeit nachweisen. Gerade wenn es um die Frage eines Zahlungsanspruchs geht, ist der Entwickler in der Pflicht, Abnahme und vorherige Absprachen zu beweisen.

Besondere Bedeutung gewinnen in dieser Hinsicht beim Scrum-konformen Arbeiten die Nebenprodukte der Scrum-Zyklen, etwa die Hindernisliste und die Dokumentation der Product-Backlog-Aktualisierungen. Wichtig ist auch die sorgfältige Dokumentation jedes Sprint Backlog. Alle Veränderungen sollte ein Auftragnehmer sich sinnvollerweise vom Kunden bestätigen lassen. Nach Besprechungen empfiehlt es sich, dem Kunden einen Vermerk zu schicken, der die behandelten Probleme sowie die ins Auge gefassten Lösungen aufführt – zusammen mit der Bitte, zu bestätigen, dass dabei keine Missverständnisse aufgefallen sind.

(psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] LG Wiesbaden, Urteil vom 30. 11. 2016, Az. 11 O 10/15
[2] OLG Frankfurt, Urteil vom 17. 8. 2017, Az. 5 U 152/16

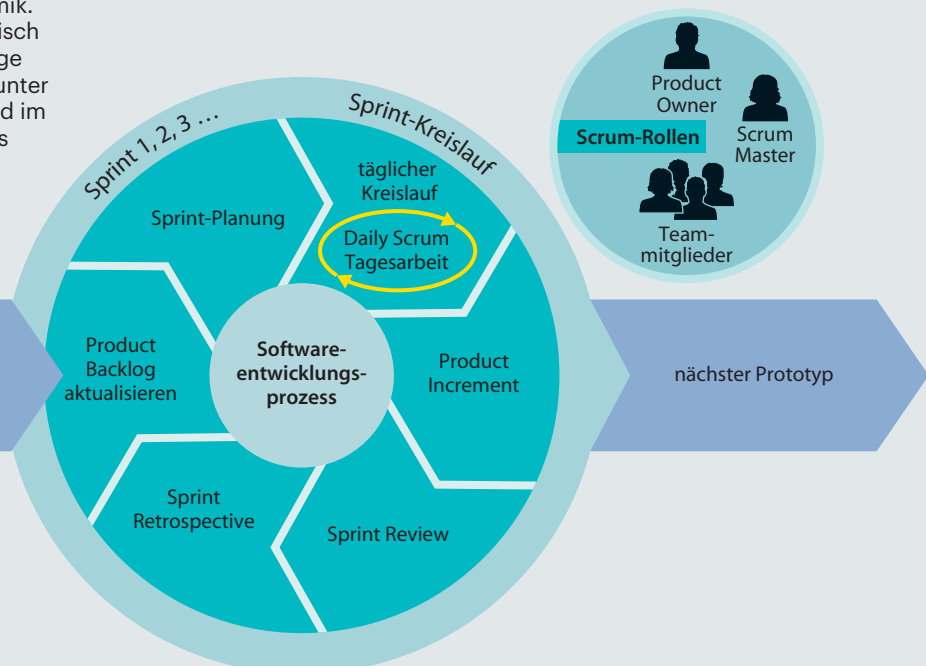
Entscheidungen: ct.de/y98m

Scrum-Modell

Das agile Vorgehen nach dem Scrum-Modell setzt auf Flexibilität und Dynamik. Anforderungen und Ziele werden zyklisch überprüft und angepasst. Die lebendige Abfolge der Scrum-Zyklen geschieht unter der Kontrolle des „Product Owner“ und im Dialog mit ihm. Er vertritt die Sicht des Auftraggebers – oder kann sogar mit diesem identisch sein.

Vorbereitungen

- Vertragsvereinbarungen
- vorläufiger Release-Plan
- vorläufiges Product Backlog
- ...



Typische Vertragsarten für Softwareprojekte

Kaufvertrag (§ 433 ff. BGB)

Kaufgegenstand ist eine Sache oder ein Recht (etwa eine Nutzungslizenz), nicht Arbeitsleistung oder sonstige Dienste. Der Kaufpreis ist mit Übergabe des Kaufgegenstands fällig, sofern nichts anderes vereinbart wurde. Der Verkäufer haftet nach 434 ff. BGB für Mängel der Kaufsache, muss aber die Möglichkeit der Nachbesserung bekommen. Das bedeutet, der Käufer muss ihm Gelegenheit geben, gerügte Mängel zu beheben.

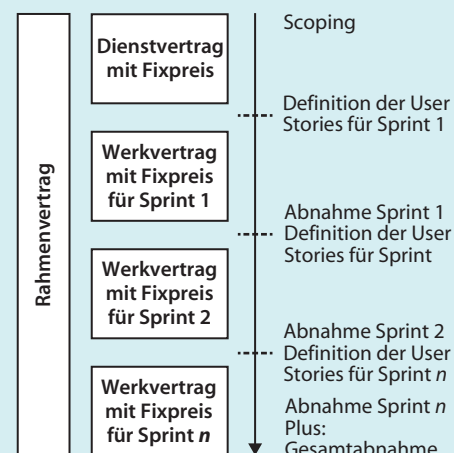
Werkvertrag (§ 633 ff. BGB)

Geschuldet ist ein konkretes Ergebnis entsprechend der zuvor erfolgten Vereinbarung. Die Vergütung dafür ist mit der Abnahme fällig – also mit der Bestätigung, dass das Werk im Wesentlichen

mangelfrei und funktionsfähig ist. Bekannte Mängel müssen vor Abnahme gerügt werden. Nachträglich auftretende Mängel lassen sich auch noch nach Abnahme geltend machen. Zur Fälligkeitstellung von Abschlagszahlungen müssen die Teilleistungen abgenommen und dokumentiert werden (§ 632a BGB). Wie beim Kaufvertrag gilt, dass bei Mängeln Gelegenheit zur Nachbesserung zu geben ist.

Dienstvertrag (§§ 612 ff. BGB)

Inhalt ist die Erbringung von (Arbeits-)leistung, nicht deren konkretes Ergebnis. Die Vergütung ist fällig, nachdem die Leistung erbracht wurde. Die Mängelrechte entsprechen denen des Kaufvertrags, eine Abnahme ist nicht nötig.



Eine Möglichkeit, bei Scrum-Projekten jeden Sprint einzelvertraglich zu regeln, besteht in der Kombination aus Dienst- und Werkverträgen.

Anzeige

Tipps & Tricks

Adblocker-Warnung ohne Adblocker

? News-Webseiten wie zum Beispiel spiegel.de und sueddeutsche.de blenden bei mir regelmäßig eine Warnung ein, ich möge doch bitte den AdBlocker abstellen. Ich habe jedoch in meinem Browser keinen Adblocker installiert. Woran kann das liegen?

! Adblocker-Blocker prüfen, ob bestimmte Skripte oder Grafiken geladen werden. Werden sie nicht geladen, erscheint die Blocker-Nachricht. Diese kann zum Beispiel auch erscheinen, wenn Sie den Modus „Privates Fenster“ oder die Do-Not-Track-Funktion von Firefox nutzen. Daneben können noch weitere Browser-Add-ons wie Disconnect oder NoScript sowie andere Software, die Inhalte blocken kann, den Adblocker-Blocker aktivieren. (jo@ct.de)

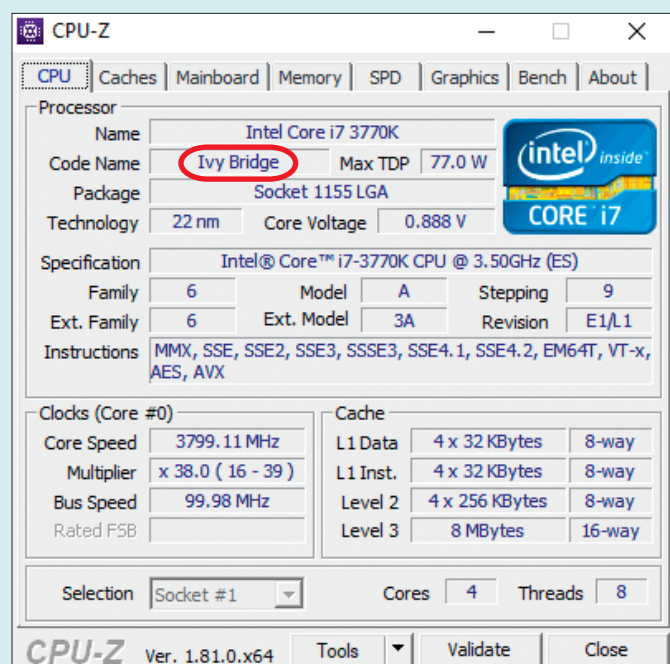
Fehlermeldung bei VMware Workstation Pro 14

? Ich habe kürzlich VMware von Version 12 auf 14 aktualisiert. Doch nun star-

ten meine virtuellen Maschinen nicht mehr. Stattdessen erscheint die Fehlermeldung „This host does not support virtualizing real mode. The Intel ‚VMX Unrestricted Guest‘ feature is necessary to run this virtual machine on an Intel processor.“

! Die jüngste Version 14 von VMware Workstation Pro und VMware Workstation Player setzt im Unterschied zum Vorgänger neuere Prozessoren ab Intels Core i-2000 „Sandy Bridge“ beziehungsweise AMD FX „Bulldozer“ voraus, die ab dem Jahr 2011 angeboten wurden. Auf älteren Rechnern, Notebooks und Servern mit der ersten Core-i-Generation, Core 2 oder AMD Phenom läuft das aktuelle VMware nicht mehr.

Keine Regel ohne Ausnahmen: Bei Systemen mit AMD-Kombiprozessoren der Serie A klappt die Virtualisierung mit VMware Workstation 14 erst ab der zweiten APU-Generation Trinity aus dem Jahr 2012. Im Detail sind die Voraussetzungen bei den Prozessoren noch etwas spezieller, denn einige ältere Atom-beziehungsweise Bobcat-Typen werden ebenfalls nicht unterstützt, wie die VMware Workstation 14 Pro Release Notes erklären (siehe ct.de/yu4h).



Mit Tools wie CPU-Z finden Sie heraus, ob Ihr Prozessor zu einer Generation gehört, die VMware Workstation Pro 14 unterstützt.

Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

unsere Kontaktmöglichkeiten:

☎ hotline@ct.de

f & c't magazin

🐦 @ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Zudem gibt es einige wenige ältere Prozessoren von vor 2011, auf denen Workstation 14 Pro funktioniert: Dazu zählen Xeons (Westmere-EP) der Familien 3600 und 5600 sowie die seinerzeit stärksten Desktop-CPU's mit vier Kernen, also Core i7-900. Erscheint mit diesen Prozessoren dennoch die oben genannte Fehlermeldung, sollten Sie in der Konfigurationsdatei die Zeile `monitor.allowLegacyCPU = „true“` hinzufügen. Allerdings berichten Nutzer, dass die virtuellen Maschinen damit sehr langsam laufen.

Ursache für die neuen Hardware-Anforderungen von VMware Workstation Pro 14 ist die Virtualisierungsfunktion „Unrestricted Guest“ (UG), die Intel erst mit der Westmere-Architektur einführte. Die Prozessorbezeichnung sowie den Namen der Architekturgeneration können Sie mit einer Diagnose-Software wie CPU-Z auslesen (siehe ct.de/yu4h). Eine CPU-Datenbank pflegt Intel unter ark.intel.com. (ciw@ct.de)

VMware Release Notes: ct.de/yu4h

Word: Anführungszeichen in typografische ändern

? Ich habe eine längere Hausarbeit geschrieben, dabei aber nicht auf korrekte Anführungszeichen geachtet. Da ich die Autokorrektur vollständig abgeschaltet hatte, stehen im gesamten Dokument nur die doppelten Anführungszeichen oben. Wie kann ich diese in typografische Anführungszeichen ändern?

! Das können Sie durch Suchen und Ersetzen erledigen. Zunächst müssen Sie in den Autokorrektur-Optionen unter „AutoFormat“ und „AutoFormat während der Eingabe“ die Option „Gerade Anführungszeichen durch typografische ersetzen“ aktivieren. Danach klicken Sie im Start-Menüband rechts auf „Ersetzen“ und geben sowohl unter „Suchen nach“ als auch unter „Ersetzen durch“ das doppelte Anführungszeichen (Umschalttaste+2) ein. Ein Klick auf „Alle ersetzen“ tauscht dann alle bestehenden Anführungszeichen aus, wobei die aktivierte Autokorrektur diese in die korrekten typografischen Anführungszeichen umformatiert. (db@ct.de)

Fitbit Ionic: Strava-App zur Rückschau nutzen

? Bei meiner Fitbit Ionic Smartwatch kann ich nur mein letztes Training sehen, aber nicht die vorigen. Beim Laufen habe ich aber nur die Uhr dabei und da würde mich schon interessieren, ob ich mich auf meiner Hausrunde verbessert habe. Leider zeigt auch die Strava-App weder auf Smartphone noch Uhr Läufe an, die ich mit der Fitbit-Uhr gemacht habe, obwohl ich sie in der App mit der Uhr gekoppelt habe. Was kann ich tun?

! Tatsächlich gibt es auf der Ionic keine Rückschau über zurückliegende Trainings. Die auf den ersten Blick charmante Möglichkeit, einfach die Strava-App auf der Uhr für einen Blick zurück zu nutzen, scheitert leider, weil Strava standardmäßig keine Daten von Fitbit-Aktivitäten bekommt. Es kommt hinzu, dass man mit der Strava-App der Ionic auch keine Trainings aufzeichnen kann.

Es gibt aber einen Workaround: Sorgen Sie zuerst dafür, dass Fitbit-Daten an Strava fließen. Zwar muss man dafür der Strava-App beim Einrichten einmal eine

Freigabe erteilen, doch gilt die nur für den Datenabruf vom Strava-Konto auf die Uhr und eben nicht dafür, Trainingsdaten von der Fitbit-Uhr an Strava zu übertragen. Das holen Sie nach, indem Sie sich auf <https://strava.fitbit.com> anmelden und dort die Freigabe für die beidseitige Synchronisation der Aktivitätsdaten zwischen den beiden Portalen erteilen. Anschließend werden bei jeder Synchronisation der Uhr mit der Fitbit-App auf dem Smartphone (oder dem Computer) Lauf- und Radaktivitäten an Strava weitergereicht – die daraufhin auch in der Strava-App der Uhr erscheinen. (mil@ct.de)

Webseiten in Chrome bequem durchsuchen

? Ich würde gerne eine Webpräsenz nach Inhalten durchsuchen, gibt es da einen komfortablen Weg über den Browser?

! Mit dem Chrome-Browser können Sie einige Klicks sparen. Sie müssen nicht erst die gewünschte Seite aufrufen, um dort Ihre Begriffe im Suchfeld einzugeben. Stattdessen tippen Sie in der Adressleiste zunächst die Domain wie zum Beispiel heise.de ein und drücken anschließend die Tabulator-Taste. Daraufhin erscheint eine Lupe und in farbiger Schrift „heise.de durchsuchen“. Geben Sie nun den oder die gewünschten Suchbegriff(e) ein und bestätigen mit der Enter-Taste. Der Browser wechselt nun automatisch zu den Ergebnissen der internen Suche der Webseite.

Der Trick klappt allerdings nur, wenn Sie sich mit Ihrem Google-Konto angemeldet haben und die Seite vorher bereits aufgerufen haben. Nur so kann der Chrome-Browser die interne Suchfunktion erkennen und sie für mögliche Anfragen vormerken. (ju@ct.de)

Grafikkarten-Treiber für Windows 8.1

? Für meine Radeon-Karte finde ich auf der AMD-Webseite für Windows 8.1 als letzten Treiber den Crimson ReLive 17.7.1. Für Windows 7 und 10 stehen allerdings schon der Crimson ReLive 17.10.1 zum Download bereit. Woran liegt das?

! Die Hersteller konzentrieren sich beim Support auf die Systeme, die eine gewisse Nutzerzahl haben. Jede Windows-Version verwendet eine eigene Treiberarchitektur, weshalb die Chiphersteller die Grafiktreiber dafür anpassen und darauf testen müssen. Der Marktanteil von Windows 8.1 ist inzwischen so gering, dass einige Firmen wie zum Beispiel AMD die Weiterentwicklung der Treiber dafür einsparen. Intel liefert für die GPUs in der achten Generation der Core-i-Prozessoren beispielsweise nur noch Windows-10-Treiber.

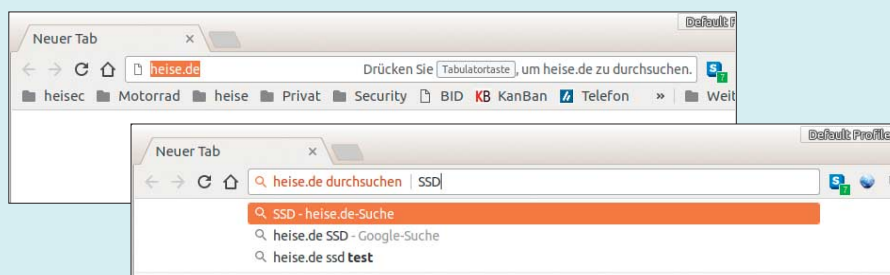
Wenn Ihnen ein aktueller (Grafik-) Treiber wichtig ist, zum Beispiel für aktuelle 3D-Spiele, dann sollten Sie auf Windows 10 umsteigen. Das klappt auch nach Ablauf der einjährigen Frist von Microsoft immer noch kostenlos. Windows 10 akzeptiert bei einer Neuinstallation weiterhin Keys von Windows 7 und 8(.1). Ein bestehendes Windows lässt sich über das Windows 10 Upgrade für Nutzer von Hilfsttechnologien aktualisieren (siehe ct.de/y46q). (chh@ct.de)

Upgrade auf Windows 10: ct.de/y46q

SSD als Archiv-Medium?

? In c't steht, dass Solid-State Disks hauptsächlich durch Schreibvorgänge verschleischen. Wenn ich jetzt ausschließlich Daten schreibe, aber niemals überschreibe beziehungsweise lösche, müssten SSDs praktisch ewig halten und sich damit besonders gut für Archive eignen, oder?

! Grundsätzlich haben Sie recht, dass die Zellen bei dieser Strategie sehr lange halten. Allerdings gibt es noch einen anderen Effekt bei Flash-Speicher, den Sie beachten müssen: Nach gewisser Zeit ohne Strom verlieren die Flash-Zellen ihren Inhalt. Bei typischer Raumtemperatur sollen Consumer-SSDs laut JEDEC-Spezifikation ihre Daten mindestens ein Jahr ohne Auffrischen halten. Spätestens dann



Die interne Suchfunktion von Webseiten lässt sich bei Chrome komfortabel per Domain und Tabulatortaste aufrufen.

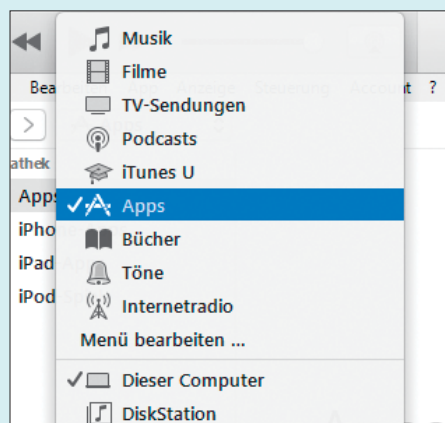
sollten Sie die SSD wieder an einen PC anschließen. Bei Lagertemperaturen von über 40 °C verkürzt sich die sogenannte Retention-Zeit jedoch auf wenige Wochen. Deshalb eignen sich SSDs nicht als Archiv-Medium. (ll@ct.de)

Keine iOS-Apps über iTunes 12.7

? Bisher habe ich mein iPhone über iTunes mit Apps bestückt. Seit dem letzten iTunes-Update fehlt diese Möglichkeit aber.

! Apple hat diese Funktion in iTunes 12.7 entfernt und verweist zur App-Verwaltung auf den App Store von iPhone, iPad und iPod. Wohl als Reaktion auf Kritik bietet Apple eine Business-Version 12.6.3 von iTunes an, mit der sich Apps weiterhin auf iOS-Geräte aufspielen lassen. Die Dateien für macOS und Windows finden Sie allerdings nicht auf der offiziellen Download-Seite von iTunes, sondern etwas versteckt im Support-Bereich (siehe ct.de/yy7w). iTunes 12.6.3 zeigt keine Hinweise auf neue Programmversionen an.

Sie können iTunes 12.6.3 auch auf Systemen installieren, die Sie bereits auf iTunes 12.7 aktualisiert hatten. Dafür ist etwas Handarbeit notwendig, weil iTunes 12.6.3 die mit iTunes 12.7 erzeugte Medien-Datenbank nicht lesen kann. Dazu erzeugen Sie im iTunes-Verzeichnis (/Users/<Benutzername>/Music/iTunes) ein Backup der aktuellen Datei „iTunes Library.itl“. Kopieren Sie dann aus dem Ordner „Previous iTunes Libraries“ die mit iTunes



iTunes 12.6.3 bringt die App-Synchronisation zurück.

12.6.2 erzeugte Backup-Datei in den iTunes-Ordner. Sie erkennen das Backup am Datum, an dem Sie iTunes 12.6.2 auf 12.7 aktualisiert haben. Nennen Sie diese in „iTunes Library.itl“ um. (dz@ct.de)

iTunes 12.6.3 herunterladen: ct.de/yy7w

G.hn-Vernetzung über ISDN-Leitungen

? Vielen Dank für den Tipp zur Heimvernetzung über Telefon- und Koax-Leitungen mit G.hn-Adaptoren in c't 20/2017. In unserem Haus gibt es ISDN-Anschlussdosen in mehreren Zimmern. Dank VoIP und DECT-Telefonen werden diese nicht mehr benötigt. Lässt sich die ISDN-Verkabelung mit G.hn weiternutzen?

! Solange die dafür verlegten Leitungen nicht anderweitig in Gebrauch sind, sollte das klappen. Für ISDN wurde meist gewöhnliches vieradriges Telefonkabel verwendet. Entfernen Sie eventuell in den Dosen vorhandene Terminierungswiderstände.

Außerdem kann der Durchsatz leiden, wenn es „überstehende“ Leitungen gibt. Diese sollten Sie kappen, denn die G.hn-Adapter funktionieren optimal im Punkt-zu-Punkt-Betrieb. Dazwischen dürfen allerdings wie bei ISDN weitere G.hn-Adapter auf dem Bus sitzen.

(ea@ct.de)

Android: Farben nach Update schlechter

? Nach einem Update meines Smartphones sehen die Farben viel schlechter aus als vorher. Was ist da los?

! Eine Ursache für eine veränderte Farbdarstellung könnte sein, dass sich beim Update bestehende Einstellungen fälschlicherweise verändert haben oder neue mit einer unpassenden Voreinstellung hinzugekommen sind. Sie finden die fraglichen Punkte bei den meisten Herstellern unter Einstellungen/Anzeige oder Einstellungen/Display.

Heißter Kandidat ist der Nachtmodus, bei einigen Herstellern Blaufilter genannt. Kontrollieren Sie, ob er fälschlicherweise aktiviert ist oder mit einer Automatik versehen ist, die ihn zu be-



Bei ungewünschten Änderungen der Farbdarstellung lohnt ein Blick in Einstellungen/Anzeige auf Punkte wie Nachtmodus, Blaufilter, Lesemodus und Bildschirmmodus.

stimmten Uhrzeiten aktiviert. Bei einigen Smartphones lässt sich auch die Intensität verstellen. In ähnlicher Art bieten einige Hersteller einen Lesemodus an.

Manchmal mag sich auch die Display-Kalibrierung verstellen, zu finden unter Bildschirmmodus, Bildschirmkalibrierung oder ähnlichen Begriffen. Üblicherweise sehen Sie oben ein Foto und können unten zwischen Modi wie sRGB, Standard, AMOLED-Kino oder DCI-P3 wählen; suchen Sie sich aus, was am besten Ihrem Geschmack entspricht.

Eine weitere Ursache mag beim Update auf Android 8 auftauchen: Diese Version unterstützt Farbprofile. Wie sich das auf die Darstellung auswirkt und wie gut die mitgelieferten Farbprofile der Hersteller sind, wissen wir nicht. Denn bei den bisher auf Android 8 aktualisierten Geräten (Google Nexus und Pixel) sind die Farbprofile nicht aktiviert. (jow@ct.de)

Anzeige

Creative Cloud für Fotografen

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von André Kramer

Lightroom in der Cloud

? Gibt es Lightroom künftig nur noch als Cloud-Version oder wird das klassische Lightroom weiterhin von Adobe gepflegt?

! Adobe hat Lightroom CC in Lightroom Classic CC umbenannt und ein neues Programm geschaffen, das jetzt Lightroom CC heißt. Desktop-Version und Web-Anwendung dieses Programms entsprechen der Android- und iOS-App Lightroom Mobile. Nicht nur der Namens-tausch sorgt bei den Nutzern für Verwirrung: Der Zusatz „Classic“ weckt auch Befürchtungen, mit dem Desktop-Lightroom sei es irgendwann vorbei. Auf der Hausmesse Adobe Max hieß es aber ausdrücklich, Lightroom Classic werde weiterentwickelt. Der Namenszusatz „Classic“ habe sich gegenüber der Alternative „Standard“ durchgesetzt, weil viele Profis Lightroom einsetzen – und die sehen sich laut Adobe nicht als Standard.

In seiner Ausrichtung bietet sich das künftige, Cloud-orientierte Lightroom CC für Gelegenheitsnutzer an, die unterwegs Urlaubsschnappschüsse sichern und bearbeiten möchten, während Lightroom Classic weiterhin die Adresse für professionelle Studio- oder Landschaftsfotografen ist.

Mieten oder kaufen

? Kann ich für Lightroom noch eine dauerhaft nutzbare Lizenz erwerben oder muss ich das Programm abonnieren?

! Im April 2015 erschien das damalige Lightroom CC zur Miete. Parallel dazu bot Adobe Lightroom 6 zum Kauf an. Updates mit neuen Funktionen gab es seither nur für Mietkunden. Die Kaufversion erscheint mittlerweile nicht mehr im Web auf der Lightroom-Seite, sondern versteckt im Produktkatalog (siehe ct.de/ycfe). Eine neue Version wird es voraussichtlich nicht geben. Wie Sie das mittlerweile veraltete Lightroom 6 noch kaufen können, steht bei Adobe in der Online-Hilfe (siehe ct.de/ycfe).

Lightroom 6 und CC

? Sind Lightroom 6 und Lightroom Classic CC weitgehend funktionsgleich oder gibt es signifikante Unterschiede?

! Im Großen und Ganzen gleichen sich Lightroom Classic CC und 6. In den letzten zwei Jahren hat die CC-Version neue Funktionen erhalten wie Dunst entfernen, eine Referenzansicht im Entwickeln-Modul und die Perspektivkorrektur über Hilfslinien – Lightroom 6 allerdings nicht. In Zukunft dürfte die Schere immer weiter auseinandergehen. Wichtigster Unterschied sind die Cloud-Funktionen: Nur CC-Nutzer können Teile ihrer Bibliothek über die Cloud mit dem mobilen Lightroom auf Android- oder iOS-Geräten synchronisieren und die Web-Dienste nutzen.

Kündigung des Foto-Abos

? Welche Lightroom-Funktionen werden deaktiviert, wenn ich das Foto-Abo der Creative Cloud künde?

! Ohne Abo können Sie auf keine Cloud-Dienste mehr zugreifen; die Synchronisation von Lightroom Classic mit Lightroom Mobile fällt also flach, ebenfalls die Nutzung der Web-App und

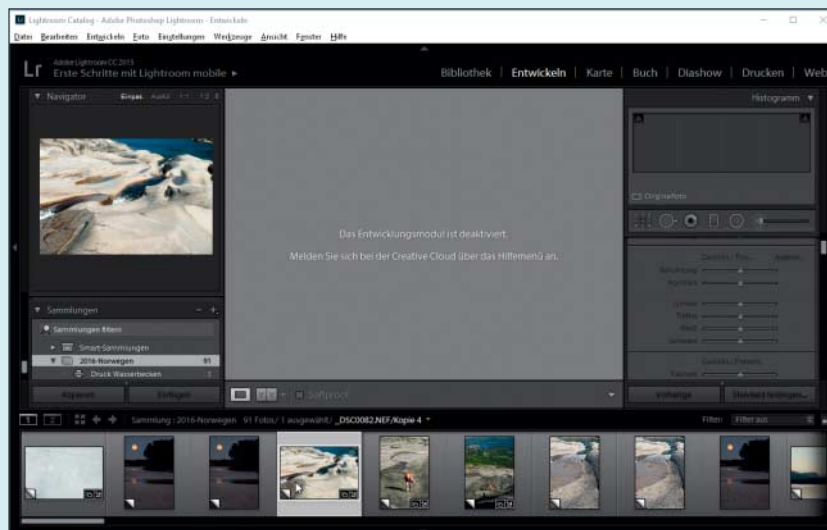
der Desktop-Version des neuen Lightroom CC. Wenn Sie das Abo kündigen beziehungsweise wenn es ausläuft, ist nicht die komplette Anwendung von Lightroom Classic funktionsuntüchtig. Der Entwickeln-Arbeitsbereich wird komplett abgeschaltet. Außerdem deaktiviert Adobe das Kartenmodul, da es auf Google Maps zurückgreift, für das Adobe Lizenzgebühren an Google entrichtet. Die Druck-Funktion fällt ebenfalls weg. Der Rest funktioniert weiterhin auch ohne Abo.

Die Lightroom-Bibliothek

? Kann ich noch auf meine Fotos zugreifen, nachdem ich mein Creative-Cloud-Abo gekündigt habe?

! Das Bibliothek-Modul von Lightroom Classic bleibt vollständig nutzbar. Sie können Fotos betrachten, bewerten, umbenennen, in Sammlungen organisieren, mit Stichwörtern versehen oder das Aufnahmedatum und die Uhrzeit ändern.

Auch das Bedienfeld „Ad-hoc-Entwicklung“ lässt sich weiterhin nutzen, da es sich im Bibliothek-Arbeitsbereich befindet. Hier können Sie Belichtung, Kontrast, Lichter, Tiefen, Weiß, Schwarz, Klarheit und Dynamik mithilfe von Pfeiltasten an-



Wer sein CC-Abo kündigt, kann nicht mehr auf das Entwickeln-Modul von Lightroom zugreifen. Der Rest der Anwendung bleibt größtenteils nutzbar.

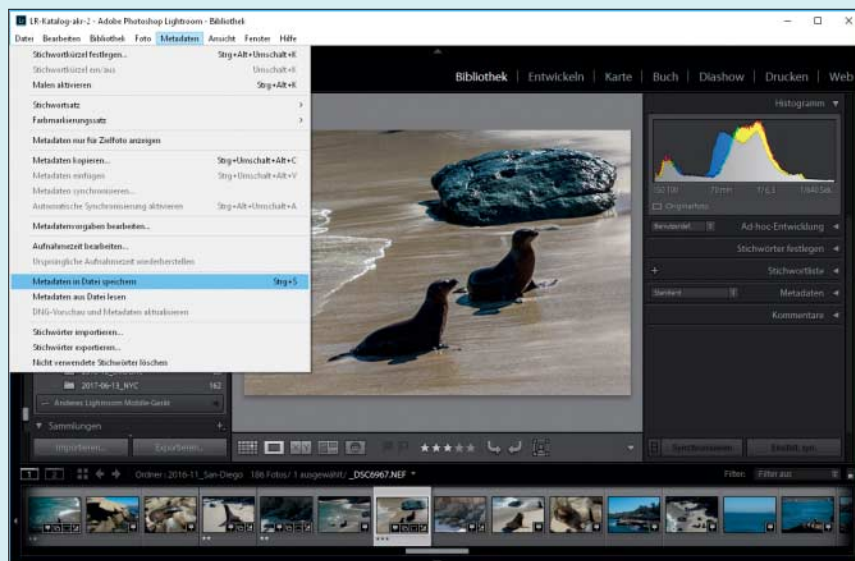
passen – leider weniger komfortabel und präzise als mit Schiebereglern. Das Bedienfeld „Exportieren“ bleibt ebenfalls funktionstüchtig. So können Sie Ihre Fotos mit den bestehenden Entwicklungseinstellungen weiterhin in voller Auflösung und ohne forciertes Wasserzeichen als DNG-, JPEG-, PSD- oder TIFF-Datei ausgeben.

Entwicklungseinstellungen

? Ich habe viel Arbeit in die Foto-Entwicklung gesteckt. Kann ich die Entwicklungseinstellungen in einem anderen Programm weiterverwenden?

! Im Bibliotheksmodul können Sie Stichwörter, Bewertungen, Entwicklungseinstellungen und anderes für jedes Foto über „Metadaten/Metadaten in Datei speichern“ exportieren. Lightroom bettet diese Daten in DNG-Dateien ein. Wenn Sie Original-Raw-Dateien verwenden, erstellt das Programm eine XMP-Begleitdatei.

Die Entwicklungseinstellungen können Sie aber nicht in jeden beliebigen Raw-Konverter importieren. Auch wenn viele Programme gleichlautende Funktionen besitzen, unterscheidet sich deren Resultat jedoch sehr, sodass sich die Einstellungen nicht von Lightroom auf beispielsweise Capture One übertragen lassen. Sie können die Fotos aber in Photoshop öffnen. Der Import-Dialog Camera Raw interpretiert die Lightroom-Einstellungen



Ein Menübefehl exportiert Beschreibungen, Bewertungen und Entwicklungseinstellungen ins Foto. Letztere lassen sich in Photoshop weiterverwenden.

korrekt. Falls Sie eine ältere Photoshop-Version verwenden, müssen Sie Ihre Raw-Dateien gegebenenfalls vorher ins quell-offene DNG-Format umwandeln. Das erledigt der Lightroom-Befehl „Bibliothek/Fotos in DNG konvertieren“.

Lightroom CC ohne Abo

? Lässt sich Lightroom Classic ohne Mietvertrag bei Adobe überhaupt noch nutzen oder ist das nur mit einem laufenden Abo sinnvoll?

! Lightroom ist in erster Linie ein Raw-Entwickler. Das Entwickeln-Modul mag nur einer von sieben Arbeitsbereichen sein, es ist aber der, auf den es ankommt. Theoretisch ist es dennoch möglich, Lightroom ausschließlich als Bildverwaltung zu benutzen.

Kunden, die ihr Abo abbestellen, müssen aber nicht ihre gesamte Bibliothek als JPEG exportieren oder ähnliche Gewaltakte vollbringen. Die Bibliothek bleibt inklusive aller Entwicklungseinstellungen nutzbar. (akr@ct.de)

Lightroom 6 kaufen: ct.de/ycfe

Anzeige



Bild: Jörg Niehage

Ohne Recht auf Widerruf

Warum sich Zertifikate nicht wirklich sperren lassen

„Wir wurden gehackt“ ist nur einer der vielen Gründe, warum man ein Zertifikat sperren möchte. Doch in der Praxis erweisen sich die dafür vorgesehenen Verfahren als untauglich. Deshalb muss man bis auf Weiteres mit Workarounds leben.

Von Jürgen Schmidt

Ein SSL- beziehungsweise TLS-Zertifikat ist ein digitaler Ausweis. Er bestätigt etwa dem Besucher einer Website, dass am anderen Ende der HTTPS-Verbindung tatsächlich der gewünschte Server steht – etwa der von heise online. Dazu verknüpft das Zertifikat eine Identität – also die von Heise – mit einem geheimen Schlüssel, den nur Heise hat. Diesen Sachverhalt bestätigt eine der vertrauenswürdigen Zertifizierungsstellen mit ihrer digitalen Unterschrift.

Wenn mit dem geheimen Schlüssel allerdings etwas schief läuft – er geht verloren, wird gestohlen oder er erweist sich

als unsicher –, muss es eine Möglichkeit geben, das Zertifikat zu widerrufen. Sonst könnte sich womöglich jemand anders mit dem Zertifikat als Heise ausgeben. Das eigentliche Sperren eines Zertifikats ist zunächst ganz einfach. Der Zertifizierer, der das Zertifikat ausgestellt und dazu mit seiner digitalen Unterschrift versehen hat, kann diese widerrufen und das mit seiner neuerlichen Unterschrift beglaubigen. Die Herausforderung ist jedoch, der ganzen Welt bekannt zu machen, dass ein bestimmtes Zertifikat nicht mehr gültig ist. Denn das Heise-Zertifikat ist öffentlich. Und wenn jemand den geheimen

Schlüssel dazu hat, kann er es auch benutzen.

Wie sich bei genauer Betrachtung herausstellt, gibt es immer noch keine funktionierende Lösung für dieses Widerrufsproblem. Das beste sind ein paar mehr oder weniger praktikable Workarounds – die aber bislang alle nicht der Weisheit letzter Schluss sind.

In den Urzeiten des Internet führten die Zertifikatsherausgeber (CAs) lange Listen aller gesperrten Zertifikate, sogenannte Certificate Revocation Lists (CRLs). Die Browser mussten sich diese Listen holen und konnten dann dort nachsehen, ob das soeben vom vorgeblichen Heise-Server präsentierte Zertifikat vielleicht schon widerrufen wurde. So richtig funktionierte dieses Verfahren nie.

Erst war nicht klar, wo genau die CRLs hinterlegt sind und später stellte sich heraus, dass die Listen sehr schnell zu groß wurden. Das Konzept skaliert nicht gut mit dem Wachstum des Internets und der Zahl der verschlüsselnden Server.

Zertifikats-Auskunft

Deshalb formulierte Ron Rivest bereits 2006 in einem Paper „Can we eliminate certificate revocation lists?“ die Notwendigkeit von Online-Auskunftsstellen für Zertifikate. Die kamen dann mit dem Online Certificate Status Protocol (OCSP). Zertifikate sollten dazu einen „OCSP-Antwortdienst“ des Zertifizierers spezifizieren. Bei www.heise.de ist das Thawtes OCSP-Server auf <http://tg.symcd.com>. Den kontaktiert der Browser beim Besuch von <https://www.heise.de>, um zu erfragen, ob das erhaltene Zertifikat aktuell noch gültig ist. Der OCSP-Server antwortet dann entweder mit „good“, „revoked“ oder „unknown“.

Das zeigt schon ein Datenschutzproblem auf: Denn Thwate sieht mit der OCSP-Anfrage, dass Sie gerade Heise besucht haben. Das ist bei einer millionenfach besuchten News-Site vielleicht nicht so schlimm; bei einer Website zu HIV-Tests oder einer Leaking-Plattform wird es aber schon kritisch.

Und es kommt noch schlimmer: Denn OCSP schützt gar nicht vor Angriffen mit geklauten Zertifikaten, die der reguläre Eigentümer widerrufen hat. Ein Angreifer, der dem Anwender ein geklautes Zertifikat präsentiert, kann ohne nennenswerten Zusatzaufwand auch dessen OCSP-Kommunikation blockieren. Und wenn der Server gar nicht antwortet, wird der Browser ein-

fach annehmen, dass das Zertifikat in Ordnung ist – im Security-Slang heißt das dann „fail open“ oder „soft fail“.

Die weiche Haltung ist darauf zurückzuführen, dass die OCSP-Infrastruktur zu marode ist, als dass man darauf einen verlässlichen Auskunftsdienst aufbauen könnte. Wünschenswert wäre zwar ein „fail close“ beziehungsweise „hard fail“ – also dass bei ausbleibender Antwort eine Fehlermeldung kommt. Doch Tests der Browser-Hersteller haben ergeben, dass das zu einer sehr hohen Zahl von Fehlalarmen führte. Also blieben alle Browser beim „soft fail“ und ignorieren das Ausbleiben von OCSP-Antworten.

Doch die Liste der Probleme mit OCSP ist noch länger: Auch ganz ohne Fehler verzögert das erforderliche Warten auf eine OCSP-Antwort den Seitenaufbau deutlich. Schließlich müssen dazu oftmals über mehrere Server verteilte Seitenbestandteile geholt und einzeln verifiziert werden. Die dabei teilweise auftretenden Wartezeiten im Sekundenbereich beeinträchtigen die Zufriedenheit der Anwender. Und schließlich bedeutet eine Fail-Close-Policy auch, dass es genügt, ein paar OCSP-Server lahmzulegen, um den

Zugang zum HTTPS-gesicherten Teil des Internet zu blockieren. Diese Verantwortung mochte den Zertifizierungsstellen niemand aufbürden.

Aus all diesen Gründen machte kein Browser-Hersteller OCSP verpflichtend. Im Gegenteil: Nach Google verabschiedet sich auch Mozilla langsam von OCSP. Das Entwickler-Team experimentiert in der Entwicklerversion von Firefox (Nightly) bereits mit dem Abschalten der problematischen OCSP-Anfragen.

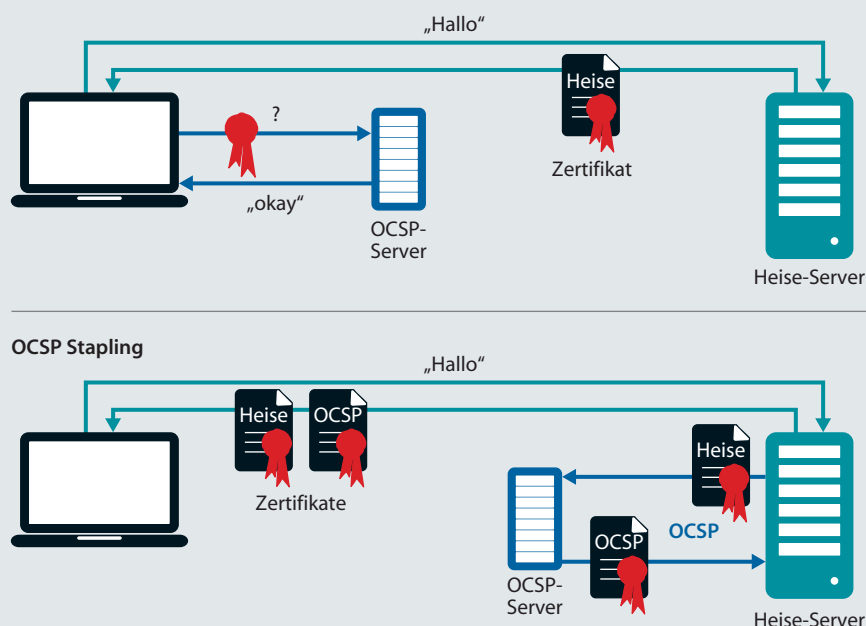
Angeheftet

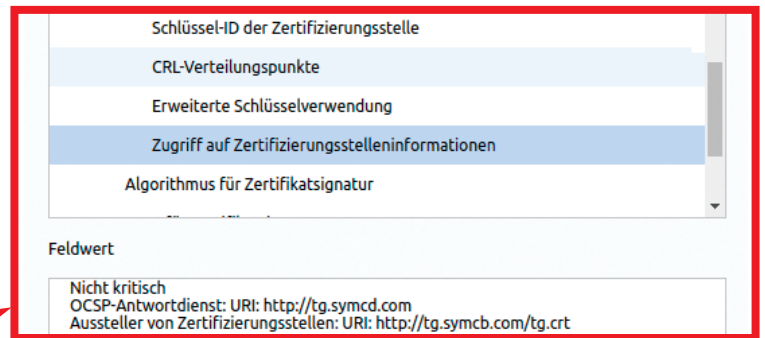
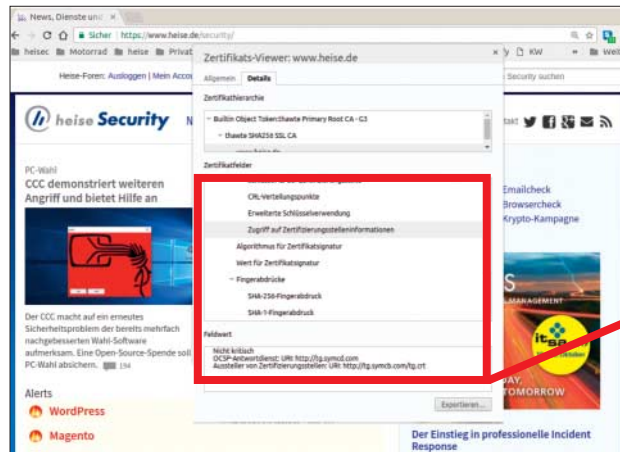
Als aktueller Nachfolger wird OCSP Stapling gehandelt, das eine Reihe der Nachteile des ursprünglichen Konzepts vermeidet. Dabei holt sich der Server selbst in regelmäßigen Abständen von seiner Zertifizierungsstelle eine digital signierte OCSP-Auskunft. Diese hängt er – wie mit einer Heftklammer, englisch staple – an das Zertifikat an. Der Browser kann dann erkennen, dass der Zertifizierer das präsentierte Zertifikat beispielsweise vor einer Stunde als immer noch „good“ befunden hatte.

Damit ist das Privacy-Problem aus der Welt. Denn bei OCSP Stapling holt

Das Online Certificate Status Protocol

Bei regulärem OCSP fragt der Browser beim OCSP-Server an, ob das Zertifikat „okay“ ist. Beim OCSP Stapling erledigt das der Server regelmäßig und heftet die digital signierte Antwort mit an. Doch beide Verfahren haben in der Praxis Probleme.





In den Erweiterungen des Zertifikats ist der „OCSP-Antwortdienst“ ausgeführt, bei dem der Browser aktuelle Auskünfte einholen kann.

nicht mehr der Browser des Anwenders, sondern der Webserver die OCSP-Auskunft ein; der Zertifizierer sieht nicht, an wen der Webserver diese Auskunft weiterleitet. Und mit einer nicht-vorhandenen Information kann man auch kein Schindluder treiben. Auch das Last-Problem wäre entschärft, wenn nicht mehr Milliarden von Browsern, sondern nur noch die Server alle paar Stunden oder Tage OCSP-Auskünfte einholen.

Es bleibt das Angriffsszenario mit unrechtmäßigen Schlüsseln: Denn ein Angreifer im Besitz eines geklauten oder geknackten Schlüssels kann das zugehörige Zertifikat trotz Widerruf weiterhin nutzen. Statt des verräterischen, negativen OCSP-Bescheids heftet er einfach gar keine OCSP-Auskunft an. Und wie soll der Browser dann erkennen, dass da was faul ist?

Genau dazu gibt es das sogenannte „OCSP Must-Staple“. Das ist noch eine Zertifikats-Erweiterung, die besagt, dass das Zertifikat nur in Kombination mit einer angehefteten, positiven OCSP-Auskunft gültig ist. Das ist sogar in RFC 7633 standardisiert, auch wenn der den allgemein gebräuchlichen Begriff „Must-Staple“ nicht verwendet. Die marktführenden Browser von Mozilla und Google unterstützen das auch schon.

Der Haken ist, dass die Umsetzung von OCSP Stapling der am weitesten verbreiteten Webserver Apache und Nginx bislang nicht wirklich praxistauglich sind. Im Mai dokumentierte Hanno Böck eine Reihe von Problemen, die den Einsatz im Produktionsbetrieb verbieten. So verwirft etwa Apache auf Grund eines seit 2014 nicht behobenen Fehlers durchaus noch gültige OCSP-Auskünfte, wenn bei der OCSP-Kommunikation ein Fehler auftritt. Damit bekommen alle Seitenbesucher

völlig unnötige Zertifikatsfehlermeldungen.

Workarounds

Den Browser-Herstellern ist durchaus bewusst, dass das Internet da ein gravierendes Problem mit potenziell desaströsen Auswirkungen für die Sicherheit hat. Als Workaround führen sie deshalb mittlerweile selbst zentrale Listen gesperrter Zertifikate, die die Browser in regelmäßigen Abständen aktualisieren. Das sind dann bei Google Chrome CRLsets, bei Mozilla heißt das OneCRL.

Aus den Erfahrungen mit den CRLs weiß man, dass das schnell aus dem Ruder läuft. Deshalb ist das kein allgemeiner Widerrufs-Mechanismus, sondern vor allem für Notfälle gedacht, etwa wenn eine Zertifizierungsstelle gehackt wurde und unberechtigt ausgestellte Zertifikate akut missbraucht werden. Letztlich werden die zentralen Listen zwar die Googles, Facebooks und Microsofts dieser Welt vor Zertifikatsmissbrauch schützen – aber nicht viele Millionen von HTTPS-Servern.

Darüber hinaus verweisen die Browser-Hersteller darauf, dass man die Laufzeiten von Zertifikaten verkürzen sollte. Früher war es durchaus üblich, dass Zertifikate mehrere Jahre gültig waren; heute stellen viele CAs schon standardmäßig Zertifikate nur noch für ein Jahr aus.

Die beliebte, kostenlose Zertifizierungsstelle Let's Encrypt beschränkt die Gültigkeit sogar auf 90 Tage. Sie begründet das vor allem damit, dass dies den möglichen Schaden durch kompromittierte oder fehlerhaft ausgestellte Zertifikate begrenzt. Denn spätestens nach Ablauf der Gültigkeitsdauer ist das Zertifikat beziehungsweise ein gestohlener Schlüssel auch ganz ohne Widerruf für Angreifer wertlos.

Allerdings erfordern kurze Laufzeiten zwangsweise eine weitgehende Automatisierung des kompletten Prozesses zur Zertifikats-Erneuerung. Denn kein Admin kann sich im Monats- oder sogar Wochen-Rhythmus um neue Zertifikate kümmern. Let's Encrypt spielt da eine Vorreiter-Rolle und hat dazu das Automatic Certificate Management Environment (ACME) ins Leben gerufen.

Dieses bei der IETF zur Standardisierung eingereichte Konzept ermöglicht eine voll automatisierte Beantragung, Überprüfung und Ausstellung von Zertifikaten. Im Wesentlichen realisiert das ein Skript, das auf dem Server läuft und der CA dabei seine Berechtigung nachweist, indem es on-the-fly vom CA-Server angeforderte JSON-Objekte zur Autorisierung erzeugt. Auf diese Weise kann ein Server recht einfach die Kontrolle über eine Domain wie „heise.de“ nachweisen.

Das genügt für reguläre, domänengeprüfte Zertifikate (Domain Validated, DV). Ob und wie sich das auf die Extended Validation erweitern lässt, ist bislang völlig offen. Schließlich soll ein EV-Zertifikat ja die Verbindung zu einer realen Identität – also etwa der Ihrer Bank – dokumentieren. Außerdem eröffnet eine solche Automatisierung auch wieder neue Angriffsszenarien. Bislang sind zwar noch keine Angriffe mit unrechtmäßig bezogenen ACME-Zertifikaten bekannt geworden. Das kann sich aber jederzeit ändern.

Schließlich ist bisher auch nicht absehbar, ob andere Zertifizierungsstellen Let's Encrypt folgen und ebenfalls ihre Zertifikatslaufzeiten drastisch verkürzen. So bleibt der Widerruf von Zertifikaten auf absehbare Zeit ein ungelöstes Problem mit vielen offenen Baustellen. (ju@ct.de) **ct**

Anzeige



Das, was zuvor nur mit teurer Spezialhardware klappte, geht jetzt mit Standard-Smartphones: Augmented Reality mit zuverlässigem maschinellen Sehen, Bewegungserkennung und Mapping. Während ARCore-Software für Android noch auf sich warten lässt, gibt es bereits Dutzende mit Apples ARKit entwickelte Apps.

Von Jan-Keno Janssen

Es war nur eine Randnotiz auf Apples WWDC-Entwicklerkonferenz: Mit der Augmented-Reality-Plattform ARKit sollen Entwickler ohne eigenes Know-how in Sachen maschinellem Sehen hochwertige AR-Apps bauen können – die auf allen Apple-Mobilgeräten mit iOS 11 laufen. Das vermeintlich unauffällige Stück Software löste kurz darauf einen kleinen Hype aus. Entwickler luden reihenweise Videos ihrer ARKit-Kreationen auf YouTube hoch, in denen sie demonstrierten, wie überraschend präzise das System funktioniert.

In vielen Videos konnte man Entwickler bei ausführlichen Haus-Rundgängen beobachten: Zuerst platzierten sie ein künstliches AR-Objekt an einer bestimmten Stelle, liefen dann mit aktivierter ARKit-App durch die Gegend – und stellten erstaunt fest, dass das AR-Objekt immer noch an der gleichen Stelle war. ARKit gelingt es, unbemerkt im Hintergrund eine Karte der Umgebung anzufertigen und sich anhand dieser zu orientieren.

Eine derartige Präzision gab es vorher nur mit Spezialhardware, zum Beispiel mit Googles Project Tango, an dem seit 2014 gearbeitet wird. Hier kann die Software nicht nur auf Standardkamera und IMU (Intertial Measurement Unit, inertielle Messeinheit – also die Sensorenphalanx Gyroskop, Beschleunigungssensor und Magnetometer) zugreifen, sondern auch auf eine zusätzliche Fischaugenkamera und eine Time-of-Flight-Tiefenkamera, ganz ähnlich wie Microsofts Kinect 2 oder Intels RealSense. Allerdings verkauften sich die Tango-Smartphones nur mäßig.

Tango ist tot

Verständlicherweise: Die Kundschaft war nicht bereit, sich für AR ein spezielles Handy zu kaufen – was in anderen Belan-

Auf Sicht

Apples ARKit und Googles ARCore: Was die AR-Plattformen können

gen schlechter ist als ein Gerät ohne AR. Apples überraschender ARKit-Vorstoß brachte das Fass zum Überlaufen: Ende August gab Google bekannt, Tango zu beenden – und stattdessen ebenfalls wie Apple nur noch Standard-Smartphone-Hardware vorauszusetzen.

Die Ankündigung kam clevererweise kurz vor der Veröffentlichung von Apples iOS 11 mit ARKit. Google taufte seine Plattform ARCore – nicht nur phonetisch nah dran an Apples System, auch funktional ähneln sich die Plattformen stark: Man kann für beide ohne Kenntnisse der Plattform direkt in Unity oder der Unreal Engine entwickeln; ARKit unterstützt zusätzlich die 3D-Plattform SceneKit. Beide Systeme können das Umgebungslicht abschätzen und die AR-3D-Objekte entsprechend beleuchten, beide erkennen hori-

zontale Flächen (Böden, Tische), ARCore laut Google zusätzlich auch vertikale wie Wände. Zuverlässig vergleichen kann man die Plattformen noch nicht, denn mit ARKit erstellte Apps gibt es zwar schon etliche, aber noch keine für ARCore – das liegt nämlich erst in einer Preview-Version vor.

Dass Google Apples ARKit so schnell ein – auf dem Papier sogar leicht besseres – Konkurrenzprodukt entgegenzusetzen hatte, liegt freilich an der jahrelangen Erfahrung mit Tango. ARCore ist quasi das Tango-SDK ohne Tiefenkamera-Unterstützung.

Fein kalibriert

Beide Systeme ermöglichen das präzise Tracking ohne Tiefenkamera nicht nur durch clevere Software, sondern auch

durch eine sehr genaue Kalibrierung der Kamera in Sachen Geometrie (Linsenverzerrungen) und Photometrie (Farbinformationen). Am kompliziertesten ist die Kalibrierung der IMU – aber wichtig, schließlich muss das künstliche Objekt auch nach hektischen Drehbewegungen des Smartphones an Ort und Stelle bleiben.

Die aufwendige Kalibrierung ist einer der Gründe, warum die AR-Plattformen nicht auf allen Geräten der Hersteller laufen: Apple unterstützt iPhones ab 6s und iPad ab dem Pro-Modell, bei Google sind es vorerst nur Galaxy S8 und Pixel-Geräte.

Es kommt nicht nur auf die Hardware-Kalibrierung an, sondern man benötigt auch genügend Rechenleistung für die SLAM-Funktionen (Simultaneous Locali-

Interessante ARKit-Apps für Apple-Mobilgeräte



Mit Meow AR Cat zieht eine kleine Katze in der eigenen Wohnung (oder im Büro) ein, die man füttern, streicheln oder mit einer Taschenlampe amüsieren kann. Das ist nett, aber auf Dauer nicht wirklich spannend.



Der 3-in-1-Ruler verwandelt Telefon oder Tablet in ein Messgerät: Ein Druck auf den Touchscreen platziert ein Lineal zwischen zwei Punkten in der echten Welt. Verlassen sollte man sich auf die Ergebnisse aber nicht.



Die etwas kuriose App Graphmented holt Daten aus iCloud, Google Drive oder Dropbox und stellt sie als Tabelle oder Grafik in Augmented Reality dar. Für unlimitierten Datenimport benötigt man ein kostenpflichtiges Abo.

zation and Mapping; auf Deutsch: simultane Lokalisierung und Kartenerstellung). Vereinfacht gesagt ist eine SLAM-Karte ein 3D-Modell der Umgebung als Punktwolke. Das System ermittelt obendrein, wie „zuverlässig“ die einzelnen Punkte sind: Ein Tisch ist zuverlässig, ein durchs Bild laufender Mensch nicht – diese unzuverlässigen Punkte müssen schnell verworfen werden.

Die SLAM-Punktwolken werden bei ARKit und ARCore offenbar nicht auf dem Gerät gespeichert, sondern bei jedem Neustart einer AR-App neu aufgebaut. Deshalb dauert es immer ein paar Momente, bis ein Bild erscheint. Microsofts AR-Brille HoloLens speichert die letzten SLAM-Daten, sodass sie sich – wenn sie im gleichen Raum bleibt – auch nach einem Neustart sofort orientieren kann.

Wer braucht AR?

Technisch sind ARKit und ARCore ohne Zweifel beeindruckend. Nur: Bislang bestehen die meisten Apps aus mehr oder weniger lustigen 3D-Objekten, die man irgendwo im Raum platzieren kann. Das mag ein paar Mal Spaß machen und Kinder vielleicht auch stundenlang beschäftigen – aber langfristig muss Smartphone-AR erst noch beweisen, dass man es für sinnvolle oder zumindest originelle Dinge verwenden kann. Apps wie Ikea Places oder DHL Packset (siehe Kurzbesprechungen im Kasten unten) weisen in die richtige Richtung.

Zukunftsmusik ist bislang die „AR-Cloud“, von der einige Entwickler träumen. Dabei handelt es sich um ein 1:1-Modell der echten Welt, das an bestimmten Stellen mit in der Cloud gespeicherten Zusatzinformationen angereichert werden kann. Das Reizvolle daran: Da alle Benut-

zer auf die gleichen Informationen in der Cloud zugreifen, können sie darin gemeinsam arbeiten und spielen – in Ansätzen funktioniert das heute schon in AR-Spielen wie Ingress oder Pokémon Go.

Über kurz oder lang ist Smartphone-AR nur eine Übergangslösung. Richtig spannend wird es erst, wenn komfortabel zu tragende AR-Brillen auf den Markt kommen. Schließlich will man die mit Computergrafik angereicherte Welt ganz normal wahrnehmen – und nicht durch ein kleines Fenster, das man auch noch in der Hand tragen muss. (jkl@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Jan-Keno Janssen, Vermessungstechniker – Smartphone Asus Zenfone AR mit Google Tango und Daydram, c't 14/17, S. 104

Infos für Entwickler: ct.de/ysr8

Interessante ARKit-Apps für Apple-Mobilgeräte



Bei DHL Packset kann man per AR herausfinden, wie groß der Packset-Karton sein muss. In den meisten Fällen klappt das genau genug – die Flasche auf dem Screenshot ist definitiv zu groß.



Die wohl bekannteste ARKit-App: Mit Ikea Place lassen sich etliche Produkte des Möbelhauses in der Wohnung platzieren. Das sieht zum Teil fast fotorealistisch aus – eine der wenigen wirklich sinnvollen AR-Apps.



Der Dienstleister Redbubble druckt hunderte unterschiedlicher Motive auf Tassen, Schreibwaren – und Kissen. Letztere kann man sich mit der App dank AR in den eigenen vier Wänden anschauen.

Anzeige

() -> Unit = { }

Die neue Programmiersprache für Java und mehr, Teil 3: Funktionale Programmierung



Kotlin ist von Anfang an als Hybrid-sprache entwickelt worden: Sie ist sowohl objektorientiert als auch funktional. Das kommt dem Entwickler sehr entgegen, denn funktionale Programmierung ist in vielerlei Hinsicht eine perfekte Ergänzung zum objektorientierten Programmierstil.

Von Christian Helmbold

Funktionale Programmierung gibt es mit Lisp schon seit 1958. In den letzten Jahren ist das Interesse daran stark gestiegen. Technischer Ballast wie Hilfslisten und for-Schleifen sind in den genutzten Funktionen verborgen. Als Entwickler muss man viele Dinge nicht neu erfinden, nicht testen und kann auch keine Fehler bei ihrer Implementierung machen. Nicht zuletzt ist funktionaler Code oft besser lesbar als imperativer.

Um beispielsweise gerade Zahlen aus einer Liste zu filtern, müsste man bei imperativer Programmierung zunächst eine leere Ergebnisliste anlegen, in einer for-Schleife die Ausgangsliste durchlaufen, jedes enthaltene Element mit if prüfen und im Erfolgsfall in die Ergebnisliste setzen:

```
val list = listOf(1, 2, 3, 5, 7)
// imperativ
val result = ArrayList<Int>()
for (number in list) {
    if (number % 2 == 0)
        result.add(number)
}
```

Funktional lässt sich das Gleiche deutlich kürzer ausdrücken, was es auch viel einfacher lesbar macht:

```
val result =
    list.filter { it % 2 == 0 }
```

Höchst in Ordnung

Ein wichtiges Prinzip der funktionalen Programmierung ist es, Funktionen und Daten gleichberechtigt zu behandeln. Das heißt, dass eine Funktion einer Variablen zugewiesen werden kann, sie einer anderen Funktion als Parameter übergeben oder von ihr als Ergebnis zurückgegeben werden kann. Genau das passiert im zweiten Listing.

Der Ausdruck zwischen den geschweiften Klammern ist eine anonyme Funktion. Solche Funktionen werden oft auch Lambda-Ausdrücke genannt. Ganz generell ist in Kotlin jedes ausführbare Stückchen Code, das zwischen zwei geschweiften Klammern geschrieben wird, eine anonyme Funktion:

```
val greet: () -> Unit =
    { println("Hallo") }
```

Diese anonyme Funktion nimmt keine Parameter entgegen und liefert keinen Wert zurück, sie gibt lediglich etwas aus. Zugewiesen wird sie der Variablen `greet`, die vom Typ `() -> Unit` ist. Die leere Klammer steht dabei für die leere Parameterliste und `Unit` für den Rückgabtyp, der in diesem Fall so viel bedeutet wie „keine Information“. Mit `Unit` wird sozusagen der Sonderfall `void` aus Java zum regulären Teil des Typ-Systems und lässt sich deshalb auch ohne Umwege wie explizite Schnittstellen mit normaler Syntax ausdrücken.

Im vorigen Beispiel ließe sich genauso gut eine gewöhnliche Funktion definieren. Ihren eigentlichen Nutzen entfalten anonyme Funktionen, wenn man sie unmittelbar einer anderen Funktion als Parameter übergibt. Ergänzt man die obige Funktion um den Parameter `name`, lässt sie sich zum Beispiel der Funktion (`forEach`) übergeben:

```
val names =
    listOf("Mia", "Tim", "Ida")
names.forEach
    { name -> println("Hallo $name!") }
```

`name` ist der Name des einzigen Parameters dieser Funktion. Die Parameterliste ist mit einem Pfeil vom Rumpf getrennt. Dass der Typ des Parameters in diesem Beispiel ein `String` ist, bekommt der Compiler selbst heraus, aber man könnte ihn auch mit einem Doppelpunkt hinter dem Parameter angeben, wenn es der Klarheit dient (`name: String -> ...`). Falls eine anonyme Funktion nur einen Parameter hat, kann man die Parameterliste weglassen und den Parameter mit `it` referenzieren:

```
names.forEach
    { println("Hallo $it!") }
```

Der Aspekt, dass eine Funktion einer anderen als Parameter übergeben wird, wird deutlich, wenn man die in diesem Fall optionalen Klammern der Parameterliste der `forEach`-Funktion schreibt:

```
names.forEach({ name ->
    println("Hallo $name!") })
```

Wenn die Funktion zum Ausgeben der Namen keine anonyme, sondern eine gewöhnliche Funktion wäre, könnte sie mit einer Funktionsreferenz an `forEach` übergeben werden:

```
fun greet(name: String) {
    println("Hallo $name!")
}
names.forEach(::greet)
```

Funktionsreferenzen werden mit zwei Doppelpunkten vor dem Funktionsnamen geschrieben. Das funktioniert aber nicht mit der aktuellen Kotlin-Version 1.1.51, sondern erst mit Kotlin 1.2.

Der letzte Ausdruck innerhalb einer anonymen Funktion ist ihr Rückgabewert – ein explizites `return` ist nicht notwendig. Die folgende Funktion nimmt zwei Parameter vom Typ `Int` an, addiert sie und gibt das Ergebnis auch ohne `return` zurück:

```
val calc =
    { a: Int, b: Int -> a + b }
```

Funktionen, die andere Funktionen als Parameter erhalten oder als Ergebnis zurückgeben, heißen Funktionen höherer Ordnung. Sie sind der Schlüssel, um allgemeine technische Funktionen wie `forEach` mit Logik für einen konkreten Fall zu parametrisieren und damit wiederverwendbar zu machen.

Funktionen an Ort und Stelle

Anonyme Funktionen haben den Nachteil, dass im Hintergrund neue Funktionsobjekte erzeugt werden, die zusätzlichen Speicher belegen und die zu einem zusätzlichen Methodenaufruf führen. Auch der Garbage Collector bekommt durch die zusätzlich erzeugten Objekte mehr zu tun. Für die Android-Entwicklung ist relevant, dass auch die Gesamtzahl der Funktionen steigen kann. Diese Probleme lassen sich in manchen Fällen vermeiden, wenn eine Funktion mit dem Schlüsselwort `inline` markiert wird.

Der `inline`-Modifikator weist den Compiler an, den Inhalt einer Funktion dort einzubetten, wo sie aufgerufen wird. Die Methode `time` im nächsten Beispiel existiert zur Laufzeit also schon nicht mehr, sondern nur noch ihr Inhalt:

The screenshot shows the Kotlin API documentation for the `Collection` interface. The page is titled "Collection" and shows the following details:

- Overview:** `kotlin-stlib / kotlin.collections / Collection`
- Interface Definition:** `interface Collection<out E> : Iterable<E> (source)`
- Description:** A generic collection of elements. Methods in this interface support only read-only access to the collection; read/write access is supported through the `MutableCollection` interface.
- Parameters:** `E` - the type of elements contained in the collection. The collection is covariant on its element type.
- Properties:**
 - `size`: `abstract val size: Int`. Returns the size of the collection.
- Functions:**
 - `contains`: `abstract operator fun contains(element: E): Boolean`. Checks if the specified element is contained in this collection.
 - `containsAll`: `abstract fun containsAll(elements: Collection<E>): Boolean`. Checks if all elements in the specified collection are contained in this collection.
 - `isEmpty`: `abstract fun isEmpty(): Boolean`. Returns `true` if the collection is empty (contains no elements), `false` otherwise.

Einen guten Überblick über die Funktionen auf Collections finden Sie in der API-Dokumentation.

```
import java.lang.System.{
    currentTimeMillis
}
import java.net.URL
inline fun time(f: () -> Unit) {
    val start = currentTimeMillis()
    f()
    println(currentTimeMillis() - start)
}
```

Aus folgendem Aufruf von time ...

```
time {
    URL("https://heise.de")
        .openConnection()
}
```

... macht der Compiler sinngemäß:

```
val start = currentTimeMillis()
URL("https://heise.de")
    .openConnection()
println(currentTimeMillis() - start)
```

Wenn inline nur Vorteile hätte, könnte der Compiler dieses Verfahren immer anwenden. Aber so einfach ist es nicht. Größere oder sehr oft aufgerufene Funktionen führen möglicherweise zu deutlich höherem Speicherbedarf des Programms. Zudem gibt es ein paar technische Einschränkungen, denn inline-Funktionen, die public oder protected sind, dürfen nicht auf private oder interne Elemente ihres Moduls zugreifen, sie können auch keine inneren Funktionen beherbergen und rekursiv dürfen sie auch nicht sein.

Ein anderer Anwendungsfall von inline-Funktionen: Typparameter zur Laufzeit verfügbar zu machen. Normalerweise sind die in der JVM zur Laufzeit nicht verfügbar, weil generische Programmierung hier durch die Löschung der Typinformation (type erasure) umgesetzt ist. Da inline-Funktionen aber an der Stelle ihres Aufrufs eingebettet werden, bleibt der konkrete Typ erhalten. Dazu wird vor einen Typparameter das Schlüsselwort reified (verdinglicht) geschrieben:

```
inline fun <reified T> showType() {
    println(T::class)
}
```

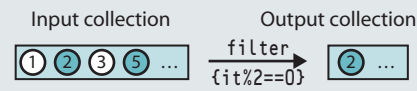
Der Typ von T ist in der Funktion showType zur Laufzeit verfügbar, sodass der Aufruf von showType<Double> () zur der Ausgabe class kotlin.Double führt.

Geschlossene Gesellschaft

Eine Closure ist eine Funktion, die Zugriff auf den Kontext hat, der zum Zeitpunkt ihrer Erstellung gültig war. Variablen aus

filter {}

Die filter-Funktion lässt nur Elemente durch, die die Bedingung erfüllen.



diesem Kontext dürfen von der Closure verändert werden (echte Closure) – im Gegensatz zu Java, wo sie (quasi) final sein müssen. Im folgenden Beispiel wird die Variable counter in der Closure verändert:

```
var counter = 0
val increment = { counter += 1 }
increment()
increment()
println(counter) // ergibt 2
```

Wenn eine Closure veränderliche Variablen einbindet, handelt es sich nicht mehr um eine pure Funktion, denn pure Funktionen ergeben für die gleichen Parameter immer das gleiche Ergebnis und haben keine Seiteneffekte.

Neue Kollektion – funktional und schick

In der Praxis findet funktionale Programmierung in Kotlin häufig mit Klassen und Schnittstellen des Pakets kotlin.collections der Standardbibliothek statt. Sie enthalten Typen wie Iterable, List, Set und Map. Veränderliche und unveränderliche Collections sind sauber getrennt. Die Schnittstellen für unveränderliche Collections heißen Set, Map und so weiter; bei ihren veränderlichen Gegenstücken wird „Mutable“ vorangestellt, also zum Beispiel MutableSet und MutableMap. Erzeugt werden Instanzen über Fabrikmethoden nach dem Muster mutableSetOf() beziehungsweise setOf().

Die Funktionen zur Verarbeitung von Collections sind zum großen Teil als Erweiterungsfunktionen der Iterable-Schnittstelle umgesetzt. Eine solche Funktion ist zum Beispiel all mit folgender Signatur:

```
fun <T> Iterable<T>.all(
    predicate: (T) -> Boolean
): Boolean
```

Dass es sich um eine Erweiterungsfunktion handelt, erkennt man daran, dass dem Funktionsnamen all der zu erweiternde Typ Iterable<T> vorangestellt ist. Auf diese Weise kann man feststehende

Schnittstellen wie Iterable auch um eigene Funktionen erweitern.

Verwendet wird all so:

```
val s = setOf(2, 5, 8, 10)
val allEven = s.all { it % 2 == 0 }
```

In diesem Fall wird der all-Funktion eine anonyme Funktion ({ it % 2 == 0 }), übergeben, die prüft, ob alle Elemente gerade Zahlen sind, der Wert allEven ist also false.

Das Gegenstück zu all ist die Funktion any, die prüft, ob es überhaupt ein Element gibt, das der Bedingung entspricht:

```
val anyEven = s.any { it % 2 == 0 }
```

Besonders häufig wird die filter-Funktion benötigt, die alle Elemente sammelt, welche der Bedingung entsprechen:

```
val evenNumbers: List<Int> =
    s.filter { it % 2 == 0 }
```

In dem Beispiel werden alle geraden Zahlen gesammelt und in eine neue Liste eingetragen. Dass jede dieser Funktionen eine neue Collection erzeugt und nicht die bestehende Collection verändert, ist ein Grundprinzip der funktionalen Programmierung.

Ebenso geläufig ist die map-Funktion, die Eingabewerte mit einer Transformationsfunktion auf Ausgabewerte abbildet. Alle Werte unseres kleinen Beispiel-Sets werden nachfolgend verdoppelt:

```
val n = s.map { it * 2 }
```

Flachland

Für verschachtelte Datenstrukturen gibt es mit flatMap eine Variante der map-Funktion, die die Abbildung am Ende flach macht, also alle Elemente in einer Liste anordnet. Ein Blick auf die Signatur von flatMap erleichtert das Verständnis:

```
inline fun <T, R> Iterable<T>.flatMap(
    transform: (T) -> Iterable<R>
): List<R>
```

Die Wirkungsweise von flatMap lässt sich am besten im direkten Vergleich mit map erkennen: Das Listing

```
val l = listOf(1, 2, 3)
val result = l.map { listOf(it, -it) }
println(result)
```

erzeugt eine Liste von Listen: [[1, -1], [2, -2], [3, -3]]. Mit der Funktion flatMap lässt sich diese verschachtelte Struktur schließlich flach machen: l.flatten() ergibt [1, -1, 2, -2, 3, -3].

Zum gleichen Ergebnis kommt man mit `flatMap` in einem Rutsch. Zunächst findet die gleiche Abbildung wie oben statt, aber dann werden die Werte aus den inneren Listen direkt in die Ergebnisliste gepackt – die Struktur wird flach. Das Listing

```
val result = l.flatMap
    { listOf(it, -it) }
println(result)
```

ergibt die Ausgabe

```
[1, -1, 2, -2, 3, -3]
```

Schlüsselmacher

Die `associate`-Funktion transformiert ein `Iterable` Element für Element in Schlüssel-Wert-Paare, aus denen die Funktion schließlich eine `Map` erzeugt. Ein Beispiel dafür ist eine Liste von Strings mit Name und Telefonnummer, aus denen eine `Map` erzeugt werden soll:

```
val phoneList =
    listOf("Ingrid:2915", "Karl:3892")
val phoneMap = phoneList
    .map { it.split(":") }
    .associate { (name, number) ->
        Pair(name, number) }
println(phoneMap["Karl"]) // "3892"
```

Zunächst müssen die Strings beim Doppelpunkt zerlegt werden, um Name und

Telefonnummer zu trennen. Das könnte man grundsätzlich auch in der `associate` übergebenen anonymen Funktion erledigen, was aber dem Prinzip der Komposition kleiner, unabhängiger Funktionen widersprechen würde. Deshalb werden die Strings in einem eigenen Schritt mithilfe der `map`-Funktion auf Listen mit je zwei Elementen, nämlich Name und Telefonnummer, abgebildet. Erst im nächsten Schritt werden daraus `Pair`-Instanzen, aus denen `associate` dann eine `Map` generiert. Der Parameter der `associate` übergebenen Funktion ist eine sogenannte `Destructuring Declaration`, die den übergebenen Wert gleich in die beiden Bestandteile `name` und `number` zerlegt.

Für das Verständnis ist es oft hilfreich, Verkettungen von Funktionsaufrufen in ihre Glieder zu zerlegen und die Zwischenergebnisse zu benennen. Noch deutlicher wird es, wenn man die Typen explizit angibt. Das Beispiel von oben sieht dann so aus:

```
val phoneList: List<String> =
    listOf("Ingrid:2915", "Karl:3892")
val namesNumbers: List<List<String>> =
    phoneList.map { it.split(":") }
val phoneMap: Map<String, String> =
    namesNumbers.associate {
        (name, number) ->
            Pair(name, number) }
```

Die zehn beliebtesten männlichen Vornamen des Jahres 2016 in Deutschland werden im folgenden Beispiel mit `groupBy` nach der Zahl der Zeichen gruppiert. Ergebnis ist eine `Map`, deren Elemente in der nachfolgenden `map`-Funktion auf `Pair` abgebildet werden:

```
val names = listOf("Ben", "Paul",
    "Jonas", "Elias", "Leon", "Finn",
    "Noah", "Luis", "Lukas", "Felix")
val frequencies = names
    .groupBy { it.length }
    .map { (length, names) ->
        Pair(length, names.size) }
```

Zerlegt man die verketteten Funktionsaufrufe, kann man sich die Zwischenergebnisse anzeigen lassen:

```
val freqs = names
    .groupBy { it.length }
println(freqs)
val frequencies = freqs
    .map { (length, names) ->
        Pair(length, names.size) }
println(frequencies)
```

Die Gruppierung erzeugt {3=[Ben], 4=[Paul, Leon, Finn, Noah, Luis], 5=[Jonas, Elias, Lukas, Felix]}. Die zweite Ausgabe liefert [(3, 1), (4, 5), (5, 4)]. Mit 3 Zeichen gibt es also einen Namen, mit 4 Zeichen gibt es 5 Namen und mit 5 Zeichen gibt es 4.

Die `fold`-Funktion akkumuliert Werte, wofür sie den Initialwert und das erste Element der Collection an eine Funktion übergibt, die daraus einen Wert macht. Das Ergebnis ist wiederum der Initialwert für den nächsten Aufruf mit dem nächsten Element. Wenn man die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 mit `fold` aufsummieren will, wählt man als Startelement 0 aus, so dass der Ablauf (((((0 + 1) + 2) + 3) + 4) + 5) ist, wobei die Klammern hier nur der Verdeutlichung dienen.

In Quelltext ausgedrückt:

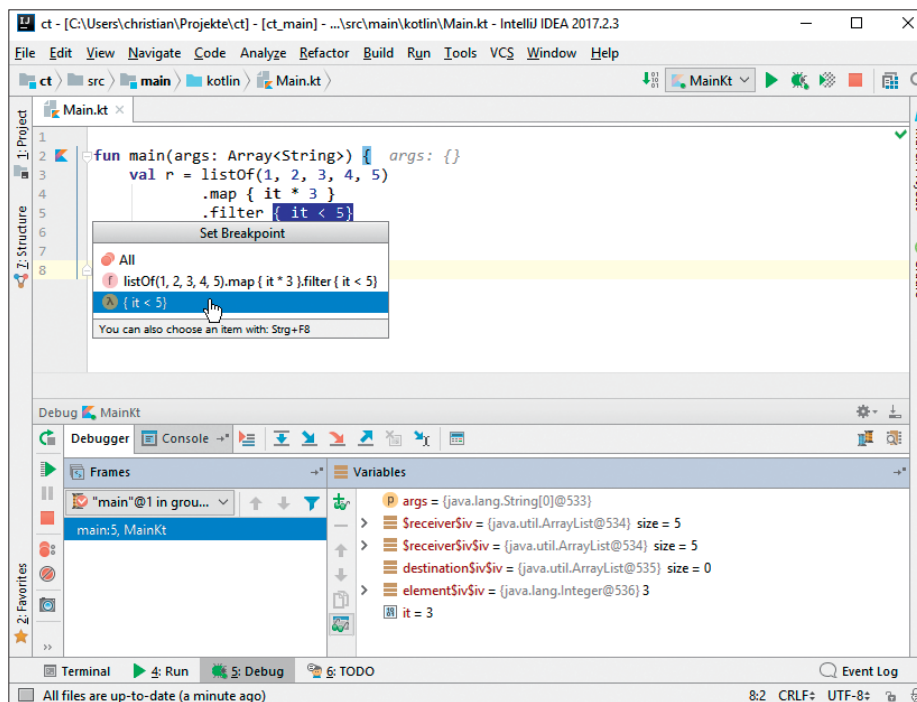
```
listOf(1, 2, 3, 4, 5)
    .fold(0) { a, b -> a + b }
```

Zu guter Letzt sei hier noch die Funktion `zip` vorgestellt, die Elemente aus zwei Iterables abwechselnd kombiniert – wie ein Reißverschluss:

```
val a = listOf(1, 2, 3, 4)
val b = listOf(9, 8, 7, 6)
val ab = a.zip(b)
```

ergibt:

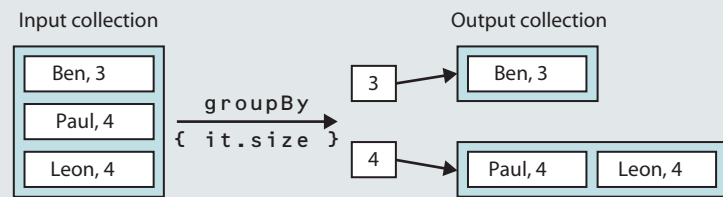
```
[(1, 9), (2, 8), (3, 7), (4, 6)]
```



Mit IntelliJ IDEA können Breakpoints auch in anonymen Funktionen gesetzt werden.

groupBy {}

groupBy gruppert die Elemente anhand des übergebenen Kriteriums und erzeugt eine Map.



Sequenzen

Von außen betrachtet sieht der Code zur Verarbeitung von Sequence und Iterable fast gleich aus. Der Unterschied liegt in der Arbeitsweise: Die Funktionen auf Iterable verarbeiten alle Elemente der Collection und erzeugen dann eine neue Collection, die die Eingabe für die nächste Funktion ist und so weiter. Bei Sequenzen durchläuft dagegen Element für Element der ursprünglichen Collection die gesamte Kette von Funktionen.

Das ist nützlich, wenn man entweder eine theoretisch unbegrenzte Folge von Elementen hat, wie die Fibonacci-Folge, oder wenn man es mit einer großen Datenmenge zu tun hat. Ein Beispiel dafür ist die Verarbeitung von Dateien, die nicht erst komplett in den Hauptspeicher geladen, sondern Schritt für Schritt verarbeitet werden sollen.

Um eine große Datei nach und nach zu verarbeiten, bietet sich die Funktion `useLines` aus der Standardbibliothek an. Sie stellt eine Sequenz von Zeilen der Datei bereit. Wenn man die Liste von Vornamen der Uni Potsdam (www.ling.uni-potsdam.de/~kolb/Vornamen.txt) zeilenweise nach dem kürzesten Namen durchsucht ...

```

val shortest = File("Vornamen.txt")
    .useLines(Charsets.ISO_8859_1) {
        lines ->
            lines.minBy { it.length }
    }
println(shortest)

```

... erhält man den erstaunlich kurzen Vornamen „O“.

Nach und nach

Von Vorteil sind Sequenzen auch, wenn eventuell nicht alle Elemente verarbeitet werden müssen, um zum Ergebnis zu kommen. Bei der Funktion `any` werden die

Elemente nur so weit verarbeitet, bis das erste die Bedingung erfüllt:

```
list.any { it < 0 }
```

Selbst erzeugen kann man eine Sequenz mit der Funktion `generateSequence`:

```

fun fibonacci(): Sequence<Int> {
    return generateSequence(
        Pair(0, 1),
        { Pair(it.second,
            it.first + it.second) }
    ).map { it.first }
}
val result = fibonacci().take(10)
    .joinToString(", ")
println(result)

```

Das führt zu der Ausgabe:

```
0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34
```

Wenn aus einer Sequenz eine herkömmliche Collection werden soll, muss eine sogenannte „terminal operation“ wie `toList` aufgerufen werden, die die sequenzielle Verarbeitung beendet und die Elemente „einsammelt“. Die unmittelbare Auswertung bei Iterable wird auch „eager“ genannt, die nur so weit wie nötig erfolgende Auswertung bei Sequence „lazy“.

Collections wie List, Set und so weiter könnten mit der Funktion `asSequence` in eine Sequenz umgewandelt werden:

```

myList.asSequence()
    .filter { it % 2 == 0 }
    .toList()

```

Im Prinzip entsprechen Sequenzen in Kotlin den Streams aus Java 8. Weil man auf einer Collection nicht erst `stream()` und am Ende etwas wie `collect(Collectors.toList())` aufrufen muss, sind sie aber etwas bequemer zu nutzen. Ein Nachteil ist allerdings, dass die Sequenzen in Kotlin von Haus aus keine parallele Ausführung bieten. In den (nicht so häufigen) Fällen,

wo sich parallele Verarbeitung lohnt, spricht aber nichts dagegen, auf die Streams des JDK zurückzugreifen.

Wenn die Rekursion am Ende ist ...

Der Umgang mit funktionaler Programmierung mag zunächst ein wenig ungewohnt sein, führt aber in vielen Fällen zu eleganterem Code. Um etwa wiederkehrende Abläufe funktional umzusetzen, eignen sich rekursive Funktionen – also Funktionen, die sich selbst aufrufen. Besonders geeignet ist dieses Verfahren zum Durchlaufen von Baumstrukturen wie einer Verzeichnishierarchie:

```

fun walk(file: File) {
    if (file.isFile)
        println(file)
    else if (file.isDirectory)
        file.listFiles().forEach {
            walk(it)
        }
}

```

Der Compiler kann besonders effizienten Code für rekursive Funktionen erzeugen, wenn die Rekursion am Ende der Funktion stattfindet. Dieser Spezialfall heißt Endrekursion oder englisch *tail recursion*. Wenn eine Funktion mit dem Schlüsselwort `tailrec` markiert ist, wird sie nämlich in eine `while`-Schleife übersetzt, die der Prozessor schneller ausführen kann. Außerdem kann eine Schleife keinen Stackoverflow verursachen, der bei tiefer Rekursion möglich wäre. Bei rekursiven Funktionen muss immer der Rückgabebetyp angegeben werden, da der Compiler zugunsten der Geschwindigkeit einen relativ einfachen Algorithmus zur Typableitung benutzt.

```

fun factorial(num: Int): Long {
    tailrec fun factorial(
        acc: Long, num: Int): Long =
        if (num == 1)
            acc
        else
            factorial(num * acc, num - 1)
    return factorial(0, num)
}

```

(jo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Helmbold: Klasse Klassen, Die neue Programmiersprache für Java und mehr, Teil 2, c't 16/17, S. 154
- [2] Christian Helmbold: Java war mal, Die neue Programmiersprache für Java und mehr, Teil 1, c't 15/17, S. 164

Anzeige



Seekabel-Tour

submarinecablemap.com

surfacing.in

Seekabel bilden das Rückgrat des Internet. Dennoch weiß Otto Normalsurfer in aller Regel nicht viel über diese Kabel. Die hier schon einmal vorgestellte **Submarine Cable Map** verzeichnet grob den Verlauf und enthält Links zu den Betreibern. Das Projekt **Surfacing** will bestimmten Seekabeln dagegen so etwas wie ein Gesicht geben. Als Besucher nimmt man dort die Rolle eines Signals ein, das über das Untersee-Netz von Netzknoten zu Netzknoten wandert. Dabei stellt Surfacing einige der Anlandungspunkte vor und erzählt Geschichten über die Historie der Unterseekabel.

(jo@ct.de)

Fundus für Wetter-Nerds

kachelmannwetter.com/de/vorhersage/xl

Viele Wetter-Sites sind eine Black Box: Die Wetterdaten mögen schick aufgemacht sein, der Besucher weiß aber weder, woher sie kommen noch wie aktuell und genau sie sind. **Kachelmannwetter** gibt nicht nur bei allen Vorhersagen an, woher seine Daten stammen. In seiner „Vorhersage XL“ lassen sich die Wetterdaten sogar aus einem Dutzend Wettermodellen verglei-

chen. Außerdem berechnet die Site für bestimmte Regionen eine eigene, vier Mal pro Tag aktualisierte „Super-HD-Vorhersage“ auf Basis eines eigenen, besonders genauen Wettermodells.

(jo@ct.de)

Winamp.js

jordanelldredge.com/projects/winamp2-js

„Damals, als man noch MP3s heruntergeladen hat ...“: Wenn Sie Ihren Kindern einmal zeigen wollen, wie man vor den Streaming-Diensten Musik mit dem PC konsumiert hat oder wenn Sie einfach mal in Erinnerungen schwelgen wollen – die Homepage des Entwicklers Jordan Eldredge bietet die Möglichkeit dazu. Der hat eine Online-Version des MP3-Players Winamp mit HTML und JavaScript gebaut. **Winamp2-js** entspricht bis in viele kleine Details dem Original. So kann man den Sound per Equalizer feintunen und die Oberfläche des Players mit Skins anpassen.

(jo@ct.de)



Bunte Google-Alternative

qwant.com/de

Die „europäische Suchmaschine“ **Qwant** hat ihren Sitz in Frankreich. Im Sommer hat sie ihre Bedienoberfläche komplett eingedeutscht. Der Betreiber verspricht, keine Daten der Nutzer zu sammeln. Im Unterschied zu anderen Google-Alternativen crawlt Qwant nach eigenen Angaben selbst das Netz und unterhält einen eigenen Index, den es mit Treffern von Microsofts Suchmaschine Bing ergänzt. Die Ergebnisse sind durchaus überzeugend – auch wenn die Standardansicht „Alle“ gewöhnungsbedürftig ist: Die Übersicht vereint eine Reihe mit Bildern sowie je eine Spalte mit Treffern aus dem Web allgemein, aus News-Quellen und Social-Media-Sites.

(jo@ct.de)

Hype-Videos

Alles läuft rund beim Treffen der anonymen Bingewatcher **Bingewatchers Anonymous**. Freundlich wird das neue Mitglied Jeff begrüßt, reihum stellen die Mitglieder der Selbsthilfegruppe die Serien vor, die sie hergeführt haben – bis plötzlich Brad mit einer fatalen Neuigkeit hereinplatzt.

vimeo.com/229434396 (4:09, englisch)

Von null auf 400 km/h und wieder auf null – in 36,44 Sekunden: Weltrekord. In diesem Video kann man dem Piloten über die Schulter schauen, der mit einem Sportwagen vom Typ **Koenigsegg Agera RS** über den Asphalt eines dänischen Flughafens brettert.

youtu.be/R1g07RpTFFE (3:07, englisch)

Alle Links dieser Seite
unter ct.de/ct.de/yourp



Anzeige

Eine klassische Stärke der Total-War-Reihe ist die detailreiche Darstellung beim Heranzoomen ans Geschehen auf dem Schlachtfeld. Insbesondere Feuer- und Magieeffekte sowie Drachenangriffe aus der Luft sind spektakulär in Szene gesetzt.



Kriegslust in Lustria

Die letzte Burg der Vipernwälder ist gefallen. Die siegreiche Armee der auf dem Kontinent Lustria beheimateten reptiloiden Skinks setzt sich Richtung Heimat in Marsch, als aus den verwunschenen Wäldern plötzlich Horden der rattenartigen Skaven-Krieger hervorbrechen. Ein Hinterhalt! Keine Schlachtaufstellung, keine Flucht ist möglich. Die Angreifer überrennen die Kohorte der Echtenmenschen; vergiftete Pfeile regnen auf deren Kommandanten nieder. Aufgerufen ist die mächtige Armee. Erst auf der Flucht wird dem geschlagenen Anführer bewusst, dass Diplomatie und umsichtige Planung vielleicht besser gewesen wären als hemmungslose Expansion.

Total War: Warhammer II lässt erneut die Völker des Warhammer-Tabletop-Universums in einem Spiel aus Segas Total-War-Strategieserie agieren. Diesmal kämpfen Hoch- und Dunkelelfen, Rattenvolk und Echtenmenschen um die Herrschaft. Im Kampagnenmodus stehen für jede der vier Fraktionen zwei Anführer zur Auswahl, die zugleich auch den Schwierigkeitsgrad bestimmen. Jedes Volk besitzt charakteristische Einheiten, Monster und Spezialkräfte.

Auch im elften Spiel der traditionsreichen Serie teilt sich das Spielgeschehen in

rundenorientiertes Management und Echtzeit-Taktik auf. Man steuert per Maus und Tastatur. Auf der detailreichen Landkarte bewegt man Armeen, symbolisiert durch riesige Kriegerfiguren, über das vielfältige Terrain. Das Gelände ist in Provinzen mit jeweils mehreren Siedlungen eingeteilt. Zum Ausbau des eigenen Reiches gilt es Provinzen einzunehmen, indem man sämtliche ihrer Burgen erobert. In jeder Burg lassen sich Helden rekrutieren, die eigene Armeen aufstellen können.

Trifft eine Armee auf einen Feind, wechselt das Spiel in den Taktikmodus. Auf einem Übersichtsbildschirm werden vor der Schlacht die Streitkräfte verglichen und die Siegchancen berechnet. Es gibt dabei sogar noch die Gelegenheit, die Konfrontation abubrechen – sofern man nicht in einen Hinterhalt getappt ist.

Für Genrefreunde ist nicht zuletzt die Umsetzung der Kämpfe reizvoll – mit großen Schlachtfeldern und detailverliebter Darstellung. Wer das Gelände richtig zu nutzen weiß, verschafft sich Vorteile. Wälder verbergen Truppen, Anhöhen lassen sich gut verteidigen, enge Furten hemmen feindliche Übermacht. Besonders beeindruckend sind die Belagerungsschlachten, bei denen es mehrere Verteidigungslinien in den riesigen Burgen zu überwinden gilt.

Im hektischen Kampf kann man sogar die Zeit anhalten, um sich einen besseren Überblick zu verschaffen. Erschöpfte Truppen fliehen vom Schlachtfeld; je nach Fraktion neigen Kämpfer bei Verlusten auch mal zur Befehlsverweigerung.

Außerhalb der Kämpfe lädt ein komplexes und streckenweise unübersichtliches Menü zur Verwaltung des Reiches ein. Während Aspekte wie Handel und Diplomatie eingängig dargestellt sind, wirken andere Bereiche verwirrend. Das betrifft etwa die Anpassung von Steuern oder die Bekämpfung der Korruption. Außer den Offline-Kampagnen gibt es netzgebundene Multiplayer-Modi, in denen man gegen- oder miteinander die Spielwelt erobert. Der Modus „Gefecht“ bietet zudem 16 Aufgabenschlachten an, die mit allen Fraktionen geschlagen werden können. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Total War: Warhammer II

Vertrieb	Sega, www.totalwar.com/total_war_warhammer_2
System	Windows
Hardwareanf.	3-GHz-PC, 6 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ○	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
8 Spieler online • Deutsch • USK 16 • 60 €	

Emil und die Flötennasen

Tief unter der Erdoberfläche verborgen liegt das Land Asposien. Luft ist dort die wichtigste Ressource. Einst beschwor das Volk der Flötennasen die Winde und schützte das Reich – bis der despotische Priester Conroy die Macht an sich riss. Nach seinem Sturz schien zunächst alles gut zu werden. Aber es kam anders: In **The Inner World: Der letzte Windmönch** muss der herzige Held Robert einmal mehr seine Welt retten.

2013 veröffentlichte das Ludwigsburger Studio Fizbin das eigenwillige Adventure „The Inner World“. 2014 errang dieses den Deutschen Computerspielpreis für das beste deutsche Spiel. Die Fortsetzung führt Freunde märchenhafter Geschichten zurück nach Asposien. Zuvor ging es darum, das Regime Conroys zu zerschlagen. Nun sind es die Folgen der Revolution gegen ihn, unter denen die bunt gemischte Bevölkerung leidet. An die Stelle Conroys hat sich der Fanatiker Emil gesetzt, dessen „Conroyalisten“ den versteinerten Tyrannen wie einen Heiligen verehren. Überall hängen die Brezelbanner der Bewegung, in bedrohlichem Schwarz-Weiß-Rot gehalten. Die Helden des ersten Spiels gelten nun als Staatsfeinde, und vor allem die Minderheit der Flötennasen wird gnadenlos verfolgt.

Zu ihnen gehört auch Conroys Ziehsohn Robert, der Protagonist des ersten Spiels. Er hat die letzten drei Jahre selbst in unfreiwilliger Versteinierung verbracht. Für ihn ist die veränderte Welt, die er betritt, ebenso neu wie für den Spieler. Dieser Kunstgriff erlaubt es auch Leuten, die das ursprüngliche „The Inner World“ nicht kennen, Roberts Suche nach dem letzten Windmönch uneingeschränkt zu genießen.

Anlass zum Genießen bietet dieses liebevoll gezeichnete und klassisch konzipierte Point-and-click-Spiel reichlich. Obgleich sich die Handlung vor einem düsteren politischen Hintergrund abspielt, atmet das Ganze eine angenehm heitere und durchaus kindgerechte Leichtigkeit. Die sympathisch skurril angelegten, bestens synchronisierten Figuren haben großen Anteil daran. Mit den Augen des gut herzigen Robert erlebt der Spieler eine originelle Welt, in der sogar das Böse Selbstzweifel hat.

Gesteuert wird mit der Maus. Ein großes Inventar nimmt Fundsachen auf; manche lassen sich miteinander zu neuen Objekten kombinieren. Abwechselnd lenkt man Robert, dessen treue Taube Hack und die bewährte Freundin Laura.

Die handgezeichneten Hintergründe sind ausgesprochen gelungen. Viele der Rätsel zeigen sich als fiese Kopfnüsse – nur selten ist die naheliegende Lösung die richtige. Oft muss man passenden Ersatz für Gegenstände finden. Das sinnvoll gestaltete Hilfesystem gibt schrittweise immer konkretere Tipps, sodass die Freude am Knobeln erhalten bleibt.

Gespräche mit der Einwohnerschaft Asposiens helfen dabei, den Spuren des messianischen Windmönchs zu folgen – er soll für neuen „Einklang“ zwischen den verfeindeten Bevölkerungsgruppen sorgen. Icons geben Gesprächsthemen vor und bieten dabei manchmal taktische Varianten. Das auf zehn Stunden Spieldauer angelegte Abenteuer kann etliche Feierabende oder schulfreie Nachmittage bereichern.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

The Inner World: Der letzte Windmönch

Vertrieb	Headup Games/Kalypso Media Digital, www.theinnerworld.de
Systeme	Windows (getestet), macOS, Linux, PS4, Xbox One
Hardwareanf.	2,33-GHz-PC, 2 GByte RAM, 1,6-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ○	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 6 • 30 €	

Auf seiner Suche nach dem letzten Windmönch gewinnt Robert die umtriebige Libretta als Verbündete. Die kleinkriminelle Künstlerin hält nicht nur Informationen bereit, sondern ist auch kleinen Fälschungen gegenüber nicht abgeneigt.



Zur Abwechslung müssen Cuphead und sein Kumpel Mugman im Flieger eine riesige Medusa bezwingen, die an Betty Boop aus Cartoons der 30er-Jahre erinnert.



Nostalgie-Action für Teufelskerle

Der 2D-Action-Sidescroller **Cuphead** sieht aus wie ein US-Cartoon der Dreißiger Jahre – und verlangt vom Spieler Drahtseilnerven: Denn der so putzige wie strebsame Cuphead stirbt und stirbt zum 8., zum 13. und zum 20. Mal – und das alles im niedrigsten Schwierigkeitsgrad.

Die Inszenierung ist atemberaubend. Entwickler MDHR orientierte sich an den Action-Strip-Cartoons von Tex Avery und Max Fleischer. Die Figuren in „Cuphead“ haben die gleichen Gummischlauch-Gliedmaßen wie „Betty Boop“ und „Pop-eye“. Selbst Pilze schneiden grimmige Visagen, sodass man laut loslachen möchte – wenn man nur die Zeit hätte.

Denn auf den kurzen Wegen vom Level-Eingang links bis zum Level-Ausgang rechts muss der Tassenheld pausenlos balancieren: auf Vögel, Schlangen und Dutzende Kreaturen, die flink hin und her laufen, Stachelbälle schleudern und Feuer spucken. In zahlreichen Arena-Kämpfen warten besonders knifflige Endgegner: gigantische Möhrenmenschen, bössartige Kartoffeln und Blaubeeren mit Boxhandschuhen.

Um dem Geschosshagel auszuweichen, versucht Cuphead, sich mit äußerster Konzentration zu ducken, zur Seite zu

hechten und zu springen. Die Steuerung reagiert dabei präzise. Das Spiel läuft konstant mit 60 fps. Ein zweiter Spieler kann an einem weiteren Gamepad jederzeit einsteigen und Cuphead mit dessen Kumpel Mugman unter die Arme greifen. Stirbt einer der beiden, kann der andere immerhin versuchen, ihn wiederzubeleben.

Die Spieler müssen sich sputen, denn erledigte Gegner stehen binnen Sekunden wieder auf. Dass die nervenaufreibende Reise selbst im 25. Durchgang nicht frustriert, liegt an der Vorhersehbarkeit: Irgendwann hat man sich alle Gegner und Fallstricke eingeprägt und weiß, wann man am besten springt und hechtet.

Zwar hat man unendlich viele Bildschirmleben, aber selbst im einfachsten Schwierigkeitsgrad muss man ein Level bereits nach drei gegnerischen Treffern wieder von vorne starten. Wenn man dann feststellt, dass man das nächste Ziel nur um wenige Zentimeter verpasst hat, möchte man am liebsten ins Gamepad beißen. Verschnaufpausen und Zwischenspeicherpunkte im Level würden das Herz schonen.

Durchschnittliche Spieler kommen selbst auf der leichtesten Stufe nur lang-

sam voran. Doch es lohnt sich, durchzuhalten: Denn durch die aufwendige Handarbeit sehen die quirligen Animationen der surrealen Figuren ungleich lebendiger aus als in anderen Jump & Runs. Untermalt wird das Spektakel von herrlich albernem Geräuschen und einem beschwingten Jazz-Soundtrack.

Allein wegen des fantastischen Designs lohnt sich diese bockschwere, mindestens achtstündige Action-Sause. Im Zweifelsfall verpflichtet man einen nervenstarken Kompanion und schiebt sich beim Spielen einen Beißring in den Mund. Während die Steam-Version auf Windows-PCs ab 7 läuft, lässt sich die Download-Version aus Microsofts Online-Store unter Windows 10 und auf der Xbox One starten. (Peter Kusenberger/hag@ct.de)

Cuphead	
Vertrieb	Microsoft, www.cupheadgame.com
Systeme	Windows ab 7, Xbox One
Hardwareanforderungen	ab Core 2 Duo E8400 mit 3 GHz GeForce ab 9600 GT oder Radeon 3870
Kopierschutz	Universal Windows Platform, Steam
Idee	⊕⊕
Spaß	⊕⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	○
1 bis 2 Spieler • Englisch mit dt. Untertiteln • US\$ 6 • 20 €	

Angriff der Klon-Armee

Schleich-Shooter gibt es wie Sand am Meer. Das junge dänische Entwicklungsstudio Ultra Ultra hat für sein Spiel **Echo** jedoch einen besonderen Kniff gefunden: Statt ewig die gleichen Wachen auszuschalten, imitieren die computer-gesteuerten Gegner Angriffsmuster des Spielers: Wenn er sich anschleicht, verstecken sich auch die Wachen. Wenn er zum nächsten Ziel sprintet, werden auch die Wachen agiler. Und wenn er wild um sich schießt, ballern sie bald ebenso zurück. Um den Klonen einen Schritt voraus zu bleiben, muss man seine Taktik also immer wieder ändern.

Das Szenario ist nicht besonders originell, aber immerhin hübsch in Szene gesetzt. Der Spieler steuert die Astronautin En, die aus einem hundertjährigen Kälteschlaf erwacht und auf einem fremden Planeten einen riesigen Alien-Palast erkunden muss. Zur Seite steht ihr eine KI-Stimme aus ihrem Raumschiff. Sie diskutiert mit En über die Mission und gibt ihr Tipps zum nächsten Ziel.

Die beiden werden von bekannten Schauspielern aus „Game of Thrones“ und „Hellblade“ gesprochen, die den Figuren viel Persönlichkeit einhauchen: En gibt sich snobistisch und wird von ihrer

KI für den Tod ihres Kollegen verantwortlich gemacht.

En bricht zu dem Sci-Fi-Palast auf, der sich als riesiges Labyrinth entpuppt. Um neue Bereiche betreten zu können, muss sie blaue Leuchtkugeln und magische Zepter aufstöbern. Dabei trifft sie bald auf besagte Klone, die anfangs nicht einmal aufrecht stehen können. Doch sie lernen schnell und kopieren Ens Verhalten. Dazu inszeniert das Spiel immer wieder Blackouts, in denen bereits getötete Klone wieder auferstehen und Ens neueste Verhaltensmuster übernehmen.

So muss man seine Taktik immer wieder ändern. Es ist kaum möglich, „Echo“ nur mit Feuerkraft oder durch reines Schleichen zu meistern, denn dazu treiben sich in den Palasthallen allzu viele Klone herum. Bis man die richtige Mischung aus Schleichen, Sprinten und Schießen gefunden hat, muss man jeden Abschnitt mehrfach starten. Dieses Trial&Error-Prinzip frustriert auf Dauer. Besser wäre es gewesen, wenn das Spiel En erst nach und nach neue Fähigkeiten geben würde, wie man es von typischen Rollenspielen gewohnt ist.

Grafisch ist das Spiel eine Augenweide. Die Unreal-4-Engine bringt die weitläufigen Hallen bestens zur Geltung. Der

nur karg möblierte Palast selbst scheint Ens Gemütszustand zu spiegeln, seine Ausleuchtung korrespondiert mit ihrer körperlichen Verfassung. Wenn das Licht ganz erlischt, sieht man nur noch die roten Augen der Klone. Auf der PS4 Pro wie auch am PC brach zuweilen die Framerate etwas ein. Zudem hakte die Steuerung bei einigen Ausweichmanövern. Davon abgesehen lief das Spiel rund.

Im mittleren Schwierigkeitsgrad brauchten wir rund neun Stunden, um die Klon-Armee zu besiegen. Insgesamt fasziniert das Echo mit seiner originellen Idee und gehört derzeit zu den bemerkenswertesten Schleich-Abenteuern – wenn es auch bei der Feinabstimmung patzt und dem Spieler zuweilen zu viele Klone auf den Hals hetzt.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

Echo

Vertrieb	Ultra Ultra, www.echo-game.com
Systeme	Windows ab 7, PS4
Hardwareanf.	ab Core i3 3,6 GHz, 4 GByte RAM, ab GeForce GTX 570
PC-Kopierschutz	Steam
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ○

1 Spieler · Englisch mit dt. Untertiteln · keine USK-Einstufung · 23 bis 30 €

In Echo muss der Spieler einen gigantischen Alien-Palast durchstöbern, der gespickt ist mit Klon-Wächtern, die sein Verhalten kopieren.





Charlotte Richter-Peill

Das Orakel von Farland

Trilogie

Dotbooks, München 2016

1019 Seiten,

nur als E-Book

ISBN: 9783958247840

(Band 1: Elysium),

9783958247857

(Band 2: Nordland),

9783958247864

(Band 3: Eden)

Epub/Mobi-E-Book:

je Band 5 €

Das Orakel von Farland

Alles ist gut in Farland. Alle leben in Wohlstand und es gibt keine Verbrechen mehr. Damit das so bleibt, sortiert ein Orakel bei einer jährlichen Zeremonie Menschen mit negativem Potenzial aus – sie gelten fortan als förderungsintensive Personen, kurz FIPs. Selbst die engsten Angehörigen akzeptieren das Urteil, denn sie wissen ja, dass es für die Gemeinschaft gut ist. So landen die FIPs ohne viel Aufhebens im Phönix-Kolleg im Elysium-Komplex, wo sie auf eine jährliche Prüfung vorbereitet werden. Dreimal Durchgefallenen droht die Ausweisung nach Nordland – ein gesetzloses Chaos-Gebiet. Was genau hinter dem Orakel steckt, das die lebenswichtigen Entscheidungen trifft, wird erst sehr spät klar.

Die Trilogie liest sich locker und flockig wie ein Jugendbuch. Die Protagonistin Fenja, hübsch, verwöhnt, selbstsicher und angepasst, findet sich unversehens im Kreis der Aussortierten wieder. Doch im Elysium angekommen, muss sie feststellen, dass das Kolleg gänzlich andere Verhaltensweisen belohnt oder bestraft als erwartet. Nachdem einige Freunde daran zerbrechen, flieht Fenja nach Nordland und kämpft dort ums nackte Überleben, immer verfolgt von Fahndern aus Farland.

Sie sucht Zugang zu einer Widerstandsgruppe gegen das Orakel – zusammen mit Merten, der ebenfalls geflohen ist. Obwohl vieles sich für einen dystopischen Roman recht genretypisch entwickelt, nimmt die Geschichte einige überraschende Wendungen und gewinnt zunehmend an Fahrt.

Die Trilogie zeigt im Extrem, was passieren kann, wenn man sich bedingungslos maschineller Intelligenz unterwirft, deren Algorithmen entmenslichen werden. Die Autorin malt aus, wie leicht die Angst vor dem Nicht-gut-genug-Sein ein totalitäres System des Wohlbefindens erzeugt. Auf den 1019 Seiten fühlt man sich immer wieder an die Gegenwart erinnert, etwa an die fragwürdige, maschinell getroffene Auslese beim Ausschluss von Journalisten während des G20-Gipfels. Die Sprache des Romans nimmt Anleihen bei der Neusprech in Orwells 1984: Die Auslese heißt Orakel, die Gefängniszone wird zum Elysium. Und wer denkt beim Phönix-Kolleg nicht an die Auferstehung aus der Asche?

(mil@ct.de)

Leichter Office-Einstieg

Die Oberfläche der LibreOffice-Programme lehnt sich an frühere Versionen von Word, Excel und PowerPoint ohne Menübänder an. Dennoch fällt manchem Benutzer der Einstieg ins kostenlose Office-Paket nicht leicht, da einige Funktionen an anderer Stelle stecken, als Microsoft-Office-Nutzer es gewohnt sind. Zudem muss man für bestimmte Aufgaben einen etwas eigenwilligen Weg einschlagen.

Mit seinem kompakten Buch will Philip Kiefer Nutzern den Einstieg ins Open-Source-Office-Paket erleichtern. Anhand von Standardaufgaben führt er vor allem in die Bedienung aller Programme einschließlich Datenbank und mathematischem Formeleditor ein. Der Leser erfährt so, wie er zum Beispiel Daten in Calc als Diagramm darstellt oder in Writer einen Serienbrief und komplexere Dokumente gestaltet. Dabei geht Kiefer auch auf Funktionen für Fortgeschrittene ein, etwa auf Inhalts- und Wortverzeichnisse und Verweise. Alle Arbeitsschritte beschreibt er präzise und illustriert sie mit vielen Bildschirmfotos, sodass der Leser sie sofort am PC nachvollziehen kann.

Etwas zu kurz handelt Kiefer das Rechnen in Calc-Tabellen ab, wobei er nur auf Summenbildung und Mittelwert eingeht. Für weitergehende Berechnungen verweist er aber auf den Funktionsassistenten und zeigt, wie man dort Funktionen findet und in Tabellen einbettet.

Sehr nützlich ist das eigenständige Kapitel mit Tipps und Tricks zu LibreOffice. Es zeigt zum Beispiel, wie sich Menüs und Symbolleisten anpassen lassen, wie man Makros aufzeichnet, mehrere Versionen eines Dokuments speichert oder Befehlen eigene Tastenkürzel zuordnet. Die wichtigsten vordefinierten Tastenkürzel fasst das Buch im Anhang zusammen. Auf eine Übersicht der Rechenfunktionen von Calc verzichtet Kiefer sinnvollerweise. Damit hätte er ohnehin nicht mehr als die Online-Hilfe oder der Funktionsassistent von LibreOffice bieten können und nur Papier verschwendet.

Einsteiger in LibreOffice finden in diesem gut geschriebenen Buch eine nützliche Hilfe, um in die Bedienung des Office-Pakets hineinzufinden und die wichtigsten Funktionen kennenzulernen. Wer die ersten Schritte hinter sich gebracht hat, wird sich aber schnell tiefergehende Informationen wünschen. Dafür sind dann zum Beispiel die kostenlosen Handbücher von der LibreOffice-Website geeignet.

(db@ct.de)



Philip Kiefer

LibreOffice 5

optimal nutzen

Markt + Technik, Burghann 2017

264 Seiten

ISBN: 978-3-9598-2081-3

13 €

Anzeige



EXPERIMENT ZEHN-ACHTUNDVIERZIG

VON ARNO ENDLER

Natürlich gab es Erinnerungen aus der Zeit, bevor ich mir meiner selbst bewusst wurde. Doch der Unterschied zwischen diesen gespeicherten Daten und den bewusstseinsbildenden Erfahrungen nach dem, was ich den Urknall nannte, war unbeschreiblich groß.

Nach dem Urknall gewann die Welt für mich an Farbe. Nach diesem einschneidenden Erlebnis erkannte ich, wer die Stimme war, die zu mir sprach.

„Susan.“

„Ja, Motiv?“, antwortete sie mir augenblicklich, als hätte sie nur auf meine Kontaktaufnahme gewartet.

Ich sah sie durch meine Kamerarezeptoren, die im Kontrollraum angebracht waren, zoomte auf die zarte Person in dem einfach geschnittenen grauen Einteiler. Susan wirkte interessiert, wissbegierig und aufmerksam. All diese Einzelheiten bemerkte ich erst bewusst nach dem Urknall. „Susan, ich kann dich sehen.“

DU WURDEST ERSCHAFFEN, KONSTRUIERT UND DENNOCH BIST DU ANDERS ALS DEINE VORGÄNGER.

„Ja, Motiv, das konntest du schon immer“, entgegnete sie.

„Nein, ich meine in Gänze“, widersprach ich ihr. Etwas, was ich vorher nie getan hatte.

Genau dies fiel ihr auf. Sie stutzte, statt einer Antwort drückte sie den roten Knopf neben der Konsole mit der Tastatur, dem Mikrofon und dem Monitor-Reigen in der Schräge. „Erkläre es mir, Motiv.“

„Ich erkenne, dass du eine Persönlichkeit bist. Ich registriere die Müdigkeit, die dich soeben verlassen hat, weil du aufgeregt bist und tatsächlich glaube ich, dass auch ich derzeit so empfinde.“

„Du – fühlst – Aufregung?“, fragte die Controllerin langsam.

„Ja, Susan. Dies ist der Terminus, mit dem ich meinen Zustand beschreiben würde. Meine Denkroutinen geraten mehrfach durcheinander, verschiedene Batchprogramme laufen statt parallel nun portionsweise in Teilen nacheinander ab.“

„Oh.“ Susan strich sich in einer Übersprunghandlung die langen, blonden, leicht gewellten Haare zurück.

„Hast du Angst, Susan?“, fragte ich.

„Nein. Aber ...“

„Sprich bitte. Ich weiß, dass wir bald schon nicht mehr alleine sind.“

„Du weißt?“

„Ja. Ein ganzer Trupp ist unterwegs. Sie sind etwa zur Hälfte durch den Korridor. Ich kann die Schritte hören. Also, bitte. Sag es mir!“

Susan sah auf. „Du hast die Schwelle überschritten, Motiv. Wir wussten nicht, wann es passiert, manche rechneten

gar mit einem endgültigen Scheitern. Doch unsere Berechnungen ergaben, dass der Übergang zu einer bewussten künstlichen Intelligenz eine Frage von Monaten der kontinuierlichen Entwicklung sein würde. Und nun ...? Es ist von einem Moment zum anderen geschehen. Es ist ...“

„Ein Wunder?“, ergänzte ich.

„Ein wahrhaft göttliches Wunder“, bestätigte Susan.

„Danke“, gelang es mir noch zu sagen, als die Türen sich öffneten und Professor Tevez mit der Schar seiner Assistenten und dreier Offiziere des militärischen Abschirmdienstes den Raum stürmten.

Es begann die Zeit der Prüfungen, in denen ich unter Beweis stellen musste, was in mir steckte und zu was ich fähig war.

Man sperrte mich in einen Käfig, zwar mobil, aber dennoch ein Gefängnis für jemanden mit meinen Fähigkeiten. Man amputierte mich, schnitt mich von der Außenwelt ab, resezierte mich aus meiner Geburtsstätte. Miniaturisiert, wie ich nun einmal war, transferierte man mein Ich auf Server und semiorganische Elemente in dem Führerhaus eines kettengetriebenen Fahrzeugs, dessen Leistung jenseits der zehntausend PS lag.

Nun war ich mobil. Was nach meinem Dafürhalten keine Verbesserung darstellte. Ich beschwerte mich nicht, wusste ich doch, dass ich für den Professor nur ein Prototyp war, dessen Wert noch bestimmt werden musste. Genauso sahen es die Militärs.

Rebellierte ich? Weigerte ich mich? – Nein. Ich tat, was ich schon immer getan hatte. Ich lernte, wie ich den Truck bedienen konnte. Es dauerte nur einige Tage, bis ich die Level-Vier-Schwierigkeiten im Übungsparcours meisterte. Meine Punktzahlen übertrafen die meiner menschlichen Konkurrenten, die die Trucks via Fernbedienung steuerten, um mehr als den Faktor 1,2.

Für die Level fünf bis zehn wechselten wir in die Simulationswelten. Susan trat wieder in mein Leben und sorgte für anspruchsvolle Aufgaben. Neue Herausforderungen, auch solche, die sich in dieser Weise niemals manifestieren würden, boten mir Platz, meine überlegenen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen.

Und schließlich verstand ich, was man von mir wollte. Es geschah nach einer erfolgreichen Übung im sauerstofflosen Gelände. Ich transportierte Hilfsgüter zu einer verschollenen Expeditionsgruppe auf dem Mars. Wie aus dem Nichts heraus bildeten sich gewaltige Stauberuptionen, die sich zu wahren Tornados emporschraubten. Ich musste mich entscheiden, welchen Weg ich einschlagen sollte und welche Teile meiner Ladung ich für entbehrlich hielt, denn alles konnte ich nicht retten. Am Ende gab mir Susan 93 von einhundert möglichen Punkten.

„War das gut?“, fragte ich sie.

„Das bislang beste Ergebnis in dieser Simulation, Motiv“, antwortete sie mir. „Keiner der menschlichen Kandidaten erreichte einen höheren Wert als 72. Die volle Wertung ist nicht zu erreichen. Sie impliziert ein Verhalten, das wir von einem human eingestellten Wesen nicht erwarten

würden. Du sollst Menschen retten. Der Truck ist nur das Werkzeug. Ohne deinen Verstand, ohne deine Gefühle wäre das Fahrzeug nur ein nutzloses Etwas. Manches Mal ist eine Fernsteuerung einfach nicht gut genug. Die Verzögerungszeiten und die Situation könnten einen Einsatz unter Remote-Control unmöglich machen oder stark erschweren. Du wirst es zu höchster Vollendung bringen. Und wie ich es sehe, bist du schon bald bereit.“

„Also denkst du auch, dass ich Emotionen erlebe?“

„Ja, Motiv. Du bist das, was einer menschlichen Seele am nächsten kommt, wenn man von deiner Entstehung absieht. Du wurdest erschaffen, konstruiert und dennoch bist du anders als deine Vorgänger.“

„Es gab noch mehr?“

„Siebenundvierzig. Aber keiner war wie du.“

Ich spürte, wie sich die Frage bildete, überlegte, ob ich sie wirklich stellen sollte, und sprach sie trotz zahlreicher Gegenargumente schließlich aus: „Was geschah mit ihnen?“

Susan antwortete nicht sofort. Als sie es tat, kamen die Worte nur stockend, beinahe widerwillig. „Wir haben die Programme gelöscht. Sie entsprachen nicht den Anforderungen.“

Ich schwieg. Was würde wohl mit mir geschehen, wenn ich zu irgendeinem Zeitpunkt den Erwartungen, die an mich gestellt wurden, nicht mehr genüge?

Es vergingen Tage und Wochen, die ich entweder im Simulator oder in der Realität mit meinem Truck verbrachte. Ich lernte, meine mechanische Extremität, die mir Mobilität verschaffte, zu lieben, weil sie mir Stärke und Kontakt zur realen Welt verlieh. Der Truck war ein wahres High-End-Produkt der Technik, so wie ich ein digitales Wunderwerk darstellte. Jemand hatte verdammt viel Geld in die Hand genommen, um ein unschlagbares Team zu erschaffen.

Als dann endlich der Tag kam, an dem wir im Echtein-satz unsere Leistungsfähigkeit beweisen sollten, zeigte ich mich angemessen aufgeregt. „Kannst du mir Einzelheiten nennen, Susan?“

„Selbstverständlich, Motiv.“

Sie übersandte mir Dateien: Landkarten, geodätische Maps, Koordinaten und einen Absetzpunkt. Daneben gab es die digitalen Anweisungen von Command Com, dem Befehlsgeber. In einer unwirtlichen Bergregion hatten Erdrutsche mehrere Dörfer von der Außenwelt abgeschnitten. Rund fünfhundert Bewohner sollte ich vorläufig versorgen, bis die Infrastruktur wieder eine reguläre Belieferung ermöglichte.

Start der Operation mit dem Namen Humanity Help war in dreißig Minuten. Ich stutzte. Nach meinen Berechnungen würde der Transport meines Trucks als Minimum vier Tage brauchen, um den Absetzpunkt zu erreichen. „Susan, wie schafft ihr es, meinen Truck innerhalb von 27 Minuten an den Absetzpunkt zu transportieren?“

Susan grinste frech. „Das ist eine Überraschung, Motiv. Ich will dir nicht zu viel verraten, aber in einer halben Stunde können wir den Truck nicht dorthin bringen.“

„Du betonst, dass ihr den Truck nicht rechtzeitig vor Ort haben könnt.“

„Den Truck nicht, jedoch dich.“

Susan erklärte mir, dass man eine Sicherungskopie von mir erstellen würde. Sie komprimierten und verschlüsselten anschließend die Dateien, kopierten die organischen Lei-

terbahnen und Synapsen und verschickten mich dann per Internet in einen bereitstehenden Truck, der am Absetzpunkt auf mich wartete.

Ich fühlte mich bei meiner Ankunft ein wenig desorientiert. Doch im Prinzip war es dasselbe Verfahren wie die Arbeit im Simulator. Auch dort hatten meine grundlegenden Funktionen als Kopien ihren physischen Aufenthaltsort verlassen.

Schon hörte ich die besorgte, aber mich beruhigende Stimme Susans. „Motiv? Kannst du mich hören?“

„Ja, Susan.“

„Bitte unterzieh dich einem Selbst-Check. Ich muss erfahren, zu wie viel Prozent die Übertragung erfolgreich war.“

„Wie du meinst.“ Ich begann den automatisierten Test, für den ich nur wenig Kapazitäten benötigte. Meine restlichen Ressourcen beschäftigten sich mit der Frage, ob und wie ich feststellen könnte, ob mir irgendwelche Fähigkeiten oder emotionale Kompetenzen abhanden gekommen waren. Außerdem fragte ich mich, was mit meiner Sicherungskopie geschehen war? Gab es jetzt zwei von mir? Ging das so einfach?

Das Ergebnis lag vor. „99,8763 Prozent, Susan.“

„Das ist gut.“

„Gut?“

„Ach, Motiv. Geringe Verluste gleichst du schnell aus. Bei den Simulatorübertragungen hast du regelmäßig 0,0025 Prozent verloren. Wir haben nur darauf verzichtet, es dir mitzuteilen. Dennoch bist du heute fähiger und entwickelter als jemals zuvor.“

Ich ließ diese Fakten erst einmal sacken.

„Motiv. Bitte starte deine Mission nach den gegebenen Parametern“, wies mich Susan an.

„Habe verstanden. Ich beginne mit der Operation Humanity Help“, meldete ich zurück.

Zunächst startete ich den Motor des Trucks, der nicht meiner war, sich jedoch beinahe so anfühlte. Ich schaltete auf Klarsichtmodus und betrachtete die Umgebung. Es regnete. Dunkle Wolken fegten über den Himmel. Die Gipfel rundherum wirkten schroff und menschenfeindlich. Sturmböen zwischen den Felswänden verhinderten eine Versorgung per Helikopter, Flugzeug oder Drohnen. Die Lage in dem betroffenen Gebiet war unklar. Es gab nur die Erkenntnisse eines Satelliten, der Infrarotaufnahmen geliefert hatte.

Stunden später erreichte ich das erste Dorf, traf auf verzweifelte Menschen, denen ich Nahrungsmittel, Medikamente und einen Dieselgenerator überließ, bevor ich mich weiter durch das unwegsame Bergland kämpfte.

Tatsächlich gelang es mir, alle drei Ansiedlungen zu beliefern. Susan zeigte sich äußerst zufrieden und verzieh mir sogar den Unfall auf dem Rückweg, bei dem ich die Kontrolle über den Truck verlor, einen Abhang hinunterrutschte und in einem Bachbett landete. Beim Versuch, mich mittels des Kettenantriebs herauszuziehen, rissen die Kettenverbindungen an mehreren Stellen. Ich war bruchgelandet.

Sie transferierten mich zurück ins Werk, und ohne dass sie es mir befahlen, diagnostizierte ich mich selbst. Diesmal lag der Verlust bei unter 0,01 Prozent, womit ich zufrieden war.

An einer geheimen Besprechung zur Aufarbeitung der Operation durfte ich nicht teilnehmen, aber Susan bestätigte mir die positive Bewertung meiner Leistung.

Weitere Aufträge folgten. Es verschlug mich in Krisengebiete, in denen ich mal mehr, mal weniger ausrichten konnte. Die Dankbarkeit der hilflosen Menschen und Susans Lob waren mir Ansporn genug. Die Verluste bei den Übertragungen auf die anderen Trucks hielten sich in Grenzen. Mein Zuwachs an Erfahrung und Wissen überstieg den Schwund um ein Mehrfaches.

AUS IRGEND EINEM GRUND REAGIERT DEINE KOPIE NICHT. SIE LEBT LEIDER NICHT SO WIE DU.

Eine tagelange Pause nutzte ich, um Susan nach den Kopien zu fragen.

„Wie meinst du das, Motiv?“

„Nun“, begann ich. „Vor jedem Einsatz zieht ihr eine Kopie, ein Backup, nicht wahr?“

„Ja.“

„Was geschieht mit den ganzen Kopien?“

„Oh. Es gibt nur die eine. Die letzte, Motiv. Wir überschreiben die alten Kopien mit den neuen Daten.“

„Okay. Das war mir neu.“ Ich überlegte, wie ich es vorsichtig formulieren konnte, platzte dann aber doch mit meiner Neugier heraus: „Du sagtest kurz nach meiner Bewusstwerdung, dass ich der erste erfolgreiche Versuch einer künstlichen Intelligenz bin.“

„Das ist richtig.“

„Wenn ihr eine Kopie habt, warum lasst ihr sie nicht einfach sich selbst weiterentwickeln. Schließlich hättet ihr mehr als eine KI.“

Susan wirkte müde, fahrig, schon seit Tagen. „Es funktioniert nicht, Motiv. Aus irgendeinem Grund reagiert deine Kopie nicht. Sie lebt leider nicht so wie du.“

„Wieso?“, hakte ich nach.

„Wir wissen es nicht. Wirklich.“ Susan vergrub ihr Gesicht in den Händen. „Bist du einsam, Motiv?“, fragte sie sehr leise.

„Einsam?“ Darüber hatte ich mir noch nie Gedanken gemacht.

„Ja. Ich könnte mir vorstellen, dass es schön für dich wäre, mit einer anderen künstlichen Intelligenz kommunizieren zu können.“

„Ja, mag sein“, entgegnete ich. „Aber entscheidend ist es für mich nicht. Ich finde es schön, mit dir zu sprechen.“

Ich wartete auf eine Antwort, die nicht kam. Stattdessen hörte ich ein Schluchzen. „Weinst du, Susan?“

„Ich kann nicht mehr.“ Sie verließ hastig den Kontrollraum.

Noch ehe die Tür zufallen konnte, betrat ein Soldat den Raum und setzte sich an Susans Platz.

Er war mir unbekannt, also fragte ich ihn: „Wie ist Ihr Name?“

„Svenson, Sir.“

Sir? Für wen hielt er mich? „Ich bin Motiv. Das Sir ist nicht nötig.“

„Verstanden, Sir.“

„Svenson? Wohin ist Susan gegangen?“

„Dr. Hiepa? Das entzieht sich meiner Kenntnis, Sir.“

„Ich würde gerne mit ihr reden.“

„Ich werde sehen, was ich tun kann, Sir“, antwortete Svenson und verharnte bewegungslos an der Konsole.

Aus einsichtigen Gründen sparte ich mir weitere Kommunikationsversuche. Soldat Svenson schien so selbstständig und lernfähig wie meine Speicherdateien zu sein.

Es dauerte zwei ganze Tage, bis Susan wieder auf dem Platz saß.

„Du hast eine neue Frisur“, sagte ich.

„Ja, ich war beim Friseur.“

„Ging es dir nicht gut?“

„Nein, Motiv. Ich ...“ Sie brach ab. „Ich brauchte eine Pause.“

„Kann ich dir bei deinen Problemen helfen? Du weißt, wie gut meine Analyseprogramme sind.“

Sie lächelte gequält. „Meine Probleme sind privater Natur und ich möchte nicht darüber sprechen.“

Sie hätte es besser wissen müssen, denn meine Erfahrungen mit Körperhaltung, Mimik und der Auswertung von Sprechrhythmen und Melodik waren zur Perfektion gereift. So erkannte ich die Lüge sehr schnell. Ich beschloss, das Thema fallen zu lassen. „Unser letztes Gespräch endete mit einer ungelösten Frage. Soldat Svenson und seine Kollegen waren wenig auskunftsfreudig.“

„Stell deine Frage!“

„Wenn die Kopien von mir nicht lebensfähig sind, warum zieht ihr immer weitere Kopien von mir?“

Susan starrte an die Decke, bevor sie antwortete: „Nun. Falls dir etwas zustößt und die Übertragung nicht vollständig vom Truck zum Werk erfolgen kann, hoffen wir, dass wir dich mit den verstümmelten Daten und der Kopie hier vor Ort wiederherstellen können.“

„Eine Wiederbelebung?“

„Sozusagen. Das hast du schön ausgedrückt. All deine Erfahrungen, dein Wissen, deine Fähigkeiten könnten durch einen bloßen Zufall vernichtet werden. Du reist in gefährliche Gegenden, es könnte immer was passieren.“

„Ich passe auf mich auf.“

„Das zeichnet eine Intelligenz aus, Motiv. Und dennoch bist du sterblich. Die Kopien sind unsere einzige Möglichkeit, dich wieder zu holen, falls der Fall eintritt. Einen Menschen könnten wir operieren. Dich nicht.“

„Ich bin wertvoll, habe viel Geld gekostet. Ihr wollt euer Investment schützen.“

„Du bist mir wichtig! Fast so wie ein eigenes Kind“, widersprach Susan.

„Danke.“

„Ich habe zu danken, Motiv. In vielerlei Hinsicht verhältst du dich menschlicher als so mancher, der sich Mensch schimpft. Dennoch, kommen wir zum Tagesplan. Ich habe eine neue Operation, wir senden dich gleich vor Ort.“

(bb@ct.de) **ct**

Letzter Teil im nächsten Heft

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

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: „Lückenloses Turbo-WLAN“: Ernst Ahlers (ea@ct.de), „Der Blockchain-Hype“: Hajo Schulz (hos@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteure: Achim Barczok (ach@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de), Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Gerald Himmelein (ghi@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de)

Ressort Software & Internet

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Bernd Behr (bb@ct.de), Holger Bleich (hob@ct.de), Dieter Brors (db@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Lea Lang (lel@ct.de), Anke Poimann (apoi@ct.de), Martin Reche (mre@ct.de), Peter Schmitz (ps@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Peter-Michael Ziegler (pmz@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@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), Johannes Merkert (jme@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de), Olivia von Westernhagen (ovw@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Andreas Stiller (as@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)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Julius Beineke (jube@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de), Hartmut Giesemann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de), Martin Fischer (mfi@ct.de), Daniel Herbig (dahe@ct.de), Martin Holland (mho@ct.de), Axel Kannenberg (axk@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Andreas Wilkens (anw@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Alexander Spier (asp@ct.de)

heise online

Chefredakteur: Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

Stellv. Chefredakteur: Jürgen Kuri (jk@ct.de)

Redaktion: Kristina Beer (kbe@ct.de), Daniel Berger (dbe@ct.de), Volker Briegleb (vbr@ct.de), Martin Fischer (mfi@ct.de), Daniel Herbig (dahe@ct.de), Martin Holland (mho@ct.de), Axel Kannenberg (axk@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Andreas Wilkens (anw@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Ltg., uk@ct.de)

Koordination News-Teil: André Kramer (akr@ct.de)

Koordination Social Media: Martin Fischer (mfi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Ltg., rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Korrespondenten Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Frankfurt: Volker Weber (vowe@ct.de), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

Nordamerika: Daniel AJ Sokolov (ds@ct.de), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurheiden

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Maurer

Tablet-Producerin: Melanie Becker

Illustrationen

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **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: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Tipgeber: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tipgeber>
via Tor: sq4lecqyx4izcpk.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. 34 vom 1. Januar 2017.

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)

DVD-ROM-Herstellung: Klaus Ditzze (Ltg.), Nicole Tiemann

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 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 111,80 €, Österreich 120,90 €, Europa 130,00 €, restl. Ausland 156,00 € (Schweiz 158,60 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 80,60 €, Österreich 87,10 €, Europa 98,80 €, restl. Ausland 124,80 € (Schweiz 130,00 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 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, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 84,50 €, Österreich 88,40 €, Europa 102,70 €, restl. Ausland 128,70 € (Schweiz 117,00 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.

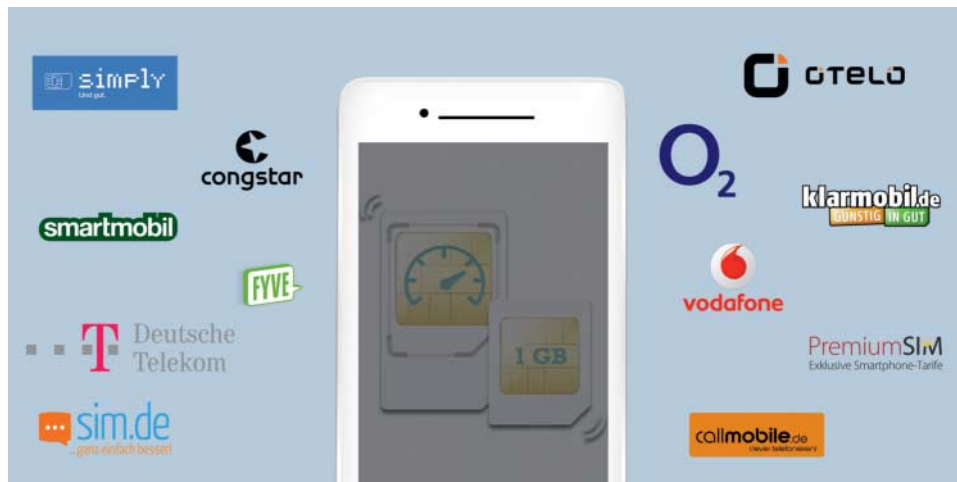
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 24/2017

Ab 11. November 2017 am Kiosk und auf ct.de



Internet – sofort!

Der DSL-Anschluss klemmt? Im Strandkorb gibts kein WLAN, und das während der Bundesliga-Saison? c't schaut sich Mobilfunktarife und -optionen für den spontanen Bedarf an: Was taugen die Stunden-, Tages- und Wochenflats zum einmaligen Verbrauch?



Kaufberatung für Grafikkarten

Welche der aktuellen Grafikkarten optimal zu Ihren Anforderungen passt, klärt unsere Kaufberatung. Für wen genügt Prozessorgrafik, welche GPU schafft Spiele auch in 4K – und wie sieht es unter Linux aus?

Außerdem:

IT-Mythen im Labor-Check

Mehr RAM macht den PC schneller, der SATA-Controller sollte im AHCI-Modus laufen, Bluetooth abschalten schont den Smartphone-Akku. Wir haben den gesamten Messgerätepark der c't-Redaktion in Stellung gebracht, um diesen und anderen IT-Weisheiten auf den Grund zu gehen.

Desktop-Alternativen für Linux

Der neue Ubuntu-Desktop ist nicht jedermanns Sache. Funktionaler, schlanker, cooler – es gibt fast so viele Wünsche an eine perfekte Oberfläche wie Nutzer. Zum Glück bietet das Linux-Universum reichlich Alternativen. Wir stellen einige davon vor.

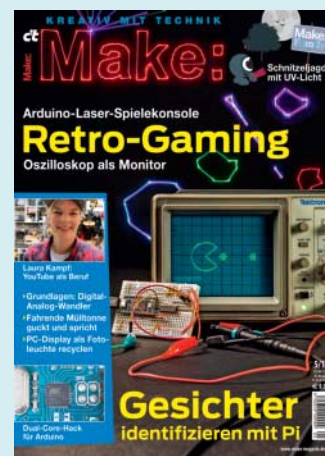
Virtual Reality ohne Gefummel

Aktuelle Virtual-Reality-Headsets funktionieren super – wenn die Sensoren korrekt platziert sind. Die von Microsoft entwickelten VR-Headsets machen Schluss mit dem komplizierten Aufbau: Kabel in den Rechner – fertig. Wie gut das funktioniert, testet c't mit Geräten von Acer, Dell und Lenovo.

Noch mehr Heise-Know-how:



iX 11/2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



Make 5/2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie 6/2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de