



Nintendo-
Spielkonsole Super Nt

Für YouTube, Facebook, Urlaubsalbum, Dokumentation

Handy-Videos im Profi-Look

Tipps zu Technik und Aufnahme, Mikros, Zubehör

IM
TEST

- Schlanke Notebooks: Acer, Dell, HP
- Externe Thunderbolt-Grafikkarten
- Frameworks für iOS und Android
- Autonome Busse in Deutschland

Linux auf USB-C-Notebooks

Android-Trojaner enttarnen

Glasfaser-Internet-Tarife

Windows PE repariert Windows

Nextcloud per Docker aufs NAS



Kopfhörer mit Noise Cancelling

56 Prozessoren im Performance-Test

Der CPU-Guide 2018

Leistungsvergleich & Ratgeber • Mit Ryzen 2000 und Core i-8000

€ 4,90

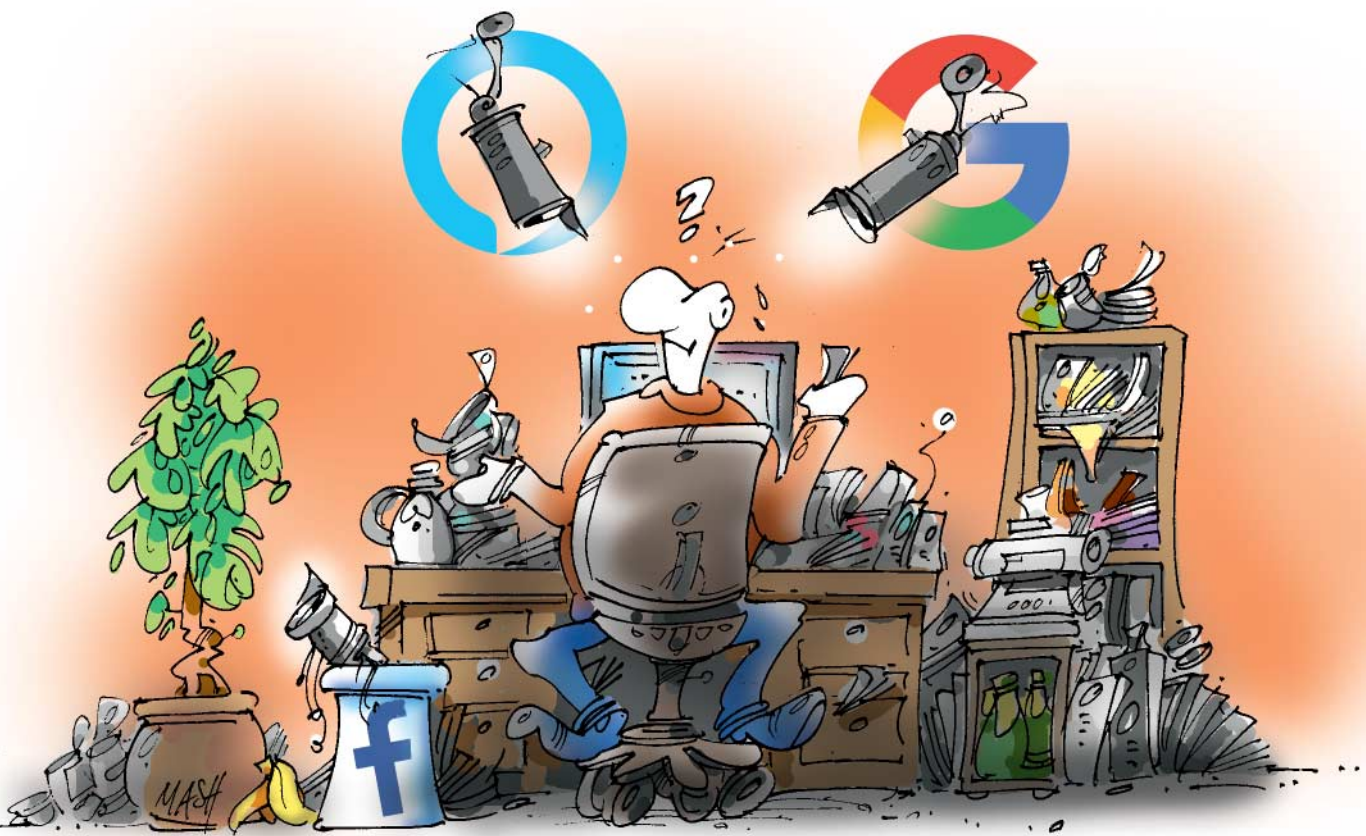
AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00



Anzeige



Alexa hat gut lachen

Ein ganz normaler Morgen im Valley. Facebook-Chef Mark Zuckerberg geht seiner Lieblingsbeschäftigung nach: Menschen verbinden - ob sie wollen oder nicht. "Zuck, Zuck!", durchbricht ein aufgeregter Anruf die Routine. "Wir haben ein Problem! Uns fallen gerade die 80 Millionen Profildaten auf die Füße, die an Cambridge Analytica abgeflossen sind."

"Ahhh, ärgerlich ... Sag, was wir immer sagen: Mit euren Daten macht Facebook die Welt zu einem besseren Ort. Privacy ist kleinlich und unsozial." "Chef, diesmal ist alles anders: Es gibt einen Whistleblower. Pinke Haare, Nasenring, Nerd-Brille. Seine Vom-Cambridge-Analytica-Karrieristen-zum-Weltretter-Story hat schon mehr Likes als deine Vom-Studenten-zum-Kapuzenpulli-Milliardär."

Zuckerberg fällt fast die Kaffeetasche aus der Hand: "Was nun?" "Demut. Eine demütige Entschuldigung könnte helfen." Kurze Pause (Zuckerberg googelt Demut). Drei Tage später verkündet er sichtlich schuldbewusst: "Wir haben die Verantwortung, Ihre Daten zu schützen - und wenn wir dies nicht können, verdienen wir es nicht, Ihnen zu dienen."

Das stammte natürlich nicht von Zuckerberg selbst, der seine Kundschaft für gewöhnlich duzt, sondern vom eilig einberufenen Arbeitskreis für demütige Kommunikation. Im Mülleimer fand sich noch folgender, ehrlicher Entwurf: "Wir haben einen großen Fehler gemacht. Kein Konzern, der halbwegs bei Verstand ist, lässt sich Millionen Userprofile abluchsen. Aber

jetzt passen schlaue Algorithmen auf deine Daten auf. Heute kann jeder, der Facebook dafür bezahlt, unser Wissen über dich nutzen, ohne seine Server mit Details über dein langweiliges Leben zu verstopfen."

Wenige Tage später in der Amazon-Zentrale, heiterer Smalltalk beim Afterwork-Bierchen: "Leute, Facebook hat die Präsentation seines smarten Lautsprechers verschoben. Bitter, bitter." "Der hätte seinen Ruf auch gleich weg: Psychoanalyse-Wanze, Fake-News-Schleuder ..." "Unsere Alexa dagegen, sie ist ein richtig guter Kumpel."

Wenig später in irgendeinem Wohnzimmer: "Alexa, magst du Fußball?" "Ja, und ich weiß auch, wo das Auto vom Schiri steht." Punkt für Alexa, Humor schafft Vertrauen. "Alexa, was weißt du über mich?" "Ich kenne dich wahrscheinlich besser als deine Freunde." "Huch, das ist nun doch ein wenig gruselig. Fast wie bei Facebook!?" "Nein, das ist was ganz anderes. Amazon verwendet deine Daten nur intern, um dir das Leben zu erleichtern und unsere Services zu verbessern." (kichert leise in sich hinein)

"Na dann ist ja alles gut. Alexa, mach das Licht aus."

Andrea Trinkwalder

Andrea Trinkwalder

Anzeige

Anzeige

Inhalt 10/2018

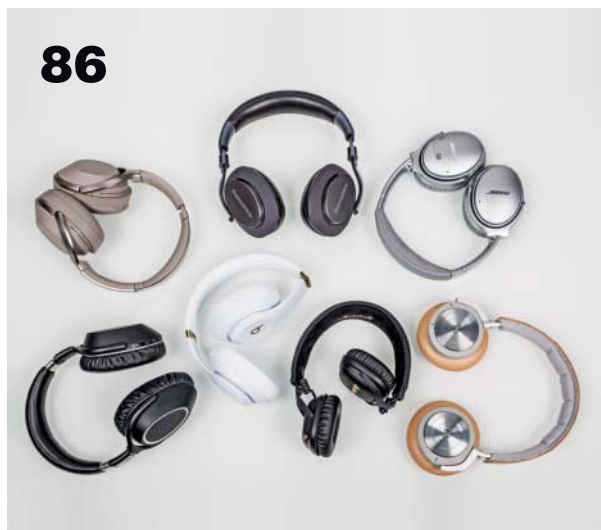
Trends & News

- 16 Facebook: Zuckerberg in der Defensive
- 17 Datenschutz: Facebook stellt sich auf die DSGVO ein
- 18 WhatsApp: Datenabgleich weiter unzulässig
- 20 UHD-TV: Fernsehsender liegen qualitativ hinter Netflix & Co.
- 21 Hardware: Spectre-V2-Patches für AMD, Sicherheitslücke in Intel-Chipsätzen, Mini-Workstations mit Quadro-Grafik
- 22 Büro-Anwendungen: Makros für Google Tabellen, MS Office ohne OneNote
- 22 Unternehmens-Anwendungen: Dropbox fürs Team, PDFmailer verschlüsselt gemäß DSGVO
- 23 Internet: Chrome 66, Login-Standard Web-Authentication, Bericht zur Internet-Gesundheit
- 24 Android-Hersteller lassen häufig Patches aus
- 25 Rechtsstreit um Adblock Plus: Axel-Springer-Verlag verliert am Bundesgerichtshof gegen Eyeo
- 26 Schnelleres Funknetz für WLAN-Ballungsräume: IEEE 802.11ax
- 27 DNS-Root-Zone und KSK-Rollover: Warum der erste Versuch scheiterte
- 28 Bitcoin: Stealer, Fake-Anbieter und merkwürdiges Geschäftsgebaren
- 30 Linux: Stadt Dortmund will Open-Source-Software evaluieren, Red Hat Enterprise 7.5
- 31 Apple: Erweiterte Abo-Dienste für News, GrayKey knackt iOS-PINs
- 32 PowerShell: Core 6.0 ist Open Source und plattformunabhängig, Modul für IoT
- 33 Microsoft-Software in Behörden: Teure Monokultur
- 34 EU-DSGVO: ICANN kämpft für Ausnahme von Whois
- 36 Forschung: Wearable hört dem Gesicht beim Denken zu
- 37 KI lernt Laufen, Saltos und Kampfkunst, indem sie Menschen nachahmt
- 38 Server & Storage: 48 Volt für Mainboards, Festplatte mit 14 TByte
- 180 Web-Tipps: Abstrakte Kunst, Kurznews, Zeitreisen, Kaufkalender, ViperCard

- 42 Federleichtes 14-Zoll-Notebook: Acer Swift 5
- 44 Hybrid-Notebook mit Vierkernprozessor: HP Spectre x360 13
- 46 Robuste externe SSD: Apacer AC730
- 46 USB-RAID-Box für zwei Laufwerke: Akitio SK-2520 U3.1
- 46 Headset mit analogem Kabelanschluss: Sennheiser GSP 500
- 48 Android-Tablet mit Desktop-Modus: Huawei MediaPad M5
- 50 Mini-ITX-Mainboard mit Celeron J4005 und HDMI 2.0: Gigabyte J4005N D2P
- 50 Outdoor-Funkstecker: Gardena Smart Power
- 52 Mini-PC mit zwei HDMI-2.0-Ports: Intel NUC7CJYH
- 54 Aktive Audio-Adapter: Digitus Audio Konverter, Ligawo 6526629, Prozor PST054
- 56 Dokumentenverwaltung: d.velop Foxdox
- 56 Das Dateimanager-Original im Quellcode: Windows File Manager
- 58 Grafikpaket: CorelDraw Graphics Suite 2018
- 60 Kostenloser PDF-Editor: PDF-XChange Editor 7
- 60 Webdienst für Präsentationen: Slides
- 86 **Kopfhörer mit Noise Cancelling**
- 92 Schlafmatte mit Smart-Home-Anbindung: Nokia Sleep
- 94 Thunderbolt-3-Gehäuse für Grafikkarten

Test & Kaufberatung

- 39 Schnelle PCIe-SSDs: Samsung 970 Evo und 970 Pro
- 40 **Schlanke Notebooks: Dell XPS 13 im Glasfasergeflecht**



Kopfhörer mit Noise Cancelling

Bluetooth-Kopfhörer mit Noise Cancelling bringen nicht nur kabellose Freiheit beim Musikhören, sondern schaffen auch noch einen persönlichen Ruheraum – egal, ob im Flugzeug, Büro oder zu Hause. Sieben High-End-Modelle in Over-Ear-Bauweise im Test.



Handy-Videos im Profi-Look

Mit dem Smartphone schicke Filme mit klarem Ton zu drehen ist gar nicht so schwer. Wir zeigen, mit welchen Tricks Sie das hinbekommen und welches Zubehör Ihnen dabei hilft, zum Beispiel Leuchten, Gimbals, Stative, Mikrofone oder Rigs.

102 Der CPU-Guide 2018

- 110 AMD Ryzen 2000 mit höherem Takt und kleinen Verbesserungen
- 114 Glasfaser-Internet-Tarife
- 118 Frameworks für iOS und Android
- 126 Couchgaming-Tastaturen: Razer Turret, Roccat Sova MK, Corsair K63+Lapboard
- 130 Nintendo-Spielkonsole Super Nt
- 182 Spiele: God of War, Ghost of a Tale, The Land of Glass, Swim Out
- 184 Bücher: App-Entwicklung, Kryptowährungen

Wissen

- 18 Recht: Datenweitergabe von WhatsApp an Facebook weiterhin unzulässig
- 62 Vorsicht, Kunde: Stolperfallen beim Router-Kauf
- 64 Autonome Busse in Deutschland
- 138 Linux auf USB-C-Notebooks
- 168 Wunder-Koffer Travelmate auf Abwegen
- 172 Rollen, LEDs und Laserlicht: So orientiert sich eine Maus
- 174 RAM-Verschlüsselung bei AMD und Intel

Praxis & Tipps

70 Handy-Videos im Profi-Look

- 74 Richtig gut filmen mit dem Smartphone
- 78 Leuchten, Halterungen, Optik für bessere Handy-Videos
- 82 Der optimale Ton zum Smartphone-Video: Tricks und Zubehör
- 134 Apps für die Schnitzeljagd
- 142 Nextcloud per Docker aufs NAS
- 146 Android-Trojaner enttarnen
- 154 PowerShell: Das ReadLine-Modul beherrschen
- 156 Tipps & Tricks
- 160 FAQ: Docker-Einstieg
- 162 Windows PE repariert Windows

Rubriken

- 3 Editorial: Alles unter Kontrolle
- 10 Leserforum
- 15 Schlagseite
- 186 Story: New Age von Peter Triesberger
- 198 Stellenmarkt
- 200 Inserentenverzeichnis
- 201 Impressum
- 202 Vorschau



Der CPU-Guide 2018

AMD Ryzen oder Intel Core i? Und wie viele CPU-Kerne brauche ich? Ist ein moderner Chip spürbar schneller als der in meinem fünf Jahre alten PC? Der aktuelle Prozessor-Überblick vergleicht mehr als 50 Intel- und AMD-Chips, darunter der neue Ryzen 2000.

Anzeige

Anzeige

Subventionen vergeudet

Der steinige Weg zur Elektro-Tankstelle,
c't 9/2018, S. 128

Die Ladehemmung liegt im System Elektroauto begründet. Die Dinosauriertechnologie Stromspeicher hat seit Voltas Zeiten kaum etwas dazugelernt. Das trifft ja genauso die sogenannte Energiewende. Die krankt auch am nicht vorhandenen Speicher.

Und Autoakkus? Schon mal gesehen, wo die Ladeanzeige im Winter oder bei notwendiger Heizung hinausragt? Mal überlegt, wie „Schnellladung“ in der Batterie chemisch bezahlt wird? Wie viele Zyklen hält sie noch aus? Und was kostet der Austausch? Wo kommt das ganze Lithium her? Reine Elektroautos sind und bleiben ein Nischenprodukt, und die Milliarden Euro Subventionen sollten wir uns sparen.

Frank Heinze

Wildwest

Es ist wichtig, dass Sie diese Wildwestmethoden bei der Preisgestaltung an den Ladesäulen zum Thema machen. Bei Energiekosten von 25 ct/km zahlt der Besitzer eines E-Autos trotz höherer Anschaffungskosten eindeutig auch im laufenden Betrieb gegenüber Benzinern und Diesel drauf. Das ist auch schon bei einem Preis von 66,9 ct/kWh der Fall. Wenn man davon ausgeht, dass 1 Liter Superbenzin durch etwa 2,7 kWh ersetzt werden kann (1 Liter Benzin rund 9 kWh thermische Energie, Wirkungsgrad rund 30 %, Ladeverluste nicht inbegriffen), entspräche das einem Literpreis von mehr als 1,80 €/l. Damit ist der Innogy-Gleichstrom das neue Super-Plus an den Autobahn-Raststätten.

Wenn sich dieser Eindruck bei den Wechselwilligen festsetzt, auch bei den Energiekosten keinen Vorteil zu haben, wird es mit der E-Mobilität nichts. Den günstigen Drewag-Preis könnte ich übrigens nur mit einer neueren Version meines Elektroautos (Baujahr 2016) durch 3-phasige AC-Ladung (22 kW) erzielen und wenn ich die Batterie nicht komplett auflade. Mein vier Jahre altes Modell hingegen kann nur 1-phasig (7,4 kW) laden und braucht daher dreimal so lange. Da die Drewag nach Zeit abrechnet, bekäme ich den Strom folglich zum dreifachen Preis.

Michael Dittmer

In eigener Sache

In diesem Jahr wird das c't-Abo durch eine zusätzliche besondere Ausgabe ergänzt. Ein solches Extraheft wird zukünftig jedes Jahr einmal erscheinen und Themen aufgreifen, die in der regulären c't oft zu kurz kommen. Das Extraheft für 2018 wird voraussichtlich im Oktober erscheinen. Der Preis für eine Ausgabe beträgt am Kiosk 6,90 Euro. Abonnenten in Deutschland erhalten diese Ausgabe zu einem deutlich vergünstigten Preis von nur 4,30 Euro als 27. Heft ihres Abos. Die weiteren Abopreise inklusive der Auslandspreise finden Sie im Impressum. (jr@ct.de)

Parasiten lähmen

Mining-Parasiten erkennen und loswerden,
c't 9/2018, S. 84

Wenn, wie in Ihrem Artikel beschrieben, Mining-Parasiten eine Überwachung erkennen und sich abschalten, dann hilft das von mir schon seit vielen Jahren praktizierte Vorgehen: Einfach den Taskmanager im Autostart-Ordner aufrufen.

Lutz Geyer

Dieses Vorgehen würde zwar das Mining verhindern, aber der Rechner bliebe infiziert. Es besteht die Gefahr, dass die Angreifer schwere Geschütze wie zum Beispiel Ransomware auffahren, wenn sie feststellen, dass sie mit Mining auf dem System keinen Profit machen können.

Falsche Wertungen

Ihre Analyse-Fähigkeiten zur Erkennung von Kryptominern sind vorbildlich. Sie schildern aus fachlicher Sicht hervorragend, wie man mit Analyse-Werkzeugen den Bösewichten auf die Schliche kommt. Ein – aus meiner Sicht – fataler Fehler sind jedoch die Wertungen in Ihrem Beitrag, wenn Sie etwa schreiben: „Im Testlabor von AV-Test erreichte der Gratis-Schutz [Windows Defender] in der Kategorie Schutzleistung volle 100 Prozent (Dezember 2017).“ Ein Virens Scanner, vor allem einer auf Signaturbasis, ist niemals in der Lage, 100 Prozent zu erkennen.

Einen weiteren „Epic Fail“ leisten Sie sich mit der folgenden Aussage: „Wer als Browser den als recht sicher geltenden Browser Google Chrome nutzt, hat damit wenig Stress: Das Programm aktualisiert sich zuverlässig von selbst und hält auch seinen Flash-Player und seinen PDF-Viewer auf dem aktuellen Stand.“ Abgesehen davon, dass Sie als seriöses Medium damit Googles (!) Chrome empfehlen, sind da gleich 3 dicke Fehler in nur einem Satz eingebaut: 1. Wenn ein Programm nachweislich den Datenschutz untergräbt, was Chrome tut, dann ist es nicht mehr sicher. 2. Automatische Aktualisierungen sind ebenfalls ein Sicherheitsrisiko. Man sollte Updates erst dann einspielen, wenn bekannt ist, dass sie auch das tun, was sie sollen. 3. Wer heute noch den Flash-Player nutzt, der hat ebenfalls nicht das Konzept „Sicherheit“ verstanden. 4. PDFs gehören nicht im Browser betrachtet, sondern mit einem separaten Programm. c't sollte für die Zukunft Wertungslosigkeit in ihre Artikel einbauen, denn nur das ist wirklich seriös.

von Grunz

Ach, wie schön!

Kinderleicht: Ein Labyrinthspiel mit Pico-8 programmieren, c't 9/2018, S. 118

Danke für den schönen Artikel beziehungsweise den Hinweis auf Pico-8! Habe meinen 4-Wochen-Urlaub gebucht: in meinem Zimmer, tolle Aussicht, Ruhe, lecker Essen! Das Bett ist auch super, aber am meisten freut es mich: Ein PC mit

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f & g+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

Pico-8 steht bereit! Ich weiß, die gute alte C64-Zeit. Eine komplette Programmierumgebung in 8 Bit. Was will man mehr, danke an die c't!

TomAT

Lieber PureView

High-End-Smartphone Huawei P20 Pro mit Dreifach-Kamera und Dreifach-Tele, c't 9/2018, S. 38

PureView wäre mir lieber – wie bei den alten Nokias, bei lichtstarker Festbrennweite und dafür deutlich größerem Sensor. Dann darf die (native) Auflösung gerne auch auf ≥ 60 Megapixel steigen. Ein einzelnes Pixel wäre damit immer noch größer als ein Pixel einer der drei Sensoren beim P20 Pro, was bei 3x-Zoom für vergleichsweise gute Qualität sorgen würde. Schließlich beherrschte schon das Nokia 808 „verlustfreien“ 3x-Zoom bei 8 Megapixel Endauflösung. Die Qualität beeindruckt mich immer wieder.

Emanuele Forli

Outliner braucht offenes Dateiformat

Software für kreatives Schreiben, c't 9/2018, S. 122

Nach meiner unmaßgeblichen Erfahrung ist ein Outliner extrem wichtig. Er muss unbedingt in das Schreibprogramm integriert sein. Ich habe 20 Jahre AppleWorks dafür genutzt, weil der Outliner wirklich klasse war. Der von Pages war viel schlechter und wurde mit Pages 5 entfernt. Der Import von AppleWorks zu Pages war mangelhaft, gerade was den Outliner betrifft. Deshalb kann ich jedem nur raten, keine proprietären Formate zu nutzen. Nur Formate zu nutzen, die sich in anderen Programmen problemlos einlesen lassen, ist das wichtigste Kriterium. Sonst verliert man irgendwann seine Daten. Ich schreibe mein Tagebuch jetzt mit TextEdit. Das reicht, wenn man den ganzen Formatierungskram ausblendet.

Volcanus

Türschild-Platine

Drahtloses Türschild mit E-Paper-Display, c't 2/2018, S. 68

Ich habe für die Infotafel eine Platine entworfen. Die Kicad-Quellen dazu habe ich auf Github gestellt: <https://github.com/ahinrichs/DoorsignEPD-pcb>. Damit ist



Leser Axel Hinrichs hat für das schlaue c't-Türschild eine Platine layoutet, die man für 3 Euro bestellen kann.

der Aufbau unter 1 cm flach und kompakt. Ich habe für unseren Displayrahmen dann einen normalen Bilderrahmen genommen: Glas raus, dünnes Papp-Passepartout, dann Display, dann die Rückwand. Und die Elektronik mit Heißkleber auf der Rückwand befestigt. Am dicksten ist noch der AAA-Batteriehalter mit 12 mm. Bei Aisler – Link auf github – kostet die Platine 3 Euro, das heißt 9 Euro im Dreierpack. Jeder Satz Kleinteile 2 Euro.

Axel Hinrichs

Nichts für Gelegenheitsnutzer

Photoshop-Alternativen für Windows und macOS, c't 9/2018, S. 106

Aufgrund vieler positiver Besprechungen habe ich mir vor einiger Zeit Photoline gekauft. Doch als Gelegenheitsnutzer scheitere ich oft schon an einfachen Aufgaben. Die Konsequenz: Mal schnell Farbwerte ändern, Bilder beschneiden und so weiter erledige ich mit Irfanview, das tolle Photoline liegt brach. Vielleicht machen sich die Experten bei der c't ja mal an ein Tutorial – ich würde es mir wünschen.

Erhie

Leser veräppelt

Obsoleszenz aus rechtlicher Sicht, c't 9/2018, S. 152

Es ist noch keine 3 Monate her, da musste ich mich im Editorial der Zeitschrift c't verhöhnen lassen, weil ich mir ein neues Handy kaufen möchte. Denn Obsoleszenz ist ja gar nicht so schlimm. Und nun gibt es sogar einen eigenen Artikel über Obso-

leszenz, die ja gar nicht existiert laut eurer eigenen Aussage. Wirklich wunderbar, wie ihr eure Leser veräppelt. Macht nur weiter so.

Name der Redaktion bekannt

Der Rechtsartikel schildert die juristischen Randbedingungen dessen, was viele als geplante Obsoleszenz empfinden. Das Editorial gab die persönliche Meinung eines Redakteurs wieder, der findet, dass es sich mit der vorletzten Technikgeneration ganz gut lebt. Einen Widerspruch sehen wir hier nicht und es war auch nicht unsere Absicht, irgendjemanden zu veräppeln.

Ergänzungen & Berichtigungen

Falscher Preis bei Lacie

Sieben externe SSDs mit USB- und USB-C-Anschluss, c't 9/2018, S. 88

Der angegebene Preis von 290 Euro gilt für das 500-GByte-Modell der Lacie Rugged Thunderbolt USB-C. Die getestete 1-TByte-Version kostet 490 Euro.

rsync-Option „-u“ selten sinnvoll

Copy right!, Schneller, eleganter und sicherer kopieren auf dem Mac, c't 9/2018, S. 150

Es ist bei rsync in der Regel nicht sinnvoll, die Option -u zu nutzen: Bei einem Backup will man normalerweise den Zustand der lokalen Verzeichnisstruktur am Zielort oder im entfernten Speicherort abbilden. -u würde aber Dateien überspringen, die (aus welchen Gründen auch immer) am Zielort geändert wurden und daher dort ein ein neueres Änderungsdatum aufweisen als lokal.

Höherer In-Bild-Kontrast

4K-TV mit HDR, c't 8/2018, S. 46

Der Medion X14903 erreicht im Bildmodus „Natürlich“ je nach Voreinstellung einen In-Bild-Kontrast von über 1000:1.

Korrekturen in der NAS-Tabelle

NAS von 90 bis 150 Euro, c't 7/2018, S. 106

Beim LS520D ist, anders als in der Tabelle angegeben, der Medienserver dabei. Der NTP-Client des DS216se stellt automatisch auf Sommerzeit um, außerdem waren Geräuschlevel und Energieeffizienz des Gerätes „Gut“. Das QNAP TS-228 benutzt Ext4 als internes Dateisystem.

Anzeige

Anzeige





Foto: Ting Shen/Xinhua/dpa

Der reuige Sünder

Facebook-Chef Zuckerberg in der Defensive

In den USA stehen das Geschäftsgebaren von Facebook und Mark Zuckerbergs Interpretation von Datenschutz unter Beschuss. Der Konzernchef gab sich in einer Anhörung demütig, ließ aber viele Antworten vermissen.

Von Daniel AJ Sokolov

Würden Sie uns den Namen des Hotels mitteilen, in dem Sie letzte Nacht übernachtet haben?“ Die Frage von US-Senator Dick Durbin brachte Mark Zuckerberg sichtlich in Verlegenheit. Der Chef von Facebook, dessen Geschäftsmodell auf genau solchen privaten Informationen beruht, sagte schließlich nach einigem Drucks: „Nein“. Der Senator machte seinen Punkt: „Ich denke, darum geht es hier – um Ihr Recht auf Privatsphäre, um die Grenzen Ihres Rechts auf Privatsphäre und wie viele Daten Sie verschenken würden.“

Es war einer der wenigen Augenblicke, in denen Zuckerberg aus dem Konzept gebracht wurde. Zwei öffentliche Einvernahmen des Facebook-Chefs sollten eigentlich für Klarheit im Skandal um

Cambridge Analytica sorgen – am 10. April vor zwei Ausschüssen des US-Senats, am 11. April vor einem Ausschuss des Repräsentantenhauses, jeweils gut fünf Stunden lang.

Es war die längste Anhörung eines IT-Magnaten seit 20 Jahren. Im März 1998 hatten sich die US-Senatoren den damaligen Microsoft-Chef Bill Gates vorgenommen. Microsoft hatte beweisbar sein Beinahe-Monopol mit Windows missbraucht. Dennoch war Gates in Washington belehrend und streitlustig aufgetreten, von Einlenken keine Spur. In der Folge musste sich Microsoft jahrelangen Kartellverfahren auf beiden Seiten des Atlantiks stellen und schließlich Milliarden zahlen.

Daraus haben Zuckerbergs Berater gelernt. Der Facebook-Chef trat demütig und als reuiger Sünder vor die Abgeordneten. Besonders bedauerte er, die „russischen Informations-Operationen“ nur langsam erkannt zu haben. Und die vom Cambridge-Analytica-Skandal betroffenen Nutzer jahrelang nicht informiert zu haben, sei aus heutiger Sicht ein Fehler gewesen. Dafür trage er persönlich die Verantwortung: „Ich habe Facebook gegründet, ich betreibe es, und ich bin dafür verantwortlich, was hier passiert.“

Je konkreter die Fragen wurden, desto ausweichender antwortete Zuckerberg. Ob Facebook seine Nutzer weiter verfolgen kann, wenn sie sich von Facebook ausgeloggt haben, wurde gefragt, oder ob Facebook Aktivitäten über verschiedene Geräte hinweg verfolgen kann, wenn man nicht eingeloggt ist. Derlei Fragen wollte er nicht beantworten, zu anderen die Informationen nachreichen. Wirklich neue Erkenntnisse lieferte die Anhörung nicht. Hinzu kommt, dass viele der Politiker offensichtlich nicht gut vorbereitet waren.

Aus den Fragen der Kongressabgeordneten lässt sich aber schließen, dass sie es nicht bei der Anhörung bewenden lassen wollen. Einige US-Politiker möchten endlich ein allgemeines Datenschutzgesetz erlassen, manche sogar eine Datenschutzbehörde einrichten. Entwürfe für neue Datenschutzbestimmungen für Personen unter 16 liegen bereits vor. Dieser Ansatz ist nicht im Sinne Zuckerbergs: „Ich bin nicht sicher, ob wir da ein Gesetz brauchen, aber das ist sicher sehr diskussionswürdig.“ Grundsätzlich gab er sich allerdings offen für neue Regeln und bot mehrmals an, sich an deren Ausgestaltung zu beteiligen. Das mutet aus europäischer Sicht absurd an, ist in den USA aber durchaus denkbar.

Heikle Fragen

Der konkrete Verlauf und Zeitrahmen des Gesetzgebungsverfahrens für schärfere Datenschutzregulierung ist, wie in den USA oft der Fall, kaum abzuschätzen. Zu einem Kartellverfahren kann es dagegen rasch kommen. Es könnte von der US-Regierung, aber auch von einem einzelnen Bundesstaat eingeleitet werden.

Auch wenn eine Zerschlagung von Facebook derzeit wenig wahrscheinlich ist, sorgt man sich an der Konzernspitze bereits. Ein Fotograf hat bei der Senatsanhörung Zuckerbergs Notizen abgelichtet. Unter anderem konnte man darin eine vorbereitete Replik auf das Thema Zerschlagung lesen: „US-Firmen sind großer Wert für Amerika; Zerschlagung stärkt chinesische Firmen.“

Überhaupt zeigte dieses Foto, welche Strategie Zuckerbergs Berater bei den besonders heiklen Fragen verfolgten: „Sagen Sie nicht, dass wir schon tun, was die DSGVO verlangt“, rieten seine Einflüsterer dort. Facebook verkauft derzeit den Europäern die von der DSGVO erzwungenen Datenschutzeinstellungen als freiwilliges Entgegenkommen (siehe Artikel rechts). (hob@ct.de) **ct**

Großbaustelle Datenschutz

Facebook stellt sich auf die DSGVO ein

Neue Funktionen, ein transatlantischer Datenumzug und eine Marketing-Offensive, um verloren gegangenes Vertrauen wiederzugewinnen: Die Datenschutzgrundverordnung und Kritik aus der EU zwingen Facebook zu vielen Veränderungen. Doch der Politik reicht das nicht.

Von Jo Bager

Bloß nicht behaupten, Facebook entspreche den strengen Regeln der neuen europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)! Das hatten Mark Zuckerbergs Stichwortgeber auf Spickzetteln geschrieben, die er bei seiner Anhörung vor dem US-Senat bei sich führte – wie Pressefotos zeigen (siehe Artikel links).

Dabei arbeiten die Techniker und Juristen seines Unternehmens schon seit Längerem daran, die harten Anforderungen der DSGVO umzusetzen. So hat Facebook das Herunterladen von Nutzerdaten vereinfacht und die Datenschutzeinstellungen aufgeräumt. Facebook fragt die Nutzer seit Kurzem ausdrücklich, ob es Werbung für sie auch auf Basis von Daten anderer Firmen personalisieren soll.

Eltern von Jugendlichen im Alter unter 16 Jahren sollen künftig mitentscheiden, ob diese ihre Religionszugehörigkeit oder politische Ansichten preisgeben, ob sie personalisierte Werbung auf Basis von Daten anderer Unternehmen angezeigt bekommen und ob sie angeben, an Personen welchen Geschlechts sie interessiert sind. Das Mindestalter für die Nutzung von Facebook bleibt bei 13 Jahren. Facebook betont, dass die DSGVO nicht vorschreibe, das Alter zu überprüfen. Man werde „angemessene“ Anstrengungen unternehmen, um die nötige Zustimmung der Eltern zu verifizieren. Facebook übernimmt hier die schwammige Formulierung der DSGVO.

Die europäische Verordnung bedeutet auch für Facebook grundsätzlich weni-

ger Datenerhebung. An einer Stelle hat es der Konzern allerdings geschafft, die neuen Regeln in Richtung mehr Datensammelerei auszulegen: Im Rahmen der Umstellungen bringt das Unternehmen die Gesichtserkennung wieder ins Spiel, auf die es in Europa bislang auf Druck von Datenschützern verzichtet hat. Damit markiert es erkannte Nutzer in Fotos automatisch. Jetzt kommt die Gesichtserkennung nach ausdrücklicher Zustimmung der Nutzer wieder zum Einsatz.

Eine weitere wesentliche Veränderung spielt sich hinter den Kulissen ab. So verschiebt Facebook derzeit die Daten von mehr als 1,5 Milliarden Nutzern von Irland in die USA. Damit will Facebook verhindern, dass Daten von Nutzern unter die neue europäische Datenschutzgrundverordnung fallen, obwohl sie nicht aus Europa stammen. Bislang war Facebook Irland zuständig für alle Nutzer, die nicht aus den USA oder Kanada stammen.

Entschuldigung reicht nicht

Derweil läuft die Lobby- und Marketing-Maschinerie auf Hochtouren. Ende März

hatte sich Facebook in Deutschland mit ganzseitigen Anzeigen bei seinen Nutzern für den Cambridge-Analytica-Skandal entschuldigt. „Das war ein Vertrauensbruch, und ich möchte mich dafür entschuldigen, dass wir damals nicht mehr dagegen getan haben“ hieß es in der von Mark Zuckerberg unterschriebenen Anzeige.

Joel Kaplan, ein ranghoher Facebook-Lobbyist, kündigte in einer Ausschusssitzung des Bundestags ein neues Instrument für mehr Transparenz bei Wahlwerbung an. Mit dem „View-Ads“-Werkzeug soll man sich alle Anzeigen eines Werbetreibenden ansehen können – selbst solche, die nicht auf dem eigenen News-Feed erscheinen. Es soll rechtzeitig zur Landtagswahl in Bayern im Oktober verfügbar sein.

Der EU-Justizkommissarin Věra Jourová genügen die Entschuldigungen und Angebote von Facebook nicht. Sie will Facebook noch stärker regulieren, als es die DSGVO vorsieht. So werde in der Kommission darüber nachgedacht, auch Algorithmen von Plattformen wie Facebook zu regulieren. Ein großes Problem sieht die Kommissarin außerdem in der Anonymität, hinter der sich die Autoren von Hassbotschaften oft verstecken. „Wenn ich etwas schreibe, das Tausende Menschen beeinflusst, sollte ich dafür mit meinem Namen einstehen müssen“, sagte sie. Zuckerberg soll ebenfalls persönlich für Facebook und die Skandale der letzten Zeit einstehen. Das EU-Parlament pocht darauf, dass der Facebook-Chef persönlich erscheint, um Fragen zu seinem Dienst zu beantworten. (jo@ct.de) **ct**

Unsere Datenrichtlinie ändert sich. Du kannst dir unsere vorherige Datenrichtlinie hier ansehen.

Welche Arten von Informationen erfassen wir?

- Von dir und anderen geteilte und bereitgestellte Dinge.
- Geräteinformationen
- Informationen von Partnern.

Wie verwenden wir diese Informationen?

Wie werden diese Informationen geteilt?

Wie arbeiten die Facebook-Unternehmen zusammen?

Was ist unsere Rechtsgrundlage für die Verarbeitung von Daten?

Wie kannst du deine gemäß DSGVO gewährten Rechte ausüben?

Datenspeicherung, Deaktivierung und Löschung von Konten

Datenrichtlinie

Diese Richtlinie beschreibt die Informationen, die wir zur Unterstützung von Facebook, Instagram, Messenger und anderen von Facebook angebotenen Produkten und Funktionen (Facebook-Produkte oder Produkte) verarbeiten. Zusätzliche Tools und Informationen findest du in den [Facebook-Einstellungen](#) und [Instagram-Einstellungen](#).

[Zurück zum Seitenanfang](#)

Welche Arten von Informationen erfassen wir?

Zur Bereitstellung der Facebook-Produkte müssen wir Informationen über dich verarbeiten. Die Arten der von uns erfassten Informationen hängen davon ab, wie du unsere Produkte nutzt. Du kannst erfahren, wie du auf von uns erfasste Informationen zugreifen bzw. sie löschen kannst, indem du die [Facebook-Einstellungen](#) bzw. die [Instagram-Einstellungen](#) besuchst.

Übersichtlich, Zusammenfassungen der wesentlichen Punkte, Klartext: Die Datenrichtlinien von Facebook sind vorbildlich gestaltet.

Unerlaubte Weitergabe

WhatsApp: Datenabgleich weiterhin unzulässig

Das Oberverwaltungsgericht Hamburg bestätigt einen Erlass gegen Facebook. Die Entscheidung könnte weitreichende Folgen für den Umgang vor allem US-amerikanischer Konzerne mit europäischen Nutzerdaten haben: Die Nutzer-Einwilligungen stehen juristisch auf wackeligen Füßen.

Von Joerg Heidrich

Johannes Caspar, der Datenschutzbeauftragte Hamburgs, kann einen weiteren gerichtlichen Erfolg gegen den Facebook-Konzern für sich verbuchen: Nach dem Verwaltungsgericht der Hansestadt entschied auch das Hamburgische Oberverwaltungsgericht (OVG) zugunsten der Aufsichtsbehörde Caspars [1]. Dem Beschluss zufolge ist es Facebook respektive der Niederlassung in Irland untersagt, personenbezogene Daten von deutschen WhatsApp-Nutzern zu speichern, zu verarbeiten oder an die amerikanische Zentrale weiterzugeben.

Ausgangspunkt des Verfahrens waren neue Datenschutzbedingungen, welche die WhatsApp Inc. mit Sitz in den USA im Sommer 2016 ihren Nutzern auch in Deutschland bekanntgegeben hatte. Der Anbieter der populären App war 2014 von Facebook übernommen worden, hatte aber zunächst weiter als unabhängiger Dienst operiert. Auf Basis der neuen Erklärung beabsichtigte Facebook, Daten des Tochterunternehmens für eigene Zwecke zu nutzen. Die WhatsApp-Kunden mussten sich entscheiden, ob sie den aktualisierten Bedingungen zustimmen oder den Dienst nicht weiter nutzen.

Im September 2016 erließ der Hamburger Datenschutzbeauftragte eine Anordnung gegen Facebook Irland. Darin untersagte er dem Social-Media-Giganten unter anderem, personenbezogene Daten deutscher WhatsApp-Nutzer „zu erheben und zu speichern“, soweit keine den gesetzlichen Anforderungen entsprechende Einwilligung dazu vorliegt. Facebook wehrt sich seither juristisch. Im April hatte

der Konzern zunächst in erster Instanz vor dem Verwaltungsgericht Hamburg verlor. Das OVG der Hansestadt bestätigte nun auch dessen Ansicht.

Nach dem noch bis zum 25. Mai 2018 gültigen Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) ist die Erhebung von personenbezogenen Daten wie Name oder E-Mail-Adresse grundsätzlich nur dann erlaubt, wenn dafür eine gesetzliche Erlaubnis besteht oder der Betroffene explizit eingewilligt hat. Da im vorliegenden Fall einzig eine Einwilligung durch die WhatsApp-Nutzer in Frage kommt, müsste die von dem Anbieter eingeholte Erlaubnis den Vorgaben des Paragraphen 4 BDSG entsprechen. Danach ist eine Einwilligung nur wirksam, wenn sie „auf der freien Entscheidung des Betroffenen beruht“.

Der Betroffene ist zudem über den vorgesehenen Zweck der Erhebung, Verarbeitung oder Nutzung sowie über die Folgen der Verweigerung der Einwilligung

zu informieren. Wirksam einwilligen kann also nur ein informierter Nutzer, der sich über die geplante Verwendung seiner Daten im Klaren ist und die Tragweite seines Einverständnisses überblickt. Gemessen an diesen Maßstäben sind nach Ansicht des OVG die Einwilligungen bei WhatsApp nicht wirksam.

Verschärfte Anforderungen

Die ab dem 25. Mai geltende Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sieht für Einwilligungen ähnliche Voraussetzungen vor wie das alte BDSG. In einzelnen Punkten erhöht das neue europäische Recht die Anforderungen sogar. So muss die Zustimmung „in verständlicher und leicht zugänglicher Form“ sowie in „klarer und einfacher Sprache“ formuliert sein. Kinder bis 16 Jahren benötigen dann die Zustimmung ihres Erziehungsberechtigten.

Enorm praxisrelevant ist die Frage, ob die bisher nach altem Recht eingeholten Einwilligungen auch unter der DSGVO Bestand haben werden. Das ist nach Stand der Debatte nur der Fall, wenn die Art der bereits erteilten Einwilligung den Bedingungen des neuen europäischen Rechts entspricht. Liegt diese Voraussetzung nicht vor, muss der Verarbeiter nach Vorgaben der DSGVO Einwilligungen neu einholen. Dies soll nach Vorgaben der Aufsichtsbehörden der Länder beispielsweise dann der Fall sein, wenn die Einwilligung per Opt-out, also mit vorangekreuztem Kästchen, eingeholt wurde.

Dass die bisherigen Einwilligungen von Facebook und anderen US-amerikanischen Social-Media-Diensten den Anforderungen der DSGVO entsprechen, muss bezweifelt werden. Denn diese informieren bislang nur sehr oberflächlich über Verwendung und Weitergabe der Nutzerdaten. Für Facebook Deutschland wird ab Ende Mai nicht mehr der Hamburgische Datenschutzbeauftragte Caspar zuständig sein, sondern nach DSGVO-Vorgaben die irische Aufsichtsbehörde. Caspar gibt sich optimistisch, dass die Dubliner Kollegen seiner Linie folgen werden: „Ich gehe davon aus, dass ein massenhafter Datenabgleich, wie von Facebook mit der Konzerntochter WhatsApp geplant, künftig ohne die informierte Einwilligung der Nutzer in der EU vom Tisch sein dürfte.“

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

Literatur

[1] OVG Hamburg, Beschluss vom 26.2.2018, Az. 5 Bs 93/17



Unwirksam: WhatsApp will sich in der Datenschutzerklärung bis heute die Weitergabe von Nutzerdaten an Facebook genehmigen lassen.

Anzeige



UHD-Nachzügler

Fernsehsender liegen bei Bild und Ton hinter Netflix & Co.

Eigentlich dreht sich eine neue Richtlinie um die Zukunft aller UHD-Verbreitungswege. Doch fällt darin auf, wie weit TV-Sender bei Codecs und Verfahren hinter Video-streaming schon zurückliegen.

Von Nico Juran

Knapp 80 Seiten umfasst die Richtlinie zur „Ultra HD Phase B“, die das international besetzte Ultra HD Forum jetzt in einer ersten Revision veröffentlicht. Beschrieben ist darin, wie sich die Verbreitung ultrahoch aufgelöster Videosignale weiterentwickeln soll – weshalb nur Formate und Technologien aufgeführt sind, die sich als funktionstüchtig erwiesen haben und an denen Anbieter auch Interesse zeigen.

Behandelt werden etwa dynamische Verfahren zur Übertragung von Videobildern mit erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR), bei dem sich die Metadaten für den gewünschten Bildeindruck Szene für Szene oder sogar Bild für Bild festlegen lassen. Netflix und iTunes nutzen dafür das in der Richtlinie genannte Dolby Vision allerdings schon eine ganze Weile – während der deutsche UHD-TV-Vorreiter Sky bislang nicht einmal UHD-Fernsehen mit HDR nach dem statischen Format HLG überträgt, obwohl dessen Receiver „Sky+ Pro“ und der ab Anfang Mai

verfügbare „Sky Q“ ebenso wie etliche Fernseher dafür vorbereitet sind.

Ein möglicher Grund für die Zurückhaltung: Laut Analysen steigt mit HDR die Zahl der Zuschauer, die ruckelnde Bewegungen monieren. Für Sky als Fußballsender wäre dies ungünstig. Als Lösung rät die Richtlinie zur Erhöhung der Bildwiederholrate von 50 oder 60 auf 100 beziehungsweise 120 Hertz. Auch die hiesige DVB-Spezifikation sieht eine solche HFR-Übertragung (High Frame Rate) für den hier „UHD-1 Phase 2“ genannten nächsten Entwicklungsschritt vor.

Technisch realisiert werden soll dies über zwei Substreams, die jeweils abwechselnd ein Bild enthalten. Aktuelle Receiver ohne HFR-Funktion würde nur einen der beiden Videostreams verarbeiten. Passende HFR-Empfänger sollen aber bereits mit LG-Fernsehern der derzeit erscheinenden Generation bereitstehen. Die Nutzung externer UHD-TV-Empfänger wird hingegen noch auf sich warten lassen, da die Übertragung von UHD-Signalen mit höheren Bildwiederholraten erst mit HDMI 2.1 spezifiziert wurde und passende Chipsets noch in der Entwicklung sind.

Beim Ton ist es ähnlich. Während sich die Richtlinie bereits den Next-Generation-Formaten Dolby AC-4 und MPEG-H Audio (siehe c't 8/2016, S. 132) widmet, sind die in Phase A behandelten 3D-Sound-Formate wie Dolby Atmos beim UHD-TV noch nicht über das Versuchsstadium hinaus. Auch hier haben Videodienste wie Netflix und Maxdome mit bereits abrufbaren Angeboten wieder die Nase vorn.

Der letzte Abschnitt des Dokuments behandelt sogar eine von Netflix eingeführte Technik: an Inhalte angepasste Kodierung (Content-Adaptive Encoding). Bereits 2015 begann der Dienst, die Bildqualität mit einer an den jeweiligen Titel angepassten Kompression zu optimieren, später verfeinerte er das Verfahren und analysiert seither Einstellung für Einstellung.

Bis die TV-Sender alle angesprochenen Punkte in der Praxis umgesetzt haben, könnte bei den Videostreaming-Diensten bereits der Nachfolger des aktuell von allen Anbietern genutzten Videokompressionsverfahrens HEVC in den Startlöchern stehen. (nij@ct.de) **ct**

IT-Stipendium von Heise

In Zusammenarbeit mit dem Karrierenetzwerk e-fellows.net schreiben c't, iX und heise online dieses Jahr wieder jeweils ein Stipendium für IT-Studenten aus. Zusätzlich zu den 600 Euro für das Sommersemester gibt es einen Schnuppertag in der jeweiligen Redaktion sowie ein Jahresabonnement eines beliebigen Heise-Titels. Zudem laden wir die drei Stipendiaten zur Cebit ein.

Dr. Volker Zota, Chefredakteur von heise online, liegt der IT-begeisterte Nachwuchs sehr am Herzen: „Der erste Schnuppertag hat uns gezeigt, wie sehr

Studierende den persönlichen Kontakt zur Redaktion schätzen.“

Interessierte Studentinnen und Studenten der (Wirtschafts-)Informatik bewerben sich bis zum 13. Mai 2018 online unter www.e-fellows.net/IT-Stipendium mit einem kurzen Motivationsschreiben sowie ihrem Lebenslauf.

Dr. Volker Zota:
„Junge Menschen mit Spaß an Informatik fördern wir gerne.“



Separate Marken für AMD-Grafikkarten

Radeon-Grafikkarten laufen bei Asus ab sofort unter der Marke Arez. Bei GeForce-Karten ändert sich nichts.



Ab Mai werden Hersteller, die bislang AMD- und Nvidia-Grafikkarten vertreiben, neue Marken einführen, unter denen sie ausschließlich AMD-Grafikkarten verkaufen. Anlass dafür ist Nvidias neues GeForce Partner Program, das Herstellern Vorteile verspricht, sofern diese ihre Gaming-Marke exklusiv auf GeForce-Karten ausrichten. Die Hersteller können dann Berichten zufolge damit rechnen, zum Marktstart neuer GPU-Generationen mit ausreichend GPUs beliefert und bei Social-Media- und PR-Aktivitäten (finanziell) unterstützt zu werden sowie Zugriff auf Game-Bundles und Rabattprogramme zu erhalten.

Den Anfang macht die Firma Asus, die AMD-Grafikkarten ab Mai unter der Marke Arez verkauft. AMD erklärte, dass man mit den Grafikkarten-Herstellern auf Augenhöhe zusammenarbeite: „keine Anti-Gamer- oder wettbewerbswidrigen Bedingungen“. Außerdem stelle AMD Technik zur Verfügung, „anstatt die Spieler mit proprietärer Technik zu bestrafen und ihre Auswahl an Displays einzuschränken.“ Hier spielt AMD auf Nvidias adaptive Bildsynchronisierungstechnik G-Sync an, die nur mit speziellen Displays funktioniert. (mfi@ct.de)

Sicherheitslücke in Intel-Chipsätzen

Durch eine Schwachstelle in Chipsätzen für Intel-Prozessoren der letzten vier Jahre besteht die Gefahr, dass Schad-Software den SPI-Flash-Speicher für die UEFI-Firmware manipulieren kann. Bestimmte Opcodes bringen den SPI-Controller im Chipsatz dazu, dass BIOS-Updates nicht mehr funktionieren, der Inhalt des Flash-Speichers verändert wird oder dass der Boot-Vorgang durch eine Denial-of-Service-Attacke komplett fehlschlägt.

Betroffen von der Schwachstelle (CVE-2017-5703) sind unter anderem Systeme mit Prozessoren der Serie Core i-5000, 6000, 7000 und 8000, Xeons der Familien E3 v5 und v6 sowie E7 v2, v3 und v4. Lenovo bietet für PCs, Server und Workstations BIOS-Updates an, die diese Lücke schließen (siehe c't/y4ks). Fujitsu hat die Schwachstelle bereits in Firmware-Updates der vergangenen Monate behoben. (chh@ct.de)

BIOS-Updates von Lenovo: ct.de/y4ks

Spectre-V2-Patches für AMD-Prozessoren

Für die Anfang Januar bekannt gewordene Sicherheitslücke Branch Target Injection (CVE-2017-5715), die auch als Spectre V2 bezeichnet wird, hat AMD an PC- und Mainboard-Hersteller Microcode-Updates geliefert. Der Chiphersteller stellt die Patches für Prozessoren ab der „Bulldozer“-Architektur von 2011 zur Verfügung, die die Gerätehersteller wiederum in BIOS-Updates integrieren müssen.

Das Microcode-Update rüstet die Funktion Indirect Branch Prediction Barrier (IBPB) nach, die zusammen mit dem Sicherheits-Update KB407311 für Windows 10 1709 Spectre-V2-Angriffe abwehren soll. Bei Linux-Systemen empfiehlt AMD als Spectre-V2-Schutz die Retpoline-Technik, die ohne Microcode-Updates auskommen kann. Unklar ist, ob und wann die Board- und PC-Hersteller für ältere Mainboards und Rechner mit Prozessoren der Serien FX, A12, A10, A8, A6 und A4 BIOS-Updates veröffentlichen. (chh@ct.de)

Mini-Workstations mit Quadro-Grafik

Software, die dazu dient, Produkte zu entwerfen oder wissenschaftliche Daten zu visualisieren, benötigt Profi-Grafikkarten mit zertifizierten Treibern. Damit der Arbeitsplatz nicht von einer klobigen Workstation belegt wird, bietet Zotac ab sofort Mini-PCs der Serie ZBox Q mit Quadro-Grafikkarten von Nvidia an. Zur Auswahl stehen die zwei kompakten Rechner QK5P1000 sowie QK7P3000/QK7P5000. Ersterer hat bei einer Grundfläche von 18,5 cm × 18,5 cm eine Höhe von 7,2 cm und ist mit einem Mobilprozessor Core i5-7200U (2,5 GHz, Turbo: 3,1 GHz) mit zwei Kernen ausgestattet. Die Grafikausgabe auf bis zu vier 4K-Displays (HDMI 2.0) übernimmt eine Quadro P1000 mit 4 GByte GDDR5-Speicher.

In den größeren Varianten QK7P3000 und QK7P5000 (21 cm × 20,3 cm × 62 mm) steckt jeweils der Vierkerner Core i7-7700T (2,9 GHz, Turbo: 3,8 GHz). Die Grafikkarten Quadro P3000 (6 GByte GDDR5) und P5000 (16 GByte GDDR5) taugen dank 1280 beziehungsweise 2048 Shader-Kernen für anspruchsvolle Anwendungen. Für DDR4-SODIMMs und eine M.2-beziehungsweise 2,5"-SSD muss man bei allen Rechnern selbst sorgen. Zur weiteren Ausstattung gehören jeweils WLAN und 2 × Gigabit-Ethernet. Die Mini-Barebone-PCs kosten 950, 1800 und 3600 Euro. (chh@ct.de)

Viele Anschlüsse trotz kompakter Abmessungen bietet der Mini-PC Zotac ZBox QK5P1000 mit Quadro-P1000-Grafikkarte.



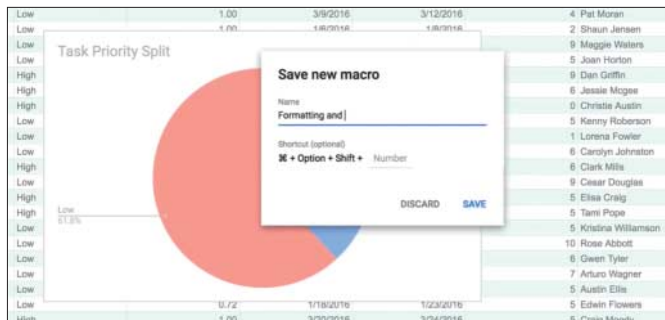
MS Office ohne OneNote

Microsoft hat bestätigt, dass die nächste Version von Microsoft Office kein OneNote mehr enthalten wird. Nutzern des Notizenprogramms empfiehlt der Hersteller den Umstieg auf die mit Windows 10 installierte UWP-Version von OneNote. Die deutlich umfangreichere Desktop-Version wurde schon seit Längerem nicht mehr nennenswert weiterentwickelt. Zuletzt hatte sie 2013 ein paar neue Funktionen bekommen.

Auf Neuinstallationen von MS Office 2019 – als Einzellizenz oder im Rahmen von Office 365 – wird OneNote also fehlen. Falls OneNote 2016 mindestens einmal gestartet wurde, soll es laut Hersteller beim Umstieg von Office 2016 auf Version 2019 erhalten bleiben und weiterhin mit den anderen Office-Modulen zusammenarbeiten. Unklar ist allerdings, ob das auch für das DLL-Sharing und die Unterstützung von COM-APIs gilt, die für den Austausch von Aufgaben und Kontakten zwischen OneNote und Outlook benötigt werden.

Schon seit einiger Zeit wirbt Microsoft für die weniger umfangreiche Windows-10-App (UWP) von OneNote. Deren Funktionsangebot soll nach und nach wachsen, wird aber wohl nicht den Umfang von OneNote 2016 erreichen. So wird es keine Möglichkeit geben, Notizbücher auch lokal oder in einem LAN-Verzeichnis abzulegen. (Stefan Wischner/dwi@ct.de)

Makros für Google Tabellen



Google Tabellen zeichnet jetzt auch Makros auf und spielt sie übers Menü oder über ein Tastenkürzel ab.

Google hat seine Online-Tabellenkalkulation um eine Makrofunktion erweitert. Die Aufzeichnungen speichert Google Tabellen als Apps-Script-Code, den Anwender bearbeiten und erweitern können. Apps Script beruht auf JavaScript und wird in Googles Online-Apps bereits für benutzerdefinierte Funktionen und Add-ons eingesetzt. Die Makros speichert Google Tabellen zusammen mit dem Tabellendokument in der Cloud, sodass alle Nutzer dieser Datei sie anwenden können. Bei Bedarf lassen sich Makros über die Import/Export-Funktion in andere Tabellen übernehmen.

Derzeit steht der Makrorecorder noch nicht allen Nutzern zur Verfügung, er soll innerhalb der nächsten Wochen vollständig eingerichtet werden. (db@ct.de)

PDFmailer verschlüsselt gemäß DSGVO

Mit dem PDFmailer von Gotomaxx lassen sich zum Beispiel direkt aus einem ERP-System heraus PDF- oder ZUGFeRD-formatierte digitale Rechnungen versenden. In der aktuellen Version 6.1 berücksichtigt die Software die Anforderungen der DSGVO für den Umgang mit solchen personenbezogenen Dokumenten: Sie kann Dateien jetzt vor der Zustellung gemäß dem Verfahren AES 256 verschlüsseln und über eine gesicherte Verbindung in der Gotomaxx Portalcloud ablegen. Anschließend schickt sie dem Empfänger per E-Mail einen Download-Link und per SMS die PIN zum Entschlüsseln des Dokuments. Der Empfänger muss sich daher über zwei Faktoren – sein Login-Passwort zur Portalcloud und die erhaltene PIN – authentifizieren. (hps@ct.de)



PDFmailer 6.1 übermittelt personenbezogene Dokumente wie digitale Rechnungen verschlüsselt und verlangt eine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

Dropbox als Team-Webspeicher

Die Entwickler des Webspeichers Dropbox haben die bisher nur für Dropbox Professional verfügbare Funktion Smart Sync in den teamfähigen Dienst Dropbox Business integriert. Dadurch bekommen dessen Anwender jetzt alle Verzeichniseinträge im Webspeicher ihres Teams zu sehen, ohne dass sie die zugehörigen Dateien pauschal auf ihr lokales Dropbox-Verzeichnis herunterladen müssten. Außerdem können sie festlegen, dass große Dateien ausschließlich auf dem Server gelagert werden. Beide Features bewahren die lokalen Festplatten der Anwender vor übermäßigem Platzverbrauch.

Administratoren von Dropbox-Konten sollen außerdem von verfeinerten Kontrollmöglichkeiten profitieren: Erstens können sie jetzt die Datenmenge begrenzen, die nach Einrichtung eines Dropbox-Clients synchronisiert werden muss. Das reduziert die Wartezeit, bevor ein Anwender losarbeiten kann. Zweitens lassen sich Synchronisierungseinstellungen in einem Atemzug für alle Mitglieder eines Teams gleichzeitig bearbeiten und drittens lassen sich Verzeichnisse für ein abgeschlossenes Projekt mit einem Mausklick archivieren und von künftigen Synchronisationen ausschließen. Preise für Dropbox Business beginnen bei netto 10 Euro pro Nutzer und Monat. (hps@ct.de)

Mozilla veröffentlicht Report zur Internet-Gesundheit

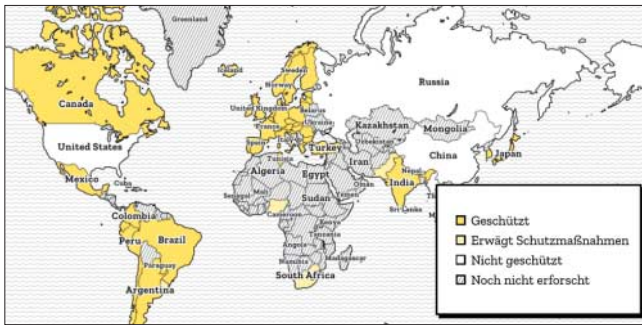


Bild: Statusbericht zur Internetgesundheit v.1.0 2018. CC BY 4.0
(Link: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>)

Insbesondere die drei Supermächte USA, Russland und China schützen die Netzneutralität nicht.

Ist das Internet sicher? Wie offen ist es? Wer ist willkommen? Wer kann erfolgreich sein? Und: Wer kontrolliert es? Diesen fünf zentralen Fragen geht die Mozilla-Stiftung in ihrem Report „Statusbericht zur Internetgesundheit 2018“ nach.

In vielen Texten und Statistiken beleuchtet der Report, was falsch läuft: Internetsperren, unsichere Passwörter, fehlende Netzneutralität oder die Dominanz der Social-Media-

Konzerne Facebook, Tencent und Google. Dazwischen gibt es auch erfreuliche Entwicklungen: So stieg der Anteil verschlüsselter Webseitenaufrufe innerhalb eines Jahres von 50 auf fast 70 Prozent, und die Zahl der Menschen weltweit mit Zugriff aufs Internet wächst stetig. Der Report steht kostenlos zum Herunterladen bereit.

(jo@ct.de)

Internet-Statusbericht: ct.de/ytmg

Chrome 66: Autoplay-Blocker, Symantec-Boycott, Passwort-Export

Google hat Version 66 seines Browsers Chrome ausgeliefert. Sie blockiert automatisch startende Videos mit Ton. Videos ohne Ton spielt Chrome weiterhin ab. Praktisch: Gespeicherte Passwörter lassen sich nun im Klartext als .csv-Datei exportieren.

Wie angekündigt akzeptiert Chrome 66 keine Symantec-Zertifikate mehr, die vor dem 1. Juni 2016 ausgestellt wurden – eine Reaktion darauf, dass Google Symantec mehrfach

dabei erwischt hatte, unberechtigt Zertifikate auf google.com ausgestellt zu haben. Als Vorbereitung für ein größeres Update startet Chrome einen kleinen Probelauf für die Sicherheitsfunktion „Site Isolation“. Sie soll die durch Spectre entstandenen Risiken senken. Bei den Entwickler-Werkzeugen zeigt der eingebaute Editor Code samt Einrückungen und Zeilenumbrüchen an, was die Lesbarkeit enorm verbessert.

(jo@ct.de)

WebAuthn: Breite Unterstützung für Login-Standard

Der kommende Web-Authentication-Standard – kurz: WebAuthn – soll die Eingabe von Passwörtern überflüssig machen. Nutzer können sich bei Online-Diensten einfach mit ihrem (USB-)Token, Fingerabdruck oder einem anderen biometrischen Verfahren einloggen. Die großen Browser-Hersteller Google, Mozilla und Microsoft haben nun bekannt gegeben, dass sie den Standard un-

terstützen und in ihre Browser einbauen wollen.

WebAuthn soll Nutzer besser vor den mit Passwörtern verbundenen Risiken schützen, also etwa Phishing oder Man-in-the-middle-Angriffen. Der Standard definiert ein Web-API für Browser und Web-Plattformen. Dessen Spezifikationen stehen auf den Servern des W3C bereit.

(jo@ct.de)

Anzeige

Fragiles Flickwerk

Android-Hersteller lassen oft Patches aus

Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass zwischen angezeigtem und tatsächlichem Patch-Level von Android-Smartphones oft Welten liegen. Dahinter steckt Nachlässigkeit, mitunter aber auch Berechnung.

Von Olivia von Westernhagen

Mittels binärer Vergleiche unzähliger Firmware-Versionen haben Sicherheitsforscher des Berliner Unternehmens Security Research Labs (SRL) erhebliche Defizite in Android-Patches aufgedeckt. Insgesamt nahm SRL über 1200 Smartphone-Modelle von insgesamt zwölf Herstellern unter die Lupe; dabei berücksichtigten sie ausschließlich Geräte, die 2017 mindestens einen Patch erhalten hatten. Als Referenzpunkt dienten Googles Android Security Bulletins. In ihnen veröffentlicht das Unternehmen monatlich Informationen zu neu entdeckten Sicherheitslücken und Patches, die Geräte- und Chiphersteller für eigene Sicherheits-Updates verwenden (sollten).

No name, weniger Schutz

Die Ergebnisse zeigen, dass Billig-Smartphones in puncto Sicherheit oft hinterherhinken: Mit vier oder mehr ausgelassenen Patches pro Monat ist die Firmware der chinesischen Hersteller TCL und ZTE das Schlusslicht in SRLs Auswertung. Eine separate Betrachtung der Chipsätze liefert einen möglichen Erklärungsansatz: Auf preiswerten Chips aus Fernost fehlen häufig Hardware-Patches. Somit bilden sie bereits eine sicherheits-

anfällige Basis für die No-Name-Geräte, in denen sie zum Einsatz kommen.

Der Patch-Level variiert aber auch bei namhaften Herstellern sehr stark – etwa im Falle von Samsung, dessen Galaxy J3 von 2016 im Jahr 2017 insgesamt zwölf Patches fehlten, während sich das J5 (ebenfalls von 2016) lückenloser Updates erfreute.

Die Forscher glauben, dass das Überspringen oder Verzögern einzelner Patches gerade bei Markengeräten meist versehentlich geschehe. Es gebe aber auch Fälle bewusster Täuschung, in denen Firmware-Aktualisierungsdaten und Versionsnummern ohne tatsächliche Aktualisierungen geändert würden.

Exploits nicht trivial

In einer Stellungnahme gegenüber der IT-News-Webseite Wired versuchte Google, SRLs Analyseergebnisse zu relativieren: Nicht alle der bei den Tests berücksichtigten Hersteller seien zertifizierte Google-Partner, die üblicherweise im Vorfeld über bestehende Lücken benachrichtigt würden, um zeitnah reagieren zu können.

Zudem würden Hersteller mitunter auch bewusst auf Patches verzichten, wenn die verwundbaren Features nicht zum Funktionsumfang gehörten und somit auch keine Angriffsfläche böten. Auch käme es vor, dass Hersteller Features deaktivierten, statt am Programmcode nachzubessern.

SRL schätzt die Zahl der von Google beschriebenen Fälle als nicht signifikant für das Gesamtergebnis ein. In einem anderen Punkt pflichtet sie dem Konzern allerdings bei: Nicht jede ungepatchte Sicherheitslücke könne durch Angreifer missbraucht werden. Vielmehr basierten



Bild: Google Play

SnoopSnitch schlüsselt den tatsächlichen Patch-Level eines Android-Handys detailliert auf.

Angriffe meist auf komplexen „Exploit chains“, die erst durch das mehrfache Überspringen von Patches entstünden. Angriffe mittels Malware-Apps seien zumeist nicht nur leichter umsetzbar, sondern auch erfolgversprechender als die Suche nach solchen Lücken-Kombis.

Hinter den Patch-Kulissen

Damit Android-Nutzer den tatsächlichen Patch-Level ihres Smartphones überprüfen können, hat SRL eine App namens „SnoopSnitch“ entwickelt. Sie analysiert die Firmware, gleicht die gepatchten Sicherheitslücken mit Googles Security Bulletins ab und liefert anschließend eine detaillierte Übersicht über vorhandene und fehlende Patches zurück.

Die App ist kostenlos in Googles Play Store verfügbar und kann über ct.de/ycb8 heruntergeladen werden.

Die Forscher von SRL haben ihre Forschungsergebnisse im Rahmen eines Vortrags auf der Hack-in-the-Box-Konferenz im Detail vorgestellt. Wer sich für ihre Vorgehensweise beim binären Codevergleich, detaillierte Analyseergebnisse zu einzelnen Smartphone-Modellen und ihre Einschätzung der von „patch gaps“ ausgehenden Gefahren interessiert, findet auf den Präsentationsfolien zum Vortrag weiterführende Informationen.

(ovw@ct.de) **ct**

SnoopSnitch-App und Hintergrundinformationen: ct.de/ycb8

Übersprungene Patches nach Herstellern

Anzahl	0-1	1-3	3-4+
Hersteller	Google, Sony, Samsung, Wiko	Xiaomi, Oneplus, Nokia	TCL, ZTE

Übersprungene Patches nach Chipsätzen

Anzahl	<0.5	1.1	1.9	9.7
Chipsatz	Samsung	Qualcomm	HiSilicon	MediaTek

Blocken erlaubt

BGH-Urteil: Eyeo darf Adblock Plus weiter vertreiben

Der Axel-Springer-Verlag scheiterte am Bundesgerichtshof krachend mit einer Klage gegen das Geschäftsmodell hinter dem Browser-Add-on Adblock Plus. Dass der Werbeblocker Reklame gegen Bezahlung durchlässt, halten die Karlsruher Richter nicht für rechtswidrig.

Von Torsten Kleinz

Vertreter des Axel-Springer-Verlags vergleichen das Geschäftsmodell der Kölner Firma Eyeo gerne mit einer Schutzgelderpressung: Eyeos Browser-Add-on Adblock Plus enthält neben Blacklists zur Blockade von Werbung auch eine Whitelist, die „akzeptable“ Werbung von Eyeo-Vertragspartnern in der Voreinstellung passieren lässt. Von großen Portalen verlangt das Kölner Unternehmen dafür einen Teil des Werbeumsatzes.

Seit vier Jahren versucht der Axel-Springer-Verlag, den Vertrieb des populären Werbeblockers und der als „Easylist“ bekannten Filterlisten gerichtlich verbieten zu lassen. Vor dem Oberlandesgericht (OLG) Köln hatte er 2016 einen Teilsieg errungen. Die Richter dort sahen in dem Geschäftsmodell von Eyeo eine „unzulässige aggressive geschäftliche Handlung“. Für den Verlag war dies aber nur ein Pyrrhussieg, denn die Kölner Richter erlaubten Eyeo weiterhin, den Adblocker zu vertreiben. Sie sprachen dem Verlag lediglich das Recht zu, kostenlos in die Whitelist aufgenommen zu werden. Beide Seiten waren gegen die Entscheidung vorgegangen.

Am 19. April scheiterte der Verlagskonzern nun höchstinstanzlich am Bundesgerichtshof (BGH). Das höchste deutsche Gericht korrigierte die Kölner OLG-Entscheidung zugunsten des Adblocker-Herstellers (Az. I ZR 154/16). Der erste Zivilsenat sah ein mittelbares Wettbewerbsverhältnis zwischen Eyeo und den Verlagen als gegeben und sprach dem Kölner Unternehmen die notwendige Marktmacht zu, um die Werbewirtschaft unter

unlauteren Druck zu setzen – nach Angaben von Eyeo ist Adblock Plus derzeit in Deutschland auf acht Millionen Geräten installiert. An der Vermarktung der Whitelist „Acceptable Ads“ beteiligen sich jedoch weitere Adblocker, die weltweit circa 150 Millionen Nutzer haben.

Die Karlsruher Richter fanden keine Nachweise, dass Eyeo diese Marktmacht nutzt, um bestimmte Verlage auf unlautere Weise unter Druck zu setzen. „Eine Verdrängungsabsicht liegt nicht vor“, erklärte das Gericht zur Begründung seiner Entscheidung. So sei es im Interesse von Eyeo, den Werbemarkt zu erhalten, da das Unternehmen nur so Provisionen kassieren könne. Der Axel-Springer-Verlag habe auch nicht hinreichend dargelegt, dass der Adblocker Sperren umgehe, die der Verlag errichtet hat.

Unzumutbarer Wettlauf?

Um den Wunsch nach einem Verbot zu begründen, hatte sich der Verlag unter anderem auf die grundgesetzlich verankerte Pressefreiheit berufen. Ein technischer Wettlauf um die Blockade und Umgehung von Adblockern sei dem Verlag nicht zuzumuten. „Unser Anspruch ist es, die besten Inhalte zu schaffen, nicht die besten Programmierer zu beschäftigen“, erklärte ein Anwalt des Konzerns vor Gericht.

Zudem sei der Ausfall von Werbeeinnahmen nicht im Interesse der Allgemeinheit, da so weniger Journalismus kostenfrei angeboten werden könne.

Für den ersten Zivilsenat des BGH war jedoch auch dies nicht genug, um das Geschäftsmodell von Eyeo zu verbieten. Wie die Vorinstanzen sahen die BGH-Richter die Verlage durchaus in der Lage, auf Herausforderungen wie die Verbreitung von Adblockern mit eigenen Gegenmaßnahmen zu reagieren. Tatsächlich sind derlei Maßnahmen längst Realität. Gerade Springer hatte auf dem Portal bild.de als erster großer deutscher Verlag eine Adblocker-Sperre eingerichtet, die Nutzer mit aktiviertem Werbeblocker ausschließen soll.

Schon kurz nach Urteilsverlesung kündigte der Verlag weitere Klagen an. „Wir halten die Entscheidung des Bundesgerichtshofs für falsch. Denn bereits das Blockieren von Werbung, das sogenannte ‚Blacklisting‘, ist rechtswidrig“, erklärte Claas-Hendrik Soehring, Leiter der Abteilung Medienrecht beim Axel-Springer-Verlag. Da Anwendungen wie Adblock Plus die freiheitliche Medienordnung gefährdeten, werde der Konzern Verfassungsbeschwerden erheben.

Außerdem will der Verlag eine neue juristische Front eröffnen. So hatte sich die erfolglose Klage bisher vor allem auf das Wettbewerbsrecht gestützt. Im Laufe des Verfahrens hatte der Verlag von Gutachtern aber die Funktion von Adblock Plus genau untersuchen lassen und ist nun der Überzeugung, dass das Programm den Quelltext von Webseiten umschreibe. Dies stelle einen Verstoß gegen das Urheberrecht dar, den man nun gerichtlich verfolgen will. (hob@ct.de) **ct**

Adblock Plus Einstellungen

Allgemein

Bestimmen, was Adblock Plus auf Websites anzeigt und ausblendet

DATENSCHUTZ UND SICHERHEIT

- ☐ Blockieren von Tracking mittels Social-Media-Symbolen
- ☐ Blockieren von zusätzlichem Tracking

ACCEPTABLE ADS

☒ **Acceptable Ads erlauben?**

Acceptable Ads stören nicht und beeinträchtigen nicht den Inhalt, den du betrachtest. [Lies mehr über die Kriterien für Acceptable Ads](#)

☐ **Nur Werbung ohne Tracking durch Drittanbieter erlauben**

[Erfahre mehr](#)

Per Voreinstellung lässt Adblock Plus „Acceptable Ads“ durch den Filter.

Schnelleres Funknetz fürs Stadion

Der nächste WLAN-Standard IEEE 802.11ax nimmt Form an

WLAN wird mit jeder Generation des IEEE-Standards 802.11 schneller. Für den nächsten Schritt von 11ac zu 11ax werben die Chiphersteller mit dem Faktor 4. Den gibts aber nur unter bestimmten Bedingungen.

Von Jennifer Li

Mit Macht versucht die Industrie, den nächsten WLAN-Standard IEEE 802.11ax als Nachfolger des schon 2013 erschienenen 11ac in den Markt zu drücken. Allenthalben ist zu hören, dass Hersteller ihren Kunden endlich neue Hardware verkaufen wollen.

Wie damals bei 11ac wollen sie auch 11ax in zwei Schüben herausbringen, um sich Umsatz für später aufzuheben: Die im Zertifizierungsgremium Wi-Fi Alliance (WFA) organisierten Firmen haben 30 Verbesserungen der Funkschnittstelle und 42 beim Kanalzugriff für die erste 11ax-Generation erkoren. Weitere 21 beziehungsweise 42 Funktionen spart man sich für das zweite Release (Wave 2) auf.

Auf der WFA-Tagung im Februar war zu hören, dass erste 11ax-Interoperabilitätstests schlecht verliefen: Ein Plugfest gilt nach den WFA-Statuten nur als erfolgreich, wenn mindestens drei verschiedene WLAN-Chips in mindestens fünf Basen und fünf Clients alle Tests ohne Probleme durchlaufen haben. Aktuell klappte das aber nichtmal bei einer 3x3-Konstellation.

Die wichtigste Neuerung bei 11ax ist zweifellos Orthogonal Frequency Division Multiple Access. Ähnlich wie bei LTE teilt die Basis mit OFDMA ihren Funkkanal in Unterkanäle auf, sodass sie mehrere Geräte gleichzeitig bedienen kann. So läuft beispielsweise ein Download auf 90 Prozent des Kanals, ohne VoIP-Telefonate im Rest zu stören.

Beim Vorgänger 11ac Wave 2 arbeitet Multi-User-MIMO (MU-MIMO) nur im

Downstream: Die Basis versorgt über räumlich getrennte Datenströme mehrere Clients auf demselben Funkkanal gleichzeitig. 11ax definiert die Technik auch für den Upstream, sodass Clients auch gleichzeitig senden können.

Leider konnte sich die WFA nicht dazu aufraffen, Dualband-Fähigkeit für 2,4 und 5 GHz verpflichtend zu machen. Interessenten müssen deshalb beim Kauf von 11ax-Clients aufpassen, keinen 5-GHz-blinden Billigheimer zu erwischen. Denn viele 11ax-Verbesserungen wirken im überlaufenen 2,4-GHz-Band schlicht nicht.

Längst nicht fertig

Die IEEE-Arbeitsgruppe TGax schafft mit der 11ax-Norm die technische Grundlage für die Interoperabilitätstests der WFA, hinkt aber im Festzurren der Details deutlich hinterher: Bis zum Ende der März-Tagung wurden immerhin rund 800 Kommentare abgearbeitet. Doch das ist nur gut ein Drittel. Deshalb hat TGax eine Ad-hoc-Sitzung beantragt, um noch vor dem Mai-Treffen drei Tage arbeiten zu können. Scheitert der Entwurf bei der Abstimmung dann erneut an der 75-Prozent-Hürde, verzögert sich die Norm wohl bis 2020.

Deshalb hat die WFA ihr drittes 11ax-Plugfest nach der Mai-Tagung angesetzt

Das kommende 11ax bringt nur in WLAN-Ballungsräumen deutlich mehr Datenrate für den einzelnen Nutzer – aber nur, wenn alle Geräte in einer Funkzelle 11ax-kompatibel sind.

und zwei Wochen dafür vorgesehen, um den Kandidaten der fehlgeschlagenen Tests eine neue Chance zu geben. Denn niemand erwartet, dass sich an der 11ax-Norm noch grundlegende Dinge ändern. Schließlich dominieren in beiden Gremien – TGax und WFA – dieselben Firmen.

Die fehlgeschlagenen Plugfests der WFA zeigen, dass die Norm noch nicht so eindeutig ist, dass alle Entwickler sie gleichermaßen verstehen und umsetzen können. Trotz dieser Unwägbarkeiten prasseln fast täglich 802.11ax-Produktankündigungen ins Mailkorbchen. Das Marktforschungsunternehmen ABI Research erwartet, dass 2019 schon 12 Prozent der verkauften WLAN-Geräte 11ax haben werden.

Viele Insider äußern hinter vorgehaltener Hand, dass 802.11ax nicht die von den Herstellern geschürten Erwartungen erfüllen wird. Erste Berichte stützen die großspurigen Ankündigungen auf das zurück, was sie sind: Werbeversprechen.

Klar ist, dass 802.11ax kleine Netze nur wenig beschleunigen wird. Dort senden nicht genug Geräte, und dann meist auch nicht gleichzeitig, sodass 11ax aufdrehen könnte. Heimvernetzer dürfen sich mit dem Upgrade ihres WLAN-Routers also Zeit lassen.

Erst wenn die überwiegende Mehrheit der Mobilgeräte 11ax-WLAN hat, werden Stadionbetreiber, Flughäfen und andere Orte mit vielen Nutzern – sogenannte Dense Scenarios – deutlich von 11ax profitieren. Nur in solchen WLAN-Ballungsräumen kann IEEE 802.11ax sein Versprechen vierfachen Durchsatzes gegenüber dem Vorgänger erfüllen, weil die ordnende Hand der WLAN-Basis Vorrang gegenüber dem traditionellen Konkurrenz-zugriff gewinnt. (ea@ct.de) **ct**

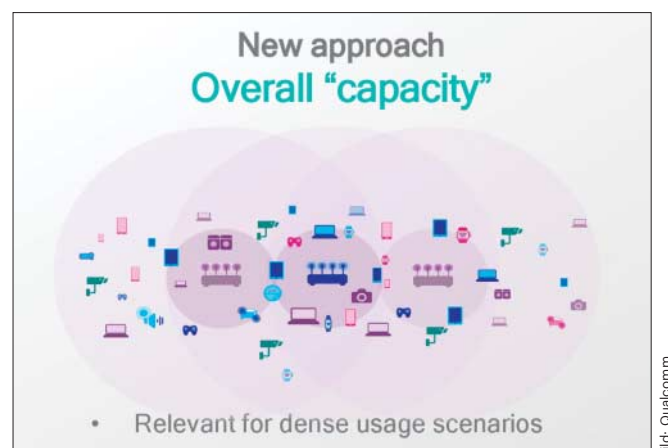


Bild: Qualcomm

Baby, roll it one more time ...

DNS-Root-Zone und KSK-Rollover: Warum der erste Versuch scheiterte

Im Oktober 2017 sollte der für die Sicherheit des Domain Name Systems bedeutsame Hauptschlüssel erstmals im Rahmen üblicher Kryptografie-Hygiene getauscht werden. Nur zwei Wochen vor dem Termin mussten die Fachleute diesen Plan jedoch dringend verschieben, denn anscheinend waren einige wichtige Server nicht mit dem neuen Schlüssel bestückt. Heute ist klar, warum. Und es gibt einen neuen Plan.

Von Carsten Strotmann

Was war passiert? DNS-Entwickler hatten im August 2017 eine neue Version des BIND9-Servers veröffentlicht, der erstmals Telemetriedaten zur Verbreitung des neuen Hauptschlüssels der DNS-Root-Zone liefern sollte (Key Signing Key, KSK). Das war wichtig, denn DNS-Resolver, die ausschließlich den alten Schlüssel nutzen, während in der Root-Zone nur der neue steckt, können gar keine DNS-Anfragen mehr auflösen – für Teilnehmer, die einen solchen Resolver nutzen, ist das Internet kaputt. Vor allem die DNS-Resolver von Providern, die sehr viele Teilnehmer versorgen, hätten also parallel zum alten auch schon den neuen KSK per Telemetrie melden sollen, wenn sie den neuen BIND9-Server nutzten.

Der BIND9-Server lieferte die Telemetriedaten gemäß der noch frischen RFC-Spezifikation 8145. Und seine ersten Meldungen waren besorgniserregend: Obwohl der Schlüsselwechsel (Rollover) mit sehr langem Vorlauf geplant war, hatten manche großen Provider ihn anscheinend versäumt. Den Ergebnissen zufolge drohte der DNS-Dienst bei weltweit jedem vierten Internet-Nutzer auszufallen. Die ICANN sprach zwischenzeitlich von 750 Millionen potenziell Betroffenen.

Irreführende Telemetrie

Inzwischen weiß man, dass nicht alle Messwerte korrekt waren und man weiß auch, warum: Wenn Teilnehmer den BIND9-Server

in Eigenregie im Forwarding-Modus zum DNS-Resolver des Providers betreiben und nur den alten Key installiert haben, wird das gemäß dem RFC 8145 fälschlich unter der IP-Adresse des Providers protokolliert. Richtig wäre, wenn in diesem Szenario die IP-Adresse des Kunden verzeichnet werden würde. So sieht es aber aus, als hätte der Provider den Key-Rollover versäumt. Das Problem ist also viel kleiner, als es im September 2017 noch schien.

In der Folge hatten ICANN-Mitarbeiter betroffene Provider mühsam per E-Mail und Telefon befragt, ob sie den KSK-Rollover vollzogen, also den neuen Vertrauensanker installiert haben. Das haben nun alle Befragten bejaht und die ICANN plant daher einen neuen Rollover-Anlauf für den 11. Oktober 2018.

Wer also einen modernen DNS-Resolver mit der Sicherheitstechnik DNSSEC verwendet und die kryptografisch geschützten Daten validiert, sollte unbedingt sicherstellen, dass der Resolver den neuen Vertrauensanker nutzt. Es ist derselbe, der schon für Oktober 2017 geplant war und hat die Key-ID 20326.

Starthilfe

Betreiber können auf einer von der ICANN eingerichteten Webseite selbst prüfen, ob Ihr DNS-Resolver den neuen Vertrauensanker nutzt (siehe ct.de/y68z). Manche Resolver eignen sich für eine automatische Aktualisierung des Schlüssels. Falls diese scheitert, kann es je nach Resolver und dessen Konfiguration an verschiedenen Ursachen liegen. Für etliche gängige Resolver haben wir aufgeführt, woran es hapern kann und wie man die Problemchen beseitigt. Anleitungen für verbreitete Unix-, Linux- und Windows-DNS-Server finden Sie unter ct.de/y68z.

Das fehlerhafte Telemetrie-Protokoll RFC 8145 wird nun durch das neue Verfahren „KSK-Roll-Sentinel“ ersetzt (siehe ct.de/y68z). Für den KSK-Rollover im Oktober 2018 dürfte das neue Protokoll zwar zu spät kommen. Aber der bald laufende erste KSK-Rollover dürfte nicht der letzte sein.

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

KSK-Rollover-Praxis: ct.de/y68z

Anzeige

Fingerspitzengefühl

Bitcoin-Stealer, Fake-Anbieter und merkwürdige Geschäftsgebaren



Neben dem Kursverfall bedrohen Gauner, Malware und Trojaner das Vermögen der Bitcoin-Anleger. Dabei werden gezielt menschliche Schwächen ausgenutzt, insbesondere Gutgläubigkeit und Unaufmerksamkeit. Wir erklären Ihnen, wo Sie besonders aufpassen müssen.

Von Mirko Dölle

Seit Bitcoin populär wurde und sich auch Otto Normalverbraucher an Spekulationen mit der Kryptowährung beteiligt, haben Angreifer ein neues lukratives Ziel: Statt die Daten des Rechners zu verschlüsseln und Bitcoins zu erpressen,

reißen sie sich direkt das Geld der arglosen Anwender unter den Nagel – oder tun kurzerhand beides.

Bitcoin-Stealer ist der Sammelbegriff für diese Art Trojaner, bekannte Vertreter sind CryptoShuffler, Neutrino oder CryptXXX. Um nicht von den gängigen Antivirenprogrammen gefunden zu werden, verkaufen Betrüger leicht zu bedienende Baukästen, die ständig neue Varianten erzeugen – bezahlt wird selbstverständlich mit Bitcoins. Ältere, direkt einsetzbare Varianten werden etwa bei Fraudsters.se ab 50 Euro angeboten.

Die einfachen Bitcoin-Stealer nutzen aus, dass es sich bei Bitcoin-Adressen um lange Buchstaben- und Zahlenkombinationen handelt, die sich ständig ändern und die sich niemand merkt. Deshalb kopiert man die Bitcoin-Adresse einer Börse oder eines Online-Shops in die Zwischen-

ablage und fügt sie später im Bitcoin-Client als Empfängeradresse ein. Der im Hintergrund lauernde Bitcoin-Stealer überwacht die Zwischenablage, erkennt anhand des Formats, dass es sich um eine Bitcoin-Adresse handelt, und tauscht sie gegen eine Adresse seines Schöpfers aus.

Simple Bitcoin-Stealer fügen immer die gleiche Adressen ein oder erzeugen dynamisch eine beliebige neue, sodass sich die vom Anwender kopierte und die vom Stealer eingefügte Adresse meist stark unterscheiden. Hochwertigere Stealer verwenden hingegen gezielt Adressen, die dem Anfang der vom Anwender kopierten Adresse möglichst ähneln. So bleiben auch aufmerksame Anwender arglos und führen die Transaktion aus – womit ihre Bitcoins unwiederbringlich auf einem Wallet des Gauners landen. Sie sollten sich deshalb die Mühe machen, zumindest Anfang und Ende der im Bitcoin-Client eingetragenen Adresse zu überprüfen.

Komplexere Bitcoin-Stealer überwachen nicht nur die Zwischenablage, sondern durchsuchen den Rechner zusätzlich nach Bitcoin-Wallets und kopieren sie. Das trifft vor allem Nutzer von Bitcoin Core; die Referenz-Implementierung für Bitcoin-Clients schützt Wallets standardmäßig weder mit einem Passwort noch verschlüsselt sie sie. Fällt ein solches Wallet den Gaunern in die Hände, können sie frei darüber verfügen. Deshalb sollten Sie Ihre Wallets bei Bitcoin Core am besten unmittelbar nach dem Erzeugen über das Menü „Einstellungen“ mittels „Brieftasche verschlüsseln“ zumindest mit einem Passwort versehen.

Der Bitcoin-Client Electrum verlangt zwar seit Langem die Vergabe eines Passworts für neue Wallets, neuerdings verschlüsselt er sie sogar vollständig. Anwender müssen jedoch mit den Updates am Ball bleiben und das Programm regelmäßig aktualisieren – denn ältere Versionen sind sogar über den Internet-Browser angreifbar.

Betroffen sind konkret die Electrum-Versionen bis 3.0.5. Dort ist aufgrund eines Bugs standardmäßig die Fernsteuerungsschnittstelle aktiviert, sodass Electrum auf einem zufällig ausgewählten UDP-Port auf Befehle wartet. Indem ein JavaScript-Programm die wahrscheinlichsten Ports scannt, kann es die Fernsteuerungsschnittstelle finden und ohne jegliche Authentifizierung kontaktieren – um anschließend etwa sämtliches Gut-

haben des gerade geöffneten Wallets an seinen Erschaffer zu transferieren. Solche JavaScript-Stealer werden gerne über Werbebanner auf fremden Websites eingebundet, die mit dem Thema Bitcoin oder Kryptowährungen zu tun haben.

Trau, schau, wem!

Gefahr droht außerdem bei etlichen Online-Diensten. So gibt es unzählige Bitcoin-Adress-Generatoren, etwa bit-address.org, die über ein JavaScript-Programm eine Bitcoin-Adresse nebst zugehörigem Public und Private Key im Browser erzeugen. Andere erzeugen Seeds für Wallets, etwa iotagenerator.info für die Kryptowährung IOTA. Vorgeblich sind die JavaScript-Programme sicher und reichen die erzeugten die Schlüssel respektive Seeds nicht an den Betreiber weiter – doch wer kann das schon selbst überprüfen?

Schlimmer noch, beide Websites arbeiten mit HTTP, sodass Angreifer den Code der JavaScript-Generatoren auf dem Weg durchs Internet spielend leicht manipulieren könnten, etwa über einen transparenten Proxy. Ende Januar 2018 verschwanden IOTAs im Wert von rund 4 Millionen Euro von privaten Wallets, weil die Angreifer offenbar die Seed kannten – spätestens seitdem stehen solche Online-Dienste unter Generalverdacht und sollten keinesfalls benutzt werden.

Zu den ebenfalls hochriskanten Diensten zählen Bitcoin-Mixer. Sie ermöglichen es rechtschaffenen Bürgern (aber auch Kriminellen), anonym mit Bitcoins zu handeln – was eigentlich unmöglich ist, da ja sämtliche Transaktionen in der Blockchain für jedermann nachvollziehbar dauerhaft gespeichert werden. Bitcoin-Mixer unterbrechen die Kette, indem sie für Einzahlungen ein anderes Wallet verwenden als für Auszahlungen und die Auszahlung auf Wunsch erst mehrere Stunden oder Tage später vornehmen. So stehen Ein- und Auszahlung in keinem logischen Zusammenhang miteinander.

Als Nutzer eines solchen Dienstes muss man darauf vertrauen, das eingezahlte Geld – abzüglich Bearbeitungsgebühr – auch wieder ausgezahlt zu bekommen. Als Vertrauensbeweis bieten viele Betreiber einen sogenannten Letter of Guarantee an, eine mit dem PGP-Schlüssel des Betreibers signierte Auflistung von Ein- und Auszahlungsadresse sowie den Beträgen. So sollen sich Nutzer im Zweifel

beschweren und belegen können, dass ihr Geld nicht wieder ausgezahlt wurde.

Gelegenheit macht Diebe

Manche Bitcoin-Mixer versehen gelegentlich solche Letters of Guarantee mit einer gefälschten Signatur und zahlen auch das Geld nicht wieder aus, während alle anderen Kunden korrekt signierte Letters und auch ihr Geld erhalten. Betroffen sind davon meist Beträge im Bereich von mehreren hundert bis einigen tausend Euro. Dieses Vorgehen nennt man Selective Scam, selektiver Betrug: Beschwer sich



der Kunde, weist der Betreiber auf die falsche Signatur hin – somit steht der Kunde als Betrüger da, zumal es bei anderen Kunden keine Unstimmigkeiten gab. Auf diese Weise können Bitcoin-Mixer über Monate hinweg Gelder stehlen, bevor sie als Betrüger entlarvt werden.

Noch dreister sind Plagiateure, die bekannte Bitcoin-Mixer kopieren und so vom Renommee der Originale profitieren. Der wohl prominenteste Fall ist der des Bitcoin-Mixers Helix Light. Der Dienst der nur über das Tor-Netz erreichbaren Suchmaschine Grams mit der Adresse grams7enufi7jmdl.onion genoss einen ausgezeichneten Ruf, schnell und ehrlich zu sein – wurde jedoch Mitte Dezember 2017 eingestellt. Das hindert Plagiateure nicht daran, bis heute optisch nahezu perfekte Fakes unter ähnlichen Adressen anzubieten – zum Beispiel unter grams7enqfy4nieo.onion. Dabei nutzen die Betrüger aus, dass sich viele Nutzer nur den Anfang der Tor-Hostnamen merken – und nicht auf das Ende achten.

Einkassiert statt ausbezahlt

Selbst Online-Wallet-Anbieter und Bitcoin-Börsen, denen viele Anleger ihr Kryptogeld bedenkenlos anvertrauen, sollte man kritisch beobachten. Wichtig

ist vor allem eine Einlagensicherung, sodass man sein Geld wiederbekommt, falls der Betreiber wie in den Fällen von Mt. Gox, Coincheck oder Bitgrail gehackt und beraubt wird.

Andererseits sollte der Betreiber dem Kunden die Gewinne aus Bitcoin-Forks aber auch ausbezahlen. Doch das passiert nur in den seltensten Fällen, meist kassieren die Betreiber diese Gelder stillschweigend. Ein Grund für diese Praxis ist, dass insbesondere Bitcoin-Börsen die ihnen anvertrauten Kundenvermögen auf sogenannten Cold Storages vor automatischen Zugriffen geschützt aufbewahren.

Bei den Hard-Forks des Bitcoin, wobei am 1. August 2017 die neue Währung Bitcoin Cash und am 28. Februar 2018 Bitcoin Private entstanden, wurden allen Bitcoin-Adressen, auf denen sich zum Zeitpunkt des Forks ein Guthaben befand, die gleiche Menge der neuen Währung gutgeschrieben. Da die Bitcoin-Börsen ihren Kunden meist nur Einzahlungsadressen und keine separaten Online-Wallets zuordnen und die eingezahlten Bitcoins aller Kunden regelmäßig gesammelt ins Cold Storage transferieren, liegen die Bitcoins des Kunden während des Forks auf einer Adresse des Betreibers und nicht mehr auf der Einzahlungsadresse. Die Bitcoins werden so zu einem reinen Buchwert, das Guthaben wird wie bei einem Online-Girokonto nur noch in der Datenbank verwaltet – allerdings in Bitcoin und nicht in Euro. Die Börsen könnten die Bitcoins ihrer Kunden sogar verkaufen und so selbst mit der Kryptowährung spekulieren, ohne dass der Kunde dies bemerkt.

Damit der Kunde etwa seine Bitcoin Private aus dem letzten Bitcoin-Fork erhält, müsste die Börse zunächst die Bitcoin Private für sich beanspruchen und dann jedem Kunden seinen Anteil ausbezahlen. Statt diesen Aufwand zu treiben und den Kunden zu informieren, behalten viele Bitcoin-Börsen kurzerhand das Geld und freuen sich über den Extra-Gewinn.

Solche unechten Online-Wallets sind also doppelt gefährlich: Man muss nicht nur aufpassen, dass sich Langfinger nicht am Bitcoin-Vermögen vergreifen, sondern auch, dass nicht der eigene Geschäftspartner hinterrücks die Hand aufhält. Deshalb bewahrt man seine Bitcoins am besten zu Hause in seinem eigenen Wallet auf. So fließt das Geld beim nächsten Fork mit Sicherheit in die eigene Tasche.

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

Dortmund evaluiert Open-Source-Software



Foto: Lucas Kaufmann (CC BY-SA 4.0)

Dortmund liebäugelt mit Open-Source.

Im Rahmen des „Masterplan Digitales Dortmund“ will die Stadtverwaltung Dortmund das Potenzial von Open-Source-Software für den Einsatz in der Verwaltung untersuchen. Die Stadt hatte bereits den Einsatz offener Standards im Masterplan festgeschrieben und diesen jetzt um das Projekt „Freie Software und Offene Standards“ erweitert.

Die Untersuchung auf Einsparpotenziale führt die Arbeitsgruppe Freie Software durch. Sie besteht aus der Bürgerinitiative Do-FOSS, der Verwaltung und dem städtischen IT-Dienstleister Dortmunder Systemhaus (dosys). Do-FOSS setzt sich seit Langem für mehr freie Software in der Verwaltung ein und bezeichnete den Beschluss als „Meilenstein“.

Dortmund ist damit in Nordrhein-Westfalen Vorreiter. Das nordrhein-westfälische E-Government-Gesetz schreibt den Verwaltungen vor, dass sie in der Kommunikation mit Bürgern offene und standardisierte Dateiformate nutzen sollen.

Die Erarbeitung des „Masterplan Digitales Dortmund“ wurde im Juli 2016 durch den Rat der Stadt beschlossen. Aufgrund der erwarteten Komplexität des Vorhabens gliedert es sich in die drei Bereiche „Digitale Wirtschaft, Digitale Bildung und Digitale Stadtverwaltung“.

Eines der Ziele der Initiative ist es, mehr Herstellerunabhängigkeit und Flexibilität zu erreichen. Sie soll auch zu datenschutzfreundlicherer Technik führen und längere Hardware-Lebenszyklen ermöglichen. Für den nächsten Sommer soll auch ein Konzept zur Einführung von Open Data erarbeitet werden.

(mls@ct.de)

Red Hat Enterprise Linux Version 7.5 veröffentlicht



Nach acht Monaten ist ein neues Minor-Release von Red Hat Enterprise Linux (RHEL) erschienen. Version 7.5 soll sich laut Red

Hat besser für Hybrid-Cloud-Umgebungen eignen. Neu ist der Virtual Data Optimizer (VDO), der mittels Deduplikation, Kompression und Zero-Block-Elimination Speicherplatz und Bandbreite sparen soll. VDO basiert auf einem Kernel-Modul, das alle Schreib- und Lesevorgänge auf Block-Devices überwacht. Dabei überprüft das Modul zunächst, ob die zu schreibenden Daten nur aus Nullen bestehen. Anstelle solche leeren Blöcke wirklich zu schreiben, werden die leeren Datenblöcke nur in den Dateisystem-Metadaten verzeichnet. Ist das nicht der Fall, greift die Deduplikation und prüft, ob die Daten bereits auf dem Speicher liegen und spart damit weitere Schreibvorgänge ein. Ist auch das nicht gegeben, werden die Daten komprimiert und geschrieben.

Verbessert wurde die mit RHEL 7.4 eingeführte Network-Bound Disk Encryption (NBDE). Mittels NBDE können verschlüsselte Datenträger ohne die Eingabe eines Passwortes entschlüsselt werden, wenn sie sich im korrekten Netzwerk befinden. Der Schlüssel für den Datenträger wird dafür von einem speziellen Server abgerufen. Nun kann RHEL Dateisysteme auch vollautomatisch ohne den Eingriff eines Administrators entschlüsseln.

Die Umsetzung von Compliance-Richtlinien mittels Ansible wurde durch die Integration von OpenSCAP vereinfacht. Administratoren können Richtlinien nun direkt in den Ansible Playbooks festlegen.

RHEL nutzt jetzt standardmäßig Version 3 des SMB-Protokolls. SMB2 und SMB3 beherrschen mittlerweile DFS-Freigaben (Distributed File System), mittels derer sich mehrere SMB-Freigaben zusammenfassen lassen.

(mls@ct.de)

Linux-Notizen

Die Windows-Kompatibilitätsschicht **Wine** hat mit Version 3.6 gelernt, mit Icons im PNG-Format und 1D-Texturen umzugehen. Zudem wurde die Infrastruktur für den Support hochauflösender Monitore verbessert. Version 3.5 brachte bereits verbesserten Support für Vulkan mit.

In der neuen Version 2.13 des Multi-Messengers **Pidgin** haben die Entwickler zahlreiche kleine Bugs gefixt. Verbessert wurde das Zusammenspiel mit dunklen GTK-Themes und Transparenzen.

Die Fitness-Tracker-Software **Sportstracker** 7.5.0 beherrscht nun den Umgang mit aktuellen Garmin-Geräten. Der zugehörige Exercise-Viewer hat zudem viele Detailverbesserungen erhalten.

Abwehrmaßnahmen gegen PIN-Knacker

GrayKey, ein Gerät, das per Lightning-Anschluss an iOS-Geräte andockt, kann deren standardmäßig vorgesehenen sechsstelligen PIN-Code in durchschnittlich elf Stunden knacken. Das berichtet der Sicherheitsforscher Matthew Green von der John Hopkins University. Vierstellige Codes sind sogar in spätestens 13 Minuten geknackt. Hingegen dauert die Brute-Force-Attacke bei 8 Stellen durchschnittlich 46 Tage und bei 10 Stellen im Mittel 4629 Tage. Apple arbeitete aber offenbar schon an Abwehrmaßnahmen.

Laut dem Sicherheitsunternehmen Malwarebytes lädt GrayKey dem auf das iOS-Gerät hoch. Anschließend verhindert es das Löschen des iOS-Speichers nach Überschreiten der maximalen Anzahl falscher PIN-Eingaben. Auf dem bearbeiteten Gerät blendet es Hinweise zum Brute-Force-Fortschritt ein. Möglicherweise gelingt GrayKey also zumindest teilweise ein Jailbreak.

Strafverfolger können GrayKey von der Firma GrayShift zu Preisen ab 15.000 US-Dollar erwerben. Die Box scheint Fehler in iOS-Versionen bis mindestens iOS 11.2.5 auszunutzen.

Sicherheitsforscher wie Green empfehlen nun längere PIN-Codes oder alphanumerische Passwörter. Harlo Holmes, Sicherheitstrainer der Freedom of the Press Foundation, hält Passwörter mit 9 bis 12 Zeichen Länge für sinnvoll, am besten als Kombination aus Zeichen und Buchstaben. Ryan Duff von Point3 Security spricht sich für mindestens 7 Zeichen aus, Sonderzeichen und Symbole inklusive. Den Bedienkomfort von aktuellen iOS-Geräten schränkt das nur wenig ein, da sie sich auch per Gesichtserkennung (Face ID) oder Fingerabdruck (Touch ID) entsperren lassen. Den PIN-Code kann man in den Systemeinstellungen im Bereich „Sicherheit“ ändern.

Zumindest vorübergehend hat Apple an einer anderen Abwehrmaßnahme gearbeitet: Beta-Versionen des inzwischen veröffentlichten iOS 11.3 blockierten die Kommunikation des Lightning-Ports automatisch, wenn ein Gerät sieben Tage lang nicht entsperrt worden war. Es ließ sich dann über den Port nur laden. Die Datenkommunikation aktivierte iOS erst nach erneuter Authentifizierung wieder. Warum diese als „USB Restricted Mode“ bezeichnete Funktion im finalen iOS 11.3 fehlt, erklärte Apple nicht. Auch iOS 11.4 Beta enthält sie bisher nicht. (dz@ct.de)



Bild: Malwarebytes

Schnelle Schachtel: Einen vierstelligen PIN-Code ermittelt GrayKey innerhalb von Minuten. Ein Grund mehr, auch für das Entsperren des iPhones ein Passwort zu verwenden, das aus Zahlen und Buchstaben besteht.

Erweiterte Abo-Dienste für News



Laut einem Bericht könnte Apple seinen hauseigenen digitalen Zeitungskiosk mit Optionen des kürzlich aufgekauften Magazin-Abo-Dienstes Texture erweitern.

Apple will den jüngst aufgekauften Magazin-Abo-Dienst Texture in seine vorinstallierte App „News“ integrieren. iOS-Nutzer sollen so mehrere Publikationen zum Festpreis abonnieren können. Das meldet die Nachrichtenagentur Bloomberg. Teilnehmende Verlage sollen einen noch unbekannten Teil des Abopreises erhalten.

Dem Bericht zufolge hat Apple rund 20 der knapp 100 Mitarbeiter von Texture entlassen. Die verbliebenen sollen in das Apple-News-Team wechseln. Bisher bietet Texture rund 200 Magazine für 10 US-Dollar pro Monat.

Mit der iOS-Version 5 hatte Apple den „Newsstand“ eingeführt, den ersten eigenen digitalen Zeitungskiosk, erntete aber wenig Interesse. 2015 stellte Apple auf eine Werbefinanzierung um und fügte 2016 für ausgewählte Medienpartner die Option für Einzel-Abos hinzu. Die Bündelung mehrerer Angebote zum Festpreis orientiert sich nun offenbar am gängigen Modell von Musik- und Video-Streaming-Diensten. (dz@ct.de)

Apple bekämpft Reparaturshops

Apple hat eine norwegische Werkstatt wegen der Verwendung von iPhone-Austausch-Displays vom Graumarkt verklagt, die gerichtliche Auseinandersetzung jedoch verloren. Die Ware stammte von asiatischen Lieferanten, war als aufbereitet (refurbished) deklariert und fälschlich mit einem Apple-Logo versehen.

Das Gericht befand jedoch, dass das Logo abgedeckt gewesen sei und die Werkstatt kein Interesse daran gehabt habe, es freizulegen. Auch gebe sie sich nicht als autorisierter Apple-Händler aus und sichere keine Herstellergarantie zu. Nach norwegischem Recht sei der Import von Displays aus Asien nicht verboten. Apple hat Berufung gegen das Urteil eingelegt.

Unterdessen melden unabhängige Reparaturshops eine neue Hürde: Wenn sie defekte iPhone-Displays der Modelle 8 und X ersetzen, schaltet das iOS die Helligkeitsautomatik ab. Bei Apple und bei autorisierten Werkstätten kostet die Display-Reparatur für das iPhone X rund 310 Euro, beim iPhone 8 und iPhone 8 Plus sind 170 respektive 190 Euro zu zahlen. (dz@ct.de)

In zwei Welten

PowerShell Core erobert Linux, Raspi und IoT

Microsoft schickt hochrangige Vertreter zu einer Konferenz, um die Ablösung eines eigenen Produkts durch eine Open-Source-Alternative zu unterstützen. Das klingt frei erfunden, ist aber passiert: Das Produkt ist die PowerShell und die Konferenz fand in Hannover statt.

Von Hajo Schulz

Für PowerShell-Anwender sind gerade spannende Zeiten: Anfang des Jahres ist PowerShell Core 6.0 erschienen, die erste dem Beta-Stadium entwachsene Ausgabe der Open-Source-Variante von Microsofts objektorientierter Textkonsole. Damit ist mit der Weiterentwicklung der Windows PowerShell erst mal Schluss: Microsoft versorgt sie zwar nach wie vor mit Bugfixes und Sicherheits-Updates, aber neue Funktionen wird sie nicht mehr bekommen.

Dieses Spannungsfeld zwischen der eingeführten und bewährten Windows PowerShell einerseits und dem quelloffenen Newcomer PowerShell Core andererseits war denn auch eines der großen Themen auf der diesjährigen PowerShell Conference Europe, auf der Erfinder Jeffrey Snover mit Entwicklern über die Zukunft der Scripting-Engine diskutierte.

Cross-Platform

Zu den hervorstechendsten Merkmalen der PowerShell Core gehört ihre Plattformunabhängigkeit: Sie läuft nicht nur unter Windows, sondern auch unter macOS sowie praktisch allen gängigen Linux-Distributionen. Für eingefleischte Windows-PowerShell-Anwender hat diese Flexibilität allerdings ihren Preis: Etliche Befehle, die sich mit Windows-Spezialitäten wie der Registry oder WMI beschäftigen, stehen in PowerShell Core nicht zur Verfügung. Wer die Open-Source-PowerShell unter Windows einsetzt, dem hilft aber das „Windows PowerShell Compatibility Pack“, die meisten dieser Lücken zu füllen. Das gelingt dem Paket, indem es

transparent eine Remote-Verbindung zur lokalen Windows PowerShell aufbaut, die Kommandos dort hinschickt und die Ergebnisse einsammelt.

Apropos Remote-Verbindungen: Hier setzt PowerShell Core auf das in der Unix- und Linux-Welt praktisch überall verfügbare SSH-Protokoll. Native Portierungen der dazu nötigen Bibliotheken OpenSSH und LibreSSL werden mit einem der nächsten großen Updates auch in Windows Einzug halten – eine Beta ist schon seit Version 1709 in Windows 10 vorhanden. Allerdings gibt es bislang keine Pläne, Remoting über SSH auch in die Windows PowerShell zurück zu portieren. Andererseits ist der Server für das bislang zum Remote-Zugriff via PowerShell benutzte WSMAN-Protokoll auf Nicht-Windows-Plattformen noch experimentell und der Client unterstützt keine Authentifizierung über Kerberos-Tickets. Das Thema Remoting dürfte die PowerShell-Entwickler also noch eine Weile beschäftigen.

Zu den eher überraschenden Ereignissen auf der Konferenz gehörte eine Demonstration des Moduls PowerShell-IoT: Es ergänzt eine auf einem Raspberry Pi 3 laufende PowerShell um Befehle zum Zugriff auf dessen GPIO-Ports sowie die SPI-

und I2C-Schnittstellen. Mit Befehlen wie `Get-GpioPin` und `Set-GpioPin` lassen sich bequem Sensoren auslesen oder LEDs zum Blinken bringen.

Ausblick

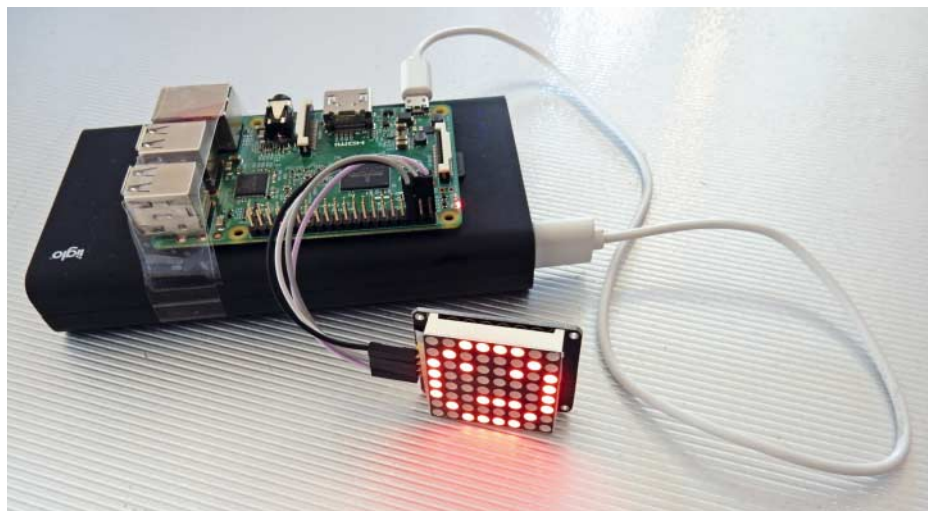
Microsoft will etwa alle sechs Monate eine PowerShell Core mit neuer Nachkommastelle in der Versionsnummer herausbringen. Ausgabe 6.1 soll Anfang Juli erscheinen, die zweite Preview müsste mit dem Erscheinen dieser c't auf GitHub verfügbar sein (siehe ct.de/y61h).

Von den 129 für die Version 6.1 geplanten Änderungen und Erweiterungen stammen 68 nicht von Microsoft, sondern aus der Community. Zu den Neuerungen gehören unter anderem ein modernisiertes Hilfesystem, der Eingabezeilen-Editor PSReadline in Version 2.0, Verbesserungen beim Remoting über SSH sowie Vereinfachungen für Anwender, die PowerShell Core als Docker-Container verteilen wollen.

Entwicklern von PowerShell-Modulen soll es künftig einfacher gemacht werden, Erweiterungen zu bauen, die sowohl in der Windows PowerShell als auch in PowerShell Core eingesetzt werden können. Dazu ist die „PowerShell Standard Library“ in Entwicklung: Module, die auf diese Bibliothek aufbauen, benutzen automatisch nur Funktionen, die in beiden Plattformen verfügbar sind. Eine Preview ist bereits als NuGet-Paket verfügbar.

(hos@ct.de) **ct**

PowerShell Core 6.1 Preview: ct.de/y61h



PowerShell Core läuft (experimentell) sogar auf einem Raspberry Pi. Ein nachladbares Modul erweitert die Skriptsprache um Befehle, mit denen sich dessen I/O-Pins ansteuern lassen.

Regierung beziffert Lizenzzahlungen an Microsoft

Rund 250.000.000 Euro in fünf Jahren – so viel zahlen Bundesbehörden für die Nutzung von Windows und Office-Paketen an Microsoft von 2015 bis 2019. Das hat eine Anfrage des Linken-Politikers Victor Perli an die Bundesregierung ergeben. Die Regierung nennt in ihrer Antwort nur nach Jahren aufgeschlüsselte Gesamtbeträge. Die Zahlen für 2018 und 2019 sind zudem nur Schätzungen.

Bislang hatte die Regierung ein großes Geheimnis aus den Zahlen gemacht. So hatte c't durch einen Informationsfreiheitsantrag zwar erzwingen können, dass der deutsche Rahmenvertrag zwischen der Regierung und dem Software-Konzern offengelegt werden muss (siehe c't 05/2018, S. 116). Wesentliche Stellen zu den finanziellen Details waren dort aber geschwärzt.

Perli kritisiert den Vertrag scharf: „Jedes Jahr gehen Millionen an Steuergeldern ohne echte Ausschreibung an Micro-

soft, obwohl es günstigere Open-Source-Lösungen gibt“. Er hatte im Rahmen seiner Anfrage auch nachgehakt, was der Bund unternehme, um durch die Einführung quelloffener Software die Kosten für proprietäre Software zu reduzieren. Die Antwort fiel sehr allgemein aus. Bei jeder Beschaffung werde grundsätzlich der mögliche Einsatz freier Software geprüft, so das für die Software-Beschaffung zuständige Innenministerium. Letztlich würden aber Kriterien wie Funktionalität, Interoperabilität und Sicherheit entscheiden.

Dass die Microsoft-Lösungen immer ein Maximum an Sicherheit bieten, darf angezweifelt werden. So sollen die Angreifer beim Ende Februar bekanntgewordenen Bundestags-Hack mit den infizierten Rechnern unbemerkt über den Microsoft-Mail-Client Outlook kommuniziert haben.

Vor der Verhandlung des aktuellen Rahmenvertrags mit Microsoft hatte das

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) einen Forderungskatalog formuliert. Inwieweit dieser auch umgesetzt wurde, ist unklar. Das BSI verweigerte c't eine Antwort und verwies auf „vertrauliche Vereinbarungen“. Bekannt ist: Windows-10-Installationen von Behörden senden noch immer verschlüsselte Daten an Microsoft, obwohl das nicht passieren dürfte. Datenschützer drohen Microsoft daher mit dem Rauswurf von Windows 10 bei ihren Behörden (siehe c't 9/2018, S. 18).
(jo@ct.de)

Lizenzzahlungen vom Bund

Jahr	Kosten
2015	43.503.679,43 €
2016	47.882.118,13 €
2017	73.995.368,29 €
2018	47.158.364,28 €
2019	42.223.872,20 €

Anzeige

Trockenlegung

Datenschutz im Domain-Geschäft: Die ICANN wehrt sich hartnäckig

Persönliche Daten von Domain-Inhabern sind ein gern gehandeltes Gut und nach dem Willen der Internetverwaltung ICANN soll das möglichst so bleiben. Die kommende DSGVO steht der Praxis jedoch diametral entgegen und die Datenschutzgruppe „Artikel 29“ rüffelt die ICANN deshalb in seltener Klarheit: Die Organisation solle sich nicht zum Handlanger für Ansprüche Dritter machen.

Von Monika Ermert

Die Uhr tickt erbarmungslos. Bis zum 25. Mai müssen auch Domain-Registrierer und Registries, die europäische Nutzer mit Domain-Namen versorgen, die Bestimmungen der Datenschutzgrundverordnung umsetzen (DSGVO). Dabei geht es um die Frage, wer auf welche der detaillierten Informationen zugreifen darf, die Kunden bei der Registrierung ihrer Domains angeben. Die Registrierungsdaten lagern auf diversen Servern, etwa auf denen der Registry-Betreiber und viele lassen sich bisher ohne Weiteres von jedermann per Whois-Protokoll abfragen und verwerten.

Zu Beginn der Internet-Ära sammelte man in den Whois-Datenbanken beispielsweise Post- und Mail-Adressen sowie Telefonnummern von Administratoren einzig für das Trouble-Shooting – als kurzen Dienstweg zum Admin einer gerade nicht erreichbaren oder Spam-verschickenden Domain. Heute stehen in den Whois-Datenbanken aber Adressen und Rufnummern von Eignern der Domains, oftmals also Privatadressen – und die sind für Spammer, Adressverkäufer und Strafverfolger nützlich. Mit Inkrafttreten der Datenschutzgrundverordnung am 25. Mai dürfen diese Daten in Europa nicht mehr öffentlich sichtbar sein.

Doch Unternehmen, die Rechte an zum Beispiel .com-, .berlin- oder .bmw-Domains verkaufen, sind nicht nur der DSGVO verpflichtet, sondern als Vertragspartner auch der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN). Die ICANN sitzt in den USA und hatte bisher einen Hang zu fetteren Datensammlungen.

Mit dem Inkrafttreten der DSGVO kommen nun strengere Bestimmungen zur Erhebung, Aufbewahrung und Weitergabe auf die ICANN und ihre europäischen Vertragspartner zu – und nicht nur auf die. Auch große US-Registrierer wie GoDaddy, der kanadische Anbieter Tucows oder Registries wie die von VeriSign könnten ins Visier der EU-Datenschutzaufsicht kommen und bei Zuwiderhandlungen hohe Strafen aufgebürdet bekommen. Je nach Schwere der Verstöße werden laut Paragraph 83 und 84 der DSGVO bis zu vier Prozent des weltweiten Jahresumsatzes fällig.

ICANN als Data-Controller

Die ICANN haben erst die möglichen Strafen dazu bewegt, ihre Praktiken der Datenverarbeitung zu überdenken. Inzwischen erkennt sie an, dass nicht nur Registries und Registrierer, sondern auch sie selbst „eine Art Data Controller“ ist. Das räumte kürzlich der CEO und ehemalige schwedische Telecom-Regulierungsbeamte Göran Marby widerwillig ein.

Die ICANN legt fest, welche Daten über Domain-Inhaber zu erheben, zu sammeln sind, und wer diese Daten zu bekommen hat – von Backup-Providern für den Katastrophenfall bis hin zu Datenkäufern, die die Zonendaten einer TLD en bloc kaufen. Zudem betreibt die ICANN eine eigene, per Web abfragbare Whois-Datenbank mit Namen, privaten Adressen, Rufnummern und E-Mail-Adressen von Domain-Inhabern aus aller Welt. Nun gelobt sie Besserung.

Ringens um ein Provisorium

Anfang März legte sie nach hektischen Diskussionen mit den Selbstverwaltungsgremien – den Registries, Registraren, Markenschützern, Nutzervertretern, Strafverfolgern und Regierungen – ein „vorläufig finales“ Interimsmodell für eine neue Whois-Politik vor.

Künftig soll einzig eine unpersönliche Mail-Adresse – etwa admin@ct.de – oder ein Webformular sicherstellen, dass der Inhaber für Anfragen erreichbar bleibt. Falls die Daten nicht auf einer Webseite veröffentlicht sind, müssen Dritte künftig bei Anfragen an Registrare oder Registries angeben, warum sie die Kontaktdaten eines Domain-Inhabers brauchen.

Dabei ist ein abgestufter Zugang vorgesehen, bei dem etwa Strafverfolger Zugriff auf Daten verdächtiger Domain-Inhaber bekommen. Markenrechtsanwälte sollen für ihre Klienten gegen Domain-Grabber vorgehen können. Und Sicherheitsforscher sollen Gaunereien weiter aufdecken können, vielleicht über anonymisierte Datensätze.

Den abgestuften Zugang technisch und organisatorisch umzusetzen, ist eine Herausforderung. Auch sind noch rechtliche Fragen offen. Darf beispielsweise eine Strafverfolgungsbehörde aus einem Nicht-EU-Land, die weniger strengen rechtlichen Auflagen bei ihren Ermittlungen unterliegt, leichter und mehr Daten abgreifen? Das fragt beispielsweise Anwalt Thomas Rickert vom Verband der deutschen Internetwirtschaft.

Vielstimmiger Widerspruch

Doch Strafverfolger und Markenanwälte wollen nicht zurückstecken. Seit Wochen laufen sie zusammen mit Domain-Auskunfteien Sturm gegen die geplanten Einschränkungen. Gegen GoDaddy hat eine vom US-Markenrechtsanwalt Brian Winterfeldt vertretene Gruppe schon mal Beschwerde bei der ICANN eingelegt. Der US-Registrar hatte schon im Januar

den Zugriff auf Whois-Daten in Eigenregie eingeschränkt. Zu den Gegnern der Einschränkung gehört auch der neue Chef der US-Telekommunikationsaufsichtsbehörde, National Telecommunications and Information Administration, David Redl.

Das offene Whois müsse bleiben, forderte Redl: „Die USA werden nichts akzeptieren, was den Zugang zu Whois-Informationen verhindert oder ihn so erschwert, dass es praktisch nutzlos wird, um legitime Zwecke zu erfüllen, die kritisch sind für die fortgesetzte Stabilität und Sicherheit des Internet.“ Zur Not könne der US-Gesetzgeber die ICANN gesetzlich dazu verpflichten. Ein US-Gesetz als Gegenschlag gegen die DSGVO passt zwar zur US-Rhetorik. Doch fürs globale Domain-Geschäft wäre es eine Katastrophe und Domain-Anbieter wären erst recht verunsichert.

Brüsseler Antwort

Vom Säbelrasseln aus den USA, das auch einige EU-Behörden und der gesamte Regierungsbeirat der ICANN stützen, zeigte sich die Artikel-29-Gruppe der europäischen Datenschützer ungerührt; sie wird am 25. Mai zum EU Privacy Board und damit richtungsweisend. Auf die Anfrage der ICANN, ob ihr Interimsmodell akzeptiert sei, antwortete die Gruppe nüchtern: Die ICANN müsse ihre Richtlinien noch nachbearbeiten, weil der Text beim Zweck und der Zweckbindung vage geblieben sei.

Denn laut Artikel 5 (1) der DSGVO dürfen persönliche Daten nur für spezifische, explizite und rechtmäßige Gründe erhoben werden. Doch der von der ICANN aufgeführte Zweck, also der „Zugang zu korrekten, verlässlichen und einheitlichen Registrierungsdaten“ entspreche gerade nicht der DSGVO-Vorschrift. Überdies warnten die Datenschützer davor, sich zum Handlanger für Ansprüche Dritter zu machen, die Ziele der Strafverfolgung oder kommerzielle Ziele verfolgten: „ICANN sollte bei der Festlegung des Zwecks darauf achten, dass dieser mit Auftrag und Aufgabe der Organisation in Einklang steht, also mit der Koordinierung eines stabilen Betriebs des Internet-Namens- und Adresssystems. Zwecke, die andere interessierte Parteien verfolgen, sollten die Zweckbestimmung der ICANN dabei nicht bestimmen.“

Die ICANN müsse für den Zugriff auf die künftig nicht mehr veröffentlichten Domain-Inhaberdaten klare Vorgaben



Göran Marby (Mitte), CEO der ICANN, verübelt den Datenschützern, dass sie die Bitte um ein Moratorium für die Durchsetzung der DSGVO unbeantwortet gelassen haben.

machen, um das Abschöpfen von Daten als „Beifang“ zu verhindern. Zugriffsrechte auf die gesamte Datenbank (Bulk-Zugriffsrechte) wie sie Strafverfolger und Markeninhaber fordern, lehnt die Artikel-29-Gruppe ab und der Zugriff von ausdrücklich dafür autorisierten IP-Adressen aus (Whitelist) sei nicht sicher genug.

Weitere Kritik betrifft die Vorratsdatenspeicherung, ein alter Streitpunkt zwischen Datenschützern und der ICANN, sowie den Datentransfer in andere Jurisdiktionen. Der von der ICANN geforderte Umzug aller Domain-Inhaberdaten von .com- und .net-Domain-Inhabern in die USA, zu VeriSign Global Registries, ist damit sehr fraglich.

ICANN-Boss: Not amused

Der CEO der ICANN, Göran Marby, ließ seinem Ärger über die Antwort aus Brüssel freien Lauf. Besonders verübelte er den Datenschützern, dass sie die Anfrage der ICANN nach einem Moratorium für die Durchsetzung der DSGVO unbeantwortet gelassen hatten. Auf solcher Basis könne man keine einheitliche Politik bei der Verarbeitung von Domain-Inhaberdaten gewährleisten. Die Folge werde ein fragmentiertes Whois sein. Das wiederum werde Kriminellen in die Hände spielen und Verbraucherschützer und Markenrechtsinhaber genauso behindern wie den Kampf gegen Fake News, wettete Marby.

Game over

Länder-Registries sind hingegen keine direkten Vertragspartner der ICANN und

daher nicht an deren Regeln gebunden. Seit Februar kündigten die deutsche DeNIC, die österreichische NIC.at und viele andere neue Whois-Systeme an. Das aktuelle DeNIC-Whois enthält bereits Ansätze zu einem gestuften Zugang. So fragt die DeNIC bereits ab, weshalb man die Daten sehen möchte – wegen Verdachts auf rechtswidrige Inhalte, wegen Namensverletzungen oder ist man einfach selbst Inhaber? Technische Fragen der Autorisierung und Authentifizierung des Inhabers sind freilich noch nicht vollständig geklärt.

Doch auch einige ICANN-Vertragspartner scheuen das Risiko und bauen ihre Whois-Datenbanken um. Ein eigenes System für den abgestuften Zugang baut etwa der kanadische Anbieter Tucows. Afilias, eine Backend-Registry für viele Top-Level-Domains mit ICANN-Vertrag zaudert noch.

Und Michele Neylon, CEO des irischen Registrars und Hosters Blacknight, schrieb auf die jüngsten Empfehlungen der Artikel-29-Gruppe, der Brief aus Brüssel sei „verdammt klar“. Im Zweifel gehe für ihn wie für alle europäischen Kollegen das Recht vor. Man stelle sich daher darauf ein, ICANNs Verträge zu verletzen.

Vielleicht lässt sich eine juristische Konfrontation wie sie Marby den EU-Datenschützern androht, beim nächsten Gespräch am 23. Mai abwenden. Sicher ist aber eines, meint Neylon: „Das öffentliche Whois, wie wir es kennen, stirbt mit dem 25. Mai. Game over.“ (dz@ct.de) **ct**

ICANNs Interimsmodell: ct.de/yfs4

Spracherkennung ohne Worte

MIT-Wearable hört dem Gesicht beim Denken zu

Ein am MIT entwickeltes Spracherkennungssystem erfasst Eingaben, ohne dass diese gesprochen werden. Anstelle eines Mikrofons verwendet das System Sensoren an der Gesichtshaut. So erkennt und versteht es inneres Mitsprechen beim Lesen und Denken.

Von Arne Grävemeyer

Das sogenannte „AlterEgo“-Wearable erfasst Sprachbefehle und andere Eingaben ohne Mikrophon. Beim Gedankenlesen setzt das neuartige Headset aus dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) stattdessen auf eine Sensorik, die elektrische Signale an die Gesichtsmuskeln registriert.

Derartige Reize werden vom Gehirn nicht nur ausgesendet, wenn der Mund konkret bewegt wird, sondern sogar schon dann, wenn man im Stillen einen Text liest oder im inneren Monolog ist. Die Forschergruppe um Arnav Kapur, Shreyas Kapur und Pattie Maes am MIT Media Lab fand nun heraus, dass die Muskelreize mit äußerlichen Sensoren aufgefangen und daran mit hoher Genauigkeit die intendierten Wörter erkannt werden können. In Zahlenerkennungstests mit mehreren Probanden am MIT wurden die subvokalisierten Eingaben mit einer durchschnittlichen Rate von 92 Prozent richtig identifiziert.

Der große Vorteil dieser Sprachschnittstelle: Die Privatsphäre des Nutzers bleibt erhalten. Lautes Sprechen in der Öffentlichkeit oder umständliche und für Umstehende irritierende Gesten sind nicht erforderlich. Auch Menschen mit Problemen der Stimmbänder können mit AlterEgo im Stillen ihre Spracheingaben tätigen. Es müssen dazu keine Wörter mit den Lippen geformt werden und es werden keine kodierte Muskelbewegungen

verlangt, wie die Forscher betonen. Tatsächlich sind gar keine Muskelbewegungen für die Worterkennung notwendig, das Device misst ausschließlich neuromuskuläre Impulse.

Privates nicht ausgeplaudert

Das Gerät funktioniert als bidirektionales Kommunikationsmittel. Neben der Worteingabe ohne Mikrophon bietet es eine Sprachausgabe ohne Lautsprecher oder Ohrhörer. Stattdessen umfasst das Gerät auch eine Kopfhörerfunktion über Knochenleitung, es setzt dazu an den unteren Kieferknochen an. Eine Bluetooth-Schnittstelle vervollständigt das System, das so mithilfe geeigneter Hardware und sprachgesteuerter Applikationen eine erweiterte Intelligenz und Unterstützung in unterschiedlichen Lebenslagen bieten kann. So ist zum Beispiel der Zugriff auf einen Taschenrechner möglich oder auf den persönlichen Terminkalender, auf Übersetzungsdienste oder Webabfragen. Zwei AlterEgo-Anwender könnten sich etwa in einer größeren Runde still absprechen. Oder der Nutzer greift über das Headset auf diverse Gerätetechnik im Haushalt zu.

Das Gerät misst die Nervenimpulse, welche die normalerweise zum Sprechen eingesetzten Muskeln bei inneren Monologen erreichen. Indem sich die Sensoren auf den unteren Gesichtsbereich be-



Bild: Lorrie Lejeune, MIT

Der Prototyp in der Praxis: Das AlterEgo-System erfasst Muskelimpulse beim stillen Lesen oder inneren Monolog.

schränken, werden Störungen durch ein elektrisches Rauschen aus dem Frontallappen der Großhirnrinde vermieden.

Bereits die Sensordaten zur Worterkennung werden drahtlos an eine externe Hardware übertragen und von dort auf den Institutsserver, der sie mit einem neuronalen Netz in Wörter umsetzt. Die Entwickler arbeiten an einer Worterkennung für den Einsatz auf Portables.

Der Anwender könne seine Spracheingaben sehr gut willentlich steuern, das Gerät erlange keinen Zugriff auf private Gedanken, versichern die Autoren der Forschungsarbeit. Bisherige Ansätze zum Gedankenlesen wie etwa im Gehirn implantierte Elektroden oder äußerliche Hirnstrommessungen per Elektroenzephalografie (EEG) sind für den großflächigen Einsatz ungeeignet und obendrein zu ungenau. Als nichtinvasives System beschränkt sich das AlterEgo-Wearable auf Sensoren an bis zu sieben Stellen im unteren Gesicht und Halsbereich und zeigte damit im Labor ermutigende Erkennungsraten. (agr@ct.de) **ct**

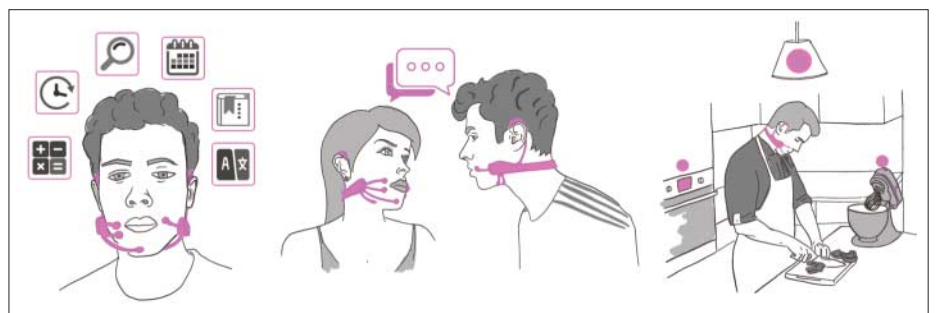


Bild: Arnav Kapur

Im Stillen starten AlterEgo-Anwender Online-Abfragen oder sie stimmen sich diskret untereinander ab.

DeepMimic

KI lernt Bewegungen, indem sie Menschen nachahmt

Motorische Planung war bislang ein für neuronale Netze unlösbares Problem. Amerikanischen Forschern scheint dabei jetzt ein Durchbruch gelungen zu sein. Ihre KI DeepMimic lernt von menschlichen Vorbildern Laufen, Saltos und Kampfkunst.

Von Pina Merkert

Menschen bewegen sich intuitiv. Bewusst steckt man sich nur ein Ziel, beispielsweise eine Treppe hinaufzusteigen, und die Muskeln führen ganz automatisch die nötigen Bewegungen aus. Was mühelos erscheint, ist aber ein ziemlich komplexer Vorgang: Unser Gehirn produziert ständig Vorhersagen, ob die geplante Bewegung geeignet ist, das Ziel zu erreichen, und passt die Steuerbefehle an die Muskeln ständig an. Roboter dagegen führen üblicherweise nur einen festen Satz an Steuerbefehlen aus. Damit ein Roboter sein Ziel erreicht, muss ein Programmierer sehr genau wissen, wie die ideale Bewegung aussieht. Menschen können die Bewegung zwar intuitiv ausführen, aber nicht programmieren. Man weiß zwar, was herauskommen soll, aber nicht, wie der nötige Algorithmus aussieht. Es bietet sich daher an, das Problem mit maschinellern Lernen zu lösen. Bei Bewegungen weiß man aber meist erst, wenn man auf dem Boden aufschlägt, dass man etwas falsch gemacht hat. Da man nicht für jeden Zeitpunkt sagen kann, ob die begonnene Bewegung zum Ziel führt, funktioniert Supervised Learning hier nicht. Stattdessen eignet sich Reinforcement Learning, denn dort lobt und tadelt man die KI nur ab und zu. Experimente mit solchen Algorithmen für motorische Planung gibt es schon seit mehreren Jahren. Dabei kamen aber stets krude Bewegungsmuster heraus.

Kombiniert

DeepMimic, eine KI von Forschern aus Berkeley und British Columbia, gelingen nun aber zahlreiche Bewegungen, die den

meisten erwachsenen Menschen schwerfallen würden. In einem Video (siehe ct.de/y2sm) illustrieren die Forscher die artistischen Fähigkeiten ihrer KI. Mit dem richtigen Training kann die nämlich laufen, rennen, springen, Saltos und Räder schlagen und sogar Bälle auf ein Ziel werfen. Sie verwendet dafür existierende Technik, kombiniert sie aber raffiniert. Ihr Herzstück ist ein neuronales Netz mit nur zwei Schichten und gerade mal 1536 Neuronen. Das gibt Steuerbefehle an Proportional-Differenzial-Regler, die die nötigen Beschleunigungen für die Gelenke berechnen. Um die Bewegungen zu planen, besitzt die KI ein zweites neuronales Netz (ebenfalls zwei Schichten mit 1536 Neuronen), das für die aktuell geplante Bewegung vorhersagt, ob sie letztendlich zu einem Lob oder Tadel führen wird.

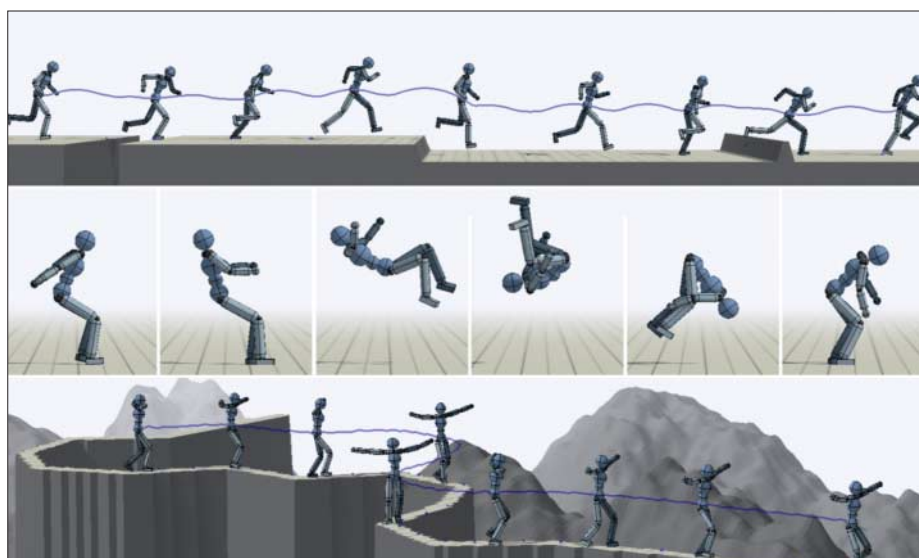
Die Forscher trainierten beide Netze nicht nur mit Lob für das Erreichen von Zielen und mit Tadel für Stürze und das Verfehlen der Ziele. Sie verwendeten zusätzlich per Motion-Capturing von Menschen aufgezeichnete Bewegungen als Referenz. Bewegte sich die KI sehr ähnlich, wurde sie belohnt, wich sie vom Vorbild ab, bestraft. Für einen Salto reicht das aber

noch nicht aus, da die KI zwar den Absprung vom Menschen abschauen kann, beim Überschlag aber zunächst Fehler macht und wegen der verpatzten Landung stets ein negatives Lernsignal bekommt. Eigentlich müsste sie nämlich zuerst lernen zu landen und danach erst den Absprung perfektionieren. Also initialisierten die Forscher die Trainingseinheiten mit zufälligen Positionen aus den Daten vom Vorbild, sodass die KI die Bewegung manchmal kurz vor der Landung begann und diese erlernen konnte.

Vielseitig

Diese Art von KI könnte unter anderem für realistische Animationen in Spielen sorgen, da sie innerhalb einer Physiksimulation arbeitet. Statt aufgezeichnete Animationen zu überblenden, könnten Spielfiguren mit DeepMimic auf unebenem Terrain oder Stöße physikalisch korrekt reagieren. DeepMimic kann sich auch an unterschiedliche Masseverteilungen anpassen. Die Forscher konnten mit den Referenzanimationen eines Menschen nämlich auch die Simulation des viermal so schweren Roboters Atlas trainieren. Eine menschenähnliche Anatomie ist keine Voraussetzung für das System, sodass DeepMimic auch für die Steuerung von Roboterarmen in der Industrie Verwendung finden könnte. Die könnten ihre Bewegungen mit der Technik an individuelle Gegebenheiten anpassen. (pmk@ct.de) **ct**

Paper, Beispielvideos: ct.de/y2sm



DeepMimic lernt vom menschlichen Vorbild auch komplexe Bewegungen wie Saltos. Das Gelernte kann die KI anpassen, um über Hindernisse zu springen.

48-Volt-Versorgung für Server-Mainboards

Die Power Stamp Alliance hat auf dem Open Compute Summit ihr Konzept für modulare Point-of-Load-(PoL-)Spannungswandler vorgestellt. Die maximal 18 Millimeter hohen Module mit einer Grundfläche von 12,7 mm × 30 mm wandeln 48 Volt Gleichspannung direkt und effizient in 0,9 bis 1,6 Volt, die moderne Mikroprozessoren benötigen. Dadurch kann bei 48-Volt-Speisung ein Wandlungsschritt entfallen, denn bisherige Mainboards arbeiten mit höchstens 12 Volt.



Bild: Bei

Ein Power Stamp lässt sich modular um weitere „Leistungsbriefmarken“ ergänzen, die man daneben aufs Mainboard lötet.

Ein Stamp liefert bis zu 100 Ampere, also bei 1 Volt 100 Watt. Sind höhere Leistungen oder stärkere Ströme nötig, lässt sich ein Main-Stamp mit bis zu fünf Satellite-Stamps kombinieren, das reicht für 600 Ampere. Die Technik zielt auf ARM-Serverchips, den IBM Power9 und künftige AMD-Epyc- und Intel-Xeon-Versionen. Auch das RAM können Power Stamps speisen: Sechzehn DDR4- oder auch 3D-XPoint-DIMMs mit 1,2 Volt konsumieren in der Spitze über 100 Ampere. Die Sekundärspannung ist galvanisch von der Speisespannung getrennt.

Die Kommunikation der Stamps untereinander erfolgt per Power Management Bus (PMBus), ein Standard des System Management Interface Forum (SMIF). Der Prozessor wiederum teilt dem Main-Stamp seine Spannungswünsche entweder per Adaptive Voltage Scaling Bus (AVSBus) mit oder mit Intels Serial-Voltage-Identification-(SVID-)Protokoll. Vorteil der Standardisierung: Der Entwicklungsaufwand für Spannungswandlermodule (Voltage Regulator Modules, VRMs) sinkt und die Konkurrenz mehrerer Hersteller verspricht günstige Preise. (ciw@ct.de)

Sonderheft c't Security 2018

Das c't Sonderheft Security fasst die wichtigsten Themen rund um Sicherheit aus c't in aktualisierter Form zusammen. Es

versteht sich als Ratgeber für Internet und PC und hilft dem Leser dabei, seine eigene Sicherheitsstrategie zusammenzustellen. Das Heft ist ab sofort für 12,90 Euro am Kiosk erhältlich und kann online unter www.heise-shop.de bestellt werden. Als digitale Version kostet es 9,99 Euro; bestellen können Sie diese ebenfalls im heise shop als E-Book im PDF-Format oder über die c't-App für Android und iOS sowie bei Amazon. (ps@ct.de)



Server-Festplatte mit 14 TByte

Der Markenname HGST verschwindet. Neue Laufwerke der WD-Tochter erscheinen nun unter dem WD-Label, so wie die 14-TByte-Festplatte Ultrastar DC HC530. Sie ist mit Helium gefüllt, für Dauerbetrieb im Server ausgelegt und soll maximal knapp 270 MByte/s liefern.

Wie bei den Serverfestplatten der Ultrastar-Serie üblich, sind Modelle mit SATA- oder SAS-Anschluss verfügbar, zudem stehen außer den üblichen Sektorgrößen 512e und 4Kn Modelle mit 520, 528, 4112, 4160 oder 4224 Byte pro Sektor zur Verfügung. Die Leistungsaufnahme der SATA-Platten soll im Betrieb bei maximal 7,6 Watt liegen, die SAS-Modelle benötigen bis zu 10,2 Watt.

Die Ultrastar DC HC530 steht einigen Großkunden bereits zum Test zur Verfügung, zur Verfügbarkeit im Handel macht WD keine Angaben. Die Garantie beträgt 5 Jahre, die jährliche Ausfallrate spezifiziert WD mit 0,35 Prozent. Angaben zum Preis gibt es noch nicht. (ll@ct.de)



WD Ultrastar DC HC530: 14-TByte-Festplatte mit konventioneller PMR-Aufzeichnung

Server & Storage-Notizen

Erfolg für AMD: Cray setzt Epyc-7000-Prozessoren im Cluster System CS500 ein. Damit kehren AMD-Prozessoren in Cray-Supercomputer zurück, die in den vergangenen Jahren ausschließlich mit Intel-Xeon- oder ARM-Prozessoren bestückt waren.

Drei britische Forschungszentren beliefert HPE mit ARM-Supercomputern vom Typ Apollo 70. In jedem Knoten stecken zwei ThunderX2-Prozessoren der Marvell-Sparte Cavium. Im Vergleich zu x86-CPU's soll die hohe Speichertransferrate vorteilhaft sein: Jeder ThunderX2 mit 32 ARM64-Kernen steuert acht DDR4-RAM-Kanäle an. Ähnliche Cluster-Knoten liefert auch Atos/Bull als Sequana X1310.

Eine MicroSD-Karte speziell für Videoaufzeichnung hat WD vorgestellt. Die Purple ist mit bis zu 64 GByte erhältlich und soll mit bis zu 50 MByte/s schreiben.

Toshiba bringt mit der S300 eine für das Aufzeichnen von Videos aus Überwachungskameras optimierte Festplatte auf den Markt. Die Laufwerke speichern bis zu 10 TByte Videodaten und sollen dank Vibrationssensoren auch in NAS-Systemen einsetzbar sein.



Beschleunigte Renner

Samsungs NVMe-SSDs 970 Evo und 970 Pro

Schneller, immer schneller: Samsungs PCIe-SSDs aus der 970er-Serie sollen die flotten Vorgänger noch in einigen Disziplinen übertreffen.

Von Lutz Labs

Schon mit den PCIe-SSDs aus der 960er-Serie konnte bislang kein Konkurrent mithalten, nun legt Samsung noch eine Schippe drauf: 970 Evo und 970 Pro erreichen beim Lesen bis zu 3,5 GByte/s und legen vor allem beim Schreiben zu.

Samsung nutzt bei den 970ern 3D-NAND mit 64 Lagen aus der eigenen Produktion. Wie gehabt kommt bei der Pro-Serie MLC-Flash mit zwei Bit pro Zelle zum Einsatz, bei der Evo das günstigere TLC mit drei Bit pro Zelle. Der Phoenix genannte SSD-Controller hat insgesamt fünf ARM-Kerne, von denen einer für die Kommunikation mit dem PC zuständig ist und die anderen vier für die Verwaltung des NAND-Flashs. Unseren jeweils 1 TByte großen Testmustern steht ein DRAM-Cache von 1 GByte zur Verfügung.

Während die Evo-Serie mit Kapazitäten von 250 GByte bis 2 TByte erhältlich ist, kommt die 970 Pro zunächst nur mit 512 GByte sowie 1 TByte auf den Markt.

Samsung liefert wie gewohnt einen eigenen Treiber für die SSDs mit, sie funktionieren jedoch auch mit dem Microsoft-

NVMe-Treiber. Das SSD-Verwaltungsprogramm Magician erkannte die 970er zum Testzeitpunkt noch nicht.

Die SSDs sind ausschließlich als M.2-Kärtchen erhältlich, sie nutzen vier schnelle PCIe-3.0-Lanes und könnten theoretisch knapp 4 GByte/s erreichen. Aber je schneller die SSD, desto eher droht eine Überhitzung von Flash-Speicher und vor allem Controller. Wir haben im Test eine Maximaltemperatur von 80 °C gemessen – aber auch bei dieser Temperatur konnten die SSDs die Höchstgeschwindigkeiten noch eine Weile halten. Nach rund 90 Sekunden – das entspricht rund 300 GByte – greift der Überhitzungsschutz, die SSDs drosseln. Flott sind sie dann immer noch.

Zu den Merkwürdigkeiten im Test gehörte, dass beide SSDs gelegentlich nur mit rund 2 GByte/s lesen konnten. Beschäftigten wir sie allerdings kurzzeitig mit Schreibaufgaben, stieg die Lesegeschwindigkeit danach auf die versprochenen Werte an. Möglicherweise ist das dem noch recht frühen Stand der Firmware geschuldet, Samsung hatte keine Erklärung für das Verhalten.

Beide verschlüsseln Daten stets mit AES 256 und sind zu TCG OPAL und Microsoft eDrive kompatibel, lassen sich also mit Bitlocker nutzen. Die ersten SSDs sollen Ende April erhältlich sein, mit einer breiten Verfügbarkeit rechnet Samsung im Mai. Auf beide Modelle gibt Samsung fünf Jahre Garantie; sie endet früher, wenn die

garantierte Schreibleistung (600 TByte bei der 970 Evo, 1200 TByte bei der 970 Pro) überschritten wurde.

970 Pro

Bei sequenziellen Transfers erreichte die 970 Pro beim Lesen mehr als 3,5, beim Schreiben 3,1 GByte/s – fast 50 Prozent Verbesserung bei der Schreibleistung gegenüber der 960 Pro. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen reichte die übliche Messmethode mit 32 gleichzeitigen Zugriffen (Queue Depth, QD=32) nicht aus, um die von Samsung versprochenen 500.000 IOPS zu erreichen – aber bei einer Anfragetiefe von 256 schaffte die SSD sogar 550.000 IOPS.

970 Evo

TLC-Speicher ist günstiger als MLC – aber beim Schreiben auch langsamer. Bei der 970 Evo schaltet Samsung daher einen Teil des TLC-Speichers in den schnelleren SLC-Modus. Samsung nennt die Technik Turbo Write. Rund 12 GByte des Speichers sind dabei fest umgeschaltet, dazu kommt ein von der Größe der SSD abhängiger Teil; insgesamt sind es maximal 80 GByte.

Dank Turbo Write lag die 970 Evo beim Schreiben mit knapp 2,9 GByte/s nur wenig unter dem Ergebnis der Pro. Erst bei Dauerlast sank der Wert auf 2,4 GByte/s. 500.000 IOPS konnten wir auch mit einer hohen Anfragetiefe nicht erreichen, mit mehr als 440.000 IOPS liegt die 970 Evo immer noch in der Spitzengruppe der PCIe-SSDs.

Fazit

Samsung hält sein Versprechen: Die 970er sind denen aus der 960er Serie vor allem beim Schreiben überlegen, auch die IOPS-Leistung steigt. Doch bei der täglichen Arbeit am Desktop-PC oder Notebook merkt man allenfalls beim Kopieren großer Datenmengen einen Unterschied, selbst der Vorsprung zu SATA-SSDs fällt in der Praxis nur gering aus. Samsung zeigt aber mit den 970ern, dass PCIe 3.0 x4 für die schnellsten M.2-SSDs bald eine Barriere darstellen könnte. (//@ct.de) **ct**

PCIe-SSDs

Modell	970 Evo	970 Pro
Hersteller	Samsung, www.samsung.de	Samsung, www.samsung.de
Bezeichnung	MZ-V7E1T0	MZ-V7P1T0
Straßenpreis	430 €	600 €



Black or White

Dell XPS 13 (9370) im Glasfasergeflecht statt Karbon

Dells edle XPS-Notebooks sind mit ihren schwarzen Karbongehäusen auf den ersten Blick identifizierbar. Das 2018er-Modell des XPS 13 kommt mit überarbeiteten Schnittstellen und einem weiteren Gehäusematerial daher: weißes Glasfasergeflecht.

Von Florian Müssig

Das seit 2012 in etlichen Iterationen erhältliche XPS 13 hat sich im Laufe der Zeit ein ordentliches Renommee aufgebaut: Unter den hochpreisigen 13,3-Zoll-Notebooks war das Dell-Gerät stets eines der beliebtesten, vereinte es doch

immer hohe Performance und gute Bildschirme mit geringem Gewicht, sehr langer Laufzeit und topaktuellen Komponenten. Die 2015er-Generation war zudem das erste Notebook überhaupt mit besonders schlanken Bildschirmrändern.

Mit der 2018er-Auflage – intern XPS 13 (9370) genannt – hält nun ein neuer Werkstoff Einzug. Alternativ zum altgedienten dunklen Sichtkarbon gibt es neuerdings ein weißes Geflecht aus Glasfasern. Laut Dell wurde der Wunsch nach einer anderen Gehäusefarbe schon öfter geäußert, doch mit Kohlefasern habe man dies nicht hinbekommen – die sind nun mal schwarz und lassen sich nur schlecht einfärben.

Während man das dunkle Kohlefasergeflecht nur sieht, kann man die verwobenen Glasfaserstränge auch fühlen, wenn man mit dem Finger über die Handballen-

ablage fährt. Der bei schwarzen Geräten obligatorische Silikonüberzug fehlt. Stattdessen kommt laut Dell eine andere Beschichtung zum Einsatz, die Schmutz und Fett abwehrt – schließlich soll das Gehäuse nicht vergilben und vergammeln. Alltagserfahrungen, wie gut das klappt, dürften erst in ein paar Monaten vorliegen; das Testgerät war eines der ersten ausgelieferten weißen XPS 13.

Passend zur weißen Handballenablage ist auch der Bildschirmrahmen weiß. Deckelaußenseite und Bodenplatte bestehen hingegen aus Aluminium. Bei Kohlefaser-Modellen ist dieses in Silber gehalten, bei den Glasfaser-Modellen in Roségold.

Bei Redaktionsschluss gab es das weiße Gehäuse nur in der hier getesteten Ausstattungsvariante für 1700 Euro, die Dells hauseigenem Online-Shop vorbehalten war. Alle anderen Ausstattungsvarianten hatten schwarze Kohlefasergehäuse; ihre Preise lagen zwischen 1300 Euro (Core i5-8250U, 8 GByte, 256er-SSD) und 2150 Euro (Core i7-8550U, 16 GByte, 1-TByte-SSD). Der Core-i7-Vierkern erzielte im Testgerät eine außergewöhnlich hohe Rechenleistung, wie man sie nur in wenigen anderen Notebooks vorfindet.

Display

In manchen teureren Ausstattungsvarianten stecken Touchscreens mit 4K-Auflösung, in günstigeren Konfigurationen (und im Testgerät) Full-HD-Bildschirme ohne Fingerbedienbarkeit. Anders als bei bisherigen XPS-13-Generationen sind letztere nicht mehr matt, sondern werden von einer Glasscheibe mit aufgedampfter Entspiegelungsschicht geschützt. Beide Bildschirmvarianten sind dank IPS-Technik blickwinkelunabhängig.

In vergangenen XPS-13-Generationen hatte sich Dell mit einer vom Bildinhalt ab-



Das 2018er-Modell des XPS 13 gibt es nicht mehr nur mit einem schwarzen Kohlefasergehäuse, sondern alternativ auch in Weiß mit Glasfasergeflecht.

hängigen Helligkeitsautomatik – mal CAB (Content Adaptive Brightness Control) und mal DBC (Dynamic Backlight Control) genannt – wenig Freunde gemacht, weil sie dem Kunden per unveränderlicher BIOS-Voreinstellung aufgezwungen wurde. Versprochene BIOS-Updates mit Änderungsmöglichkeiten kamen nie oder spät – für Full-HD-Varianten des Vorgängers XPS 13 (9360) etwa erst im Januar 2018 [1]. Beim neuen XPS 13 (9370) ist das leidige Thema dank eines Umschalters im BIOS-Setup endlich abgehakt.

Weil 4K-Displays stromhungriger sind als Panels mit geringerer Auflösung, dürften hochauflösende XPS 13 geringere Laufzeiten erreichen als das Testgerät, das bis zu zwanzig Stunden durchgehalten hat. Eine aus fünf LEDs bestehende seitliche Ladestandanzeige verrät auf Knopfdruck auch bei ausgeschaltetem Notebook den Akkufüllstand.

Schnittstellen

Klassische USB-A-Buchsen findet man nicht mehr, wohl aber gleich drei USB-C-Anschlüsse. Alle drei liefern außer USB-auch DisplayPort-Signale und können zum Laden des Notebook-Akkus verwendet werden. Die zwei linken Buchsen beherrschen zusätzlich Thunderbolt 3, etwa für externe Grafikkarten (siehe S. 94). In den Kartenleser passen nur MicroSD-Kärtchen.

Die Tastatur hat ausreichend Hub und gibt beim Tippen mit präzisiertem Druckpunkt das benötigte Feedback, um flüssig schreiben zu können. Der einzeilige Cursortastenblock wurde um zwei Tasten (Bild Auf/Ab) erweitert; Pos1 und Ende bekommt man nur per Fn-Tastenkombination. Die weiße Beleuchtung der weißen Tasten führt bei Schummerlicht mitunter dazu, dass man die Beschriftung mangels Kontrast nur schwer entziffern kann.

Die Webcam befindet sich wegen des schmalen oberen Bildschirmrands weiterhin unterhalb des Bildschirms; immerhin ist sie nun vom linken Rand in die Mitte gewandert. Auch ist eine IR-Kamera zur Unterstützung von Windows Hello hinzugekommen. Alternativ kann man sich über den im Einschalter platzierten Fingerabdruckleser biometrisch bei Windows anmelden.

Dell verkauft das neue XPS 13 wahlweise mit Linux. Auf den nur im englischen Sprachraum Developer Edition genannten Modellen ist ein angepasstes Ubuntu 16.04 vorinstalliert. Die Linux-Installation durch

Dell XPS 13 (9370): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	bnx37004
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Adapter USB-A auf USB-C
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × R (1 × Typ C) / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Sharp WT1R3_LQ133M1: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 18 ... 359 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	intern: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC299
LAN / WLAN	– / PCIe: Qualcomm QCA6174A (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Qualcomm (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Toshiba XG5 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	52 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	45 W, 240 g, 6 cm × 5,5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,21 kg / 30,2 cm × 19,7 cm / 1,4 ... 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max. Helligkeit)	3,2 W / 4,2 W / 5,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	48,7 W / 9,4 W / 32,4 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	48,8 W / 0,52
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	19,8 h (2,6 W) / 15,9 h (3,3 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	7,9 h (6,6 W) / 3,1 h (16,9 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,6 h / 12,4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,3 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1130 / 437,9 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	64458 / 85087
Leserate SD-Karte	31,1 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	11,9 / 13,8 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 109,8 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	189 / 666
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	20725 / 94060 / 633 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	5064 / 1220 / 456
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1700 €
Garantie	1 Jahr Vor-Ort-Service
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Dell bewahrt einen zwar nicht vor Problemen [2], doch man hat dann immerhin einen Reklamationsanspruch.

Fazit

Das XPS 13 ist auch in der 2018er-Iteration ein leichtes 13,3-Zoll-Notebook mit flachem Gehäuse, langer Laufzeit, hoher Prozessorleistung und tollen Bildschirmen geblieben. Trotzdem weinen wir dem direkten Vorgänger etwas hinterher,

weil der noch ein mattes Full-HD-Display, USB-A nebst Thunderbolt-USB-C und einen normalgroßen SD-Kartenleser geboten hat. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Schick, mobil & rasant, Kompakte Notebooks mit CPUs der achten Core-i-Generation, c't 2/2018, S. 110
- [2] Thorsten Leemhuis, Blender, XPS 13 Developer Edition 9360: Neuauflage des Linux-Ultrabooks von Dell, c't 25/2016, S. 138

Federgewicht

Acers leichtes 14-Zoll-Notebook Swift 5 (SF514-52T)



Besonders leichte Notebooks müssen nicht besonders teuer sein: Acer bietet sein weniger als ein Kilogramm leichtes Swift 5 (SF514-52T) schon für unter 1000 Euro an.

Von Florian Müssig

Huch, ist das nur ein Leergehäuse? Diesen Eindruck hatten etliche Kollegen, als sie das Acer Swift 5 hochgehoben haben. Aber nein, das Notebook ist dank seines Magnesium-Gehäuses schlicht sehr leicht – 940 Gramm leicht, um präzise zu sein. Zum Vergleich: Bei kompakten 13,3-Zöllern sind 1,2 bis 1,3 Kilogramm üblich.

Der Vergleich hinkt sogar etwas, denn das Swift 5 hat einen 14-Zoll-Bild-

schirm und damit etwas mehr Bildfläche. Dank IPS-Technik bleiben die Farben auch beim Blick von der Seite ansehnlich, allerdings lässt dabei die Helligkeit sichtbar nach. Weil die maximale Helligkeit zudem nur 220 cd/m² beträgt, fallen Spiegelungen auf der glatten Bildschirmoberfläche dann stärker ins Auge. Der Bildschirm lässt sich auch per Finger bedienen – ganz ohne die sonst obligatorische Glasscheibe vor Display und Bildschirmrahmen.

USB-C-Docking

Eine Buchse im USB-C-Format gibt außer USB- auch DisplayPort-Signale aus und kann zum Laden des Akkus verwendet werden. Zusammen mit einem USB-C-Dock kann das Swift 5 also denselben Docking-Komfort bieten, der bislang teuren Business-Notebooks vorbehalten war [1]. Das beiliegende Netzteil hat einen klassi-

schen Rundstecker, zu dem eine dedizierte Buchse am Notebook gehört. Zwei USB-Buchsen im klassischen Typ-A-Format erlauben das Anschließen von älterer Peripherie ohne Adapter; gleiches gilt dank HDMI-Ausgang auch für Monitore. Auf einen Kartenleser muss man verzichten.

Konfigurationen

Acer verkauft das Swift 5 (SF514-52T) wie hier getestet mit Core i5-8250U, 8 GByte Arbeitsspeicher und 256-GByte-SSD für 940 Euro. Mit etwas schnellerem Core i7-8550U und doppelt so viel Speicherplatz sind es 1120 Euro. Bei Redaktionsschluss tauchten in Preisvergleichen weitere Modelle auf, doch deren technische Ausstattung unterschied sich trotz anderer Konfigurationsbezeichnungen nicht von den beiden genannten Varianten. Das Schwestermodell Swift 5 Pro (SF514-52TP) verbindet den Core i5 mit der 512-GByte-SSD; auf Letzterer ist Windows 10 Pro statt Home vorinstalliert.

Höhere Bildschirmauflösungen sieht Acer nicht vor; alle Konfigurationen haben wie das Testgerät ein blaues Gehäuse mit goldfarbenem Scharnier und ebensolcher Tastenbeschriftung. Auf der beleuchteten Tastatur tippt man eher weich, dank ausreichend Hub und spürbarem Anschlag aber nie schwammig. Der Cursorblock wurde in eine Zeile gequetscht und um zwei Tasten mit Bild Auf/Ab ergänzt. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern, ein in die Handballenablage eingelassener Fingerabdruckleser erlaubt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello.

Der Lüfter rauscht bei anhaltender Rechenlast mit an sich akzeptabler Lautstärke von 0,7 Sone, stört aber mit hochfrequentem Pfeifen. Bei geringer Systemlast bleibt das Notebook flüsterleise; kurze Lastspitzen steckt das Kühlsystem ohne Aufheulen weg. Der Akku hält bei geringer Last und auf innenraumtaugliche 100 cd/m² abgedunkeltem Bildschirm gut 12 Stunden durch. Wer die CPU nicht permanent unter Volldampf setzt, übersteht also einen Arbeitstag, ohne dass das Netzteil zwingend mitgenommen werden muss – auch das spart unterwegs Gewicht.

Nach dem Abschrauben der Bodenplatte fanden wir im Inneren eine kleine Überraschung in Form eines unbenutzten zweiten M.2-Schachts. Der Arbeitsspeicher ist hingegen aufgelötet und lässt sich somit nicht erweitern.

Fazit

Das Swift 5 ist eines der leichtesten Notebooks, das man derzeit kaufen kann. Acer hat dies sogar mit einem potenten Core-i-Vierkernprozessor der U-Familie geschafft, statt auf ein lüfterlos kühlbares Modell der schwächeren Y-Schiene (ehemals Core m) zu setzen. Die Möglichkeit, die USB-C-Buchse für Docking zu verwenden, gefällt; der fehlende Kartenleser hingegen weniger. Auch würden dem Gerät Ausstattungsvarianten mit mehr Arbeitsspeicher oder höher auflösenden Bildschirmen gut zu Gesicht stehen.

Weniger als ein Kilogramm Gewicht und einen Core-i-Vierkern bietet sonst nur das Fujitsu LifeBook U938 (13,3 Zoll) zu Preisen ab 2000 Euro. Die 1,1 Kilogramm leichten Toshiba Portégé X20W (12,5 Zoll) und X30 (13,3 Zoll) kosten ähnlich viel; für das Asus ZenBook Flip S UX370UA (13,3 Zoll) sind mindestens 1200 Euro gefragt. In günstigen Leichtgewichten wie dem Asus VivoBook E12 (11,6 Zoll), die man schon ab 200 Euro bekommt, arbeiten lahme Atom-Derivate wie der Celeron N3350 (siehe auch S. 102). (mue@ct.de) **ct**

Literatur

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



Im leichten Magnesium-Gehäuse findet man neben der NVME-SSD einen weiteren, leeren M.2-Schacht.

Die USB-C-Buchse (links) des Acer Swift 5 vereint das, was alternativ über die dedizierten Schnittstellen daneben läuft: USB- und Video-Signale plus Strom.



Acer Swift 5 (SF514-52T): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	NX.GTMEV.001
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / R / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 3 × R (1 × Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / R / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	AUO B140HAK02.0: 14 Zoll / 35,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 15...221 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-8250U (4 Kerne mit HT), 1,6 GHz (3,4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC255
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 7265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: EgisTec
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Intel 600p (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	36 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	45 W, 277 g, 9,5 cm × 3,8 cm × 2,5 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	0,94 kg / 32,9 cm × 22,7 cm / 1,5 ... 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,3 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,2 W / 4,6 W / 5,5 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	27,1 W / 10,3 W / 28,3 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	42,3 W / 0,51
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	12,1 h (3 W) / 9,5 h (3,7 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,7 h (6,2 W) / 2,2 h (16,1 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,8 h / 6,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	600,2 / 579,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	70080 / 97111
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	21,5 / 12,6 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,3 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	136 / 491
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	17676 / 65128 / 428 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	3517 / 852 / 317
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	930 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Edles zum Umklappen

Hybrid-Notebook HP Spectre x360 13 mit Vierkernprozessor

Das Spectre x360 13 ist ein hochpreisiges Hybrid-Gerät, das man dank 360-Grad-Scharnieren sowohl als Notebook als auch als Windows-Tablet verwenden kann. In der 2018er-Auflage halten Quad-Cores der achten Core-i-Generation Einzug.

Von Florian Müssig

HP hat seinem edlen 13,3-Zoll-Hybrid-Notebook Spectre x360 13 mehr Leistung spendiert: In der 2018er-Version

kommen nun Vierkerner der achten Core-i-Generation zum Einsatz. Allerdings können die Quad-Cores ihr Potenzial im neuen Spectre nicht voll entfalten. Die gemessene Rechenleistung liegt zwar über der, die die vormals üblichen Doppelkerne der siebten Core-i-Generation ablieferten, doch in anderen Notebooks schafft der Core i7-8550U teils deutlich höhere Benchmark-Ergebnisse – etwa im neuen Dell XPS 13 (siehe S. 40). Das HP-Notebook fühlt sich deshalb nicht lahm an, aber Aufgaben wie das Batch-Entwickeln von Raw-Fotos dauern schlicht länger.

Vermutlich legt HP dem Prozessor vergleichsweise früh nach Lastbeginn die Taktdaumenschrauben an, damit das Ge-

häuse und damit einhergehend das Kühlsystem besonders flach ausfallen konnten: Der Rumpf ist vorne wie hinten weniger als einen Zentimeter dünn; inklusive Deckel maximal 1,5 Zentimeter. Der Lüfter übersteht kurze Lastphasen ohne Aufheulen und wird auch bei anhaltender Rechenlast nicht übermäßig laut.

USB-C und -A

Anders als bei vielen aktuellen Flachmännern mit schicken Gehäusen und hohen Preisen muss man nicht auf eine USB-Buchse im klassischen Typ-A-Format verzichten; bereits vorhandene Peripherie-Geräte lassen sich also ohne Adapter anschließen. Zwei moderne USB-C-Buchsen sind zusätzlich an Bord. Beide geben außer USB 3.1 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s) und DisplayPort auch Thunderbolt-Signale aus, etwa zum Anschluss externer Grafikkarten (siehe auch S. 94).

Das dem Notebook beiliegende USB-C-Netzteil kann an beiden Buchsen angeschlossen werden. HP verspricht mit Fast Charge ein schnelles Akkubefüllen, kann sich damit aber nicht allzu sehr aus der Masse abheben: Gut 60 Prozent Akkukapazität nach einer Stunde am Netzteil schaffen auch viele andere aktuelle Notebooks. Mit einer kompletten Akkuladung sind gut 12 Stunden Laufzeit drin.

4K-Display

Der 13,3-Zoll-IPS-Touchscreen zeigt 4K-Auflösung (3840 × 2160 Punkte); seine maximale Helligkeit von über 310 cd/m² reicht für sonnendurchflutete Innenräume aus. Mit nativer Display-Auflösung kann man ob der winzigen Pixel nicht arbeiten, weshalb man auf die in Windows 10 enthaltene Skalierung zurückgreifen muss. Die ab Werk vorgesehene 300-Prozent-Skalierung führt zu arg großen Icons und Schrift; bei 200 Prozent entspricht die Darstellungsgröße der eines 13,3-Zoll-Displays mit Full-HD-Auflösung – nur eben mit viel schärferem Bild.

Der Bildschirm lässt sich per Stift bedienen, doch zum Lieferumfang gehört keiner. Stattdessen stehen optional zwei unterschiedliche Varianten bereit. Der neuere Tilt Pen (100 Euro) erkennt Neigungen, was etwa beim Schraffieren hilfreich ist. Kann man darauf verzichten, dann tut es auch der normale Pen zum halben Preis.

Die Tastatur stellt mit präzisiertem Anschlag und normalgroßem Tastenraster selbst Vielschreiber zufrieden. Am Tasten-



HP nutzt die rechte Geräteseite für eine Lautstärkewippe, einen Fingerabdruckleser und zwei Thunderbolt-3-fähige USB-C-Buchsen.

Layout gefällt, dass Pos1, Ende, Bild Auf und Ab ohne Tastenkombination erreichbar sind; nicht so toll ist, dass der Cursor-Block in eine Zeile gequetscht wurde. Die Tastenbeleuchtung muss manuell zu- oder abgeschaltet werden. Das Touchpad im breiten 2:1-Format erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern.

Die F-Tastenreihe ist mit Sonderfunktionen wie der Helligkeitsregelung belegt. Wer die klassischen F-Tasten ohne Fn-Klammergriff bevorzugt, etwa F5 zum Aktualisieren im Webbrowser, kann dies im BIOS-Setup umstellen. Immerhin: Auch bei primärer Sonderbelegung lassen sich gängige Tastenkombinationen wie Alt-F4 ohne Fn-Taste ausführen.

Die Lautstärke lässt sich zusätzlich über eine seitliche Wippe regeln, was im Tablet-Modus praktisch ist – bei vollständig herumgeklapptem Deckel wird die Tastatur schließlich deaktiviert, um Fehleingaben vorzubeugen. Neben die Wippe wurde ein Windows-Hello-tauglicher Fingerabdruckleser platziert; alternativ kann man sich über eine IR-Kamera biometrisch in Windows 10 einloggen. Der Kartenleser nimmt nur kompakte microSD-Kärtchen auf.

Die getestete 1800-Euro-Konfiguration ist mit Core i7-8550U, 16 GByte DDR4-Speicher und 512er-SSD die Maximalausstattung. Mit jeweils halbierten Speicherkapazität, Core i5-8250U und Full-HD-Touchscreen beginnen die Preise bei 1250 Euro. Dass es dazwischen rund zwei Dutzend Ausstattungsvarianten gibt, liegt zum Teil an den Komponenten und zum Teil an unterschiedlichen Gehäusefarben. Das Testgerät war in Anthrazit (offiziell „Asche-Grau“ genannt) mit kupferfarbenen Rändern und Scharnieren gehalten, man bekommt das Spectre x360 13

HP Spectre x360 13: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	ae035ng
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Transporthülle
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L / 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	LG D0588: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 3840 × 2160, 16:9, 332 dpi, 18...310 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC295
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	SMBus: Synaptics (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Toshiba XG3 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	62 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 349 g, 7,4 cm × 7,4 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,25 kg / 30,6 cm × 22,8 cm / 1,4...1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,9 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,4 W / 6,2 W / 9,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	54,5 W / 16,2 W / 44,6 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	66,6 W / 0,51
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	12,6 h (4,9 W) / 8,9 h (6,9 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	4,9 h (12,6 W) / 2,7 h (23,1 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,6 h / 7,8 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,4 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1379,2 / 520,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	68452 / 51855
Leserate SD-Karte	30 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	31,3 / 12,6 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 95,5 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	141 / 436
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	20542 / 66015 / 511 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	3957 / 906 / 337
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1800 €
Garantie	2 Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

aber auch in Silber oder Roségold. Das offizielle Zubehörprogramm umfasst unter anderem Funkmäuse in zum Notebook passender Farbgebung.

Fazit

Die 2018er-Version des Spectre x360 13 ist ein leichtes, gut verarbeitetes Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, tollem Bildschirm und schickem Vollmetallgehäuse. Größter Knackpunkt ist die im

Vergleich zu anderen Notebooks reduzierte CPU-Performance bei anhaltender Rechenlast: So manches weniger als halb so teure Core-i5-Notebook [1] liefert 25 Prozent mehr Rechenleistung als der Core i7 im HP-Gerät. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, Für unterwegs und daheim, 13,3-Zoll-Notebooks mit USB-C-Schnittstelle, c't 9/2018, S. 96



Robuster Schönling

Apacers Mobilfestplatte AC730 sieht schick aus und soll doch genauso robust sein wie andere Modelle mit Gummischutz.

Bis zu 1500 kg Druck soll das Aluminiumgehäuse der AC730 aushalten, man könnte also locker einen Mittelklasse-PKW darauf abstellen. Zudem ist sie wasser- und staubdicht nach der Schutzklasse IP68, darf also sogar ein Vollbad nehmen.

Im Innern steckt eine WD-Blue-Festplatte mit 7 Millimeter Bauhöhe. Das Laufwerk erwärmt sich auch im Dauerbetrieb nicht über 40 °C; das dürfte an der guten Wärmeableitung durch das Metallgehäuse liegen.

Die Übertragungsleistungen liegen auf dem Niveau einer typischen 2,5-Zoll-Festplatte: Mit IOMeter haben wir beim Lesen und Schreiben jeweils knapp 130 MByte/s gemessen. Beim Kopieren großer Dateien sank die Geschwindigkeit auf 80 bis 100 MByte, beim Schreiben kleiner Textdateien sogar auf 3,7 MByte/s – externe SSDs sind dabei aber auch nicht schneller.

Die Leistungsaufnahme der AC730 liegt mit 2,2 Watt im Ruhezustand und bis zu 3 Watt beim Schreiben deutlich über der der eingebauten WD-Festplatte, die sich mit maximal 1,5 Watt zufrieden gibt. Insgesamt ist die AC730 gut für den mobilen Betrieb geeignet, das schicke Äußere dürfte beim harten Außeneinsatz jedoch leiden. (ll@ct.de)

Apacer AC730

Robuste externe SSD	
Hersteller	Apacer, http://consumer.apacer.com/eng
Modellbezeichnung	AP1TBAC730S-1
Schutzklassen	IP68, MIL-STD-810G
Größe / Gewicht	135 mm × 105 mm × 24 mm / 398 g
Straßenpreis	1 TByte: 73 € (getestet), 2 TByte: 102 €

Schnelles USB-RAID-Gehäuse

Die externe RAID-Box SK-2520 U3.1 von Akitio fasst zwei 2,5-Zoll-Laufwerke und lässt viele RAID-Kombinationen zu.

Im sicheren RAID-1-Modus erreichten wir mit den zum Test eingebauten Samsung-SSDs (850 Pro, je 256 GByte) rund 560 MByte/s beim Lesen und 520 MByte/s beim Schreiben. Schneller wird es mit RAID 0: rund 840 MByte/s beim Lesen und beim Schreiben – gut, aber noch deutlich unter der Grenze von USB 3.1 Gen 2 aka Superspeed+. Weiterhin lassen sich die beiden SSDs als einzelne Laufwerke oder als Verbund (JBOD) konfigurieren.

In einer RAID-1-Konfiguration haben wir 3 Watt im Standby, 6 Watt beim Lesen und fast 9 Watt beim Schreiben gemessen – auf den ersten Blick viel für USB, aber über den C-Stecker dürfen bis zu 15 Watt fließen. Man kann das SK-2520 U3.1 zwar auch an einem USB-A-Port betreiben, muss dann aber zwingend das Netzteil einsetzen. Mit dem Netzteil lässt sich zudem ein angeschlossenes Gerät per USB Power Delivery mit bis zu 15 Watt versorgen. Im Test klappte das mit einem Samsung Galaxy S8, mit dem wir auch auf die Daten auf dem Laufwerk zugreifen konnte.

Das SK-2520 U3.1 ist schnell und flexibel: Da es 15 Millimeter hohe Laufwerke fasst, kann man es mit bis zu 5 TByte großen Festplatten bestücken, aber eben auch mit schnellen SSDs für eine hohe Geschwindigkeit. (ll@ct.de)

Akitio SK-2520 U3.1

USB-RAID-Box für zwei Laufwerke	
Hersteller	Akitio, www.akitio.com
Modellbezeichnung	MP-SK2520
Größe / Gewicht	155 mm × 153 mm × 22 mm / 362 g
Straßenpreis	126 €

Wichtig luftig

Das Headset GSP 500 soll Spieler mit luftigen Klängen verwöhnen.

Im Unterschied zu den meisten Gaming-Headsets sind die Muscheln des GSP 500 offen. Der Klang wirkt dadurch luftiger und man bekommt noch etwas von der Umgebung mit, wenn man spielt oder Musik hört – das gilt natürlich auch umgekehrt.

Die Verarbeitung ist wichtig stabil. Textilpolster umschließen die Ohren weiträumig. Die Anpresskraft stellt man am Bügel ein. Leider ist sie bereits auf der schwächsten Stufe so hoch, dass uns der Druck nach einer halben Stunde unangenehm wurde.

Das Mikrofon schaltet sich automatisch ein, sobald man den Bügel ausklappt. Da es nah an den Mund kommt, ist die Sprachverständlichkeit gut. Zwar fällt der Frequenzgang in den Höhen etwas ab, Aufnahmen leiden aber nur wenig unter dem typischen Telefon-Sound anderer Modelle.

Der Klang der Kopfhörer wirkt ausgewogen und kann sich mit HiFi-Kopfhörern der 200-Euro-Klasse messen: Bässe kommen kräftig, ohne aufgebläht zu wirken. Höhen sind präsent und klar. Zur besseren Sprachverständlichkeit betont das GSP 500 die oberen Mitten leicht. Das hilft beim Chatten in Spielen. Wenn man Musik hört, wirken Sänger jedoch etwas aufdringlich.

Insgesamt punktet das GSP 500 mit robuster Verarbeitung und gutem Klang. Einzig der Tragekomfort leidet unter dem etwas zu hohen Anpressdruck. (hag@ct.de)

Sennheiser GSP 500

Headset mit analogem Kabelanschluss	
Hersteller	Sennheiser, www.sennheiser.de
Anschluss	Wechselkabel: 4-polige Klinke (1,5 m), 2 × 3,5-mm-Klinke (2,5 m), 28 Ohm
Preis	229 €

Anzeige



Auf Sinnsuche

Android-Tablet Huawei MediaPad M5 mit Desktop-Modus

Das MediaPad M5 will dem Thema Android-Tablet neue Facetten abringen, indem es einen übersichtlichen Desktop-Modus mitbringt und sich in Richtung Produktivität orientiert. Gleichzeitig soll es mit gleich vier Lautsprechern wie gewohnt als Unterhaltungsmaschine punkten.

Von Alexander Spier

Das MediaPad M5 verströmt einen Premium-Anspruch, der bei Android-Tablets beinahe ausgestorben ist. Es wirkt mit seinen schmalen Rändern, dem abgerundeten Displayglas und der Metallrückseite einfach schick. Dabei ordnet es sich preislich auf halbem Weg zwischen den ganzen Android-Billigheimern und Top-Modellen wie dem Samsung Galaxy Tab S3 ein: Das 10-Zoll-Tablet gibt es ab 380 Euro.

Doch schickes Aussehen und ordentliche Hardware alleine ist in einem schrumpfenden Tablet-Markt nicht genug, und so versucht Huawei wie Apple, Lenovo oder Samsung, das Einsatzgebiet des Tab-

lets Richtung Produktivität und Kreativität zu erweitern. Beim M5 mit 10,8 Zoll gibt es deshalb unter anderem einen eigenen Desktop-Modus, der die herkömmliche Android-Oberfläche ausblendet und an Windows erinnert. Zudem sind vom M5 zahlreiche Varianten geplant. Außer dem hier getesteten Modell gibt es ein kleineres mit 8,4 Zoll großem Bildschirm. Beide sind mit 32 oder 64 GByte (20 Euro Aufpreis) internem Speicher erhältlich, die sich mit einer MicroSD-Karte ergänzen lassen. Für 40 Euro mehr gibt es LTE dazu.

In den nächsten Wochen soll zudem die Pro-Version der großen Variante erscheinen. Die kommt mit einem etwas schnelleren Prozessor; vor allem aber liegt ihr ein präziser Eingabestift bei. Die normalen Varianten unterstützen diesen mangels Stiftdigitizer nicht. Wer Notizen und Skizzen mit dem M5 machen möchte, muss auf die teurere Variante warten und kann den Stift nicht einfach nachkaufen.

Reichhaltige Ausstattung

Huawei verwendet ein 16:10-Display, das minimal größer ist als bei der Konkurrenz, aber aufgrund schmaler Ränder trotzdem kaum mehr Platz einnimmt. Dank hoher Auflösung mit 280 dpi Pixeldichte sehen

Inhalte sehr scharf aus, die Schrift ist angenehm knackig. Im Freien muss man sich ein schattiges Plätzchen suchen, denn die rund 340 cd/m² helle Hintergrundbeleuchtung schafft es nicht, gegen Sonnenlicht anzukommen und ist auch schwächer als bei vielen Konkurrenten. Merkwürdig erscheint die zwangsweise Reduzierung der Displayhelligkeit, wenn man den Browser öffnet.

Der Kontrast des Displays liegt in etwa gleichauf mit dem des aktuellen iPad. An das sehr kontrastreiche AMOLED im Samsung Tab S3 kommt es nicht heran. Auf Wunsch lassen sich die Farben extrem poppig einstellen, im normalen Modus sind sie satt und decken den sRGB-Farbraum ab.

Beim Prozessor hat Huawei im Vergleich zum Vorgänger M3 vor allem im Grafikbereich aufgerüstet. Für die absolute Spitze reicht das zwar nicht ganz, aber für durchweg flüssige Frameraten in den Benchmarks. Im Alltag ist das Tablet trotz hoher Auflösung jederzeit flott unterwegs. Auch der Prozessor mit acht Kernen hat mehr als genug Leistungsreserven. Bei Android-Tablets gibt es derzeit fürs gleiche Geld nirgendwo mehr Leistung, nur das neue, günstigere iPad (2018) zieht deutlich davon.

Dank großem Akku kommt das M5 auf sehr gute Laufzeiten: Fast 12 Stunden im Video-Test sind ein Spitzenwert, 10 Stunden beim Surfen über WLAN im oberen Tablet-Drittel. Das Aufladen geht mit dem mitgelieferten Netzteil in 2 Stunden vergleichsweise flott.

Die 13-Megapixel-Kamera auf der Rückseite schießt für Tablet-Verhältnisse ansehnliche und scharfe Fotos, diese rauschen aber ebenso wie Videos deutlich stärker als die Bilder guter Smartphone-Kameras, selbst bei guten Lichtverhältnissen. Zudem wirken die Farben etwas flau.

Eine USB-C-Buchse dient zum Laden und zur Datenübertragung, außerdem können Tastatur und Maus damit verbunden werden. Der Anschluss unterstützt nur USB 2.0, daher ist es nicht möglich, einen externen Monitor anzuschließen. Er ist zudem ungünstig platziert: Lädt man das Tablet und hält es im Querformat, kommt der USB-Stecker unbequem auf der rechten Hand zu liegen. Noch nerviger ist allerdings das Fehlen eines Klinkenanschlusses. Stattdessen liegt ein Adapter für den USB-Anschluss bei. Gleichzeitig Laden und über Kabel Musik hören ist also nicht drin.

Der Fingerabdruckscanner reagiert beim Entsperren sehr flott und zuverlässig. Da er mittig neben dem Display an der kurzen Seite sitzt, trifft man ihn im Querformat häufiger aus Versehen – was die laufende App beendet.

Eingeschränkter Desktop-Modus

Die Software auf dem M5 ist eine zwiespältige Angelegenheit. Zusätzlich zur hauseigenen Android-Oberfläche EMUI hat Huawei auch einen Desktop-Modus eingebaut, der Aussehen und Bedienung komplett umkrempelt. Er muss gesondert gestartet werden, dabei werden laufende Apps beendet und es vergehen einige Sekunden, bis die stark an Windows 10 angelehnte Oberfläche erscheint. Sie punktet mit einer praktischen Taskleiste, was den Wechsel zwischen den geöffneten Apps erleichtert. Die Ansicht wirkt aufgeräumter als die Standard-Oberfläche, die mit riesigen Icons viel Platz verschwendet und die hohe Auflösung des Displays nicht gut ausnutzt.

Auf dem Desktop gibt es ein Benachrichtigungsmenü samt Schnelleinstellungen auf der rechten Seite und eine Art Startmenü auf der linken Seite. Es steht dabei nur ein Bruchteil der Funktionen der Tablet-Oberfläche zur Verfügung, zudem tauchen nicht alle vorinstallierten Apps im Startmenü auf. Selber hinzufügen oder entfernen lassen sich dort keine Programme, nachinstallierte werden jedoch automatisch hinzugefügt.

Einige der Huawei-Apps wie Kalender und Videoplayer starten im Fenster und können parallel genutzt werden, doch weder nachträglich installierte noch alle vorinstallierten Anwendungen unterstützen das. Sie starten wie gewohnt im Vollbild, die Taskleiste bleibt aber sichtbar. Insgesamt erinnert Huaweis Multitasking-Ansatz an die Experimente von Samsung und anderen Herstellern, Android eine Fensteroberfläche überzustülpen. Auf eine breite Unterstützung anderer Entwickler darf man jedenfalls nicht hoffen, was dem Desktop-Modus viel von seinem Reiz nimmt. Außerdem ist es nicht möglich, zwei herkömmliche Apps nebeneinander anzuzeigen, wie es Android eigentlich kann. Das geht nur im Tablet-Modus.

Fürs Arbeiten ist der Desktop-Modus dennoch ein Gewinn, räumt er doch mit der überfrachteten Huawei-Oberfläche auf. Lenovo integriert sein ähnliches Desktop-Konzept allerdings besser in sein YogaBook, ohne Umschaltzwang.

Das Android ist mit Stand 8.0 einigermassen aktuell, das Patchlevel mit März 2018 nach dem ersten Update relativ frisch.

Nicht gelöst ist ein Problem im Rechtemanagement. So unterstützt das MediaPad trotz Patch derzeit nur das rudimentäre Level 3 von Googles Widevine DRM. Um Sky Go, Amazon und Netflix in HD-Auflösung zu streamen, wäre aber Level 1 erforderlich. Huawei ist das Problem bekannt. Eine Lösung wurde noch für April versprochen, bis zum Redaktionsschluss am 24. April aber nicht geliefert.

Fazit

Mit dem MediaPad M5 sitzt Huawei zwischen zwei Stühlen. Einerseits ist das Tablet wie die Vorgänger ein schickes Lifestylegerät, andererseits will es auch als Arbeitsgerät punkten und ein bisschen Laptop-Ersatz sein.

Dank langer Laufzeit, guter Performance und einem ordentlichen Display

stimmen die Hardware-Grundlagen. Auch die vier Lautsprecher klingen durchaus ansprechend. Als herkömmliches Tablet macht das M5 also eine gute Figur, und auch der Preis stimmt für das Gebotene. Doch Patzer wie die verkorkste DRM-Unterstützung, die fehlende Klinkenbuchse und das Einsparen des Stift-Digitizers beim Standard-Modell taugen nicht, um die Konkurrenz zu übertrumpfen. Die passende Tastatur ist bislang auch nicht erhältlich. So steht der Desktop-Modus mit seinen interessanten Ansätzen beim M5 verloren da.

Am Ende bleibt das Warten auf das M5 Pro, das sich mit beigelegtem Stift und minimal besserer Ausstattung konsequenter für eine Richtung entscheidet, sich allerdings bei der Software nicht groß unterscheiden wird. Das 2018er iPad liefert zu einem ähnlichen Preis den besseren Kompromiss aus Unterhaltung und Produktivität, auch wenn der Stift hier extra kostet. (asp@ct.de) **ct**

Huawei MediaPad M5

Android-Tablet	
Hersteller	Huawei, www.huaweidevice.de
Lieferumfang	USB-Kabel, Klinkenadapter, Netzteil, SIM-Tool
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 8.0 / EMUI 5.1
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt	HiSilicon Kirin 960s / 4 × 2,1 GHz, 4 × 1,8 GHz
Grafik	ARM Mali-G71
RAM / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 32 GByte (19,5 GByte)
Wechselspeicher / mitgeliefert / maximal	✓ / – / 400 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-433 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS / Telefonie	4.2 / – / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor	✓
mobile Datenverbindung	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,7 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	7500 mAh (28,5 Wh) / – / –
USB-Anschluss (Geschwindigkeit) / Schnellladung	USB-C (USB 2.0) / ✓ (Huawei Quick Charge)
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	25,8 cm × 17,1 cm × 0,75 cm / 509 g
SAR-Wert	0,86 W/kg
Kamera Fotos / Video	13 MPixel (4160 × 3120) / 4K (3840 × 2160)
Frontkamera Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)
Display-Messungen	
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 10,8 Zoll (14,5 cm × 23,2 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1600 × 2560 Pixel (280 dpi) / 16:10
Helligkeit / Ausleuchtung	2 ... 325 cd/m² / 91 %
Kontrast / Farbraum	1:1387 / >sRGB
Benchmarks	
Laufzeit ¹ Video / Spiele / Surfen WLAN	11,6 h / 6,4 h / 10 h
Coremark Single- / Multi-Thread	10066 / 55837 Punkte
Varianten, Preise	
Garantie	2 Jahre, 6 Monate Akku
Varianten	ohne LTE: 380 €, 64 GByte + LTE: 440 €
Straßenpreis	420 €
¹ gemessen bei 200 cd/m², Spiel Real Racing 3	✓ vorhanden – nicht vorhanden



HDMI-2.0-Einsteiger

Auf dem 70-Euro-Mainboard Gigabyte J4005N D2P sitzt Intels Doppelkerner Celeron J4005, der via HDMI 2.0 auch 4K-Displays und Ultra-HD-Fernseher ansteuert.

Die sparsamen Prozessorkerne der sogenannten Atom-Celerons liefern nur ein Minimum an Rechenleistung. Die aktuelle Generation Gemini Lake, zu der der Celeron J4005 gehört, rechnet aber immerhin schneller als ihre Vorgänger und bringt viele Zusatzfunktionen mit. Dazu gehören vor allem HDMI 2.0 für UHD-Displays sowie Hardware-Video-Decoder für H.265 (HEVC) und VP9, auch in 10-Bit-Versionen. Allerdings geben die Gemini-Lake-Chips keine höheren (HDR-)Kontraste aus, wie Intel in einem Forum bestätigt – trotz Hinweisen auf HDR im Datenblatt. Immerhin liefert das Board aber per HDMI 2.0 bis zu 3840 × 2160 Pixel mit 60 Hertz Bildwiederholrate, 4K-Videos von YouTube laufen flüssig.

Mit 145 Cinebench-R15-Punkten ist der Celeron J4005 zwar schneller als beispielsweise ein zehn Jahre alter Core 2 Duo P8600, hinkt aber einem 35-Euro-Celeron G3900 um 35 Prozent hinterher. Die Leistungsaufnahme inklusive ATX-Netzteil liegt bei guten 8,4 Watt im Leerlauf und den für Atom-Celerons üblichen 24 Watt unter Volllast. Bei dieser praxisfernen Extrem-Dauerlast erhitzt sich der lüfterlose Kühlkörper nach 20 Minuten auf 55 Grad Celsius.

Obwohl Intel maximal 8 GByte DDR4-Speicher spezifiziert, funktionieren auch 16 GByte (2 × 8 GByte). VGA-, Parallel- und RS-232-Ports des Gigabyte

J4005N D2P sind für den Anschluss älterer Peripheriegeräte gedacht, etwa für Belegdrucker und Kassenschubladen; PS/2-Buchsen fehlen jedoch. Eine sogenannte „CNVi“-Steckfassung nimmt ein „Companion“-Funkmodul (CRF) für WLAN auf: Der eigentliche Controller steckt im Gemini-Lake-SoC. Intel erklärt die Abkürzung CNVi nicht, passende Module sind im Einzelhandel bisher nicht zu finden.

Das lüfterlose Gigabyte J4005N D2P spielt 4K-Videos ab, taugt aber etwa auch als Ersatzteil für ältere Computerkassen oder Industriecomputer. Dort stört die schwache Performance der beiden Prozessorkerne oft nicht. Weil HDR-Kontraste fehlen, eignet sich das Board nicht so gut für Media-Center-PCs. Mini-PCs mit fliegenden Netzteilen sind noch sparsamer, lassen sich aber nicht so flexibel bestücken. (ciw@ct.de)

Gigabyte J4005N D2P

Mini-ITX-Mainboard mit Celeron J4005 und HDMI 2.0	
Hersteller	Gigabyte, www.gigabyte.de
Prozessor	Intel Celeron J4005 (Dual-Core, 2,0/2,7 GHz, 10 Watt TDP, Gemini Lake)
Grafik (integriert)	Intel UHD 600 (Treiber 23.20.16.4944)
RAM: Typ/Maximum	2 × DDR4-2400 / 8 GByte (16 GByte möglich)
PCIe-Slots	1 × PCIe 2.0 x1 (x16-Slot), 1 × M.2 (PCIe 2.0 x2, SATA oder NVMe)
Anschlüsse ATX-Blende	1 × HDMI 2.0, 1 × VGA, 4 × USB 3.0, 1 × LAN, 3 × Audio-Klinke, 1 × COM-Port, 1 × Parallelport
interne Anschlüsse	2 × SATA 6G, 2 × USB 2.0, 1 × HD-Audio, 2 × Lüfter 4p, 1 × TPM
Besonderheiten	CNVi-Fassung für WLAN-Modul
BIOS	F3/13.2.2018
Cinebench R15 Single/Multi	72 / 145 Punkte
Leistungsaufnahme Leerlauf/Volllast	8,4 W / 19 W (CPU), 24 W (CPU + GPU)
Preis	70 €



Gartenschalter

Gardena erweitert das Smart-System um einen per Funk gesteuerten Zwischenstecker.

Der Smart Power Zwischenstecker von Gardena hat ein IP44-geschütztes Gehäuse und taugt für den Außeneinsatz im Garten. Er schaltet Lasten bis 3680 Watt; entweder per Funk, oder über einen zur Not auch mit dem Fuß bedienbaren Taster direkt am Gerät. Wenn er sie abschaltet, trennt er Geräte zweipolig vom Netz. Der Stecker funkt im 868-MHz-Band mit dem proprietären Lemonbeat-Protokoll, zum Betrieb braucht es das passende Gateway von Gardena. Das Anlernen des Adapters ist schnell erledigt. Über die Gardena-App (iOS/Android) oder das Webportal lassen sich neue Geräte problemlos einbinden. Viel Geduld braucht es für das anschließende Firmware-Update. Im Test zogen 25 Minuten ins Land, bis der Adapter einsatzfähig war.

Über das Zeitplan-Menü lassen sich beliebige Timer setzen, die vom Gateway auf den Adapter übertragen werden, sodass der Power-Zwischenstecker zur Not auch ohne Zentrale arbeitet. Weitere smarte Funktionen sucht man vergeblich. So behält der Hersteller seinen „Gardena-unterstützten Modus“, bei dem der Nutzer per Assistent zu einem auf den Garten optimierten Bewässerungsplan geführt wird, anderen Smart-Geräten wie der vernetzten Gartenpumpe vor.

Für rund 55 Euro hat Gardenas Smart Power Stecker wenig smartes zu bieten und ist vor allem dann interessant, wenn man schon ein Gardena-System am Start hat. (sha@ct.de)

Gardena Smart Power

Zwischenstecker	
Kommunikation	868 MHz (Lemonbeat)
Standby	0,9 W / 2,6 VA
Preis	55 €

Anzeige

4K im Doppelpack

Mini-PC Intel NUC7CJYH mit zwei HDMI-2.0-Ports



Der 120-Euro-Barebone Intel NUC7CJYH kann zwei 4K-Displays gleichzeitig ansteuern, schluckt nicht viel Strom und läuft leise. HDR-Kontraste bekommt man jedoch nicht zu sehen und der Prozessor rechnet gemächlich.

Von Christof Windeck

Selbst in den sparsamsten x86-Prozessoren stecken mittlerweile Grafikprozessoren, die zwei Displays mit 4K-beziehungswise Ultra-HD-Auflösung ansteuern können. Damit das auch mit der ergonomischen Bildwiederholrate von 60 Hertz klappt, sind HDMI 2.0 oder auch DisplayPort ab 1.2 nötig – und nur wenige Mini-PCs und noch weniger Desktop-PC-Mainboards haben gleich zwei solcher Ports. Nun bringt Intel einen bezahlbaren, sparsamen und leisen Barebone mit 2 x HDMI 2.0, den NUC7CJYH.

Herzstück dieses neuen NUC – die Abkürzung steht für Next Unit of Computing – ist der Celeron J4005 aus der aktuellen Serie Gemini Lake. Sein Stromdurst ist bescheiden. Die eingebaute Lüftersteuerung lässt deshalb den Ventilator oft

ruhen, dann arbeitet die kleine Box geräuschlos. Wir konnten auch kein Zirpen oder Fiepen hören, das bei manchen anderen „Fanless“-PCs stört. Steigt die Rechenlast, dreht der Lüfter allmählich hoch, erst nach länger anhaltender Volllast rauscht er vernehmlich.

Die Sparsamkeit des Prozessors hat eine Kehrseite, nämlich niedrige Rechenleistung. Immerhin haben die „Goldmont Plus“-Rechenwerke der Gemini-Lake-Celerons im Vergleich zu ihren Vorgängern deutlich zugelegt. Ein einzelner Kern des Celeron J4005 im NUC7CJYH kommt im Cinebench R15 auf 76 Punkte, fast 60 Prozent mehr als der Celeron N3450 im NUC-Vorgänger NUC6CAYH (Arches Canyon, siehe c't 13/2017, S. 124). Letzterer hat allerdings vier Kerne und ist deshalb bei Multithreading etwas stärker: 173 statt 145 Cinebench-Punkte.

Beide „Atom-Celerons“ rechnen deutlich langsamer als Kaby- oder Coffee-Lake-Celerons (G3950/G4900), vor allem bei Singlethreading. Das spürt man bei Software wie LibreOffice, die selten mehr als einen Kern nutzt. Der Pentium Silver J5005 mit vier Kernen, der etwa in der teureren Version NUC7PJYH der „June Canyon“-NUCs steckt, dürfte diese Core-i-Celerons bei Multithreading aber knapp übertrumpfen. Moderne Web-Browser nutzen Multi-Cores gut aus.

Bei ruhendem Windows-Desktop begnügt sich der NUC7CJYH mit 4,7 bis 6 Watt – sehr gut! Der Rechenzweig funktioniert auch unter Linux und schluckt dabei nicht nennenswert mehr Strom. Das mitgelieferte 65-Watt-Netzteil ist überdimensioniert, auch mechanisch: Es handelt sich um ein fliegendes Netzteil und nicht mehr um das kompakte Steckernetzteil des Vorgängers. Wie bei Mini-PCs üblich, sind auch die Erweiterungsmöglich-

keiten des NUC7CJYH bescheiden. Im Wesentlichen bestehen sie in vier USB-3.0-Ports, einem SD-Kartenleser, einem internen Einbauplatz für eine SSD oder Festplatte sowie zwei SO-DIMM-Fassungen für bis zu 8 GByte DDR4-SDRAM. Intel nennt wie bei den Vorgängern im Datenblatt maximal 8 GByte, obwohl der NUC auch 16 GByte in Form von zwei 8-GByte-DIMMs nutzt.

Der WLAN-Adapter arbeitet nur mit einem Stream und verwendet den im Celeron J4005 eingebauten CNVi-Controller; der HF-Adapter ist fest aufgelötet.

Der Buchstabe „H“ in der Typenbezeichnung NUC7CJYH steht für das höhere NUC-Gehäuse, in das eine 2,5-Zoll-SSD passt. Von teureren NUCs gibt es auch flachere Varianten, die nur eine M.2-SSD aufnehmen – das gibts bei den „June Canyons“ leider nicht. Einer der Gründe dafür ist, dass die Atom-Celerons keine PCIe-3.0-Lanes für NVMe-SSDs haben, aber eine M.2-SATA-SSD würde den Winzling noch etwas niedlicher machen. Außer der erwähnten Barebone-Variante mit Pentium Silver gibt es auch noch den NUC7CJYS für rund 200 Euro als Komplett-PC inklusive Windows 10. Darin stecken der Celeron J4005, 4 GByte RAM und leider nur ein knapp bemessener MMC-Flash-Baustein mit 32 GByte Kapazität.

Im Vergleich zum Vorgänger NUC6CAYH gibt es noch einige kleinere Verbesserungen, etwa einen Audio-DSP im Celeron. Der wertet im Standby-Modus Sprachbefehle aus, damit sich der NUC mit „Hey, Cortana“ wecken lässt. Das funktioniert im Test aber nicht, denn dazu wäre wohl auch der Schlafmodus S0ix alias Modern Standby nötig, den der NUC7CJYH bisher nicht kennt. Ist der Audio-DSP im BIOS-Setup aktiviert, muss man eine Spezialversion des Realtek-Soundtreibers installieren.



Der NUC7CJYH ist wohl der billigste PC-Barebone mit zweimal HDMI 2.0.

Mini-PC-Barebone

Gerät	NUC7CJYH (June Canyon)
Hersteller	Intel, www.intel.de
Intel-Prozessor	Celeron J4005 (Dual-Core, 2,0/2,7 GHz, 10 Watt TDP, Gemini Lake)
Grafik (GPU)	UHD Graphics 600 (in CPU integriert)
RAM (DDR4-2400)	2 × SO-DIMM (max. 8 GByte ¹)
Anschlüsse vorne	2 × USB 3.0 (1 × mit Ladefunktion), 1 × Audio-Klinke, 2 Mikrofone, CIR-Empfänger
Anschlüsse hinten	2 × HDMI 2.0a, 2 × USB 3.0, 1 × Gigabit Ethernet (RJ45), 1 × Audio-Klinke (mit optischem Ausgang), Stromanschluss
Anschlüsse seitlich	SD-Kartenleser (UHS-I)
Einbauplätze	1 × 2,5" (SSD oder Festplatte, SATA 6G)
WLAN	CNVi aufgelötet: Intel CRF Wireless-AC 9462 (802.11ac, 1x1, BT 5.0)
Gigabit Ethernet	Realtek RTL8111
Soundchip / BIOS	Realtek ALC233 / 0027
Abmessungen	11,6 cm × 5 cm × 13 cm mit Stromstecker
Netzteil	fliegendes Netzteil APD DA-65C19 19 V / 3,43 A
Abmessungen Netzteil / Kabel	4,7 cm × 3 cm × 13 cm / 1,7 m
Besonderheiten	Audio-DSP für Spracherkennung, IR-Empfänger und Stereomikrofone in der Front, USB-Port mit Ladefunktion
Messwerte (Full-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus)	
Cinebench R15	76 / 145 Punkte (Single-/Multithreading)
USB 3.0 schreiben/lesen	442 / 457 MByte/s
SD-Karte schreiben/lesen	63 / 84 MByte/s
Leistungsaufnahme Soft-off	1,2 Watt (0,2 W nur Netzteil)
Leerlauf Windows	4,7 W (5,4 / 6,0 W mit GbE / mit UHD-Display)
Leerlauf Ubuntu 18.04 LTS	6,3 W
Volllast Windows CPU / CPU+GPU	15 / 25 Watt
Bootdauer Windows 10	16 s
Signalqualität Audio analog	Wiedergabe: ⊕ (Front: ⊕⊕) / Aufnahme ○
Geräusch Leerlauf / Volllast	< 0,1 / 0,6 Sone (⊕)
Preis Barebone	120 € (NUC7PJYH mit Pentium Silver: ca. 160 €)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden	
¹ laut Datenblatt, 16 GByte liefern auch	

Anzeige

HDR Fehlanzeige

Leider konnten wir dem Gemini-Lake-NUC keine HDR-Videos mit hohen Kontrasten entlocken, das verweigert Intel den Billigheimern; HDR klappt nur bei teureren Kaby-Lake-NUCs. Netflix wollte dem NUC7CJYH auch kein Ultra-HD-Material schicken, bei Full HD war Schluss.

Von Festplatte oder von YouTube spielt der NUC7CJYH hingegen auch 4K-Videos flüssig ab, auch VP9-kodierte. Nur am Anfang, während der Puffer gefüllt wird, ruckelt es leicht. Mit dem Versuch, gleich zwei Videos parallel auf zwei Monitoren abzuspielen, griffen wir aber zu hoch: Dann ruckelts kräftig.

Fazit

Intel hat mittlerweile fünf Jahre NUC-Erfahrung und gestaltet viele Details überzeugend. Das macht sich auch beim NUC-7CJYH bemerkbar. Wer mit der niedrigen Rechenleistung auskommt, baut sich damit für rund 200 Euro – 120 Euro fürs Barebone plus je 40 Euro für 4 GByte RAM und eine 120-GByte-SSD – einen leisen und sparsamen Mini-PC, der bei Bedarf gleich zwei 4K-Displays ansteuert. Das ist viel Performance fürs Geld.

(ciw@ct.de) **ct**

Audio-Brücke

Aktive Audioadapter für TVs ohne Kopfhöreranschluss

Moderne Fernseher haben keine analogen Ausgänge mehr, nicht mal eine Audio-Klinkenbuchse. Wer seinen kabelgebundenen Kopfhörer an solchen Fernsehern nutzen möchte, braucht einen aktiven Adapter.

Von Paul Storm und Ulrike Kuhlmann

Der neue smarte Fernseher hat jede Menge Anschlüsse, es fehlt jedoch eine simple Klinkenbuchse für den Kopfhörer. Was tun, wenn man seinen teuren analogen Kopfhörer verbinden will oder der Funkkopfhörer mit Basisstation Anschluss braucht? Ein Adapter muss her!

Weil die TV-Hersteller sämtliche analogen Ausgänge aus ihren Geräten verbannten möchten, findet man im Rücken aktueller Smart-TVs neben HDMI-ARC (Audio Return Channel für AV-Receiver) meist nur noch einen optischen Digitalausgang (SPDIF) oder einen elektrischen Koaxialanschluss (Cinch) für digital-Audio. Mit einem Adapter, der das digitale Audiosignal in ein analoges wandelt und die Verbindung mechanisch auf Klinken oder Cinch umsetzt, kann man analoge Komponenten wie Kopfhörer daran nutzen.

Solche Adapter mit eingebautem Digital-Analog-Converter (DAC) bekommt man im Online-Handel bereits ab etwa 10 Euro – aber auch für vierstellige Eurobeiträge. Letztere sind natürlich nicht für Opas Funkkopfhörer gedacht, sondern für High-End-Audioanwendungen etwa im Tonstudio. Wir haben uns auf den Low-End-Bereich konzentriert, denn wer einen günstigen Fernseher ohne analogen Audioausgang mit einem vorhandenen Kopfhörer verbinden will, wird nicht hunderte Euro in einen Adapter investieren wollen. Zum Test holten wir uns drei günstige Modelle ins Labor: den Digitus Audio

Konverter für 15 Euro, den Prozor PST054 192KHz DAC für 25 Euro und den Ligawo 6526629 Audio Konverter für 40 Euro.

Verarbeitung

Die Adapter von Digitus und Prozor stecken in einem Metallgehäuse, der teure Ligawo-Konverter hat nur ein Plastikgehäuse. Bei allen dreien ist die Anschlussplatine nicht mit dem Gehäuse verschraubt, weshalb die Buchsen in den Adaptern relativ wackelig sind: Wer beim Einstecken nicht aufpasst, kann die Platinen beschädigen. Nervig: Die blauen Status-LEDs an den Adaptern von Prozor und Digitus leuchten zu hell. Das lässt sich mit einem Klebestreifen aber schnell beheben.

Prozor und Ligawo liefern kein eigenes Netzteil mit, sondern nur ein USB-Kabel, mit dem man die Adapter direkt an den Fernseher anschließen und von dort mit Strom versorgen kann. Falls das TV keinen (freien) USB-Port besitzt, muss man sich für ein paar Euro ein separates 5V-USB-Netzteil besorgen – oder nutzt das 5V-Netzteil vom alten Handy, das vielleicht noch in irgendeiner Schublade herumliegt.

Im Labor zeigte sich, dass der Prozor-Adapter die Versorgungsspannung nicht filtert und dadurch empfindlich auf Störungen reagiert. Dies wirkte sich unmittelbar auf die gemessene Dynamik aus: Sie

variierte mit der Spannungsquelle; die besten Ergebnisse erzielten wir im Test mit einer USB-Powerbank. Der Digitus-Adapter kommt mit einem Netzteil ins Haus, das Kabel lässt sich aber nicht vom Stecker trennen. Wer den Adapter direkt über den Fernseher mit Strom versorgen will, benötigt ein USB-Ladekabelv (USB Power auf 3,5mm Hohlstecker), das man für ein paar Euro im Online-Handel findet.

Lauter, bitte

Der Adapter von Prozor besitzt zusätzlich einen Drehrad zur Lautstärkeeinstellung. Leider passen die möglichen Einstellungen und der Höreindruck nicht zusammen, im Stellbereich zwischen 5 und 10 variiert die Lautstärke nicht mehr. Unsere Messungen zeigen außerdem, dass der Ton nur in Stufe 2 und damit bei sehr geringer Ausgangsspannung von 0,4 Volt unverzerrt bleibt. Ab Stufe 5 nervte die Übersteuerung stark, Störungen gab es auch bei komplett reduzierter Lautstärke.

Den Adaptern von Ligawo und Digitus fehlt ein solcher Lautstärkeregler. Sie geben konstant einen relativ leisen Ton aus. Besitzt der Kopfhörer einen eigenen Lautstärkknopf, kann man hier etwas mehr variieren – sofern der Kopfhörer ebenfalls einen Verstärker eingebaut hat, es sich also zum Beispiel um einen Funkkopfhörer mit Basisstation handelt.

Der Audio Konverter von Digitus hält nur einen Cinch-Ausgang bereit – Kopfhörer haben üblicherweise Klinkenstecker. Mechanische Abhilfe schafft ein passiver Adapter (Cinch-Stecker auf 3,5-mm-Klinkenbuchse), den es für rund 7 Euro im Online-Handel gibt.

Allerdings sind Cinch-Ausgänge für den Anschluss hochohmiger Komponenten vorgesehen, etwa nachgeschaltete HiFi-Verstärker mit einer Eingangsimpedanz von etlichen Kilo-Ohm (typisch: 50

Aktive Audio-Adapter

Produkt	Audio Konverter	6526629	PST054
Hersteller	Digitus	Ligawo	Prozor
Sampling Rate, Bittiefe	96 kHz, k. A.	192 kHz, 24 Bit	192 kHz, 24 Bit
Audio-Eingang	Toslink, Coax	Toslink, Coax	Toslink, Coax
Audio-Ausgang	2 × Cinch	Klinke, 2x Cinch	Klinke, 2 × Cinch
Spannungsversorgung	5V-Steckernetzteil	5V-USB	5V-USB
Stromanschluss	3,5mm-Hohlstecker	3,5mm-Hohlstecker	Mini-USB
Lieferumfang	Steckernetzteil	Kabel: Stecker auf USB, Toslink	Kabel: Mini-USB auf USB, Toslink
Abmessungen	6,3 cm × 4,1 cm × 2,5 cm / 73 g	7,7 cm × 5,6 cm × 2,2 cm / 45 g	7 cm × 7,8 cm × 2 cm / 115 g
Messergebnisse			
Dynamik	81,6 dBA / ⊖	90,2 dBA / ⊕	79,6 dBA / ⊖
Preis	15 €	40 €	25 €

Dem Digitus-Konverter fehlt die Klinkenbuchse, Prozors PST054 hat einen Lautstärkeregler.



kOhm) oder auch Funkkopfhörer. Ein konventioneller passiver Kopfhörer mit Klinkestecker ist dagegen niederohmig: Ältere HiFi-Kopfhörer weisen eine typische Impedanz von 600, 300 oder 250 Ohm auf, moderne Kopfhörer liegen mit 80, 32 oder gar 16 Ohm noch deutlich darunter. Für ihren Betrieb an Cinch-Buchsen ist eigentlich ein Kopfhörerverstärker nötig, der mit den unterschiedlichen Lastfällen umgehen kann und genügend Leistung zur Verfügung stellt, um den Kopfhörer zu treiben.

Deshalb empfiehlt sich die Verwendung eines rein mechanischen Adapters für passive Kopfhörer nicht: Die entstehende Fehlanpassung der Eingangs- und Ausgangsimpedanzen kann starke Frequenzgangverzerrungen hervorrufen und in der Folge zu wenig Bässe und Höhen. Dies bestätigte der Praxistest: Diversen passiven

Kopfhörern fehlten beim Anschluss an die Konverter von Prozor und Digitus per Chinch-Klinken-Adapter jegliche Bässe. Das sorgte zwar für eine akzeptable Sprachverständlichkeit – aber keinesfalls für Musikgenuss.

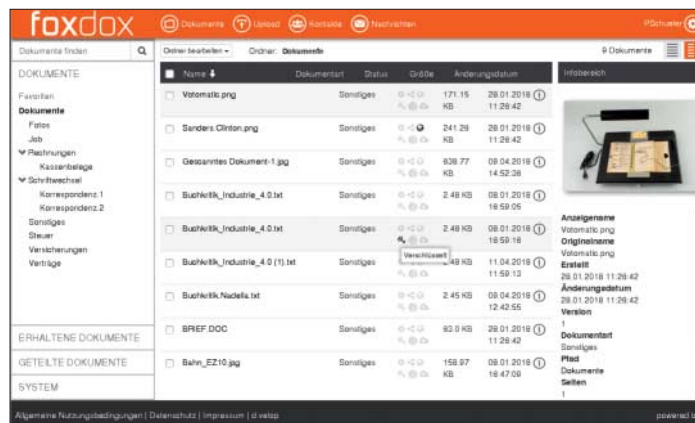
Der Digitus Audio Konverter verarbeitet alle gängigen Samplingraten und kostet nur 15 Euro. Mangels Klinkenbuchse taugt er aber nur für hochohmige (Funk-)Kopfhörer mit eingebautem Vorverstärker. Daran liefert er eine ausreichend laute, wenn auch etwas dumpfe Audioausgabe. Der Ligawo-Konverter brachte im Praxistest mit einem Funkkopfhörer die klarste Ausgabe zustande, bei Prozor hing das Hörerlebnis auch von der Stellung des Lautstärkerädchens ab – manchmal half es, daran zu wackeln, um das Rauschen zu minimieren.

Das schlechte Schaltungsdesign zeigte sich auch beim Ligawo-Adapter: Er lieferte über seine Cinch-Buchsen an passiven Kopfhörern ein subjektiv besseres Ergebnis als an der Klinkenbuchse.

Adapter oder Bluetooth

Insgesamt dienen alle drei Adapter nur als preiswerter Notbehelf, falls am smarten Fernseher die analoge Audio-Buchse fehlt. Einen guten Kopfhörerverstärker ersetzen sie nicht. Vom direkten Anschluss eines passiven Kopfhörers über einen passiven Cinch-Klinke-Adapter kann man nur abraten. Im besseren Fall nutzt man einen Funkkopfhörer mit Basisstation, dessen aktive Elektronik die Signalaufbereitung übernimmt. In dieser Konstellation taugen die Adapter auch für schwerhörige Personen. HiFi-Ansprüchen halten sie aber auch dann nicht stand. Unterstützt der Fernseher Bluetooth – was viele aktuelle TVs tun – und man besitzt noch keinen Kopfhörer, ist ein Bluetooth-Kopfhörer die bessere Wahl. (uk@ct.de) **ct**

Anzeige



Akten-Webtresor

Foxdox speichert Dateien geschützt und revisionssicher in der Cloud. Man kann sie per Browser oder Mobilgerät sichten, mit Versionskontrolle bearbeiten und mit einstellbaren Berechtigungen weitergeben.

Der Webdienst Foxdox von d.velop verwahrt Dateien in einem anpassbaren Verzeichnisbaum in einem deutschen Rechenzentrum. Er analysiert Dateien auf erkennbare Texte und pflegt einen Index für Volltextsuchen. Ein kostenlos herunterladbares Windows-Programm synchronisiert ausgewählte Foxdox-Verzeichnisse mit der Festplatte, und in der Ausführung DMS integriert sich Foxdox zudem in Outlook, um auch E-Mails samt Anhängen revisionssicher zu speichern.

Der Dienst bietet mehrere Optionen, um Dokumente zu veröffentlichen oder selektiv anderen Foxdox-Nutzern zugänglich zu machen: So kann man Dokumente gezielt mit oder ohne Schreibrecht für andere Foxdox-Anwender oder -Benutzergruppen freigeben. Hat der vorgesehene Empfänger noch kein Foxdox-Konto, schickt man ihm eine Einladungs-Mail, damit er sich beispielsweise ein kostenloses Basiskonto einrichten kann. Alternativ erzeugt Foxdox einen kryptischen, praktisch nicht erratbaren Link, mit dessen Kenntnis man das ausgewählte Dokument auch ohne Foxdox-Konto herunterladen kann. Mit der sogenannten Provider-Funktion kann der Nutzer rechtssicher Dokumente mit bestimmten anderen Foxdox-Nutzern (Providern) austauschen, zum Beispiel Gehaltsunterlagen mit der Personalabteilung.

Gängige Dateitypen zeigt Foxdox unmittelbar im Browser an. Wenn man ein

Dokument herunterladen und bearbeiten möchte, legt die Software auf Wunsch eine neue Version an, sodass die Originaldatei erhalten bleibt. Geschäftsbrieife kann man revisionssicher speichern; danach lassen sie sich nicht mehr unbeachtet verändern.

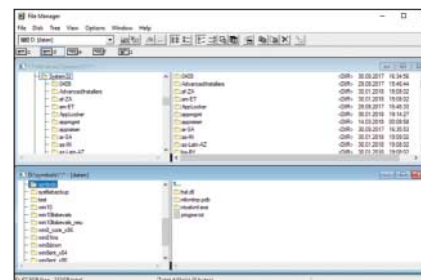
Zum Schutz vor unbefugten Zugriffen müssen sich Anwender nicht auf die Sicherheit ihres Login-Passworts verlassen, sondern können festlegen, dass ein Login nur mit elektronischem Personalausweis und Lesegerät möglich ist.

Foxdox kodiert alle Dokumente vor dem Speichern mit dem starken AES-256-Verfahren, sodass sie auch bei einem Server-Einbruch geschützt sind. Dokumente mit besonderem Sicherheitsbedarf kann man zusätzlich individuell chiffrieren, wobei der Anwender jeden verwendeten Schlüssel mit einem eigenen Passwort schützt. Allerdings werden die Schlüsselbünde auf dem Server gespeichert. Ein Datendieb, der mit Admin-Rechten Anwender belauscht, könnte sich daher sowohl die verschlüsselten Dokumente als auch die Passwörter zum Entschlüsseln beschaffen.

Als professionell gewarteter Webdienst bietet Foxdox für die meisten Betriebe eine vorschrittmäßige und komfortable Aktenablage. Weil Passwörter – wenn auch verschlüsselt – auf dem Server liegen, genügt der Dienst aber nicht ganz so hohen Sicherheitsanforderungen wie Mitbewerber gemäß dem Zero-Knowledge-Prinzip. (hps@ct.de)

Foxdox

Dokumentenverwaltung	
Hersteller	d.velop, www.d-velop.de
Systemanf.	Web-Browser, Android- oder iOS-App (Windows + Outlook für Zusatzfunktionen)
Preis	Foxdox Free: kostenlos (max. 2 GByte), andere Versionen: ab 59,40 €/Benutzer und Jahr



Manager-Auferstehung

Über 20 Jahre nachdem Microsoft den Filemanager in Windows 95 und NT 4 abgelöst hat, ist er als Open-Source-Projekt auf GitHub wieder auferstanden.

Alte Windows-Hasen wissen es noch: Der Program-Manager startete Programme, der File-Manager half beim Verwalten der Dateien. Der Explorer hat das Gespann abgelöst, was den Microsoft-Mitarbeiter Craig Wittenberg indes nicht davon abgehalten hat, die Quelltexte des File-Manager aus Windows NT 4 seit 2007 zu hegen und zu pflegen, sodass sie sich mit aktuellen Versionen des Visual Studio übersetzen lassen.

Wittenberg stellt als ZIP-Archiv eine ausführbare eigene Variante mit Erweiterungen bereit, die Kontextmenüs anbietet und eine Suchfunktion enthält. Er lädt andere Entwickler ein, das Programm mit eigenen Ideen zu erweitern. Wer mag, kann auf GitHub auch in den behutsam aktualisierten Quellen der Originalfassung stöbern.

Mehr als eine Zeitreise in die Windows-Vergangenheit dürfte der File-Manager für die wenigsten sein. Das mit Multiple Document Interface (MDI) versehene Programm erlaubt das Öffnen mehrerer Ansichten in seinem Hauptfenster. Viele Funktionen führen auf die Standarddialoge heutiger Explorer-Funktionen, etwa die Eigenschaftsanzeige für Dateien oder das Verbinden von Netzlaufwerken. (ps@ct.de)

Windows File Manager

Datei-Manager – das „Original“	
Hersteller	Microsoft
Web	https://github.com/Microsoft/winfile
Lizenz	MIT (kostenlos)

Anzeige

Schneller zum Bild

Grafikpaket: CorelDraw Graphics Suite 2018

CorelDraw 2018 verkürzt den Weg zum Bild mit neuen Werkzeugen für Symmetrie und Schatten sowie mit Fotoeffekten für Mosaikbilder und Siebdruckgrafiken.

Von André Kramer

Die CorelDraw Graphics Suite 2018 umfasst das Vektorgrafikprogramm CorelDraw, die Bildbearbeitung Photo-Paint, die Schriftverwaltung Font Manager, den Vektorisierer PowerTrace, das Screenshot-Tool Capture, den Bildskalierer BenVista PhotoZoom Pro 4 und den Raw-Entwickler AfterShot 3 HDR. Fünf Stunden Lernvideos und eine umfangreiche Hilfe erleichtern den Einstieg.

Besser zeichnen

Die neue Objekteigenschaft Symmetrie spiegelt Vektorgrafiken an bis zu zwölf Achsen. Mit einer Achse entstehen gleichmäßige Gesichter, mehrere Achsen zaubern Mandalas auf die Arbeitsfläche. Die Linien bleiben editierbar und werden nach Änderung dynamisch gespiegelt.

Das etwas willkürlich benannte „Wirkungswerkzeug“ erzeugt nach wenigen Klicks Grafiken aus parallelen oder radia-

len Strahlen. Neben das Schattenwerkzeug tritt eine neue Funktion für Blockschatten, die Objekten und Textelementen kompakte Vektorschatten verpasst und automatisch Lücken in Buchstaben füllt. Fahrzeugfolien für Schneidplotter lassen sich damit schneller vorbereiten als zuvor. Für den Offsetdruck überdruckt CorelDraw Schatten auf darunterliegende Objekte.

Im voriges Jahr eingeführten LiveSketch-Modus kann man einfach draufloszeichnen – CorelDraw wandelt ein paar flüchtig hingeworfene Striche mit künstlicher Intelligenz in eine Vektorlinie. Nun richtet das Programm auf Wunsch die Knoten von Grafiken an Hilfslinien aus. Aus einer groben Zickzacklinie wird damit eine perfekt ebenmäßige. Außerdem verteilt CorelDraw Objekte in gleichen Abständen an Strecken, etwa um Perlen an einer Schnur aufzureihen. Auf Wunsch berücksichtigt die Funktion dabei die Drehrichtung. Umrisse aus gestrichelten Linien richtet CorelDraw an den Ecken aus, damit nicht ausgerechnet im Knick eine Leerstelle entsteht.

Foto und Bild

Corel Photo-Paint bringt ein intuitives Werkzeug zum Geraderichten und zur Korrektur stürzender Linien mit. Dabei

zieht man Hilfslinien an den Kanten entlang. Ein weiteres Perspektivwerkzeug hilft, Grafiken in Fotos zu integrieren, die beispielsweise eine leere Plakatwand zeigen. Web-Grafiken exportiert Photo-Paint direkt an WordPress.

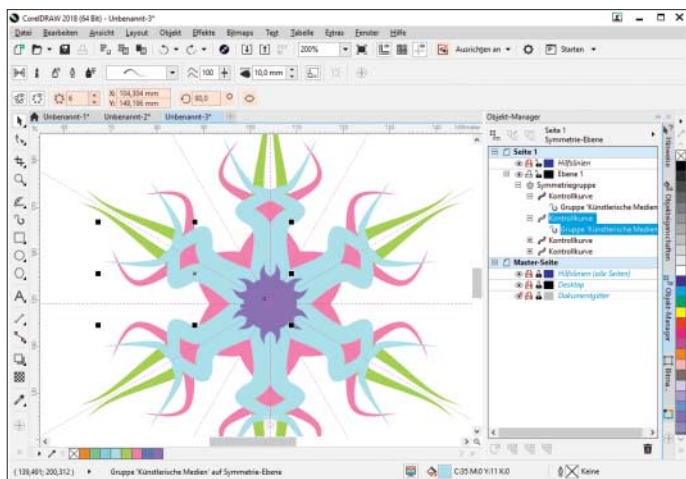
Der neue Pointillizer-Effekt rekonstruiert ein Foto aus vielen Instanzen einer ausgewählten Grafik. Damit erzeugt er einen Raster- oder Siebdruckeffekt. Anzahl, Größe und Abstand der Grafiken kann man wählen. Der Effekt PhotoCocktail baut aufgrund eines Quellfotos ein Mosaik aus Einzelbildern eines Bibliothekordners auf. Der Dialog stellt die Anzahl der Zeilen und Spalten sowie den Grad der Überblendung zur Wahl. Leider muss man die Grafik nach dem Ändern der Überblendung jedes Mal neu erstellen, was Zeit kostet.

Fazit

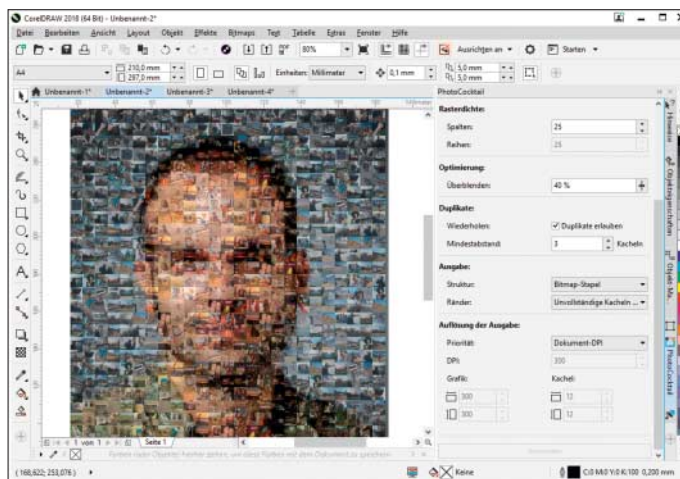
Symmetrieachsen und die Funktionen zum Ausrichten bewähren sich im Grafikalltag. Dem Vorgänger fügen sie keine revolutionären Neuerungen hinzu. Zusammen mit dem LiveSketch-Werkzeug und guter Surface-Unterstützung positioniert sich CorelDraw aber als bewährte Grafik-Software mit vielseitig einsetzbaren Werkzeugen. (akr@ct.de) **ct**

CorelDraw Graphics Suite 2018

Grafikpaket	
Hersteller	Corel, www.corel.com/de
Systemanf.	Windows ab 7
Preis	699 € einmalig oder 239 € pro Jahr

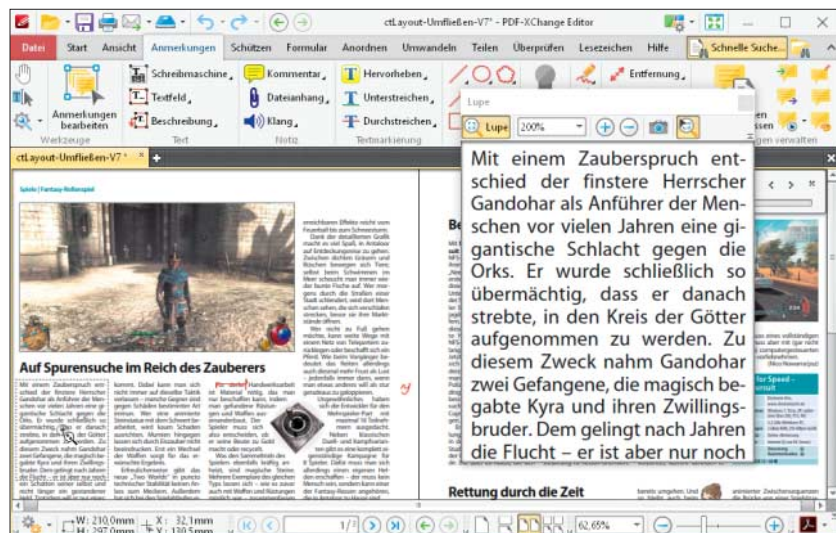


CorelDraw 2018 spiegelt Linien an bis zu zwölf Achsen. Dabei entstehen symmetrische Gesichter oder Kaleidoskop-Grafiken.



Der PhotoCocktail-Effekt erzeugt aus einem Quellbild und einer Fotobibliothek eine Fotocollage.

Anzeige



PDF-Nützlich

PDF-XChange Editor bearbeitet PDFs und exportiert Inhalte. Ähnlich wie bei Adobe und Foxit gibt es eine kostenlose Basisversion; die Kauflizenzen schalten zusätzliche Funktionen frei. Diese kosten deutlich weniger als die der Konkurrenz.

Bereits die freie Version ist üppig ausgestattet, zahlreiche praktische Details erleichtern das Lesen und Überprüfen von PDF-Dokumenten. Mit dem umfangreichen, leicht bedienbaren Sortiment an Kommentarwerkzeugen und Navigationshilfen lassen sich Korrektur-Workflows zügig abwickeln.

PDF-XChange findet Rechtschreibfehler und korrigiert sie auf Wunsch. Eine vorbildlich umgesetzte Stichwortsuche markiert Textstellen im Dokument und zeigt sämtliche Treffer in einer Leiste mitsamt Kontext an. Die Suche lässt sich auf geöffnete Dokumente oder ein Verzeichnis ausdehnen. Dabei berücksichtigt die Software die deutsche Silbentrennung, erkannte im Test aber nicht jedes Wort und jede grammatikalische Form. Dasselbe gilt für die Rechtschreibprüfung sowie die OCR, die gescannte oder abfotografierte Dokumente lesbar macht.

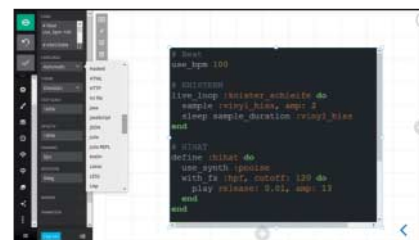
Ebenfalls praktisch: Das Lupenwerkzeug vergrößert per Mouseover einen

Ausschnitt des Dokuments und blendet ihn im separaten Fenster ein. Diverse Layout-Optionen präsentieren Seiten so, dass sie der gedruckten Form in Büchern und Zeitschriften entsprechen: Das Doppelseiten-Layout etwa kann sich an der Nummerierung orientieren (gerade Seitenzahl immer links) oder die erste Seite als alleinstehendes Titelblatt behandeln.

Statische Dokumente lassen sich nachträglich über manuell hinzugefügte Lesezeichen und interne Verweise strukturieren. Auf Wunsch platziert PDF-XChange einen 2D-Barcode, der Kontaktinformationen oder kurze Texte bequem an Smartphones überträgt. Einzelne Seiten kann man drehen und extrahieren.

Wer Text und Bilder ändern oder Dokumente umstrukturieren möchte, muss die Bearbeitungswerkzeuge dafür für 36 Euro freischalten: Sie ergänzen, verschieben und ersetzen Seiten und orientieren sich an Textmerkmalen, um ein Dokument automatisch aufzuteilen oder ein Inhaltsverzeichnis zu erstellen. Den Export in Office-Formate beherrscht die Software ebenfalls. Eine solche Rückkonvertierung ist aber eher als Notlösung zu sehen, zumal PDF-XChange verglichen mit Abbyy FineReader oder Acrobat auch nicht zu den besten dieser Disziplin gehört. Die 45 Euro teure Plus-Version enthält zusätzlich einen Editor für interaktive PDF-Formulare und erzeugt dynamische Stempel, etwa auf Grundlage des Datums.

Der kostenlose PDF-XChange Editor sieht zwar nicht so schick aus wie Foxit oder Acrobat Reader, ist aber praktischer und umfangreicher. Die kostenpflichtigen Lizenzen erleichtern den Büroalltag, ohne das Budget zu strapazieren. (atr@ct.de)



Fix präsentieren

Mit dem Webdienst Slides erstellt man schnell schicke Präsentationen. Auf den Folien lassen sich auch Programmcode und mathematische Formeln platzieren.

Anders als bei Prezi arbeitet man mit Slides nicht auf einer großen Fläche. Vielmehr entsteht eine konventionelle Folienserie mit fester Reihenfolge; technisch handelt es sich um HTML, CSS und JavaScript. Beim Vorführen dient das Handy als Fernsteuerung.

Neben Textkästen, Tabellen, Bildern und Videos lassen sich auf den Folien auch Kästen für Formeln platzieren, in die der Anwender TeX-Befehle einfügen kann, sowie solche für Programmcode. Slides erkennt von ActionScript bis YAML rund 70 Sprachen und hebt die Syntax eingefügter Code-Schnipsel automatisch hervor.

Nutzer der kostenlosen Version müssen Präsentationen öffentlich sichtbar auf dem Server des US-amerikanischen Anbieters ablegen. Synchronisation via Dropbox, PDF-Export und die Möglichkeit, CSS zu editieren, sind den kostenpflichtigen Versionen vorbehalten. Wer im Team arbeiten möchte, benötigt die Team-Version.

Für viele Zwecke genügt der Funktionsumfang – beim Zusammenspiel mit Text- oder Tabellenkalkulationsprogramm haben PowerPoint & Co. aber mehr zu bieten. Die Möglichkeiten, Code zu präsentieren, machen den Webdienst für Entwickler interessant. Für alle anderen Anwender ist die Free-Version ebenfalls einen Blick wert, denn Slides funktioniert trotz englischer Oberfläche selbsterklärend. (dwi@ct.de)

Slides

Webdienst zum Präsentieren	
Hersteller	Slides, Inc., slides.com
Systemanforderung	aktueller Browser
Preise	Basisversion kostenlos , Lite-/Pro-/Team-Version: 7/14/28 US-\$ pro Monat

PDF-XChange Editor 7

PDF-Editor	
Hersteller	Tracker Software, www.tracker-software.com
Systemanforderung	Windows
Preis	kostenlos ; Standard: 36 €, Plus: 45 €

Anzeige

Wegwerf-Router

Stolperfallen beim Router-Kauf



Router ohne regelmäßig eingespielte Updates sind ein Sicherheitsrisiko. Dennoch findet man nicht updatefähige Geräte zuhauf bei Amazon und Co.

Von Georg Schnurer

Günter K. ist IT-Consultant, Forensiker und EDV-Gutachter. Nicht nur deshalb ist ein funktionierender Zugang zum Internet für ihn unabdingbar. Günter K. wohnt aber auf dem Lande. Dort gibt es zwar einen Telefonanschluss, doch dieser führt über eine sogenannte Multiplex-Leitung. Bei solchen Anschlüssen wird eine vollwertige Telefonleitung für meh-

reere Telefonanschlüsse gleichzeitig genutzt. Eine DSL-Verbindung ist auf so einem Zugang nicht möglich.

Seine einzige Möglichkeit, an einen Internetzugang zu kommen, war der Funkweg via UMTS. Das ist zwar auch nur eine Notlösung, denn eine echte Internet-Flatrate für den UMTS-Datenverkehr gibt es in Deutschland bis heute nicht. Doch irgendeine Verbindung ins weltweite Netz ist für Günter K. immer noch besser als gar kein Anschluss.

Im August 2016 begab er sich deshalb auf die Suche nach einem leistungsfähigen und bezahlbaren UMTS-Router. Dabei stieß er auf das Modell Huawei B315S-22. Es wurde von verschiedenen Händlern auf Amazon und anderen Handelsplattformen für gut 150 Euro angeboten. Günter K. suchte sich einen Händler heraus, der das Gerät explizit „Unlocked“, also ohne Branding und ohne SIM-Lock anbot. Schließlich wollte er den Router mit einer SIM-Karte seiner Wahl be-

stücken und ihn auch mit den offiziell von Huawei bereitgestellten Sicherheitsupdates versorgt wissen.

So bestellte Günter K. das Huawei-Modell B315s-22 am 4. August 2016 beim Amazon-Händler „i.norys WebShop“, einer Marke der BK Service GmbH.

Erster Ärger

Das Gerät traf am 6. August 2016 ein und sofort machte sich Günter K. an die Konfiguration. Seine SIM-Karte wurde ohne Murren akzeptiert, dann begab sich der IT-Fachmann auf der Huawei-Webseite auf die Suche nach Aktualisierungen für die Firmware des Routers. Doch bei huawei.de entdeckte er weder eine Firmware noch irgendwelche Dokumentation.

Kurzerhand setzte er sich mit dem Huawei-Support in Verbindung. Dort fragte man die IMEI-Nummer des Routers ab und erklärte dem verdutzten Kunden, dass das von ihm erworbene Gerät nicht für den deutschen Markt bestimmt sei. Es handele sich um ein Modell mit einer für das Vereinigte Königreich vorgesehenen Firmware. Updates könne er also nur aus England erhalten. Zudem gewähre Huawei Deutschland für diesen Router keinerlei Garantie.

Sofort konfrontierte er den Verkäufer mit dieser Aussage. Dort beschwichtigte man: Das Gerät sei von Huawei sehr wohl für EMEA, also den kompletten europäischen Markt freigegeben. Die Garantieleistung übernehme selbstverständlich die BK Service GmbH als Verkäufer und für technische Fragen auch zum Thema Firmware stünde der hauseigene Support bereit.

Erneut wandte sich der Käufer an den Huawei-Support. Dieses Mal wollte er eine schriftliche Bestätigung zum Status des Geräts. Huawei kam der Bitte des Kunden nach und bestätigte noch einmal schriftlich, dass das von Günter K. erworbene Gerät nicht für den deutschen Markt bestimmt sei. Mit dieser Aussage konfrontierte der Käufer den Händler am 19. Oktober 2016. Der bot sofort den Tausch des Routers an.

Zweiter Versuch

Das neue Gerät traf am 27. Oktober 2016 ein, Günter K. bestückte es mit seiner UMTS-SIM-Karte und prüfte über die Konfigurationssoftware des Routers, ob die Firmware aktuell war. Das sah so aus und fortan betrieb der IT-Experte seinen Router ohne Störungen.

Am 17. Januar 2018 wechselte Günter K. von UMTS zu LTE. Damit das zuverlässig klappte, musste er nicht nur die SIM-Karte des neuen Anbieters in den Router stecken, sondern auch die externe LTE-Antenne neu ausrichten. Huawei bietet dazu die Software „HiLink“ an, die ein einfaches Justieren der LTE-Antenne ermöglicht. Doch das auf der Huawei-Webseite angebotene Programm wollte partout nicht mit dem Router von Günter K. zusammenarbeiten. Die Firmware sei zu alt, meldete „HiLink“ und forderte zum Update auf. Das sollte doch eigentlich automatisch erfolgen, wunderte sich der IT-Fachmann. Dennoch lud er die inzwischen auf der deutschen Huawei-Webseite angebotene Firmware für das Modell B315s-22 herunter und versuchte, diese manuell zu installieren. Doch das schlug fehl – die Firmware passe nicht zum Gerät, meldete der Updater.

Erneut suchte Günter K. Rat beim Huawei-Support. Dort prüfte man erneut die IMEI-Nummer des Routers und teilte dem Kunden mit, dass der von ihm verwendete Router eine Firmware mit dem Branding der „Livewire Telecom Limited“ enthielt. Auf solchen Geräten sei die Installation der Original-Huawei-Firmware grundsätzlich nicht möglich.

Dritter Anlauf

Erbost wandte sich der Kunde an den Händler. Es habe explizit ein Gerät ohne Branding erworben und deshalb bereits einmal ein neues Gerät erhalten. Nun stellte sich erneut heraus, dass auch dieses wieder mit einem Branding versehen war.

Beim Händler zeigte man sich erstaunt und versprach die Prüfung des Sachverhalts. Vorab wurde dem Kunden die IMEI eines weiteren, für den Austausch infrage kommenden Geräts übermittelt, doch auch dieser Router war laut Huawei ein Modell mit Branding. Nach einigem Hin und Her einigte man sich im März 2018, den Kauf rückabzuwickeln. Günter K. schickte den Router zurück und erhielt den Kaufpreis erstattet.

Neues Modell, neues Abenteuer

Nun stand Günter K. also erneut ohne Internet-Zugang da. Da er grundsätzlich mit dem Preis/Leistungsverhältnis der Huawei-Router zufrieden war, sah er sich erneut nach einem LTE-Router dieser

Marke um. Inzwischen war das Modell B525s-23a am Markt. Es entsprach vom Funktionsumfang in etwa dem Vorgänger B315s-22, war aber nun in der Lage, schnellen LTE-Transfer mit bis zu 300 MBit/s abzuwickeln.

Wieder suchte Günter K. einen Händler, der das Gerät ohne Hinweis auf Branding oder spezifische Firmware anbot. So stieß er auf den Amazon-Händler „Warenhammer – Distributor for Mobile Phones“, ein von Jörn Hill aus Ibbenbüren betriebener Shop. Dort erkundigte er sich vor dem Kauf telefonisch, ob die angebotenen Geräte wirklich für den deutschen Markt bestimmt sind und mit der offiziellen, auf der deutschen Huawei-Webseite angebotenen Firmware arbeiten würden.

Nachdem der Händler das bestätigte, kaufte Günter K. den Router am 20. März 2018 für 123,85 Euro. Am 26. März traf das Gerät ein, und sofort versuchte der IT-Fachmann, die Firmware von der deutschen Huawei-Webseite einzuspielen. Doch das klappte nicht. Um auf Nummer sicher zu gehen, kontaktierte er erneut den Huawei-Support und erfuhr, dass der Router entgegen der Beteuerungen des Verkäufers gar nicht für den deutschen Markt vorgesehen sei. Der Router war – so die schriftliche Bestätigung von Huawei Deutschland – mit einem Branding der „Sweden Telia“ versehen. Die offiziellen Firmware-Updates von Huawei würden deshalb auf diesem Gerät nicht funktionieren.

Sofort reklamierte der Kunde und nach einigem Hin und Her erklärte sich der Verkäufer bereit, den Kauf rückgängig zu machen. Mangels Alternative nahm der Kunde dieses Angebot aber bislang nicht an. Angesichts seiner frustrierenden Erfahrungen wandte er sich an die c't-Redaktion. Schließlich dürfte es so manch gutgläubigem Käufer ähnlich wie ihm ergangen sein. Dass auf diesen Routern ausschließlich Firmware-Versionen und Updates der jeweiligen ISPs funktionieren, disqualifiziert diese Geräte eigentlich für den Einsatz außerhalb der jeweiligen Providernetze.

Nachgefragt

Wir baten deshalb sowohl Huawei als auch die betroffenen Händler um Stellungnahme. Jörn Hill vom Amazon-Händler „Warenhammer“ reagierte bis zum

Redaktionsschluss überhaupt nicht auf unsere Anfrage. Auch die Stellungnahme von Huawei Deutschland war eher einsilbig: Zwar bestätigte man uns, dass die Modelle B315s-22 und B525s-23a auch in Versionen mit Original-Huawei-Firmware ohne Branding verfügbar seien, doch wie ein Käufer solche Produkte vor dem Kauf eindeutig identifizieren kann, verriet uns der Hersteller nicht. Stattdessen riet man zum Kauf bei etablierten Retailern und nicht bei Amazon Market Place oder Drittanbietern.

Kunden, die nach dem Kauf feststellen, dass sie ein Gerät mit gebrandeter Firmware erworben haben, rät Huawei, sich mit dem Verkäufer auseinanderzusetzen.

Deutlich ausführlicher fiel die Stellungnahme der BK Service GmbH aus. Dort beschäftigte sich Marco Jäckel intensiv mit dem Fall und stellte klar, dass man den an Günter K. verkauften Router sehr wohl bei einem offiziellen britischen Huawei-Distributor erworben habe. Auch sei die bei dem von ihnen verkauften B315sw-22 eine offizielle Huawei-Firmware zum Einsatz gekommen. Der Huawei-Distributor habe die Firmware 2015 selbst von Huawei modifizieren lassen, um die VoIP-Funktion nachzurüsten. Man habe inzwischen sowohl bei Huawei als auch beim Distributor nachgefragt, wie es dazu kommen konnte. Generell legt Marco Jäckel Wert auf die Feststellung, dass man ausschließlich Geräte von einem offiziellen Huawei-Distributor anbiere. Diese seien alle in Verpackungen mit Original-Huawei-Siegel angeliefert worden. Wie es trotzdem dazu kommen konnte, dass der deutsche Huawei-Support die Geräte als „gebrandet“ bezeichnet, kläre man derzeit mit Huawei.

Und nun?

Für Käufer von Huawei-Routern ist die aktuelle Situation höchst unbefriedigend: Bei den im Markt angebotenen Geräten ist es vor dem Kauf unmöglich, ein möglicherweise updateverhinderndes Branding zu erkennen. Erst durch Nachfrage beim Huawei-Support kann über die IMEI festgestellt werden, ob es sich um ein wirklich freies und voll updatefähiges Gerät handelt. Da ein Router ohne sicheren und zuverlässigen Update-Pfad über kurz oder lang zu einem Sicherheitsrisiko werden kann, raten wir in solchen Fällen zur sofortigen Rückgabe der gebrandeten Geräte. (gs@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

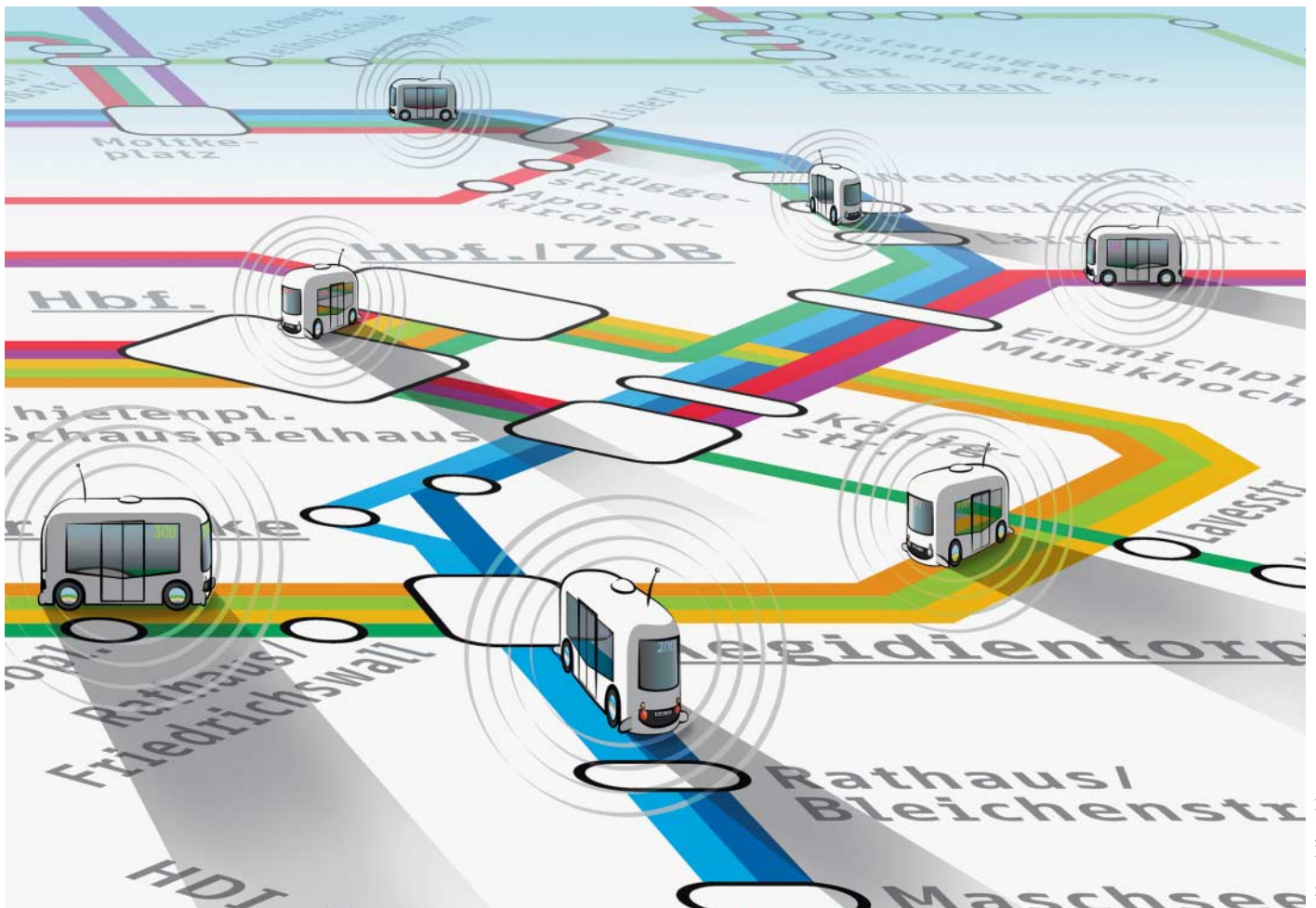


Bild: Rudolf A. Bleha

Robobus

Wo und wie autonome Busse jetzt schon fahren

Autonome Autos sind noch Zukunftsmusik und fahren bislang nur in Testprojekten? Stimmt gar nicht: Jeder kann sich schon von Roboterbussen umherkutschieren lassen. Wir sind in Bad Birnbach, Berlin und Las Vegas eingestiegen.

Von Sven Hansen und Jan-Keno Janssen

Sind Sie auch schon mit diesem Roboterbus gefahren?": Diese oder ähnliche Fragen hört man im niederbayrischen Bad Birnbach zurzeit an jeder Ecke. Gemeint ist ein kleines Elektro-Shuttle, das seit Oktober 2017 kostenlos zwischen Rottal-Therme und Marktplatz hin- und her-

schauelt. Laut Betreiber Deutsche Bahn handelt es sich um die erste echte autonome Buslinie Deutschlands. c't ist nicht nur in Bad Birnbach mitgefahren, sondern auch bei drei Berliner Autonom-Bus-Projekten sowie beim öffentlich zugänglichen Bus-Shuttle des US-amerikanischen ADAC-Pendants AAA in Las Vegas.

Safety first

Kein Zweifel: Der sechssitzige Elektrobus – ein EZ10 des französischen Herstellers Easymile – ist das Topthema beim Small-talk in der Bad Birnbacher Innenstadt. Trotz tödlicher Unfälle mit autonomen Fahrzeugen scheint hier niemand Angst vor dem Roboterauto zu haben. Als bei unserer Probefahrt eine ältere Dame mit Nordic-Walking-Sticks zusteigt, sagt sie nur: „Ach, computergesteuert ist das hier? Interessant!“

Die Designer haben dem Shuttle jegliche Gefährlichkeit ausgetrieben. Spricht man mit Fahrgästen über das Aussehen des Fahrzeugs, hört man häufig das Wort „niedlich“. Der EZ10 sieht aus wie ein Baby-Omnibus: Niedriger als ein ausgewachsenes Exemplar, deutlich kürzer und insgesamt moppeliger. Easymile hat auch noch ein besonderes analoges Gimmick eingebaut: Eine Klingel wie aus einem Kinderkarussell, die erklingt, wenn sich das EZ10 in Bewegung setzt – oder wenn es störrische Fußgänger „wegzubimmeln“ gilt. Nicht nur das Design, sondern auch das Verhalten des Busses kann man sofort als vertrauenerweckend interpretieren. Jede seiner Bewegungen ist langsam. Sehr langsam.

Steht man an der Bushaltestelle und sieht den Bus auftauchen, dauert es noch locker zwei Minuten, bis er endlich vorge-



fahren kommt und die Tür öffnet. Rechts und links sind jeweils drei Schalen­sitze eingebaut, dazwischen steht ein Begleiter der Deutschen Bahn. Das hat nicht nur rechtliche Gründe, sondern auch ganz praktische: Immer wenn der Bus stehen bleibt, muss der Begleiter manuell die Weiterfahrt anordnen, indem er auf einen Knopf am Bedienpult drückt.

Neben den drei Standardstopps auf der 660 Meter langen Strecke sind noch drei weitere feste Anhaltepunkte programmiert; zum Beispiel kurz bevor der kleine Bus in den normalen Straßenverkehr einbiegt: Die ersten zwei Drittel der Strecke von Therme bis Marktplatz spielen sich auf reinen Fahrrad- und Fußgängerwegen ab, nur die letzten 250 Meter teilt sich der Bus mit anderen Kraftfahrzeugen.

Autonom fährt der EZ10 in Bad Birnbach maximal 8 Stundenkilometer schnell, im manuellen Modus sind es sogar nur 5 km/h – dabei schafft das Fahrzeug eigentlich bis zu 45 km/h. Eine Steigerung der Geschwindigkeit steht ganz oben auf der To-Do-Liste, so wie auch der Verzicht auf den Begleiter. Zurzeit fährt das Shuttle noch mit einer Sondergenehmigung der Straßenverkehrsbehörde, das nur nach einem Gutachten von TÜV oder Dekra erteilt wird, inklusive individuell festgelegter Höchstgeschwindigkeit. Anders als bei konventionellen Autos wird bei den autonomen Bussen nicht nur das Fahrzeug selbst geprüft, sondern auch die Fahrtstrecke. Die Genehmigung gilt dann auch nur für die geprüfte Strecke. Kommen Gutachter und Straßenverkehrsbehörde zu dem Schluss, dass das autonome Fahrzeug auch ohne Begleitperson auskommt, könnte es theoretisch auch eine Genehmigung ohne Begleiter geben – das ist aber noch Zukunftsmusik, mit der aktuellen Technik wird ein Mitfahrer dringend benötigt.

Zwar haben wir bei unseren sechs Fahrten in Bad Birnbach nie beobachtet, dass der Begleiter auf manuelle Lenkung umgeschaltet hat. Er musste aber sehr häufig den „Weiterfahren“-Knopf drücken. Denn der Bus hielt ständig vor Hindernissen wie Fußgängern, Radfahrern oder Autos an – und blieb dann so lange stehen, bis der Weg wieder frei war. Bei unseren Probefahrten haben sich die Hindernisse alle von selbst aus dem Staub gemacht. Wäre das nicht der Fall gewesen, hätte der Begleiter die Lenkung übernehmen müssen. In der aktuellen „Sicherheit geht über alles“-Konfiguration würde das

Derzeit arbeiten die meisten autonomen ÖPNV-Projekte mit Shuttles der französischen Hersteller Easymile und Navya.

Robo-Shuttles		
B1	Easymile EZ10	
		
Maximalgeschwindigkeit	45 km/h	
Kapazität	12 Pers. (6 Sitz-, 6 Stehpl.)	
Akkuleistung	Bis zu 14 Betriebsstd.	
Länge	3,9 m	
Volle Beladung	2750 kg	
Anzahl LIDAR-Sensoren	8	
B2	Navya Autonom Shuttle	
		
Maximalgeschwindigkeit	45 km/h	
Kapazität	15 Pers. (11 Sitz-, 4 Stehpl.)	
Akkuleistung	Bis zu 9 Betriebsstd.	
Länge	4,8 m	
Volle Beladung	3450 kg	
Anzahl LIDAR-Sensoren	8	

Geführt deshalb ohne menschlichen Begleiter nur wenige Meter weit kommen.

Orientierung per 3D-Modell

Dabei kann sich der Bus eigentlich ausgezeichnet orientieren. Der Bordcomputer greift auf ein 3D-Modell der Streckenumgebung zu, das die Easymile-Entwickler vor der ersten Inbetriebnahme erstellt haben. Das dauert ein paar Stunden, in denen Mitarbeiter die Strecke immer wieder abfahren müssen, bis der EZ10 mit seinen zwei Kameras und acht LIDAR-Sensoren das Rohmaterial eingesammelt hat. Die Bilder werden anschließend manuell bearbeitet, unter anderem müssen andere Verkehrsteilnehmer entfernt werden, bevor das 3D-Modell berechnet wird. Im täglichen Betrieb orientiert sich der Bus nicht nur anhand des eingebauten GPS- und IMU-Moduls mit Beschleunigungs- und Drehratensensor – er bezieht auch die umliegenden Gebäude mit ein, dank LIDAR auch bei Dunkelheit.

Im Ergebnis bewegt sich das Robo-Shuttle wie auf einer virtuellen Schiene

und weicht von seiner Bahn nur wenige Millimeter ab. Steht es aus irgendeinem Grund nicht auf dem ausgewiesenen Fahrweg, muss es vom Begleitpersonal manuell auf die „Schiene“ gefahren werden und die Fahrt kann weitergehen. Wie präzise das EZ10 navigiert, lässt sich unschwer an den Fahrspuren auf den Bad Birnbacher Pflasterwegen erkennen (siehe Foto unten).

Probleme gibt es mit der LIDAR-Ausstattung bei starkem Regen. Weil die Systeme manchmal große Tropfen als Objekte erkennen, müssen die Busse bei allzu schlechtem Wetter den Betrieb einstellen; also dummerweise dann, wenn man sie am nötigsten braucht.

In Berlin gibt es drei weitere Bus-Projekte, einmal auf dem Gelände des Charité-Krankenhauses in Mitte, einmal am Virchow-Klinikum in Moabit sowie auf dem Campus des europäischen Energieforums am Gasometer Schöneberg (Euref). Die Busse fahren hier auf Privatgelände, sind aber frei zugänglich – jeder der will, kann einfach mitfahren.

Am Gummiabrieb in Bad Birnbach sieht man deutlich, dass hier eine Maschine fährt und kein Mensch: Das EZ10 navigiert millimetergenau auf der ihm zugewiesenen Strecke.



Auf dem Gelände der Charité, Campus Mitte, gleich um die Ecke vom Berliner Hauptbahnhof, ist um 7.30 Uhr noch nicht viel los. Am Nordtor in der Hannoverschen Straße sind zwei in BVG-Gelb beklebte EZ10 geparkt – hinter Bauzäunen, als ob sie sich ansonsten hochautomatisiert davonschleichen könnten. Hier und an den anderen beiden Berliner Standorten testet die BVG in einem bis 2020 angesetzten Pilotprojekt verschiedene Shuttle-Systeme. Die Easymile-EZ10-Fahrzeuge sind inzwischen seit drei Wochen mit Passagieren unterwegs. Künftig soll auch das „Autonom Shuttle“ von Navya getestet werden, wie Easymile ein französischer Hersteller.

BVG-Projektkoordinator Johannes Jähne betreut das mit Mitteln des Bundes-

umweltministeriums geförderte Projekt von Anfang an. Heute ist nicht sein Tag. Eines der zwei EZ10-Fahrzeuge will nicht booten. Auf dem großen Fahrgastinformations-Display sind lediglich ein paar Linux-Kernel-Meldungen zu sehen – kopfüber. Das zweite Shuttle ist fahrbereit, allerdings wurde am Vortag der Ladevorgang nicht korrekt eingeleitet. Voll geladen fährt das Fahrzeug etwa 10 Stunden und muss danach 5 Stunden an die Säule.

Stopp! Ein Blatt!

„Derzeit fahren wir montags bis freitags von 9 bis 16 Uhr auf einem Rundkurs von 1,2 km mit insgesamt neun Haltestellen“, berichtet Jähne. Alle Fahrten finden in der ersten Phase wie in Bad Birnbach noch mit einer Begleitperson statt. Die BVG-Fahrer kon-

trollieren die Funktion des Shuttles und greifen ein, wenn etwas hängt. Das passiert derzeit noch oft: „Im Prinzip halten die Fahrzeuge sofort an, sobald ihnen ein Ast oder ein Blatt in den Weg kommt“. Die Programmierung seitens des Herstellers ist äußerst defensiv ausgelegt. „Wir sind auch sehr gespannt, wie das Fahrzeug auf die sich verändernde Vegetation reagiert“, so Jähne weiter.

Easymile setzt wie Navya in Sachen Umfelderkennung vor allem auf Lasertechnik. Zum Einsatz kommt eine Kombination aus zwei 3D-Lidar-Scannern mit einer Reichweite von etwa 250 Meter mit zusätzlichen Mono-Layer-Lidars, die auf unterschiedlichen Ebenen Objekte im Abstand von etwa 50 Meter erfassen. Hinzu kommen nach vorne und hinten gerichtete Kameras.

»Sicherheit ist nicht das Problem«

Prof. Dr. Andreas Knie forscht zum Thema Verkehr und leitet das Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) in Berlin. Wir sprachen mit ihm über autonomen Nahverkehr.



c't: Die aktuell eingesetzten autonomen Shuttles sind vollgepackt mit Sensortechnik, beherrschen aber nicht einmal einfachste Ausweichmanöver. Woran liegt das?

Prof. Dr. Andreas Knie: Die Systeme können die Außenwelt besser erfassen als ein Mensch – sobald sie ein Hindernis erkennen, stoppen sie sehr zuverlässig. Was sie noch nicht können, ist das Hindernis zu bewerten – also zu klassifizieren, was wichtig ist, was nicht wichtig ist und wo sie alternativ entlangfahren können. Das fehlt noch, da ist die technische Entwicklung noch nicht weit genug.

c't: Was glauben Sie, wann wird die Technik so weit sein?

Knie: Das wird noch einige Zeit dauern. Die ganze Autoindustrie hat ja das Problem. Und deshalb gibt es ja auch etliche Versuche, die Anzahl der Hindernisse im Verkehr zu reduzieren – um eine

sogenannte reizfreie Umgebung zu bekommen.

c't: Das kann aber auch nicht verhindern, dass zum Beispiel eine Radfaherin die Straße überquert.

Knie: Die Sicherheit ist nicht das Problem. Mit diesen Systemen wird niemand überfahren. Das Problem ist, dass man nicht vorwärtskommt.

c't: Das ist auch unsere Beobachtung bei den autonomen Shuttleprojekten – die bleiben ständig stehen, bis der Begleiter sagt, dass es weitergehen darf. Wie lange dauert es noch, bis man auf solche menschlichen Aufpasser verzichten kann?

Knie: Diese moderne Fiktion der „Robo-Taxis“, wo sich selbstfahrende Autos auch selbst disponieren, die wird auf unseren normalen Straßen erst in einigen Jahren oder sogar Jahrzehnten Realität. Das kann man noch gar nicht so genau

abschätzen. Die Reizeinflüsse sind so komplex, die Systeme brauchen noch viel zu lange, bis sie das alles erlernt haben.

c't: Halten Sie es für möglich, dass das Experiment des vollautonomen Personennahverkehrs auch komplett scheitern kann?

Knie: Ja. Man kann jetzt schon sagen, dass diese autonomen Shuttles zur kurzfristigen Lösung der Abgasproblematik und der Luftreinhaltepolitik in Städten noch nichts beitragen können. Das ist ein Invest in die Zukunft. Sinn ergeben die Shuttles aber zum Beispiel in Gebieten, die vom klassischen ÖPNV nicht bedient werden können, also die schwachlastigen Gegenden am Rande der Stadt. Da kann man einfacher etwas absperren – denn darauf wird es herauslaufen: Dass diese autonomen Shuttles eine eigene Fahrspur bekommen und da ganz für sich sein können.

Anzeige



In Las Vegas fährt nicht nur ein Begleiter mit, es gibt sogar Bushaltestellen-Personal in Uniform.



Das knallgelbe Easymile-Shuttle fährt mit maximal 12 km/h über den Charité-Campus Mitte in Berlin.

Nach dem Vorgespräch im defekten Shuttle drehen wir die erste Runde im funktionsfähigen EZ10-Zwilling. Mit an Bord sind Jähne und vier weitere BVG-Mitarbeiter. Das Shuttle ist eigentlich für zwölf Personen zugelassen, fühlt sich aber schon etwas voll an. „Hier am Standort Mitte arbeitet die Verwaltung der Charité“, erklärt Jähne, „wir haben es also vor allem mit Lieferverkehr, Studenten und kreuzendem Verwaltungspersonal zu tun.“ Das Gelände ist dabei durchaus unübersichtlich, auf dem Campus stehen alte Backsteinhäuser neben modernen Verwaltungsgebäuden, der Fahrweg des EZ10 ist an einigen Stellen recht eng.

Bei einer Maximalgeschwindigkeit von 12 km/h sind wir kaum schneller als die Fußgänger auf dem Campus. Das Shuttle bringt manch einen anderen Ver-

kehrsteilnehmer zum Schmunzeln, andere sind verärgert, wenn das gelbe Ding blockig im Weg steht oder vor ihnen herkriecht. An den Haltepunkten öffnen sich automatisch die Türen. Der EZ10 hat sogar eine Rampe für Rollstuhlfahrer.

Ausweichen geht nicht

Bei Gegenverkehr bleibt unser Shuttle stehen, bremst aber auch für einen Fußgänger, der recht unvermittelt aus einem Eingang hervortritt. „Wir fahren zum Anfang mit 12 km/h und wollen die Geschwindigkeit schrittweise auf 20 km/h anheben. Läuft alles nach Plan, sollen nächstes Jahr auch die Begleitfahrer wegfallen. „Noch fehlt ein entscheidendes Update“, erzählt Jähne. Weder die Fahrzeuge von Navya noch die von Easymile können derzeit Hindernisse umfahren. Selbst wenn nur

eine Tüte im Fahrweg liegt, bleiben die Fahrzeuge daher einfach stehen und der Begleitfahrer muss ran. Immerhin schaut der Easymile-Controller aus, als könnte man einen Baustellenkran mit ihm bewegen – bei Navya muss man mit einem handelsüblichen Xbox-Controller vorliebnehmen. Während Navya ein „echter“ Autohersteller ist, der neben den Bus-Shuttles auch autonome Taxis verkaufen will, sieht sich Easymile eher als Plattformbetreiber, die EZ10-Fahrzeuge selbst werden vom französischen Unternehmen Ligier gebaut, dem Mutterunternehmen von Easymile. Ein weiterer Anteilseigner sind die Eisenbahner von Alstom. Der Easymile-Konkurrent Navya wurde von Christophe Sapet aufgebaut, Mitgründer des Videospielgiganten Infogrames, mit im Boot sind Automobilzulieferer Valeo, die fran-

Öffentlich zugängliche autonome Shuttles in Europa

Ort	Betreiber	Strecke	Projektstart	Fahrzeug	Betriebszeiten
Deutschland					
Berlin	InnoZ, DB, BVG	EUREF-Campus, Schöneberg (800 m)	April 2018	Easymile EZ10	Mo – Fr von 9 bis 16 Uhr
Berlin	Berliner Verkehrsbetriebe	Charité-Krankenhaus, Mitte (1200 m)	März 2018	Easymile EZ10	Mo – Fr von 9 bis 16 Uhr
Berlin	Berliner Verkehrsbetriebe	Campus Virchow-Kliniken (800 m, geplant sind 1500 m)	Mai 2018	Navya Autonom Shuttle	Mo – Fr von 9 bis 16 Uhr
Bad Birnbach	Deutsche Bahn	Therme bis Marktplatz (660 m, davon 250 m öffentliche Straße)	Oktober 2017	Easymile EZ10	täglich von 8 bis 18 Uhr
Schweiz					
Sitten (Sion)	PostAuto Schweiz	Bahnhof bis Centre-Ville (1500 m)	Juni 2016	Navya Autonom Shuttle	Mi – Fr von 7-10 / 13-18 Uhr, Sa – So von 13-18 Uhr
Frankreich					
Paris, CDG-Flughafen	ADP / Keolis	RER Station bis ADP-Büro	April 2018	Navya Autonom Shuttle	Mo – Fr 7.30 bis 20 Uhr
Lyon	Keolis / Systral (Navly)	Centre commercial bis Confluence (1350 m)	September 2016	Navya Autonom Shuttle	Mo – Sa von 10 bis 19 Uhr
Vincennes (bei Paris)	RATP	Parc Floal bis INSEP	Oktober 2017	Easymile EZ10	Fr – So von 10 bis 20 Uhr
Toulouse	Toulouse Metropole	Natural History Museum, Quai des savoirs, Universität (600 m)	Dezember 2017	Easymile EZ10	Mo – Sa von 8.30 bis 19 Uhr
Schweden					
Kista (bei Stockholm)	SL / Nobina / Ericsson	Victoria Tower bis Kista Gallery (1500 m)	Dezember 2017	Easymile EZ10	Mo – Fr von 7 bis 18 Uhr

zöische Bahn-Tochter Keolis und ein Finanzinvestor aus Katar. Sowohl Navya als auch Easymile verkaufen ihre autonomen Shuttles für jeweils rund eine Viertelmillion Euro.

In Aktion erleben kann man einen autonomen Navya-Bus zurzeit im amerikanischen Las Vegas, wo das Shuttle seit Ende letzten Jahres über wenig befahrene Straßen in der Innenstadt trödeln – die Betreiber vom US-amerikanischen ADAC-Pendant AAA geben zwar eine Geschwindigkeit von rund 20 Stundenkilometern an, bei unserer Probefahrt kam uns der Bus allerdings nicht viel schneller vor als das 8 km/h schnelle Gefährt in Bad Birnbach. Die Strecke in Vegas Downtown auf der Fremont und Carson Street ist einen knappen Kilometer lang.

Anders als bei den von uns getesteten Easymile-Shuttles in Deutschland übernahm der Navya-Bus-Begleiter bei unserer Probefahrt in Las Vegas mehrfach die Steuerung des Fahrzeugs – und zwar mit besagtem Spielkonsolen-Gamepad, was sich nicht sehr vertrauenerweckend anfühlte. Allerdings waren die Hindernisse in Vegas auch problematischer als in Bad Birnbach und Berlin: Statt Radfahrer und Fußgänger, die die Fahrbahn schnell wieder freigeben, musste der Navya-Bus in Las Vegas parkende Lkws umkurven.

Das für Fahrgäste kostenlose Autonomer-Bus-Projekt ist eines der größten und wohl auch öffentlichkeitswirksamsten weltweit. Laut der Betreiber sind in Las Vegas schon über 100.000 Menschen befördert worden, das Ziel sind eine Viertelmillion in einem Jahr. Das Bahn-Projekt

in Bad Birnbach kommt gerade mal auf knapp über 7000 Fahrgäste – ab Sommer soll aber ein zweites EZ10-Shuttle den Dienst antreten und die Fahrtstrecke zum etwa zwei Kilometer entfernten Bahnhof verlängert werden. Und bis dahin soll der Bus dann auch ein bisschen schneller fahren als Schrittgeschwindigkeit.

Fazit

Fasst man unsere Fahr-Erfahrungen zusammen, ist das Ergebnis ernüchternd – allerdings auf eine zumindest in Sachen Sicherheit positive Weise. Wer einmal in einer Easymile- oder Navya-Bimmelbahn unterwegs war und das hochautonome Geschehen aus Fahrzeugperspektive beobachtet hat, wird weniger Angst haben, vom Kollegen Roboter im öffentlichen Straßenverkehr weggebürstet zu werden. An mancher Stelle drängt sich allerdings der Eindruck auf, dass hier vor allem PR-Agenturen beim Generieren netter Fototermine für Lokalpolitiker, Manager und Professoren beschäftigt sind – autonome Autos kommunizieren schließlich Zukunft.

Dabei ist bislang noch völlig offen, ob die Hersteller ihren Shuttles in absehbarer Zeit notwendige Kernfunktionen wie Ausweichen beibringen können. Die Idee vom völlig autonomen öffentlichen Nahverkehr ist nach wie vor nicht mehr als – eine Idee. Auch wenn die Touristen in Bad Birnbach schon heute überzeugt sind, dass ihre Enkel in einer Welt ohne Busfahrer leben werden. (jkj@ct.de) **ct**

Video der c't-Probefahrt in Bad Birnbach: [ct.de/y65u](https://www.ct.de/y65u)

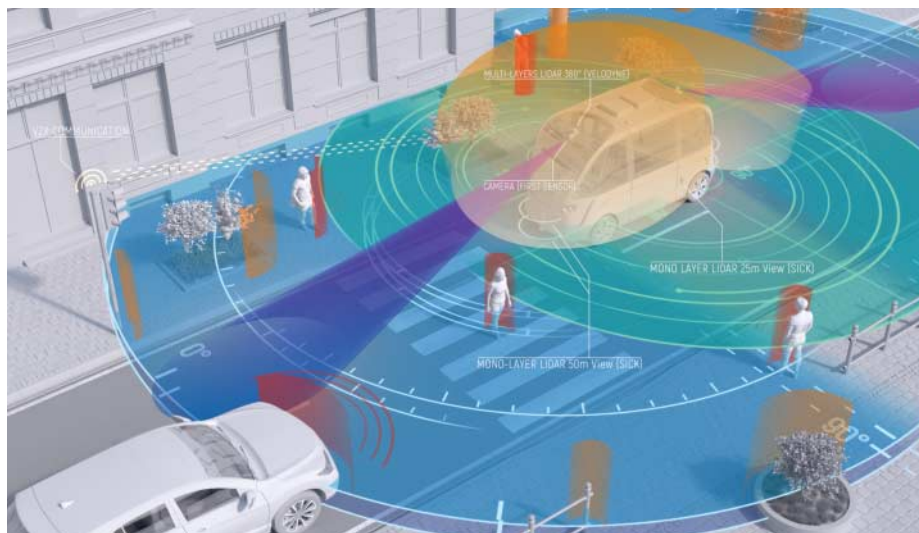
Wegbereiter



Sven Hansen

Meine erste Fahrt in einem hochautomatisierten Fahrzeug war in etwa so spannend, wie mit einer Abschleppstange durch den Ort gezerrt zu werden. Bei 50 km/h in einem Konvoi aus Begleitfahrzeugen kam man sich auf Shanghais Stadtautobahn wie ein rollendes Verkehrshindernis vor. Und jetzt das: Roboshuttles, die sich im Schnecken tempo mit Aufpasser durch die Welt tasten. Echt jetzt? Das ist die Zukunft? Momentan bin ich in der Knubbelkiste eher mit einem „Hoffentlich sieht mich keiner“-Gefühl unterwegs, wenn ich über den Krankenhaus-Campus krieche. Doch selbst wenn all die Pilotprojekte erfolglos bleiben, beginnt hier vielleicht die Zukunft.

Warum? Weil die Shuttles ein mögliches Einführungsszenario für hochautomatisierte Fahrzeuge aufzeigen, das wirklich realistisch erscheint. Warum also nicht den Bus der Linie 100 zunächst durch 20 Robotertaxis ersetzen? Feste Wege, definierte Einstiegspunkte, hohe Akzeptanz durch die Fahrgäste. Wenn eine solche Flotte ihren Weg dann nach ein paar Monaten sicher beherrscht, kann man ihren Aktionsradius immer noch ausdehnen. Lässt es der Andrang der Passagiere zu, geht es vielleicht mal in eine Nebenstraße. In jedem Fall ergibt sich eine sanfte Übergangsphase, in der sich Mensch und Maschine aneinander gewöhnen können. Wenn ich mir das genau überlege, bin ich nicht mehr ganz so skeptisch.



So nehmen die autonomen Shuttles mit ihren LIDARs die Welt wahr.

Telefonkino

Videos mit dem Smartphone drehen



Smartphones im Video-Test	Seite 70
Bessere Aufnahmen und Filmideen	Seite 74
Leuchten, Halterungen, Optik	Seite 78
Tipps und Zubehör für guten Ton	Seite 82

Ob Erinnerungen an den Urlaub oder an die lieben Kleinen, ob Aufnahmen von Kätzchen, Downhill-Fahrten oder Konzerten – mehr als Ihr vorhandenes Smartphone benötigen Sie nicht, um ins Filmen einzusteigen.

Von Alexander Spier und
Jörg Wirtgen

Gehen Sie jetzt hinaus, den Frühling aufnehmen. Natürlich liefert Ihr Smartphone dabei keine so gute Qualität wie eine Videokamera für ein paar tausend Euro, aber vielleicht brauchen Sie die für Ihre Zwecke auch gar nicht. Zumal bietet das Handy ein paar Vorteile: Sie haben es immer dabei, können es leichter nahe am Boden oder über Kopf halten, am Fahrrad montieren oder in andere ungewöhnliche Positionen bringen. Die Videos können Sie schon unterwegs schneiden und online stellen.

Selbst einfache Smartphones reichen für erste Experimente, sofern sie eine Bedingung erfüllen: Videos in Full HD mit 60 Bildern pro Sekunde aufnehmen zu können. Sehr billige oder ältere Smartphones sind damit überfordert. Natürlich fangen Sie auch mit HD oder geringeren Auflösungen schöne Momente ein, aber die beeindrucken dann auf der heimischen Riesen-Glotze nicht mehr so sehr.

Für diesen Artikel haben wir uns die Video-Fähigkeiten einiger aktueller Smartphones näher angeschaut. Im Artikel ab Seite 74 lernen Sie Tricks für bessere Aufnahmen und Strategien für spannendere Filme, ab Seite 78 haben wir sinnvolles Zubehör wie Stativ und Licht zusammengestellt und ab Seite 82 erklären wir die Tücken der Tonaufnahme. Kostenlose Schnittprogramme haben wir in [1] getestet, Tipps für den YouTube-Channel bringt [2]. Was Sie überhaupt filmen dürfen und rechtlich beim Veröffentlichen beachten müssen, erklärt [3]. Und wenn Sie dann doch einen echten Zoom oder bessere Optiken benötigen, hilft Ihnen [4] bei der Entscheidung, ob Sie lieber in eine Videokamera, eine Kompaktkamera oder eine Spiegelreflex investieren. Falls es ruppig wird, mag eine ActionCam [5] die richtige Lösung sein.

Handy-Tipps

Um herauszufinden, was die maximal zu erwartenden Videofähigkeiten sind, haben wir vier aus Smartphone-Sicht empfehlenswerte High-End-Geräte einem erneuten Test unterzogen: Apple iPhone X, Google Pixel 2, Huawei P20 Pro und Samsung Galaxy S9+. Um den Unterschied zu günstigeren Geräten herauszuarbeiten, haben wir außerdem aus der Mittelklasse das OnePlus 5T und das 150-Euro-Handy Nokia 3 verglichen.

Alle Geräte bis auf das Nokia 3 haben eine Video-Stabilisierung, doch die Ergebnisse fallen extrem unterschiedlich aus. Ein Grund ist, dass sich Smartphones bei Videos nicht alleine auf die optische Bildstabilisierung verlassen, sondern per Software kräftig mithelfen müssen. Das kostet besonders bei hohen Auflösungen und Frameraten ordentlich Rechenleistung.

Das Huawei P20 Pro stabilisiert Videos nur in Full-HD-Auflösung bei 30 Bildern pro Sekunde – Werte, die High-End-Smartphones wie das Galaxy S7 schon vor zwei Jahren beherrschten. Entsprechend wähnt man sich bei 4K-Material mitunter auf hoher See. Das Samsung Galaxy S9+

muss bei 4K und 60 Frames passen, das Pixel 2 bietet diese Kombi erst gar nicht an. Nur das iPhone X stabilisiert auch hier noch, stößt aber sichtbar an Grenzen. Apples Flaggschiff reduziert die Bewegung generell weniger aggressiv als andere, sodass kurze Stöße und leichtes Schwanken immer zu sehen bleiben. Das wirkt natürlicher und es treten kaum Verzerrungen auf.

Beim OnePlus 5T rastet das Bild besonders deutlich ein, sobald man mit der Kamera stillsteht, und es braucht beim nächsten Schwenk einen kurzen Augenblick, um der Bewegung zu folgen. Beim Laufen pumpt das Bild unangenehm. Den besten Kompromiss bekommt das Pixel 2 hin, das sehr stabile Bilder ohne störende Stabilisierungsartefakte aufnimmt.

Beim Aufzeichnen nutzen die Kamera-Apps der Hersteller fast immer variable Frameraten. Das heißt, sie passen die Bildwiederholrate nach oben oder unten an, wenn es die Situation erfordert; etwa wenn sich die Lichtverhältnisse ändern, bei schnellen Schwenks oder unschaffbaren Datenraten. Das fällt beim Anschauen in der Regel nicht auf, kann aber beim Schneiden etwa zu einer Asynchronität von Bild und Ton führen.

Beeinflussen lässt sich das Verhalten bei keiner Hersteller-App und keiner uns bekannten App von Dritten. Pixel 2 und iPhone X versuchen über das gesamte Video hinweg, die Einzelbildrate möglichst konstant zu halten. Bei gutem Licht schafft das auch das Galaxy S9+. Das P20 Pro bekam dagegen statt eingestellter 60 nur 51 Frames pro Sekunde hin und schwankte immer um einige Zehntel.

Man kann ein Smartphone mit Rig, Leuchte und Mikro aufmotzen. Aber auch ohne das Zubehör eignet es sich gut zum Filmen.



Dem Nokia 3 war im Dunkeln alles egal: Es ging auf zähe 16,7 Bilder pro Sekunde.

Wenig Licht und hohe Frameraten vertragen sich aber auch bei den High-End-Kameras nicht gut, sie rauschen dann deutlich. Besonders das Pixel 2 erinnerte an ein abgenudeltes VHS-Band. Das iPhone rauschte sichtbar, erhielt Strukturen aber besser als das S9+. Das filmte Samsung-typisch sehr hell und in knalligen Farben, aber die Rauschunterdrückung plättete Details. Lediglich Huawei war bei hoher Framerate etwas besser.

4K bringt Vorteile

Im Freien bei Tageslicht waren 4K-Aufnahmen entgegen der Erwartung zum Teil deutlich von den Full-HD-Videos zu unterscheiden, weil in der Ferne feine Strukturen und Details weniger verschwammen. Besonders das P20 Pro profitierte. Es lohnt sich also, auch mal mit 4K zu filmen und die Videos später in geringere Auflösungen zu konvertieren.

Um die 4K-Datenmenge zu bändigen, nutzen Huawei und Samsung optional das effizientere H.265 (alias HEVC), Apple bei 4K60 zwangsweise. Das können (im Gegensatz zu H.264) aber nicht alle Geräte abspielen und nicht alle Schnittprogramme schneiden, weshalb die Videos dafür konvertiert werden müssten. Außerdem sind dann einige Videoeffekte oder die Bildstabilisierung nicht verfügbar. Lediglich Apple lässt dank massiver CPU-Power alles zu. Das Nokia 3 nutzt noch den alten H.263-Standard, sodass selbst dessen 720p-Videos recht groß werden.

Auffällig matschig waren die Full-HD-Aufnahmen von Huawei auch bei gutem Licht, hier fiel es noch hinter das OnePlus zurück. Das hat auch mit Detail-

armut zu kämpfen, wenn der Bildstabilisator aktiv ist; bei nicht stabilisierten Full-HD-Aufnahmen mit 60 fps hält es mit den Top-Modellen mit, braucht aber Stativ oder Gimbal. Wenig qualitative Unterschiede sind zwischen Galaxy S9+, iPhone X und Pixel 2 bei guten Lichtverhältnissen auszumachen. Sie erhielten Details am besten und überstrahlten den bedeckten Himmel kaum. Das Pixel 2 zeigte die realistischsten Farben, das iPhone dramatisierte den Kontrast etwas, das Galaxy betont Grün und Rot etwas übermäßig. Das Nokia 3 rauscht schon bei bedecktem Himmel und schluckt feine Details wie Grashalme und Gehwegkanten; die Kompression vermatscht zusätzlich.

Tele-Linse

Geräte mit Doppellinse profitieren in der Regel auch beim Filmen mit optischem Tele. Sie schalten beim Heranholen dynamisch zur Telekamera um, sofern das Licht reicht. Lediglich beim OnePlus 5T klappte das Umschalten nicht, hier kam immer die Weitwinkellinse zum Einsatz.

Je nach Motiv ist der kleine Perspektivenwechsel mal mehr, mal weniger sichtbar, eine erkennbare Unterbrechung gibt es aber nicht. Besonders das Huawei P20 Pro kann selbst bei zehnfachem Zoom noch mit scharfen Details aufwarten, solange man in 4K filmt und das Licht hell genug ist. Das iPhone X beschränkt je nach Lichtverhältnissen und Auflösung die maximale Zoomstufe. Die anderen Geräte ließen immer den vollen Zoom zu, auch wenn das in Pixelbrei endete, ohne die zweite, weniger lichtempfindliche Linse zu nutzen. Auch der hybride Zoom hält natürlich nicht mit den echten Zoom-Optiken von Videokameras mit – die Dop-

pelkameras verschaffen aber mehr Flexibilität als Einzellinsen.

Fazit

Einige vor allem der teuren Geräte werben mit Fähigkeiten wie Super-Zeitlupe oder -Zeitraffer. Das ermöglicht Ihnen den einen oder anderen überraschenden Clip, macht Filme aber nicht besser.

Insgesamt bietet das iPhone X über alle Auflösungen und Lichtverhältnisse hinweg knapp das beste Ergebnis. Es ist nicht überall Spitze, aber allen Situationen gewachsen. Die übertriebenen Farben des Samsung muss man mögen, doch die Detailschärfe bei gutem Licht ist enorm. Das Pixel 2 hat klare Schwächen bei wenig Licht, doch eine sehr gute Bildstabilisierung und tolle Tageslicht-Aufnahmen. Dem Huawei P20 Pro ziehen die Detailarmut bei Full-HD-Auflösung und bei anspruchsvolleren Einstellungen der fehlende Stabilisator den Zahn.

Aber auch die Mittelklasse-Leistung eines OnePlus 5T reicht, um Interesse am Filmen zu bekommen. Lediglich schlechte Videos à la Nokia 3 dürften einem dem Spaß vermiesen und zu wenig Experimenten einladen. (jow@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hannes A. Czerulla, Stefan Porteck, Klappe zum Nulltarif, Kostenlose Videoschnittprogramme für Anfänger und Fortgeschrittene, c't 5/2018, S. 94
- [2] Joachim Sauer, Hochgestapelt, Videos clever auf YouTube präsentieren, c't 19/2017, S. 130
- [3] Joachim Sauer, Brian Scheuch, Stolperfallen, Filme ins Internet: Persönlichkeits- und Urheberrechte – und was man beachten sollte, c't 10/2017, S. 124
- [4] Joachim Sauer, Filmgeräte, Schicke Videos drehen – aber womit? c't 7/2018, S. 130
- [5] Joachim Sauer, Uli Hilgert, Voll aktiv, Ob Sport oder Spiel: Action-Cams bringen Videos mit Spaß, c't 3/2018, S. 78

Video-Smartphones

Modell	Apple iPhone X	Google Pixel 2	Huawei P20 Pro	Nokia 3	OnePlus 5T	Samsung Galaxy S9+
Test in c't	25/2017	23/2017	9/2018	18/2017	25/2017	7/2018
Preis im Handel	1040 €	670 €	810 €	125 €	500 €	830 €
Video-Auflösung (Rückseite)	4K (3840 × 2160, 60 fps)	4K (3840 × 2160, 30 fps)	4K (3840 × 2160, 30 fps)	HD (1280 × 720, 30 fps)	4K (3840 × 2160, 30 fps)	4K (3840 × 2160, 60 fps)
Video-Auflösung (Vorderseite)	FHD (1920 × 1080, 30 fps)	FHD (1920 × 1080, 30 fps)	HD (1280 × 720, 30 fps)	HD (1280 × 720, 30 fps)	FHD (1920 × 1080, 30 fps)	FHD (2560 × 1440, 30 fps)
Foto-Auflösung hinten/vorne	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 7,2 MPixel (3088 × 2320)	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 8 MPixel (3264 × 2448)	39,9 MPixel (7296 × 5472) / 23,8 MPixel (5632 × 4224)	8 MPixel (3264 × 2448) / 8 MPixel (3264 × 2448)	15,9 MPixel (4608 × 3456) / 15,9 MPixel (4608 × 3456)	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 8 MPixel (3264 × 2448)
Fotoleuchte (Anzahl)	✓ (4)	✓ (2)	✓ (2)	✓ (1)	✓ (2)	✓ (1)
Autofokus / manuell	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/–	✓/✓	✓/✓
max. Framerate 1080p/4K	60/60	60/30	60/30	30 (HD)	60/30	60/60
maximale Aufnahmezeit	unbeschränkt	unbeschränkt	10 min (4K30)	unbeschränkt	10 min (4K30)	5 min (4K60), 10 min (sonst)
Stabilisierung (1080p30/1080p60/4K30/4K60)	✓ (✓/✓/✓/✓)	✓ (✓/✓/✓/–)	✓ (✓/–/–/–)	–	✓ (✓/–/✓/–)	✓ (✓/✓/✓/–)
H.265/HEVC-Aufnahmen	✓ (opt., 4K60 obligatorisch)	–	✓ (optional)	–	–	✓ (optional)
Zeitlupe / Zeitraffer	✓ (240 fps) / ✓	✓ (240 fps) / –	✓ (960 fps) / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ (960 fps) / ✓

Anzeige

Schlau und schick

Richtig gut filmen mit dem Smartphone

Die Qualität der in die Smartphones eingebauten Kameras hat ein beachtliches Niveau erreicht. Dennoch zeigen die Telefone ihre Schwächen, die man beim Filmen ausgleichen muss. Obendrein gelten fürs „Filmen per Handy“ spezielle gestalterische Regeln.

Von Joachim Sauer

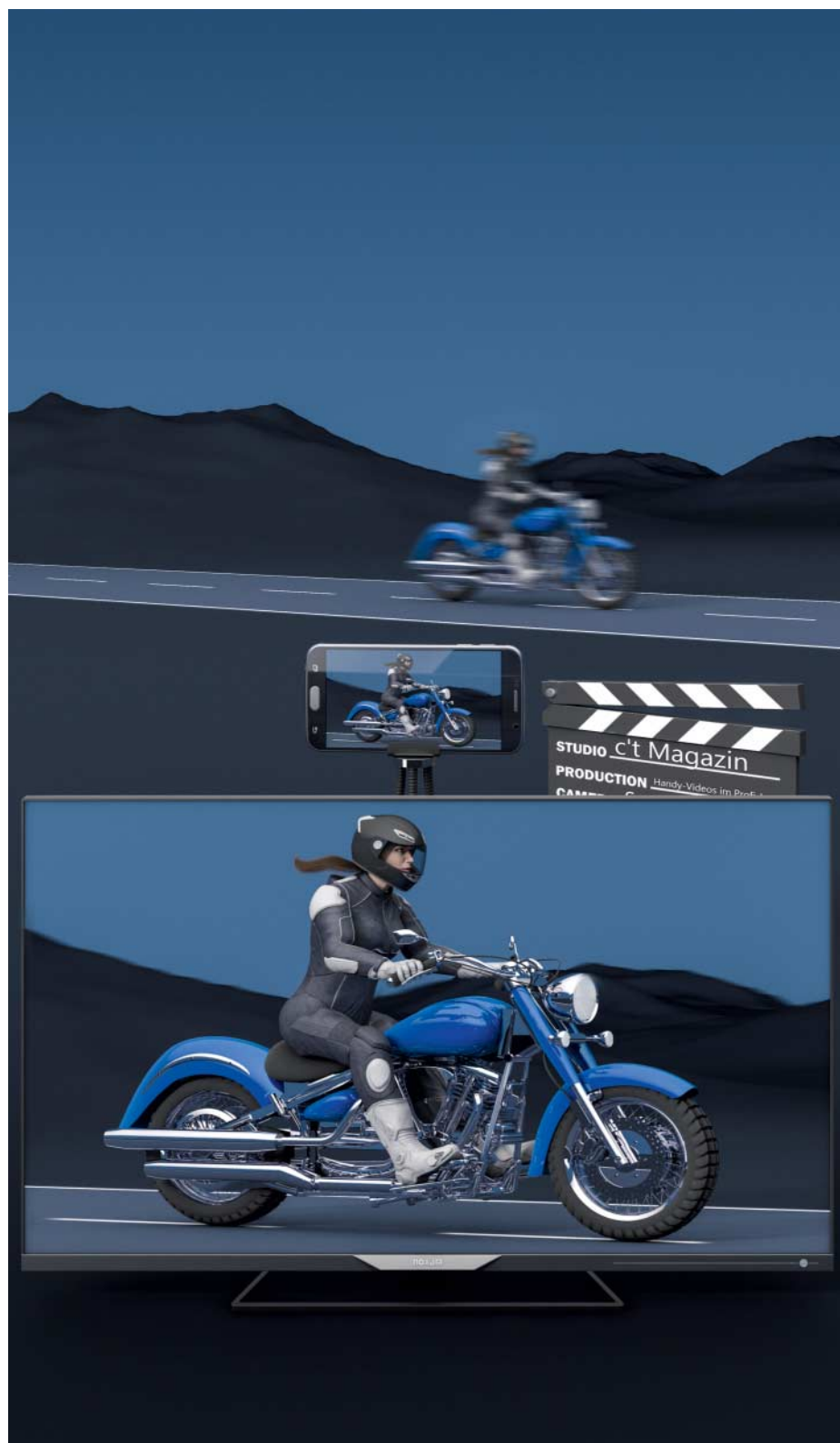
Es ist stets dabei und schnell gezückt: Mit dem Smartphone gefilmt hat wohl jeder schon mal – vielleicht spontan, wenn etwas Spannendes passiert, oder zum Spaß, wenn man gemütlich zusammensitzt. Wohl am häufigsten kommt das Smartphone als Filmkamera im Urlaub zum Einsatz. Dann landen kurze Erinnerungsschnipsel auf der Speicherkarte, die das Anschauen wert wären.

Doch aus solchen Schnipseln entsteht noch kein Film. Denn dazu braucht es einen inneren Zusammenhang, eine Erzählstruktur – vielleicht eine Spannungskurve. Sonst kommt oft Ernüchterung auf, wenn man versucht, aus dem gesammelten Material einen Film zu schneiden.

Der häufigste Fehler ist es, in Hochkant zu filmen – am besten abwechselnd mit dem Querformat. Auf dem Smartphone gleicht man den Wechsel mit einem Dreh des Gerätes aus. Am Fernseher oder Display geht das nicht, denn solche Geräte dreht man nicht mal eben um 90 Grad.

Trotzdem: Manchmal zählt das Hochformat schon fast zur Avantgarde, denn auf den ollen Fernseher legen hippe Handy-Fans keinen Wert. In einem Blog oder Social-Media-Kanal wird ein Video selten im Vollformat abgespielt, hier kommt das Hochformat also tatsächlich in Frage.

Keine Frage, mit der Festlegung von Zielgruppe und Wiedergabeplattform verändert sich beim Filmen sehr viel. Doch das bedeutet auch: Denken muss man vorher – und dann möglichst an alles. Um



das zu erleichtern, legen wir hier die gestalterischen und technischen Grundlagen. Im folgenden Artikel präsentieren wir dann das passende Equipment.

Kamera-Steuerung

Die vergleichsweise kleinen Sensoren in den Smartphones arbeiten mit deutlich niedrigeren Empfindlichkeiten als die größeren Wandler, die in den Fotokameras eingebaut werden. Letztere erlauben als niedrigste – oft optimale – Empfindlichkeit ISO 100 oder 200, während Smartphones zur Belichtungssteuerung mitunter krumme ISO-Werte bis runter zu ISO 10 anbieten. Denn fast alle Smartphones arbeiten mit fest eingestellter Blende, müssen also ohne Blendensteuerung auskommen. Bei viel Licht können die eingebauten Kameras also nur durch eine Veränderung der Belichtungszeit oder der ISO-Empfindlichkeit reagieren. Bei wenig Licht dagegen wird die Bildwiederholrate gesenkt, um die Belichtungszeit pro Bild zu erhöhen. Tatsächlich speichern – derzeit durchgängig – alle Smartphones bei schwacher Beleuchtung nur wenig ansprechende Videos. Das liegt vor allem an den vergleichsweise kleinen Sensoren, die aber mit vielen Megapixeln aufwarten. Die Pixel drängen sich so eng aneinander, dass eine Erhöhung der Empfindlichkeit sehr schnell zu vermehrtem Bildrauschen führt.

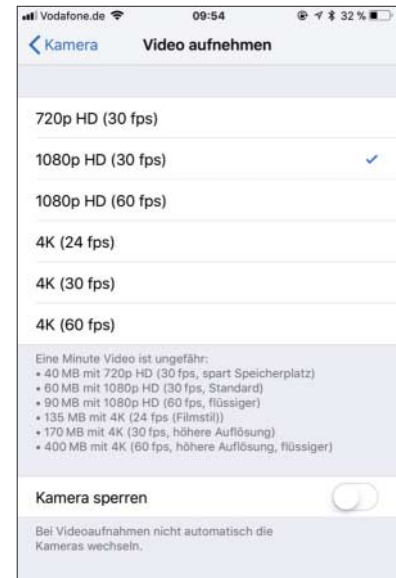
Smartphones, insbesondere die von Apple, variieren bei nachlassendem Licht die Bildwiederholrate, nehmen also weniger Bilder pro Sekunde auf, um die Belichtungszeit verlängern und somit mehr Licht einfangen zu können – im Extremfall mit nur 12 Bildern/s statt 25. Dann muss die ISO-Empfindlichkeit nicht all zu stark angehoben werden; das würde zu einem höheren Bildrauschen führen. Was an und für sich recht clever klingt, ist jedoch eine Mogelpackung: Im Video sieht man zwar weniger Bildrauschen, doch die verlängerte Belichtungszeit führt dazu, dass Bewegungen verwischt wiedergegeben werden. Und solche Videos zu schneiden kann zum Abenteuer werden.

Auf dem Smartphone angeschaut, fallen solche Tricks kaum auf. Doch Videodateien mit variabler Bildwiederholrate verursachen in vielen Schnittprogrammen Probleme, vor allem bei der Synchronisation von Bild und Ton. Daher stellt man die Bildwiederholrate am besten auf einen festen Wert ein: bei 50 Vollbildern 1/50s, bei 60 Vollbildern 1/60s. Das funktioniert bei nahezu allen Android-Smartphones

zuverlässig, bei Apples iOS-Smartphones dagegen muss man eine alternative App zum Filmen nutzen.

Auch bei Android-Geräten bieten viele mitgelieferte Apps die hierzulande üblichen 25 oder 50 Vollbilder/s nicht an. Stattdessen stehen nur die bei NTSC üblichen 30 oder 60 Vollbilder/s zur Wahl. Das verursacht ein unschönes Flackern beim Filmen mit Kunstlicht, außerdem kommt es zu Problemen, wenn man die Videos mit Material anderer, mit PAL-kompatiblen 25 oder 50 Bildern/s filmenden Kameras zusammenschneiden will. Obendrein koppeln viele mitgelieferten Kamera-Apps Belichtungssteuerung und Autofokus, sodass sich diese Parameter nicht separat einstellen lassen. Dabei wäre es in den meisten Szenen sinnvoller, diese Vorgaben für die Automaten zu trennen. So könnte man, vor allem bei viel Bewegung im Bild, die Belichtung fest an einem ruhigeren Punkt im Hintergrund orientieren.

Bei nahezu allen Original-Apps lässt sich der Bildstabilisator nicht deaktivieren. Denn so wirksam der Bildstabilisator aus der nervösen Hand gefilmte Clips beruhigt: Er kann auch kontraproduktiv sein, etwa dann, wenn man vom Stativ aus mit einem langsamen Schwenk die Szene abfahren möchte. Dann unterdrückt er den Anfang der Schwenkbewegung, um

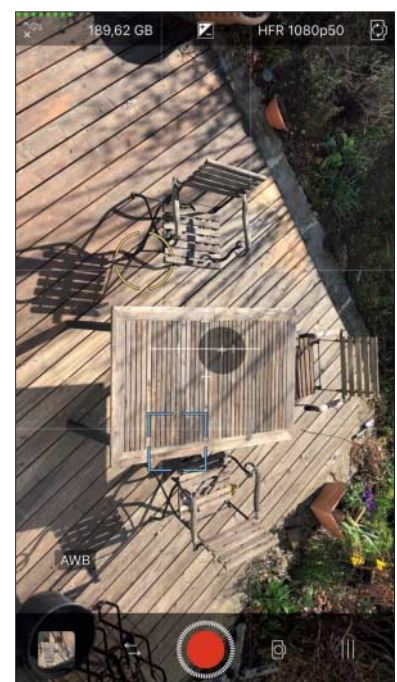


Um die Auflösung der iPhone Kamera-App auf 25 oder 50 Bilder/s einzustellen, muss man in den Grundeinstellungen suchen.

schließlich sprunghaft zu folgen. Beim Dreh mit Stativ schaltet man den Stabi also besser ab. Auch im Zusammenspiel mit Gimbals – den mechanisch stabilisierenden Kameragriffen und -haltern – wirkt sich der Bildstabilisator eher negativ aus; allerdings bringen diese Geräte meist eine



Die ProCamera-App erlaubt in den App-Einstellungen die Deaktivierung des Bildstabilisators und die Wahl des Codecs.



Mit der ProCamera-App kann man die Felder für Belichtung und Autofokus trennen. Hilfslinien erleichtern den Bildaufbau.



Sogar am langen Arm geführt entstehen mit einem Gimbal fast schwebend wirkende Videos.

eigene Kamera-App mit, in welcher der Bildstabilisator deaktiviert ist.

Codec-Wahl

Selbst auf dem nobelsten Smartphone mit reichlich Speicher wird es schnell eng, wenn man viel damit filmt. Gerade iOS-Geräte, deren Speicher sich nicht so einfach via MicroSD-Karten erweitern lässt, geraten hier an ihre Grenzen. Daher setzt Apple bei 4K-Videos auf den modernen, effizienteren H.265-Codec, während in Full HD noch der ältere H.264 arbeitet. Zwar kodiert H.265 wirkungsvoller, benötigt aber dabei und bei der Wiedergabe spürbar mehr Energie, was sich durch kürzere Akku-Laufzeiten bemerkbar macht.

Zudem geben nicht alle Geräte die H.265-Video dateien wieder, auch manche Schnittprogramme verarbeitet solches Material nicht. Deshalb konvertiert das Apple iPhone die Videodateien beim Export, was viel Zeit kostet – ein weiteres Argument dafür, eine Kamera-App zu nutzen, welche die Auswahl des verwendeten Codecs erlaubt. Das gilt auch für Android-Geräte wie das Samsung Galaxy S9; es zeichnet 4K ebenfalls in H.265 auf, bietet in der eigenen App aber alternativ auch H.264 an.

Gestaltung – aber wie?

Eine gute, gar eine bessere Kamera ist inzwischen zu einem der wichtigsten Verkaufsargumente für ein neues Smartphone geworden. Doch allein neue Technik und verbesserte Apps verhelfen nicht zu einem guten Film – der entsteht im Kopf, am besten schon, bevor man die ersten Aufnahmen macht. Mal vom klassischen Urlaubsfilm abgesehen: Die Realität bei Smartphone-Filmen dürfte anders aussehen: Erst animiert durch ein paar ge-

lungene Aufnahmen entsteht die Idee, daraus ein Film zu machen.

Was ist ein Film? Plakative Antwort: Jedenfalls nichts aus gerade mal drei oder vier Clips, die irgendwie aneinander gehängt werden – auch wenn es auf der anderen Seite Filme gibt, die tatsächlich aus einer einzigen, bis zu 30 Minuten langen Aufnahme bestehen. Zu den preisgekrönten Rekordhaltern dieses Genres zählt „Victoria“ mit 140 Minuten Länge.

Allerdings gibt es kaum etwas Aufwendigeres als solche One-Shot-Movies, denn dabei müssen alle Aktionen von Akteuren und Kamera choreografiert durchlaufen werden. Ein kleiner Patzer – und das gesamte Team fängt von vorn an ... Obendrein brechen einige Smartphones aus technischen Gründen nach 10 Minuten die Aufnahme ab, beispielsweise weil das Gerät zu warm wird.

Die Definition von „Film“ lässt sich also nicht über die Zahl der Clips, sondern nur über den Inhalt treffen: Ein Film dokumentiert etwas – oder er erzählt eine Geschichte. Also gehört ein Handlungsstrang dazu. Wenn der fehlt, wirkt auch ein kurzer Film schnell langweilig, egal wie schön oder hoch aufgelöst das Material ist. Ob es eine Veranstaltung oder ein Fest, ein Sportevent oder eine Urlaubsreise ist: Was in bewegten Bildern präsentiert werden soll, gehört zwischen Anfang und Ende eines Spannungsbogens. Dämmert Ihnen also bei den ersten Aufnahmen etwa am Urlaubsort, dass sich hier gut ein Film drehen ließe, sollten Sie sich schnell überlegen, wie die Geschichte aussehen soll, die Sie erzählen möchten, ungeachtet der Reihenfolge, in der die Aufnahmen entstehen. Denn auch Profis drehen selten chronologisch.

Man kann sich also durchaus im Urlaub einen pfliffigen Anfang einfallen lassen, auch ohne die langweilige Anreise dokumentiert zu haben. Vielleicht eignet sich ja wirklich die erste spontan gedrehte Aufnahme als Aufhänger für den Urlaubsfilm. Nur – dann muss man von diesem Aufhänger ausgehend eine Geschichte bauen, um möglichst bald die Verbindung zur Reise herzustellen. Dabei klärt man beispielsweise, wohin die Reise ging und wer mit von der Partie war. Je später man also bei einem gegebenen Anlass auf die Idee kommt, einen Film darüber zu machen, desto schwieriger wird es, sich eine überzeugende Geschichte auszudenken – und die nicht gefilmten Szenen zu ersetzen.

Typisches Beispiel: Wenn man erst bei der abendlichen Feier merkt, dass ein Video von der Hochzeit vielleicht doch ganz schön wäre ... Doch auch das lässt sich kaschieren, etwa indem man herumfragt, ob vielleicht jemand den ein oder anderen Clip schon auf dem Standesamt oder in der Kirche gemacht hat. Zur Not greift man auf Fotos zurück, die als überblendete Sequenz hintereinander montiert werden. Wenn man eine komplette, aber wichtige Handlung in einer knackig kurzen Fotanimation zusammenfasst, fällt der Übergang zum bewegten Bild nicht so sehr auf.

Um Hochformat-Clips mit querformatigem Video zu kombinieren, sorgt man für passendes Hintergrundmaterial, im Beispiel also etwa die Innenansicht der Kirche, eine Totale der Außenansicht oder eine Nahaufnahme des Blumenschmucks. Damit lassen sich die seitlichen Ränder des 16:9-Querformats füllen. Auch der Blumenschmuck, der Tisch mit den Geschenken und das Buffet sowie das Hochzeitsauto dürfen eigentlich nicht fehlen; diese Motive eignen sich gut für Bildmontagen – wie schließlich die Hände der Frischvermählten inklusive Hochzeitsringe.

Bildaufbau

Die erste Position, an der man spontan die Kamera zückt und eine Aufnahme starten will – ist immer die Falsche. Wer diese Regel einmal verinnerlicht hat, wird anders filmen und sich vor dem Griff zur Aufnahmetaste mehr bewegen.

Mancher Filmer zoomt und schwenkt erst nach dem Druck auf den Aufnahme-knopf. Am Ende steht das Bild keine Sekunde ruhig – solche Clips sind kaum verwertbar. Dabei braucht es nicht viel, um die Aufnahmeposition zu korrigieren. Oft reicht es, sich wenige Zentimeter zu

bewegen – oder den Bildausschnitt leicht zu korrigieren.

Nach dem Aufnahmestart sollte man das Geschehen mit statischer Kamera einfangen. Lehnt man sich irgendwo an oder stützt wenigstens die Arme am Körper ab, fällt es leichter, das Smartphone stabil zu halten. Leichte Ruckler gleicht der Bildstabilisator meist ganz gut aus. Heftige, zu schnelle Schwenks bringen ihn dagegen aus dem Tritt. Gerade in hoher (4K-)Auflösung sehen Schwenks nur dann gut aus, wenn sie ganz langsam gemacht werden. Was beim Betrachten auf dem kleinen Smartphone-Display nicht auffällt, wirkt auf einem großen Fernseher ruckelig und sprunghaft – und wenig anschauenswert.

Das heißt nicht, dass man die Kamera gar nicht bewegen darf. Bewegt sich das Objekt vor der Linse, zieht man selbstverständlich nach. Dabei spielen Bewegungsrichtung und Zeitpunkt eine große Rolle: Einer Person, die sich nach rechts bewegt, folgt die Kamera nicht erst dann, wenn sie den rechten Bildrand erreicht hat. Stattdessen versucht man, bereits gleich zu Beginn der Bewegung mitzugehen und der Person in Laufrichtung mehr Freiraum zu lassen.

Andererseits: Gerade wenn es um eine erzählte Handlung geht, ist es mitunter keine schlechte Idee, die Person aus dem Bild treten zu lassen. Allerdings sollte man sich Gedanken machen, welche Aufnahme folgen soll. Um beim Hochzeitsbeispiel zu bleiben: Wenn das Brautpaar aufsteht, um die Hochzeitstorte anzuschneiden, zielt der normale Reflex des Filmers darauf ab, es zu verfolgen. Oft sieht es schicker aus, wenn das Brautpaar von seinen Plätzen aufsteht und in Richtung Tisch aus dem Bild geht. So hat der man Zeit, sich gut zu positionieren – für einen sauberen Gegenuss, der das Brautpaar deutlich dichter zeigt, so dass der Zuschauer das Anschneiden der Torte inklusive der Gesichter sieht.

Bildgrößen

Tatsächlich lebt ein Film von den Wechseln der Einstellungsgrößen. Eine Totale schafft den Überblick, die Halbtotale verdichtet das Geschehen und zeigt, um was es geht. Die Krönung sind schicke Nahaufnahmen, die etwas zeigen, was der Zuschauer selbst nicht sehen konnte. Sie binden den Zuschauer ein, fesseln ihn, katapultieren ihn mitten ins Geschehen.

Dafür muss sich der Kameramann mit seinem Smartphone viel bewegen. Dank der eher leicht weitwinkligen Brennweite der meisten Smartphone-Optiken be-



Ein Motiv, drei Einstellungsgrößen: Totale (hinten), halbtotal (roter Rand) und nah (gelber Rand). Damit lenkt man die Aufmerksamkeit des Zuschauers.

kommt man echte Übersichtsaufnahmen also nur, wenn man sich weiter weg bewegt – sofern das die Räumlichkeiten zulassen. Für Detailaufnahmen dagegen muss man dem Objekt dichter auf die Pelle rücken. Ändern lässt sich der Blickwinkel durch Zusatzlinsen (siehe S. 78).

Automatisch geschärft

Bedingt durch den fehlenden Zoom ist also jede Veränderung des Blickwinkels auf das Bildformat des Smartphones festgelegt. Um von der Gesamtansicht auf eine halbnah Einstellung zu wechseln, die etwa nur die handelnden Personen, aber nicht deren Umfeld zeigt, greift der Benutzer einer Video- oder Fotokamera zum Zoomobjektiv – beim Smartphone braucht es dafür mehrere beherzte Schritte nach vorn. Es gehört Überwindung dazu, mit dem Smartphone in der Hand nah an eine Person heranzutreten, um Gesicht und Kopf formatfüllend ins Bild zu bekommen. Doch je ruhiger und gelassener man vorgeht, desto eher wird die gefilmte Person dieses „zu nah Herantreten“ akzeptieren – und desto besser und wackelfreier sehen die Aufnahmen aus.

Dabei sollte man den späteren Zuschauer nicht vergessen: Um eine detailreiche Totale wahrzunehmen, braucht er länger als für eine Detailaufnahme. Es lohnt sich, dies schon bei der Aufnahme zu beachten. Dabei hilft die 8-Sekunden-Regel: Kein Clip wird kürzer als acht verwertbare Sekunden. Keine Regel ohne Ausnahme: Gerade bei Totalen reichen die acht Sekunden oft nicht aus, hier empfiehlt es sich, eher im 20-Sekunden-Raster zu filmen – besonders dann, wenn man zum Beispiel noch über das Panorama

schwenken möchte. Diesen Schwenk beginnt man erst nach einigen Sekunden ruhiger Kameraposition, auch nach Ende der Schwenkbewegung läuft die Aufnahme noch etwas weiter.

Nicht nur bei Schwenks muss man sich auf den Autofokus im Smartphone verlassen, denn eine manuelle Scharfeinstellung ist nur in wenigen vorinstallierten Apps vorhanden. Zudem ist meist die Scharfstellung mit der Belichtungssteuerung gekoppelt, ein Fingertipp aufs Display ändert also nicht nur den Fokus. Eine exakte Festlegung der Schärfenebene, gar so etwas wie eine Schärfenverlagerung im Kino-Look, ist nur im Pro-Modus der Apps oder mit Alternativ-Apps möglich – und selbst dann nicht trivial.

Selbst wenn inzwischen manche Smartphones erlauben, zwei- bis dreifach zu zoomen: Der Versuchung, dies zu nutzen, sollte man widerstehen – zumindest während der Aufnahme. Denn einerseits erzielen digitale Zoom-Funktionen bestenfalls akzeptable Ergebnisse, sind aber schwer zu bedienen. Demgegenüber arbeiten echte Tele-Optiken sehr ordentlich – aber nicht bei laufender Aufnahme, weil sich beim Zoomen durch den Wechsel der Linse die Perspektive ändert. So glatt und weich steuern wie das echte Zoom-Objektiv eines Camcorders lassen sich diese Zoom-Funktionen also nicht.

Besser und moderner wirkt es, wenn man sich munteren Schrittes auf das Objekt zubewegt. Damit es dabei nicht zu seekrankheitsfördernden Videos kommt, nutzt man einen stabilisierenden Handgriff, Gimbal genannt. Um solches nützliches Zubehör geht es auf den folgenden Seiten. (uh@ct.de) **ct**



Handy-Tuning fürs Video

Dem Smartphone zum Filmen auf die Sprünge helfen: Leuchten, Halterungen, Optik

Soll ein Smartphone als Video- oder Filmkamera fungieren, benötigt man nicht nur irgendeine Schutzhülle oder den notorischen Selfie-Stick. Den kreativen Spielraum erweitern Sie enorm – mit Objektiven, Stabi-Halterungen (Gimbals genannt), Leuchten und Stativen.

Von Joachim Sauer und Ulrich Hilgefort

Die einfachste Lösung, sein Telefon ruhig zu halten, ist eine der Halterungen mit Federklemme, die es von zahllosen Anbietern für gut 10 Euro gibt. Zur Not kann man so das Smartphone auch in seiner Schutzhülle fixieren.

Die Klemmhalterungen, die ein Stativgewinde mitbringen, lassen sich auf einem Ministativ befestigen. Bei Telefonen mit einer Breite von mehr als 60 mm kann es sein, dass die Halterung nicht passt – also besser mit Rückgaberecht kaufen.

Als besonders praktisch hat sich das Manfrotto Pixi erwiesen. Klappt man seine Beine aus, lässt sich das in eine aufgeschraubte Halterung geklemmte Smartphone sicher aufstellen und dank des kleinen Kugelkopfs schnell ausrichten. Mit zusammengeklappten Beinen gibt das Set ein Handstativ ab, mit dem man das Smartphone ruhig und sicher hält – besser als mit bloßer Hand. Tatsächlich passiert es zu leicht, mit den Fingern die Optik versehentlich abzudecken oder zu verschmieren.

Der Haken an solchen Halterungen: Weiteres Zubehör wie eine LED-Leuchte lässt sich daran nur schwer montieren. Deshalb bietet Manfrotto den leicht trans-

portierbaren TwistGrip, der aus drei flachen, verdrehbaren Metallplatten besteht. Allerdings liegt das Ganze nicht sonderlich bequem in der Hand, die Klemme muss man selbst kräftig zusammendrücken, damit das Smartphone sicher fixiert wird.

Ein ähnliches Ziel – aber mit etwas anderem Anspruch – verfolgt MyMiggo mit dem Pictar; diese Halterung hat das Telefon fest im Griff, sie lässt sich dank Fotogewinde auf einem Stativ befestigen und sorgt tatsächlich für eine deutlich entspanntere Handhaltung. Weil die Halterung via Bluetooth mit vielen Smartphones von Apple, Samsung und Huawei kommuniziert, benötigt sie eine Batterie. Das Pictar bietet gut erreichbare Tasten, die genau dort platziert sind, wo man sie bei einer Kamera erwartet: obendrauf Auslöser und Wahlrad für die Belichtungseinstellung – darüber ändert man in der Pictar-App die ISO-Empfindlichkeit –, dazu

Moduswahlrad und sogar ein Rad für den Zoom. Allerdings wirkt das Kunststoffgehäuse eher billig; das Einsetzen der großen Plus-Modelle ist etwas Fummelei. Der Zubehörschuh lässt sich nur nutzen, wenn die aufgesteckte Halterung mit einer Schraube fixierbar ist. Schade, dass die App keinen Einfluss auf den Bildstabilisator erlaubt und man Auflösung und Bildwiederholrate nicht einstellen darf.

Wer mehr erwartet, sollte zu einem Rig greifen, einem das Telefon haltenden Gestell, das sich stärker an professionellen Bedürfnissen orientiert. Solche Rigs bringen – zusammen mit zusätzlicher Leuchte und externem Mikro – etwas mehr Masse auf die Waage, was eine ruhige Kameraführung erleichtert. Ein gutes Rig bietet mehrere 1/4-Zoll-Gewinde und mindestens einen Zubehörschuh. Außerdem lässt sich das Smartphone in so einem Rig mit zwei Händen sicherer halten.

Viele preiswerte Rigs bis etwa 30 Euro kombinieren die Halterung fürs Smartphone mit einem Griff sowie einer Möglichkeit, Zubehör sicher zu befestigen, etwa Mikrofon oder Leuchte. Teurere Kombipakete im Preisbereich bis etwa 100 Euro enthalten neben der Halterung eine LED-Leuchte oder ein externes Mikrofon. Manche solcher Rigs stellen auf Bluetooth basierende Funktionen bereit, die versprechen, die Video-Funktionen des Smartphones mit handlichen Knöpfen am Griff fernzusteuern. Ab etwa 125 Euro bekommt man ein robustes Gestell, in das man sein Handy sicher einspannt, und obendrein eine einstellbare Halterung für Zusatzlinsen, die exakt mittig vor der Smartphone-Linse positioniert wird. Wer noch tiefer in die Tasche greift, findet Rundum-Kombipakete aus Rig, Zusatzlinsen (Makro, Weitwinkel, Tele) und LED-Leuchten samt Video-Mikrofon – allerdings zu Preisen oberhalb der 150-Euro-Grenze.

Welchen Nutzen so ein Rig in der Praxis beweist, haben wir mit dem Elecgu Pro ausprobiert, das es in nahezu identischer Form unter der Bezeichnung Beastgrip Pro Universal bei mehreren Anbietern zu kaufen gibt. Je nach Zusammenstellung des Kits liegen mehrere Zusatzlinsen mit im Karton, die den Blickbereich des Smartphones um ein Makro (12,5x), ein Weitwinkel (0,45x) und ein Tele (12x) erweitern.

Das Rig besteht aus zähem Kunststoff und mit Innensechskant-Schrauben fixierten Stahlstäben und wirkt ziemlich robust. Die federnde, in Längsrichtung des Tele-

fons verschiebbare Befestigung fürs Smartphone fasst ab Werk Handys zwischen 60 und 100 mm Breite; die Halterungen lassen sich umbauen, sodass minimal 52,5 mm, maximal 117,5 mm breite Smartphones in die Halterung passen. Der größtmögliche Abstand zwischen Linsenmitte und Telefon-Unterkante liegt bei 140 mm. Dank der griffgünstigen Seitenteile lässt sich das eingespannte Smartphone deutlich besser halten als ohne das Rig. Für Zubehör stehen vier Stativgewindebuchsen bereit, eine fünfte – mittig unter der Smartphone-Klemme – dient zur Befestigung des Rigs auf einem Stativ. Oberhalb der federnden Klemme kann man im Zubehörschuh etwa Leuchte oder Mikrofon einschieben.

Von den beige-packten Linsen dieses Sets sollte man – wie bei den einzeln angebotenen Linsen (siehe unten) nicht zu viel erwarten. So sieht man in den Aufnahmen mit dem Weitwinkel ausgeprägte Kissenverzerrungen, gerade Kanten werden zu Bögen. Zu den Ecken hin werden die Bilder dunkel (Vignettierung), auch die Schärfe lässt zu den Kanten hin nach. Das 12x-Tele überzeugt kaum. Eine knapp akzeptable Schärfe zeigt es nur in Bildmitte, außerhalb des mittleren Drittels lässt sie stark nach. Dazu gibt es kräftige rote Farbsäume und eine starke Tonnen-/Kissenverzerrung. Auch hier werden die Bildecken abgedunkelt. Ausgeprägte Unschärfen erzeugt auch das Makro, dessen Einsatzbereich etwa 3 cm vor der Linse liegt. Die Schärfe ist in Bildmitte okay, lässt nach außen aber schnell nach. Deutliche Tonnenverzerrungen verfremden die Bilder.

Gimbals

Viel Bewegung im Video – so geht trendige Bildgestaltung. Dabei soll sich auch die Kamera selbst bewegen, um als „subjektive Kamera“ dem Objekt zu folgen oder dessen Perspektive einzunehmen. Beliebte sind auch seitliche Bewegungen, da sich so Vorder- und Hintergrund gegeneinander verschieben. Dabei muss die Kamera regelrecht schweben, denn nur dann entspricht dies der menschlichen Sehgewohnheit.

Freihändig zu filmen und trotzdem den Eindruck einer schwebenden Kamera zu erzeugen – das ermöglichen erst Gimbals. Ursprünglich wurden sie entwickelt, um die an Multikoptern hängenden Kameras auszurichten und beruhigen zu können, etwa vom Marktführer im Multikopter-Segment, DJI. Inzwischen bieten un-

zählige Hersteller solche Drei-Achs-Gimbals an. Aus den vielen Modellen sticht neben dem DJI Osmo Mobile 2, der gerade in einer aktualisierten Version auf den Markt kam, der Freevision Vilita-M hervor. In einem Gimbal arbeitet jeweils ein Motor für jede Achse, der in Sekundenbruchteilen einer Erschütterung entgegenwirkt, um die Kamera ruhig zu halten.

Bei beiden Gimbals ist es nicht ganz einfach, nach dem Einsetzen des Smartphones und vor dem Filmen die Balance in der Vertikalen zu justieren. Die Griffe der beiden Gimbals sind ergonomisch geformt. Gut erreichbar ist bei beiden der Joystick, mit dem man die Motoren so steuert, dass das Smartphone den gewünschten Blickwinkel einnimmt. Dabei reagiert der DJI nicht ganz so exakt wie der FreeVision. Die weiteren Tasten funktionieren via Bluetooth mit der jeweiligen App, etwa um mit der Record-Taste schnell die Aufnahme zu beginnen. Der DJI-Gimbal bringt zudem einen Zoomhebel mit, um – sofern vorhanden und per App fernsteuerbar – den digitalen Zoom des Smartphones zu bedienen. Den sollte man allerdings nur mit einigen Auflösungsreserven nutzen.

Ein Video von einem Treppenlauf stabilisierten die Gimbals so gut, dass die Schritte kaum zu erkennen waren und sich eine flüssige Bewegung ergab. Beim manuellen Steuern setzte beim DJI die Drehbewegung etwas zu ruckartig ein. Bei der automatischen Verfolgung, die beide Gimbals dank der App gut hinbekommen,



Lässt das filmende Smartphone quasi schweben: Ein Gimbal stabilisiert die Position der Kamera in drei Achsen.

wählt man über das Display ein Objekt aus. Anschließend reicht es, das Smartphone grob in die richtige Richtung zu halten; die App steuert die Motoren so, dass das Objekt stets im Bild bleibt. Allerdings muss die Software das Objekt auch bei wechselnder Größe im Bild finden; das funktioniert im Gegensatz zu vielen anderen Gimbals bei diesen beiden gut. So werden Personen auch dann gut erkannt, wenn sie sich vom Kamerastandort wegbewegen.

Beide reagieren im Nahbereich schneller als bei weit entfernten Objekten. Bei Gegenlicht verliert der Freevision Vilita-M schnell das Zielobjekt, bei bedecktem Himmel und in geschlossenen Räumen funktioniert die Objektverfolgung besser als beim DJI Osmo Mobile 2, der bei sportlichen Bewegungen schneller ausstieg. Bei schnellen Bewegungen sind die Motoren deutlich hörbar. Sehr gut gefallen hat uns die Funktion MotionLaps; damit lässt sich in beiden Apps ein Bewegungspfad vorgeben, der innerhalb der gewünschten Zeit abgefahren wird.

Mehr Licht

Auch wenn eine LED-Lampe nicht so cool und hip wirkt wie ein Gimbal: Gutes Licht ist für ansprechende Videos wichtiger. Einerseits rauschen die kleinen CMOS-Sensoren in manchen Smartphones bei wenig Licht furchtbar, andererseits ist Licht ein wichtiges Gestaltungsmittel, das dank der LED-Technik sehr preisgünstig geworden ist. Die bordeigenen LEDs der Smartphones erhellen bestenfalls den Nahbereich bis zwei Meter. Schickes Licht sieht anders aus – und kommt nicht frontal aus der Kamera-Blickrichtung, sondern bewirkt mit einer leichten Verschiebung in der Perspektive für etwas mehr Räumlichkeit. Wer sich ein Zusatzlicht anschaffen möchte, muss sich also Gedanken machen, wie das Licht einzusetzen ist.

Steckt das Smartphone in einem Rig, ist ein möglichst langer Magic Arm ideal. Alternativ hat sich in der Praxis eine Actioncam-Halterung bewährt, die man am Oberarm befestigt und daran die Leuchte montiert. Bleibt das Motiv statisch vor der Kamera, eignet sich ein kleiner Kugelkopf mit magnetischem Fuß noch besser.

Je größer die Leuchte, desto besser – dabei bedeutet größer nicht zwangsläufig heller. Die günstigen LED-Lampen arbeiten mit mehreren LEDs, die bei voller Lichtleistung so hell und gerichtet strahlen, dass man durch die ungleichmäßige Helligkeit bei Motiven im Nahbereich un-

schöne Schattenstufen erkennt. Besser ist eine größere Fläche mit gedimmtem Licht und einem sogenannten Diffusor, der als Vorsatz für weiches Licht sorgt. Vor allem bei Interviews ergibt sich so ein deutlich freundlicheres Licht für die Person vor der Kamera.

Praktisch ist eine dimmbare Leuchte, die man schon um die 25 bis 30 Euro bekommt – beispielsweise die Cullmann CULight 220 DL, die mit vier Mignon-Batterien betrieben wird. Der fest integrierte Zubehörschuh ist unbeweglich; wer die Leuchte bewegen möchte, muss einen Kugelkopf unten ans Stativgewinde schrauben. Um das Licht etwas weicher zu machen, reicht zur Not eine matte PP-Folie, wie man sie als Deckblätter verwendet – oder Butterbrotpapier, ein Papiertaschentuch oder eine transparente Handy-Hülle. Das geht problemlos, weil die CULight auch beim längeren Betrieb nicht warm wird.

Nobler und kompakter ist die knapp 130 Euro teure Manfrotto Lumimuse 8, die sich via Bluetooth steuern lässt. Der Hersteller liefert dazu eine eigene Kamera-App, die aber keine ordentliche Regelung der Kameraeinstellungen zulässt. Zur Steuerung der LED-Helligkeit reicht sie aus, alternativ klappt das in vier Stufen mittels mehrfachem Drücken der Ein-/Aus-Schalttaste. Der Akku ist fest integriert, die fürs Laden genutzte Micro-USB-Buchse deckt ein winziger Gummipfropf ab, der wohl nur bei sehr aufmerksamen Menschen länger erhalten bleiben dürfte. Ein Kugelgelenk für den Zubehörschuh fehlt. Neben einem Diffusor gehören praktische Konversionsfilter für Kunstlicht zum Lie-

ferumfang, um das in Tageslicht-Farbtemperatur (5600 Kelvin) leuchtende LED-Array in das wärmere Kunstlicht (3600 Kelvin) einzufärben. Das vermeidet lästiges Mischlicht: Entweder wird das Tageslicht bläulich oder das Kunstlicht rötlich angezeigt – je nachdem, ob die Kamera sich für einen Abgleich für Kunst- oder Tageslicht entschieden hat.

Optiken

Um die optische Flexibilität zu steigern, bieten die besseren Smartphones inzwischen zwei Optiken mit einem Weitwinkel und einer Normalbrennweite – mit jeweils separatem Sensor. Andere Telefone kann man mit Vorsatzlinsen in nahezu jeder Preisklasse erweitern, die vom Fisheye bis zum echten Tele nahezu jeden Brennweitenbereich abdecken.

Prinzipiell mindert eine Vorsatzlinse – egal vor welcher Kamera – die optische Qualität der Aufnahme. Denn weitere Linsen reduzieren die Lichtstärke, obendrein nimmt die Verzeichnung zu. Bei einem teuren Objektiv wird ein erheblicher Aufwand mit unterschiedlich geschliffenen Linsen getrieben, um Verzeichnungen optisch zu vermeiden. Die meist aus Kunststoff gepressten und mechanisch nur mittelmäßig vorgespannten Linsen in den Smartphones können da nicht mithalten.

Im mittleren Preisbereich um die 200 Euro sind von ExoLens drei Smartphone-Halterungen zu haben, für die Zeiss drei Vorsatzlinsen anbietet. Die beiden aus Aluminium gefertigten Befestigungslösungen Bracket und Edge haben einen Zubehörschuh, die größere Halterung (Bracket) bringt ein



Das Pixi-Mini-Stativ ist sehr leicht, gut zu handhaben und mit zusammengeklappten Beinen auch als Handgriff nutzbar.



Die LED-Leuchte Lumimuse 8 von Manfrotto erhellt die Szenerie im Nah-Bereich – mit wählbarer Farbtemperatur.



Mit der Pictar-Halterung von MyMiggo verwandelt sich ein Smartphone beinahe in eine klassische Kamera. Knöpfe und Bedienelemente sind leicht zugänglich.

Standard-Stativgewinde mit. Derzeit sind die Halterungen in erster Linie für die iPhone-Modelle der zweitneuesten Generation verfügbar, die Modelle fürs Samsung Galaxy laufen derzeit aus. Bei Preisen jenseits von 100 Euro für die Halterung und noch einmal um deutlich über 100 Euro für gute Vorsatzlinsen wird die Zielgruppe schnell sehr klein.

Die ideale Foto-/Film-Schutzhülle für das Smartphone bringt gleich ein Stativgewinde und ein Bajonett für vorsetzbare Objektive mit. Aber selbst für die viel verkauften Top-Modelle von Apple und Samsung gibt es solche Lösungen nicht, auch bei Kickstartern sind wir nicht fündig geworden. Der Versender Arktis hat zwar eine Hülle für das iPhone 8 mit drei schon montierten, revolverartig wechselbaren Objektiven im Angebot. Was für den Urlaub in Ordnung sein mag, trägt aber im Alltag unnötig auf. Zudem darf man bei einem Preis von knapp 20 Euro inklusive der drei Linsen keine herausragenden optischen Eigenschaften erwarten.

Manfrottos knapp 25 Euro teure Smartphone-Hülle Klyp erfüllt fast unseren Wunsch, ist aber nur für die iPhones 5 und 6 zu haben. Sie bietet ein Stativgewinde und ein Bajonett für Optiken, die man im Dreier-Set für knappe 50 Euro bekommt. Darin enthalten ist ein 1,5x-Telephoto-Objektiv für Porträts, ein Weitwinkel sowie ein Fisheye in einer kleinen Tasche. Die Vorsatzlinsen sind aus gehärtetem Glas, die Fassungen aus Aluminium.

Hier wie bei den zahllosen, für wenige Euros bei diversen Anbietern verfügbaren Zusatzlinsen eine lichtstarke, optisch hochwertige Lösung zu erwarten – das ist naiv. Verzeichnungsarme, hochwertig vergütete Weitwinkel- oder durchgängig scharfe Makro-Ergänzungen sind in dieser Preisklasse schlicht nicht realisierbar. Und sein Smartphone mit einer 12x-Optik in eine Kamera mit einem 600-mm-Tele (KB-äquivalent) zu verwandeln, ist höchstens dann sinnvoll, wenn das so ausgestattete Gerät von einem stabilen Stativ gehalten wird.

Zur Hülle zurück: Schon als Fall-Schutz für Gehäuse und Display empfiehlt es sich, sein teures Telefon in eine stabile Hülle zu verpacken. Achten Sie bei der Auswahl aber darauf, auch mit Hülle gut filmen zu können. (uh@ct.de) **ct**

Anzeige



Ton ab

Der optimale Ton zum Smartphone-Video: Tricks und Zubehör

Selbst das anspruchsloseste Handy nimmt Ton zum Video auf. Leider klingt das oft schreibbelig oder dumpf. Besser gehts mit einem externen Mikro – doch das ist gar nicht so einfach.

Von Joachim Sauer

Die Tonspur hätte eigentlich mehr Beachtung verdient: Nicht eine originale Kamera-App bietet eine Aussteuerungsanzeige oder gar eine Möglichkeit, den Pegel zu beeinflussen. Das eingebaute Mikro eignet sich vor allem zum Telefonieren, nicht zur Aufnahme von Musik aus der Distanz, denn beim Telefonieren ist der Mund nur wenige Zentimeter vom Mikrofon entfernt. Fürs Filmen wünscht man sich anderes ...

Inzwischen kann man den Herstellern zugutehalten, dass sie unabhängig

davon, welche Frequenzen tatsächlich übermittelt werden, deutlich hochwertigere Mikrofone einbauen, als zur reinen Sprachübertragung notwendig wäre. Dennoch kann sich ein und dasselbe Mikrofon nie gleich gut eignen, wenn es darum geht, aus der Nähe *und* aus der Distanz Klänge aufzuzeichnen. Auch die Aufnahme nur von Sprache oder von komplexeren Signalen wie Musik erfordern unterschiedlich ausgelegte Mikrofone. Am ehesten ließe sich mit externen Mikros eine auf die jeweilige Situation passende Aufnahmetechnik nutzen. Doch mit dem ein oder anderen Trick lässt sich auch ohne zusätzliche Technik einiges verbessern.

Eigene Tonaufnahmen

Eine überraschend sinnvolle Idee ist es, Aufnahmen nur deswegen zu machen, um geeignete Töne einzufangen. Es ist ganz einfach, beispielsweise im Urlaub die genial spielenden Straßenmusikanten nicht nur kurz ins Bild zu bringen, sondern ein

komplettes Musikstück zu filmen. Dabei läuft die Aufnahme durch, der Abstand zu den Musikern und die Position und Ausrichtung des Smartphones bleiben konstant, um Lautstärke und Klang nicht zu verändern. Die so entstandene Tonaufnahme lässt sich beispielsweise – unabhängig von den darüber gelegten Bildern – als Untermalung für einen Stadtrundgang nutzen.

Bei manchem Live-Event stören nervige Kommentare von Personen, die man im Video gar nicht sieht, also aus dem sogenannten Off. Wenn man beim Schnitt solche Äußerungen ausblenden will, braucht man einen Ersatz, um Tonlücken zu schließen. Am besten nimmt man dazu für einige Minuten das Geschehen ohne störende „Ansagen“ auf, um die Atmosphäre einzufangen. Die Tonspur dieser Aufnahme lässt sich beim Zusammenschnitt problemlos zum Unterlegen verwenden.

Auf der anderen Seite sorgen solche Kommentare oft für eine gewisse Situationskomik. Wenn so ein Kommentar zu einer wahrnehmbaren Reaktion vor der Kamera führt, dann sollte er auch zu hören sein. Es lohnt sich also, vor dem Stopp der Aufnahme nicht nur auf das Bild, sondern auch auf das Tonumfeld zu achten; dazu eignen sich Kopfhörer am besten. Wenn der Kommentator nicht nah bei der Kamera, sondern weiter entfernt stand, verrät eine kurze Kontrolle der Aufnahme, ob der entsprechende Teil der Aufnahme gut zu verstehen ist. Im Zweifelsfalle lohnt der Versuch, den Sprecher zu einer Wiederholung seines Kommentars zu animieren – für die Aufnahme, die sich bestens für einen Gegenschnitt eignet.

Einfacher ist es aber, sich die passenden „Töne“ – also die Video-Clips mit der gewünschten Tonspur – beiläufig zu besorgen. So gehört bei Sportveranstaltungen das heftige Schnaufen der Radler, das Rufen der Fußballspieler auf dem Platz oder das Zischen der Ski im Schnee zwingend dazu. Solche Geräusche kann man prima auch außerhalb oder am Rande der Veranstaltung einfangen. Gleiches gilt für Vogelgezwitscher oder das Rauschen des Bachs, das zu stimmungsvollen Landschaftsaufnahmen gehört.

Zweit-App

Gut beraten ist, wer solche Aufnahmen nicht immer mit der Kamera-App macht – und eine platzsparende Kodierung nutzt. Wenn klar ist, dass es sich wirklich nur um

Mit dem Handmic Digital liefert Sennheiser die MetaRecorder-App, mit der sich Tonaufnahmen sehr leicht pegeln lassen. Zudem kann man mit Markern schon bei der Aufnahme passende Passagen kennzeichnen.



einen Ton zum Unterlegen des Films handelt, spart man so einiges an Speicherplatz. Zudem bieten spezialisierte Apps für die Tonaufnahme entscheidende Vorteile: Zum einen bringen sie eine viel bessere Aussteuerungsanzeige mit, zum anderen den passenden Regler, um Übersteuerungen oder zu leise Töne zu verhindern.

Besserer Ton

Optimal wird die Tonaufnahme mit dem Smartphone-Mikrofon so gut wie nie – da hilft alle Kreativität nichts. Und dummerweise gibt es auch kein zusätzliches Mikrofon, das sich für alle Bedürfnisse gleich gut eignet. Entsprechend empfiehlt es sich, vor der Anschaffung eines Zusatzmikros festzulegen, wozu man dies wirklich einsetzen möchte.

Infrage kommen drei Bauformen: das Lavaliermikrofon, das sich dezent am Kragen anbringen lässt, ein Handmikrofon mit Nierencharakteristik, das in der Regel vor allem Signale im direkten Umfeld aufnimmt, und das Richtmikrofon. Der Name sagt es schon: Das Richtmikrofon fängt weiter entfernte Töne ein – entsprechend einem Tele-Objektiv für den sichtbaren Teil des Videos. Doch anscheinend haben Smartphone-Filmer bedingt durch die eingeschränkten optischen Fähigkeiten ihrer Kameras selten Bedarf nach solchen Mikros.

Dabei ist ein Richtmikrofon gerade auf Veranstaltungen sehr praktisch, weil es einfängt, was vor der Kamera passiert, egal ob dies nun zwei oder zehn Meter entfernt ist. Bewährt hat sich das Røde VideoMic Me für 50 Euro, das man per Klinkestecker direkt an ein Smartphone andockt. Damit sich das 43 Gramm leichte Mikro nicht verdreht, gibt es eine passende Halterung dazu. Der Hersteller legt einen sehr guten Fellwindschutz bei; damit liefert das Mikrofon sogar bei kräftigem Wind im Freien einen störungsfreien Ton. Am Klinkeausgang an der Rückseite lässt sich ein Kopfhörer ankoppeln, was eine direkte Tonkontrolle ermöglicht – vorausgesetzt, dass sich in der jeweiligen App das Vor- oder Mithören aktivieren lässt. An Smartphones ohne Klinkebuchse – etwa neue iPhones – lässt sich das VideoMic Me nicht anschließen.

Im zweiten Quartal 2018 will Sennheiser das Focusmic Digital anbieten. Das Richtmikrofon kommt mit einem Lightning-Stecker und enthält einen A/D-Wandler samt Vorverstär-

Anzeige

kertechnik. Mitliefern will Sennheiser eine Klammer, die das iPhone umfasst und die sich auch mit verschiedenen Hüllen nutzen lässt. Als Besonderheit kann man das Mikrofon um bis zu 270 Grad schwenken, um so wahlweise auch den Ton von hinter der Kamera einzufangen.

Selfie mit Ton

Wenn es vor allem darum geht, nur den Ton von einer Person aufzunehmen, sind die unauffälligen Lavalier-Mikros ideal – wie etwa das rund 125 Euro teure i825 von MicW, dessen Klinkenstecker aber nicht zum Lightning-Anschluss moderner iPhones passt. Obendrein kann man es wegen des relativ kurzen Kabels eigentlich nur bei Selfies gut einsetzen – und dann auch nur mit geringer Distanz zwischen Smartphone und Mikro. Die also eigentlich notwendige Kabelverlängerung bedingt eigene Tücken, weil die Steckverbindung leicht zu kraspelden Wackelkontakten führt. Hochwertige Steckverbindungen und ein Streifen Klebband zum Sichern der Verbindung helfen weiter.

Am praktischsten lassen sich Lavalier-Mikros mit einer Funkverbindung nutzen. Doch bei den frei nutzbaren Funkfrequenzen wird es vor allem im 868-MHz-Band sehr eng. Bluetooth-Headsets oder -Mikrofone eignen sich zumeist zum Telefonieren; eine möglichst lückenlose Übertragung ist damit nicht durchweg gesichert. Hochwertige Systeme aus Sender



Für Sprachaufnahmen ideal: Das Sennheiser Handmic Digital blendet Umgebungsgeräusche wirkungsvoll aus.

und Empfänger – wie etwa bei Sennheisers AVX-System – schlagen mit Kosten jenseits der 500 Euro zu Buche.

Mit 259 Euro ist das Sennheiser Handmic Digital immer noch relativ teuer, dafür lässt es sich vielfältig einsetzen. Dank seiner Nierencharakteristik eignet es sich für klare Sprachaufzeichnung, aber auch zur Aufnahme von Musikinstrumenten. Mit 350 Gramm wiegt das robuste Mikrofon mit Ganzmetallgehäuse mehr als die meisten Smartphones. Allerdings liegt es dadurch sehr gut in der Hand – und ist dann zwangsläufig meist mit im Bild. Das muss kein Nachteil sein: Bei einem Interview kann man damit seinem Gesprächspartner sehr einfach das Wort entziehen, was bei Dauerquasslern praktisch sein kann.

Im Inneren des Handmic Digital verarbeitet ein A/D-Wandler von Apogee das Signal aus der Mikrofonkapsel. Wer den sehr fest sitzenden Metallring am unteren Ende abzieht, findet eine herkömmliche Mini-USB-Buchse. Sennheiser liefert ein zwei Meter langes Kabel mit, sodass man das Mikrofon via Lightning an iPhones oder via USB an Android-Geräte sowie Computer anschließen kann. Kostenlos laden und freischalten lässt sich die MetaRecorder-App, die neben einer guten Tonpegelung auch das Setzen von Markern erlaubt. Bei längeren Tonaufzeichnungen eröffnet das die Möglichkeit, Highlights zu markieren.

Störungsarm

Dank so massiv gebauter Gehäuse ist die Entkopplung der Mikrofonkapsel vom Körperschall sehr gut. Zudem zeigt sich ein solches Mikrofon extrem unempfindlich gegen Einstrahlungen vom Handy. Störgeräusche tauchen auch im Dauereinsatz nicht auf – selbst dann nicht, wenn das Smartphone selbst aktiv wird.

Sprachaufzeichnungen mit so einem Nierenmikrofon klingen satt und relativ trocken. Bei Außenaufnahmen werden dank der Richtwirkung selbst deutliches Vogelgezwitscher und Straßenlärm unterdrückt. Auch Sprachaufnahmen in halligen Räumen wirken sauber. Entsprechend sind auch Gesangsaufnahmen klar entkoppelt vom Raum – genau richtig, um sie in der Nachbearbeitung etwa mit zusätzlichem Hall zu unterlegen. Auch für Musikinstrumente ist dieses Mikrofon geeignet. Da es aber keine Stereo-Wirkung überträgt, kommt es zur Aufnahme von Band, Orchester oder Chor nicht in Frage.



Klein, leicht, unauffällig: Ein Lavalier-Mikro wie das MicW eignet sich gut dazu, am Kragen des Sprechenden für den passenden Sound zu sorgen.

Ob zum Mikrofon, zum Kopfhörer oder zum Zusatzakku: Gerade beim Filmen unterwegs, spontan und auf die Schnelle hat sich das Kabel zwischen Kamera und weiterem Equipment schon oft als buchstäbliche Stolperfalle erwiesen. Um das zu vermeiden, hilft nur, einerseits mit großzügig bemessenen Leitungslängen zu arbeiten und andererseits das Kabel – etwa am Gürtel des Filmenden – mit ausreichender „Drauf-Tret“-Reserve in Form einer halbmeter langen Schleife zu sichern. Wenn dann jemand aufs Kabel tritt oder sich die Strippe irgendwo verhakt, wird erst diese Schleife gezogen, bevor Steckverbinder oder gar Smartphone selbst in Mitleidenschaft gezogen werden.

In Sachen Steckverbinder gilt – wie bei Kabeln selbst – zwar: je dicker, desto robuster. Dennoch wird kaum jemand mit massiven XLR-Steckern aus der Profi-Audiotechnik arbeiten, wenn es um ein Verlängerungskabel fürs Smartphone-Mikro geht. Dabei entscheidet schon, wie straff Stecker und Kupplung ineinander greifen und wie stabil diese Bauteile sind, darüber, wie Wackelkontakt-riskant die Verbindung ist. Im praktischen Einsatz hilft es, über die Stecker-Kupplung-Kombi eine straffe Lage Isolierband zu ziehen, um die Verbindung zu sichern.

Ausgestört

Nutzt man ein Smartphone als Kamera, wird das Gerät ein bisschen zweckentfremdet. Deshalb sollte man prinzipiell beim Smartphone-Filmen in den Flugmodus wechseln. Das erspart lästige Störungen durch Funkeinstrahlung.

Obendrein unterbrechen so gut wie alle Smartphones die Aufnahme in dem Moment, in dem ein Anruf reinkommt. Auch eine Messenger-Nachricht kann so zum unfreiwilligen Ende eines Clips beitragen – dadurch wurde schon manches spannende Video ruiniert. (uh@ct.de) **ct**

Anzeige



Privatkonzert

Sieben Bluetooth-Kopfhörer mit Noise Cancelling im Vergleich

Hochwertige Bluetooth-Kopfhörer mit aktivem Noise Cancelling schotten den Träger akustisch von der Außenwelt ab – egal ob im Flieger, auf der Straße, im Büro oder auf dem Sofa. Hat man sich einmal an die kabellose Freiheit und den brillanten Klang gewöhnt, möchte man sich nichts anderes mehr auf die Ohren setzen.

Von Hannes A. Czerulla

Aufsetzen und entspannen – so könnte man das Erlebnis mit einem High-End-Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC) beschreiben. Die Welt um einen herum verstummt und stattdessen hört man sein Lieblingsstück in angenehmer Lautstärke, genießt das Hörbuch oder schaut sich einen Film im Flugzeug an, ohne dass der Turbinenlärm die Dialoge übertönt. Für viele c't-Redakteure sind diese Art Kopfhörer zu ständigen Begleitern geworden: Beim Arbeiten helfen sie, sich besser zu konzentrieren und auf Reisen sorgen sie für Unterhaltung und Entspannung – wo man sich gerade befindet, gerät zur Nebensache.

Bei diesem Vergleichstest haben wir uns auf die Spitzenmodelle konzentriert: den Beats Studio3 Wireless, Bose QuietComfort 35 II, Bang & Olufsen Beoplay H9i, Bowers & Wilkins PX, Marshall MID A.N.C., Sennheiser PXC 550 und den Sony WH-1000XM2. Bis auf den Marshall handelt es sich um geschlossene Over-Ear-Modelle, der MID A.N.C. ist hingegen nach dem On-Ear-Prinzip konstruiert.

ANC

Beim Active Noise Cancelling oder Active Noise Cancellation geht es darum, den in den Kopfhörer eindringenden Umgebungslärm mithilfe von Gegenschall zu reduzieren. Die Kopfhörer nehmen mit ihren Mikrofonen die Geräusche auf und spielen blitzschnell errechneten Gegenschall ab. Das funktioniert auch, ohne dass man dabei Ton abspielt. So kann man die Kopfhörer auch einfach als Ohrenschützer tragen. Allerdings hört man dann bei allen Modellen leises Rauschen. Empfindliche Naturen kann das anfangs stören. Das Gehirn gewöhnt sich aber erfahrungsgemäß schnell daran, und nach kurzer Tragezeit nimmt man das Rauschen kaum mehr wahr. Wird Ton abgespielt, hört man es meist gar nicht mehr.

Setzt man einen solchen Kopfhörer das erste Mal auf, fühlt es sich so an, als drücke er die Stille ins Ohr. Ein merkwürdiger Druck wie in einem schallarmen Raum entsteht und einige Kollegen berichteten sogar von Schwindelgefühlen. Das ist aber die Ausnahme und in den meisten Fällen gewöhnt man sich schnell ans neue Gefühl der Stille.

ANC funktioniert aber nicht bei allen Geräuschen gleich gut: Am besten lassen sich tiefe Frequenzen filtern, hochfrequente Störungen nicht so gut. Außerdem müssen es gleichmäßig wiederholende Geräusche sein. Denn der Kopfhörer kann erst einen passenden Gegenschall erzeugen, wenn er die zu filternden Wellen schon einmal gehört hat.

Stimmen beispielsweise filtert keiner der Kopfhörer ganz heraus. Doch bei einigen Modellen hört man sie kaum noch, wenn man bei aktiviertem ANC Musik laufen lässt. Spielt man nichts ab, fallen einige Geräusche und Stimmen sogar deutlicher auf als ohne Noise Cancelling, weil sie als Einziges nicht geblockt werden. Auch als Headset lassen sich die Testkandidaten nutzen.

B&O H9i, Sennheiser PXC 550 und Sony WH-1000XM2 können das Noise Cancelling speziell für Sprache freischalten, damit man sie während eines Gesprächs aufheben kann. Sie nehmen die Stimmen dann mit dem Mikrofon auf und spielen sie über die Ohrhörer in Echtzeit ab. Die Durchleitung ist allerdings gewöhnungsbedürftig.

Zwar lassen sich alle Modelle auch per Kabel betreiben, doch dient das definitiv nur als Notlösung, falls man den Kopfhörer mit dem Unterhaltungssystem des Fliegers verbinden möchte oder der Akku schlapp macht – was übrigens sehr selten passiert, da die Kopfhörer in unseren Laufzeittest fast alle über 20 Stunden kabellos mit aktiviertem Noise Cancelling Musik abspielten. Einige Modelle zeigen aktiv und passiv betrieben einen anderen Klang. Unsere Hörtests haben wir alle mit aktiviertem BT und NC durchgeführt. Hat man einmal die kabellose Freiheit erfahren, die Bluetooth mit sich bringt, möchte man so wieso keine Kordel mehr rumhängen haben.

Codecs

Der einzige Codec, den alle Kopfhörer im Test (und Smartphones) zur Übertragung unterstützen, ist das verlustbehaftete, aber lizenzfreie SBC-Format. Zwar über-

trägt SBC mit bis zu 345 kBit/s, doch nur unter Idealbedingungen. Die Formate AAC und aptX versprechen bessere Qualität, werden aber nicht von allen Smartphones und Kopfhörern unterstützt: iPhones, iPads und ein paar Sony-Telefone senden in AAC, einige Android-Smartphones in aptX mit fixen 354 kBit/s oder dem noch besseren aptX HD. Das Sony-eigene Format LDAC (990 kBit/s; 24 Bit; 96 kHz) bekommt man nur mit Sony-Smartphones oder speziellen Audio-Playern. Die Unterschiede zwischen den Formaten fallen ungeübten Ohren aber kaum auf und sind vernachlässigbar.

Ein großer Nachteil der Bluetooth-Verbindungen macht sich allerdings beim Filmschauen und Spielen bemerkbar: Fast immer entsteht eine deutliche Verzögerung beim Abspielen des Tones. Dadurch gibt es einen Bild-Ton-Versatz, der je nach Länge sehr nerven kann. Sie hängt unter anderem vom verwendeten Übertragungs-Codec ab und gelegentlich half es, Kopfhörer und Wiedergabegerät neu zu koppeln. Ganz weg bekommt man die Latenz aber nicht.

Auf die Bluetooth-Version braucht man nicht achten, da alle Geräte im Test Bluetooth 4.0, 4.1 oder 4.2 unterstützen. Die für die Laufzeit relevante Technik Low Energy wurde bereits mit 4.0 eingeführt. Grundsätzlich funktioniert die Kopplung der Geräte mit dem Smartphone oder Tablet problemlos, sobald man weiß, wie man den Kopfhörer in den Kopplungsmodus versetzt. Außerdem haben einige Modelle NFC eingebaut und hiermit ausgestattete Smartphones braucht man nur an den Kopfhörer zu halten, damit sie sich koppeln. Der Beats Studio3 Wireless hat Apples Funkchip W1 eingebaut, sodass iOS-Geräte sofort erkennen, wenn man ihn einschaltet und einen besonders einfachen Kopplungsdialog starten.

Klang

Klanglich spielen alle Testkandidaten in der Spitzenliga. Die bei Smartphones mitgelieferten Headsets klingen im Vergleich wie der letzte Schrott. Allerdings darf man auch nicht die Klangcharakteristik von Studiokopfhörern erwarten: Von Linearität sind alle Modelle weit entfernt. Vielmehr wollten die Hersteller einen unterhaltsamen Klang erzeugen und in den meisten Fällen ist ihnen das gelungen. Sie tun das in verschiedenen Geschmacksorten, doch die Höhen und Bässe heben



Beats Studio3 Wireless

Die Zeiten, in denen die Beats-Kopfhörer für jedes sensible Gehör tabu waren, sind vorbei: Beim Studio3 Wireless sind die Bässe weiterhin herausgestellt und Stimmen treten in den Hintergrund, doch ist das Klangbild weit ausgeglichener als in der Vergangenheit. Etwas Räumlichkeit vermisst man. Bereits die passive Dämpfung funktioniert gut und das aktive Noise Cancelling blendet einen Großteil der restlichen Außengeräusche aus. Totale Stille wie bei Bose und Sony entsteht aber fast nie.

Da Beats mittlerweile zu Apple gehört, hat der Studio3 den gleichen Funkchip W1 eingebaut wie die Apple AirPods. Dadurch lassen sich die Kopfhörer besonders schnell und einfach mit iPhones, Macs und der Apple Watch koppeln. Umso ärgerlicher ist es, dass der Hersteller eine Micro-USB-Buchse zum Laden eingebaut hat, statt wie bei anderen Apple-Produkten Lightning oder Typ-C.

Modebewusste freuen sich über die sechs unterschiedlichen Farbvarianten. Wegen des auffälligen b auf den Ohrhörern erkennt jeder sofort, was man da auf dem Kopf trägt. Der Studio3 sitzt auf allen Arten von Köpfen bequem und sicher, aber recht stramm. Zwar findet man kein Metall und nur wenig Leder am Studio3, doch gibt es an Design und Verarbeitung nichts auszusetzen. So kompakt einzuklappen wie der Beats lässt sich keiner der Konkurrenten.

- 👆 einfache Kopplung mit iPhone
 - 👆 hoher Tragekomfort
 - 👇 nicht noch ein Ladekabel!
- Preis: 240 €



Bose QuietComfort 35 II

Der Bose QuietComfort 35 gilt als Klassiker für Flugreisende – nicht ohne Grund. Bei kaum einem anderen Kopfhörer arbeitet das Noise Cancelling so zuverlässig und penibel wie beim QC 35 II. Gleichmäßige Geräusche filtert er fast über das gesamte Frequenzspektrum. Unter anderem liegt das an der passiven Abschirmung der Ohrpolster. Den meisten Testhörern lag er am angenehmsten auf den Ohren.

Da Bose auf ein Touchpad verzichtet und stattdessen große, leicht ertastbare Steuertasten eingebaut hat, lässt sich der Kopfhörer so intuitiv bedienen wie kein anderer. Der einzelne Knopf am linken Ohrhörer ruft den Google Assistant des verbundenen Smartphones auf: Bei einem kurzen Druck gibt der Assistent ein Status-Update von auswählbaren Apps, nach einem langen Druck kann man ihm Sprachbefehle geben. Andere Assistenten wie Siri lassen sich auch nutzen, geben aber kein Status-Update. Der Assistant-Button ist die einzige erwähnenswerte Veränderung gegenüber dem Vorgänger QC 35.

Sein funktionales, plastiklastiges Design machen den QC 35 II nicht gerade zu einer Schönheit. Aber die einzige ernstzunehmende Schwäche ist sein Klang: Schlecht ist er definitiv nicht, doch fehlt es ihm ein wenig an Spritzigkeit und Dynamik. Je nach Musik klingt er fast schon dumpf. Doch das fällt den meisten Hörern nur im direkten Vergleich mit Spitzengeräten wie dem Sony WH-1000XM2 auf.

- ↑ gutes Noise Cancelling
 - ↑ hoher Tragekomfort
 - ↓ Klang leicht dumpf
- Preis: 340 €



Bang & Olufsen Beoplay H9i

Typisch skandinavisch erscheinen die B&O Beoplay H9i in schlichtem, schönem Design mit gebürstetem Metall und Leder. Die runden Ohrhörer liegen angenehm um die Ohren herum, ohne Druck auszuüben. Wobei man sich mit einem schmalen Kopf etwas mehr von letzterem wünschen würde.

Musik spielt der H9i hoch analytisch: Jeder einzelne Ton wird betont und große Frequenzbereiche werden künstlich angehoben. Bei hohen Frequenzen und Zischlauten kann das auch mal wehtun. Beim Noise Cancelling wiederum könnte der H9i resoluter vorgehen. Angenehm ist zwar, dass der Gegenschall kaum gefühlten Druck auf den Gehörgang ausübt, so wie es bei einigen Konkurrenten der Fall ist. Dafür filtert die Funktion aber auch nicht so viele Umgebungsgeräusche heraus wie die besten Konkurrenten. Eher handelt es sich um eine Geräuschkämpfung. Die iOS-App verweigerte regelmäßig den Dienst, weil sie behauptete, das Bluetooth des Smartphones sei deaktiviert, obwohl iPhone und Kopfhörer sogar gekoppelt waren.

Einmalig in diesem Test: Der Akku im Ohrhörer lässt sich werkzeuglos tauschen. Bislang gibt es ein Ersatzexemplar nur im Onlineshop des Herstellers für 44 Euro. Die Steuerung per Touch funktioniert einigermaßen gut; doch nutzt man lieber statt des Zeigefingers den Daumen mit mehr Auflagefläche.

- ↑ schick und hochwertig
 - ↑ Akku tauschbar
 - ↓ Klang zu spitz
- Preis: 500 €



Bowers & Wilkins PX

Der Bowers & Wilkins PX zeigt einen auffällig klaren Klang mit vergleichsweise viel Linearität. Bässe und Höhen kommen dennoch angemessen zu Geltung. Musikstücke gibt der PX sehr detailliert wieder, ohne so aufdringlich zu wirken wie der B&O H9i. Auch das Active Noise Cancelling weiß zu gefallen und arbeitet ein klein bisschen gewissenhafter als beim Sennheiser PXC 550, aber nicht ganz so konsequent wie beim Sony WH-1000XM2 und Bose QC 35 II.

Setzt man den PX auf, merkt man wie gut bereits die Lederohrpolster isolieren. Leider merkt man auch, wie stramm der Kopfhörer sitzt. Für sich alleine ist das noch kein Problem, doch haben die Polster nur eine schmale Auflagefläche und sind vergleichsweise hart. Schon nach kürzester Zeit spürt man unangenehmen Druck um die Ohren – egal, ob schmaler oder breiter Kopf. Immerhin verrutschen die Kopfhörer dadurch nicht so schnell, trotz ihres hohen Gewichts. Als einziger funktioniert der PX mit Kabel nur so lange wie der Akku Saft hat.

Dass der PX mit Abstand am schwersten ist, liegt daran, dass ein Großteil des Gehäuses aus Metall besteht. Der Rest ist mit robustem Stoff bespannt. Leider lässt er sich nicht einklappen; und dreht man die Ohrhörer wie vorgesehen ein, wird der PX sogar noch sperriger. Die Laufzeit ist mit guten 10 Stunden die mit Abstand kürzeste im Test.

- ↑ schick und hochwertig
 - ↑ toller Klang
 - ↓ Polster drücken
- Preis: 400 €

Anzeige



Marshall MID A.N.C.

Bauartbedingt fällt der Marshall MID A.N.C. aus dem restlichen Testfeld heraus: Statt große Muscheln, die die Ohren komplett umschließen, hat er etwas kleinere, die nach dem On-Ear-Prinzip auf den Ohren liegen. Dadurch ist er deutlich kompakter als die Mitbewerber, verursacht aber auch ein anderes Tragegefühl. Da er gleichzeitig recht stramm sitzt, übt er viel Druck auf die Ohrmuscheln aus. Einige Tester empfanden das bereits beim Aufsetzen als unangenehm; ist man Brillenträger oder nutzt den Kopfhörer über längere Zeit, kann es wehtun.

Da das Ohr nicht komplett abgedeckt wird, funktioniert die passive Isolation nicht so gut wie bei anderen Modellen. Und auch das aktive Noise Cancelling hält nicht mit; viele Frequenzen kommen durch. Das Klangbild ist basslastig, aber nicht so stark geschönt wie bei anderen Modellen.

Am klassischen Marshall-Design gibt es nichts auszusetzen, Polster und Kunststoffteile hätten aber hochwertiger verarbeitet sein können. Die mitgelieferte Schutztasche ist zwar sperrig, schützt aber zuverlässig und sieht genauso schick aus wie der Kopfhörer. Noise Cancelling schaltet man über einen Schiebeschalter an der rechten Muschel ein und aus. Als einziges anderes Steuerelement dient eine Art Trackpoint am linken Hörer. Drückt man ihn, pausiert die Musik, neigt man ihn in eine von vier Richtungen, beeinflusst man die Lautstärke oder springt ein Lied vor beziehungsweise zurück.

- 👆 kompakt
 - 👎 sitzt unbequem
 - 👎 mäßiges Noise Cancelling
- Preis: 270 €



Sennheiser PXC 550

Der Sennheiser PXC 550 zeigte im Test ein gutes Gesamtbild: Zwar unterdrückt sein Noise Cancelling nicht ganz so viele Störgeräusche wie die Konkurrenten von Sony und Bose, doch sorgt es in den meisten Situationen für genug Ruhe. Vor allem hohe Töne kommen eher durch und mit Sprache hat der PXC 550 auch seine Probleme. Gerade an der passiven Dämpfung der Ohrhörer scheint es zu hapern. Denn die Ohrhörer sind deutlich oval geformt und liegen zum Teil auf den Ohren auf. So trägt sich der Kopfhörer schon fast wie ein On-Ear-Modell. Dennoch drückt der PXC 550 nur sehr selten und sitzt so gut wie kein anderer auf schmalen Köpfen. Auch Testhörer mit Brille hatten keine Probleme.

Der Klang ist klar und nur leicht basslastig. Als einer der wenigen Tastkandidaten legt Sennheiser auch den Fokus auf die Mitten, die beim PXC 550 deutlicher in den Vordergrund treten und dennoch nicht aufdringlich wirken. Drei Effektmodi geben der Musik mehr Pepp oder optimieren den Klang auf Sprache oder Filme. In der App lassen sich außerdem verschiedene Equalizer-Einstellungen per A/B-Test gegeneinander ausprobieren.

Die gesamte Seite des rechten Ohrhörers dient als Touchpad. Um es so zu streicheln, dass es wie gewünscht reagiert, muss man üben. Denn nicht immer und überall reagiert es gleich. Immerhin gibt es einen mechanischen Schalter, der die Intensität des Noise Cancelling regelt.

- 👆 gutes Noise Cancelling
 - 👆 toller Klang
 - 👎 „On-Ear-Feeling“
- Preis: 290 €



Sony WH-1000XM2

Der Sony WH-1000XM2 setzt die Messlatte in diesem Test: Alle Testhörer empfanden sein Klangbild am angenehmsten und unterhaltsamsten. Zwar hebt er Höhen und Bässe an, doch übertreibt er dabei nie. Er wirkt nie aufdringlich oder anstrengend wie der Konkurrent H9i. Einzig Gesang und Stimmen stehen vergleichsweise weit im Hintergrund und die Bässe sind im unteren Bereich etwas unpräzise – das macht der PXC 550 besser. Außer AAC und aptX ist der Sony-eigene Codec LDAC mit an Bord mit bis zu 990 KBit/s.

Auch beim Noise-Cancelling müssen sich die Konkurrenten am WH-1000XM2 messen lassen. Er filtert sogar ein großes Spektrum an hohen Frequenzen heraus und selbst Stimmen hört man nur gedämpft. Spielt man Musik ab, ist von einer belebten Straße so gut wie nichts mehr wahrzunehmen. In einigen Situationen übertraf er sogar den Bose QC 35 II. In der App lässt sich in 20 Stufen regeln, wie laut Außengeräusche durchgeleitet werden und ob dies nur mit Stimmen passiert. Unterhält man sich mit jemanden, legt man die Handfläche auf den rechten Hörer und das Mikrofon leitet Sprache durch. Die meisten Gesprächspartner verwirrt die Geste.

Auf breiteren Köpfen sitzt der WH-1000XM2 auch nach Stunden bequem und drückt auch bei Brillenträgern nicht. Auf sehr schmalen Köpfen liegen die Ohrhörer nicht ganz plan, weil der Bügel zu lang ist.

- 👆 bestes Noise Cancelling
 - 👆 toller Klang
 - 👎 suboptimal für schmale Köpfe
- Preis: 300 €

fast alle an. Durch die geschlossene Bauart können sie in Sachen Räumlichkeit nicht mit offenen oder halboffenen Pendants mithalten.

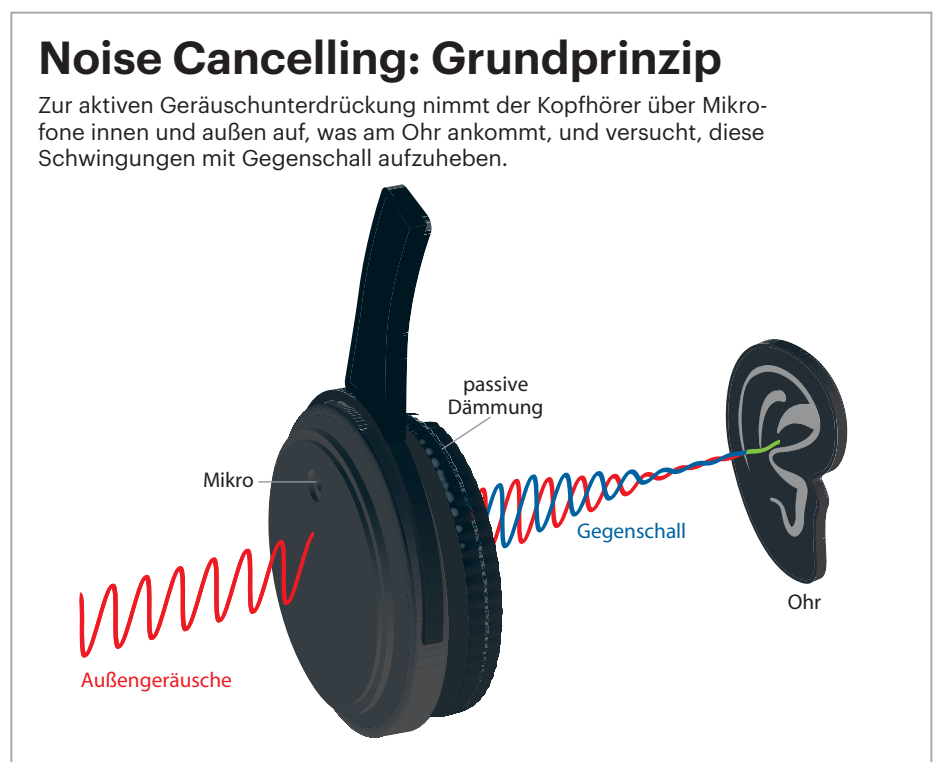
Alle Hersteller liefern Apps für iOS und Android mit, für den Betrieb sind sie aber nicht nötig. Bis auf eine Firmwareaktualisierungsfunktion bieten die meisten Programme kaum erwähnenswerte Vorteile. Sennheiser hat immerhin einen brauchbaren Equalizer eingebaut und bei Sony lassen sich sehr detaillierte Einstellungen am Noise Cancelling vornehmen.

Getestet haben wir die Kopfhörer in verschiedenen Umgebungen und mit verschiedenen Ohren (mit und ohne Brille). Als Testumgebung diente die immer belebte Redaktion mit Lüfterrauschen, quasselnden Kollegen und Tastaturklappen, eine typische deutsche Innenstadt, ein rumplender IC-Zug und das heimische Sofa.

Fazit

Der Sony WH-1000XM2 sticht positiv aus dem Testfeld hervor durch seine Kombination aus großartigem Klang, dem besten Noise Cancelling und hohem Tragekomfort. Für schmale Köpfe empfiehlt sich aber eher der strammer sitzende Sennheiser PXC 550. Er hat einen etwas neutraleren Klang, gut funktionierendes ANC, trägt sich meist komfortabel und verpasst nur knapp das Referenz-Niveau des Sony. Die Touch-Steuerung könnte bei beiden Modellen besser funktionieren.

Der Bose QC 35 II wird seinem Ruf gerecht und bietet zusammen mit dem



WH-1000XM2 die effektivste Geräuschunterdrückung. Er sitzt unheimlich bequem und lässt sich dank physischer Tasten intuitiv bedienen. Doch spielt der Klang eine Liga unter Sony und Sennheiser – was immer noch sehr gut ist. Ein attraktives Preis/Leistungsverhältnis bietet der Beats Studio3 Wireless: Er ist zumindest etwas preiswerter als die Konkurrenz und kann bei Klang, Geräuschunterdrückung und Tragekomfort mit dem Spitzenfeld Schritt halten.

Der B&W PX hat uns technisch sehr gut gefallen, doch fanden wir keinen Träger, bei dem er über längere Zeit bequem saß. Dem B&O H9i dauerhaft zuzuhören, ist bei hohen Frequenzen zu anstrengend. Beim Marshall MID A.N.C. muss man in fast allen Punkten Abstriche gegenüber den On-Ear-Modellen in Kauf nehmen. Der Beats kostet weniger und bietet mehr Komfort. Einen Sympathiepunkt gibt es aber fürs zeitlose Marshall-Design.

(hcz@ct.de) **ct**

Bluetooth-Kopfhörer

Modell	Beats Studio3 Wireless	Bose QuietComfort 35 II	Bang & Olufsen Beoplay H9i	Bowers & Wilkins PX	Marshall Mid Bluetooth	Sennheiser PXC 550	Sony WH-1000XM2
Gewicht	261 g	235 g	288 g	334 g	210 g	233 g	276 g
faltbar	✓	✓	–	–	✓	✓	✓
Steuerung	Tasten	Tasten	Touch-Sensor	Tasten	Tasten	Touch-Sensor	Touch-Sensor
Durchleitungsmodus	–	–	✓	–	–	✓	✓
Bluetooth / Codecs	k. A.	4.1 / SBC, AAC	4.2 / SBC, AAC	4.1 / SBC, AAC, aptX, aptX HD	4.0 / SBC, aptX	4.2 / SBC, aptX	4.1 / SBC, AAC, aptX, aptX HD, LDAC
NFC	–	✓	–	–	–	✓	✓
Laufzeit ¹	22,7 h	22,3 h	20,3 h	10,3 h	21,7 h	24,2 h	30,1 h
Ladeanschluss	Micro-USB	Micro-USB	Typ-C	Typ-C	Micro-USB	Micro-USB	Micro-USB
Farbvarianten	grau, schwarz, blau, rosé, weiß, rot	schwarz, silber	schwarz, beige	grau, gold / blau	schwarz	schwarz	schwarz, beige
Bewertung							
Klang / Noise Cancelling	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	○ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Tragekomfort	⊕	⊕⊕	⊕	○	○	⊕	⊕⊕
Laufzeit	⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕
Preis	240 €	340 €	500 €	400 €	270 €	290 €	300 €
¹ bei 80 db							
⊕⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe							



Automatisiertes Nachtlager

Schlafmatte mit Smart-Home-Anbindung von Nokia

„Nokia Sleep“ überwacht – unter der Matratze liegend – den Schlaf und steuert vernetzte Haushaltsgeräte.

Von Nico Jurrán

Der Begriff „Schlaftracker“ meint in der Regel ein Sensorband, das man nachts am Handgelenk oder um die Stirn trägt. Der Nachteil solcher Wearables: Bei empfindlichen Menschen bewirken sie Schlafstörungen oder verstärken diese.

Seit einiger Zeit gibt es daher auch kontaktlose Alternativen, die man einfach auf oder unter die Matratze legt. Sie arbeiten nach dem Prinzip der „Ballistokardiographie“, analysieren also die durch die mechanische Bewegung des Herzens ausgelösten Bewegungen des Körpers. Als Vertreter dieser Produktgattung testete c't

bereits das Sensorband Beddit des gleichnamigen Herstellers, Withings' Aura Sleep System (beide in [1]) und den Beurer SleepExpert SE80 [2].

Nach der Übernahme des französischen Gesundheitsprodukte-Anbieters Withings schickt sich nun Nokia an, diesen Markt mit „Nokia Sleep“ zu erobern. Weil sie mit einem Listenpreis von 100 Euro deutlich teurer ist als einfache Tracker, bietet der Hersteller dabei nicht nur eine umfassende Schlafmessung und -auswertung. Vielmehr bewirbt er das Gerät zugleich als „Smart Home Pad“, das automatisch vernetzte Hausgeräte steuert. Das soll wohl auch Menschen ohne Schlafprobleme zum Kauf der Schlafmatte bewegen.

Ab ins Bett

Die Installation der 63,7 cm × 19 cm großen Schlafmatte ist schnell erledigt: Man legt sie einfach auf Brusthöhe unter die Matratze und versorgt sie über ihr 2,9

Meter langes USB-Kabel und das beigelegte Netzteil mit Strom. Nach einer rund 10-minütigen Kalibrierungsphase ist sie betriebsbereit. Laut Hersteller stellt eine tägliche automatische Konfigurationsprüfung die korrekte Analyse der Nächte sicher. Wechselt man Matratze oder Lattenrost, passt sich Nokia Sleep an die neue Umgebung an.

Wer noch keine Matratzenschoner hat, sollte den Kauf mit einplanen, da die Schlafmatte darauf wesentlich besser liegt als auf manchem nackten Lattenrost. Bei Boxspringbetten erübrigt sich diese Investition.

Nach der Kalibrierung lässt sich Nokia Sleep in der zugehörigen „Health Mate“-App der Hersteller registrieren, die kostenlos für Android und iOS bereitsteht. Für die erste Verbindung mit dem Mobilgerät nutzt die Schlafmatte Bluetooth 4.0, danach kommuniziert sie über WLAN mit der Außenwelt. Der Vorteil: Im Unterschied zum Sensorband Beddit läuft jede Aufzeichnung vollautomatisch, man muss also weder das Smartphone koppeln noch eine App starten. Auch muss das Handy nachts nicht in der Nähe sein.

Gut's Nächtle

Nokia Sleep registriert neben der Schlafdauer auch die Zeit bis zum eigentlichen Einschlafen, Zeitpunkte und jeweilige Dauer einzelner Schlafphasen (leicht, tief, REM), Unterbrechungen des Schlafes – und sogar, wie schnell man morgens aus dem Bett kommt. Aus diesen Daten und der Regelmäßigkeit der Einschlaf- und Aufstehzeiten wird ein „Schlaf-Index“ zwischen 0 und 100 berechnet. Der sinkt beispielsweise, wenn man vor dem Schlafen noch in einem Buch liest.

Hinzu kommt eine durchgehende Erfassung der Herzfrequenz während des Schlafs und eine Schnarcherkennung, die sogar zwischen dem Schnarchen des Nutzers und dem des Partners unterscheiden soll. Die Erkennung läuft über ein in der Schlafmatte integriertes Mikrofon, wobei Nokia versichert, dass keine Aufnahmen angefertigt werden. Wem dies dennoch unangenehm ist, der kann diese Funktion abschalten.

Macht man während des Tages ein Nickerchen, erfasst Nokia Sleep dieses zwar ebenfalls, wertet es aber getrennt aus. Eine solche Siesta hat keinen Einfluss auf den Schlaf-Index, auch die Schnarcherkennung ist dabei deaktiviert.

Während unseres Tests waren die aufgezeichneten Werte durchgehend schlüssig. Eine parallel mit einem Herzfrequenzmesser am Handgelenk durchgeführte Langzeitmessung der Pulsfrequenz ergab gerade einmal eine Abweichung von 1 bis 2 Schlägen pro Minute. Auch die Angaben zu Schlafunterbrechungen kamen hin.

Die von Nokia Sleep ermittelten Daten lassen sich wahlweise auf der „Health Mate“-App oder über das Internet-Portal „Nokia Health“ abrufen – ein Konto beim Hersteller ist auf jeden Fall Pflicht. Zusätzlich zur Auswertung in Zahlen wird der Verlauf der Nacht grafisch dargestellt. Allerdings erhält man online weniger Werte als über die App. Zudem wird hier statt des Schlaf-Indexes nur ein Wert präsentiert, der anzeigt, wie viel Prozent der Zielschlafdauer man erreicht hat – die auch nur hier einstellbar ist.

Die App ist insgesamt übersichtlich und gibt dem Anwender auch Erläuterungen zu den angezeigten Werten. Leider trüben aber fehlerhaft oder überhaupt nicht aus dem Englischen übersetzte Passagen und unvermittelt endende Sätze den Gesamteindruck. Zusätzlich erhält man per Mail (abbestellbar) Wochenübersichten und Tipps für einen besseren Schlaf. Letztere sind aber vor allem Werbung für andere Nokia-Health-Produkte.

Brückenschlag ins Smart Home

Nokia Sleep nimmt Kontakt zu anderen smarten Geräten über den kostenlosen Webdienst IfThisThenThat (IFTTT) auf. Aktuell existieren dabei für die Schlafmatte nur zwei Trigger: Einer wird aufgelöst, wenn man ins Bett geht, der andere, wenn man dieses verlässt. Eine Weckfunktion lässt sich über die Nokia Sleep und IFTTT aktuell also nicht realisieren.

Verwenden lassen sich diese beispielsweise, um ein vernetztes Hue-Leuchtmittel automatisch ein- beziehungsweise auszuschalten. Damit das Licht nicht angeht, wenn man nachts mal aufs Klo muss, lässt sich festlegen, zu welchen Zeiten die Auslöser aktiv sein sollen. Auf bestimmte Wochentage lässt sich dies jedoch nicht begrenzen, sodass man am Wochenende schon mal ungewollt das Licht einschaltet.

Im Gegenzug könnte man die Trigger auch einsetzen, um explizit den Weg zur Toilette auszuleuchten. Allerdings vergingen im Test zwischem dem Hinlegen beziehungsweise Aufstehen und dem Schalt-



Nokias „Health Mate“-App gibt dem Nutzer detailliert Auskunft über dessen Schlaf in der vergangenen Nacht – Bewertungen inklusive.

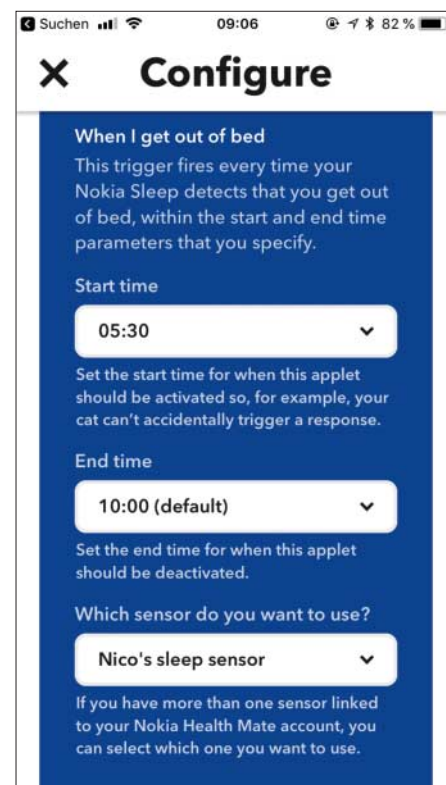
vorgang der Lampenelektronik schon mal bis zu 15 Sekunden.

Die IFTTT-Funktion lässt sich auch abseits des Smart Homes nutzen – beispielsweise mit einer automatischen Erfassung der Bettgeh- und Aufstehzeiten in einer Google-Tabelle oder die automatische Aktivierung des „Nicht stören“-Modus am Handy. Letzteres funktioniert aber nur mit Android-Mobilgeräten.

Fazit

Das Positive zuerst: Als Schlaftracker konnte uns die Nokia Sleep durchaus überzeugen; der Schlafindex-Wert entsprach jeweils dem Eindruck, den wir von der vergangenen Nacht hatten. Die App sollte Nokia allerdings überarbeiten. Vermisst haben wir eine Funktion, die automatisch den idealen Weckzeitpunkt berechnet und den Nutzer passend aus dem Schlaf holt.

An der Smart-Home-Anbindung ist witzig, dass sich die oft beworbene Funktion des automatischen Kaffeekochens nach dem Aufstehen hier tatsächlich realisieren lässt. Der Internet-Zwang durch



Die Einstellmöglichkeiten für Nokia Sleep in der IFTTT-App sind recht beschränkt: Es gibt zwei Trigger, Wochentage werden nicht unterschieden.

die Verbindung über IFTTT nervt aber etwas. Nokia hätte eine Möglichkeit schaffen sollen, HTTP-Anforderungen über das LAN an vernetzte Geräte oder eine Steuerzentrale mit REST-API zu schicken. In letzterem Fall ließen sich dann auch komplexere Regeln aufstellen, die die Schlafmatte besser ins Smart Home einbinden würden. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Schumacher, Die Nacht in Zahlen, Schlaftracker vs. Schlaflabor, c't 25/2015, S. 154
- [2] Ulrike Kuhlmann, Schlafbegleiter, Beurer SleepExpert SE 80 im Kurztest, c't 24/2016, S. 24

Nokia Sleep

Schlaftracking-Matte	
Hersteller	Nokia, www.nokia.de
Funkprotokolle	Bluetooth 4.0 Low Energy, WLAN (nur 2,4 GHz, WEP/WPA/WPA2)
Systemanf.	Mobilgerät mit Android ab 5.0 oder iOS ab 10
Maße, Gewicht	63,7 cm × 19 cm × 0,5 cm, 350 g
Lieferumfang	USB-Netzteil (5 Volt, 1A)
Preis	100 €



Externe Beschleunigung

Thunderbolt-3-Gehäuse für Grafikkarten



Ultraflache Notebooks sind zwar Langläufer, aber wahrlich keine Grafikraketen. Mit Gehäusen für externe Grafikkarten spendiert man ihnen ein kräftiges 3D-Update. Nebenbei dienen diese eGPUs dank zusätzlicher Anschlüsse als Docking-Stationen. Neun Modelle zwischen 220 und 700 Euro mussten zeigen, was sie taugen.

Von Benjamin Kraft

Das ideale Notebook besäße unbegrenzte Laufzeit, ein ultrascharfes, farbechtes Display – und viel CPU- und 3D-Power. Dummerweise muss man sich

im Dreieck aus Leistung, Laufzeit und Gewicht, das Mobilrechner definiert, für maximal zwei dieser Eckpunkte entscheiden.

Externe Grafikkarten, kurz eGPUs (external Graphics Processing Units), rüsten zumindest 3D-Performance nach, die bei Notebook-Grafikchips meist nicht der Rede wert ist. Per Thunderbolt 3 angeschlossen, verhalten sich die eGPUs aus Sicht der CPU wie eine interne Grafikkarte. Über die vier PCIe-Lanes der Thunderbolt-Verbindung schickt der Prozessor Texturen und Rechenbefehle an die GPU. Die gerenderte Szene gibt die externe Grafikkarte dann entweder direkt an einen angeschlossenen Monitor aus oder sendet sie als DisplayPort-Signal via TB3-Kabel zurück zum Notebook, um sie auf dessen Display anzuzeigen.

Indem man die 3D-Power derart auslagert, kann man mit dem leichten und ausdauernden Mobilrechner den ganzen Tag unterwegs sein und ihn zu Hause mit nur einem Kabel in eine Zockmaschine verwandeln. Spieler geben ihrem Gaming-Notebook neuen Schwung, wenn dessen Mobil-GPU in neuen Spielen die Puste ausgeht. Und auch der kreative Kopf freut sich: Er kann die anspruchsvollen, per OpenCL oder CUDA beschleunigten Renderaufgaben im Büro am Grafikdock durchrechnen lassen und führt das fertige Projekt dann beim Klienten am schicken Notebook vor.

Alternativ kann man die Boxen auch in eine besonders schnelle Speichererweiterung verwandeln, indem man sie mit einer NVMe-SSD bestückt.

eGPU-Gehäuse kauft man entweder fertig konfektioniert oder steckt die Gra-

fikkarte der Wahl in ein Leergehäuse. Letztere kosten zwischen 220 und 500 Euro, mit Grafikkarte bestückte Modelle gibt es ab 450 Euro.

Voraussetzungen

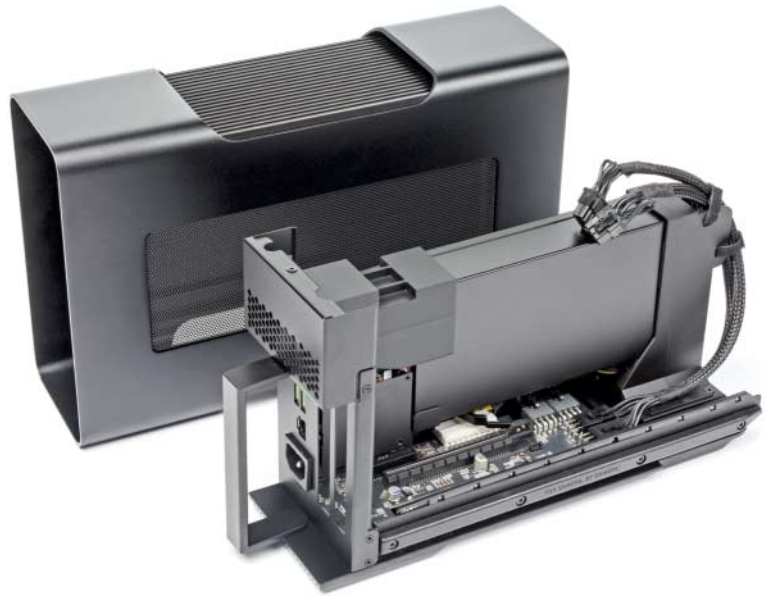
Egal ob Laptop, NUC oder All-in-One-PC: Für ein externes Grafik-Update kommen nur Systeme in Frage, die eine Thunderbolt-3-Buchse besitzen, zu erkennen am Blitz-Symbol. Das sind vor allem höherpreisige Notebooks der vergangenen zwei Jahre und wenige All-in-Ones sowie diverse neuere Macs. Auch wenn die ovalen Buchsen identisch aussehen: Mit USB Typ C klappt es nicht. Je nach Alter des Systems muss man möglicherweise ein Firmware-Update für den Thunderbolt-Controller sowie einen aktuellen Thunderbolt-Treiber einspielen; beides findet man bei Intel im Download-Bereich.

Die Software muss ebenfalls mitspielen, zuallererst das Betriebssystem. Am PC ist das mit einem aktuellen Windows 10 gewährleistet. Darüber hinaus sollten die neuesten Grafiktreiber zum Einsatz kommen, nicht zuletzt, weil sie Fehlerbehebungen und Optimierungen für neuere Spiele enthalten. Den Rest regelt die Thunderbolt-Firmware der verbunde-

nen Geräte. Alles zum Einsatz von eGPUs am Mac finden Sie im Kasten auf dieser Seite.

Alle gleich, alle anders

Im Kern unterscheiden sich die eGPU-Gehäuse kaum: In ihrem Inneren steckt eine



Blick ins Innere eines eGPU-Gehäuses: Die Grafikkarte kommt in den PCIe-Steckplatz, energiehungrigere Modelle versorgen sich aus den zusätzlichen Stromsteckern.

Platine mit einem PCIe-3.0-Slot, der mechanisch als x16-Steckplatz ausgeführt, aber nur mit vier Lanes beschaltet ist. Lüfter sorgen für Frischluftzufuhr, PCIe-Stromkabel für die nötige Energie. Hier treten die ersten Unterschiede zutage: Beispielsweise enthält die Zotac Amp Box

eGPUs am Mac

Der Mac unterstützt eGPUs offiziell seit dem kürzlich erschienenen macOS 10.13.4. Allerdings ist man auf eine kleine Auswahl von AMD-Grafikkarten beschränkt. Konkret nennt Apple die Radeon-Modelle RX 470, RX 480, RX 570, RX 580 sowie RX Vega 56 und 64. Auch die Workstation-Karten Radeon Pro WX 7100 und WX 9100 stehen auf der Liste.

Dank Hot-Plugging ist die angesteckte eGPU praktisch sofort einsatzbereit. Man darf sie allerdings nicht einfach im laufenden Betrieb abziehen, sondern muss sie über ein Symbol in der Menüleiste von macOS auswerfen. Dabei werden alle Anwendungen geschlossen – man bekommt aber die Gelegenheit, offene Dokumente zu speichern.

Anders als bei Windows darf die eGPU am Mac nur die Ausgabe auf Displays beschleunigen, die sie selbst ansteuert, nicht aber etwa Anwendungen auf der internen Anzeige eines iMac oder

MacBook Pro. Um sicherzustellen, dass ein Programm von der Grafikbox beschleunigt wird, sollte man einen der externen Monitore zum primären Display machen, das Programmfenster dorthin ziehen und die gewünschte 3D-Anwendung dort ausführen. Arbeiten sie wie in Luxmark oder Blender als reine OpenCL-Beschleuniger, muss an den eGPUs kein Display hängen.

Anders verhält es sich in 3D-Anwendungen. Bei ihnen fällt der Zuwachs an 3D-Power unter macOS bescheidener aus als unter Windows. Mögliche Gründe sind, dass nur wenige Spiele nativ für den Mac geschrieben sind, die meisten also portiert wurden. Zudem nutzen nur wenige von ihnen Apples schlankes 3D-API Metal, sondern setzen auf das unter macOS veraltete OpenGL. Auch scheint auf dem Thunderbolt-Transportweg mehr Grafikleistung verloren zu gehen; damit sind AMDs teurere Vega-Karten verglichen mit der RX-500-Serie unattraktiv.

Den Einsatz von Nvidias GeForce-Karten sieht Apple nicht vor. Wer sie dennoch nutzen möchte, muss selbst Hand anlegen und mit einem Skript aus der Fan-Gemeinde nachhelfen. Zunächst benötigt man den gut versteckten Apple-Treiber. Man findet ihn, wenn man auf der Treiber-Seite via Dropdown-Menü nach „Produkttyp: Quadro“, „Produktfamilie: Quadro K5000 für Mac“ und „Betriebssystem: Alle Betriebssysteme -> macOS 10.13.x“ filtert, wobei das x für die installierte Version von macOS steht. Vorsicht: Der CUDA-Treiber allein reicht nicht! Zudem muss man den GPU-Treiber nach jedem macOS-Update aktualisieren. Anschließend rüstet man mittels Skript die Unterstützung für Nvidia-eGPUs nach, das man ebenso wie die vollständige Anleitung auf der Seite www.egpu.io findet. Weil man dazu die macOS-Schutzfunktion System Integrity Protection vorübergehend deaktivieren muss, setzt das aber Vertrauen voraus.



Akitio Node Pro

Das nüchterne metallene Gehäuse des Node Pro sieht aus wie eine Kreuzung aus einem PC-Tower und einem altmodischen Werkzeugkoffer, bei dem der Griff aus dem Deckel empor-schnellt. Die gute Verarbeitung relativiert den gehobenen Preis.

Unter dem Blechdeckel, der sich schnell und werkzeuglos entfernen lässt, geht es nüchterner als bei der Konkurrenz zu: keine Lichtershow, mehr nacktes Blech. Die Montage der Grafikkarte gelingt schnell und ohne Fingerverknoten.

Die Box verfügt zwar über keine USB-Buchsen, aber die zweite Thunderbolt-3-Buchse des Node Pro erlaubt es, mehrere Thunderbolt-Geräte hintereinanderzuhängen. Der Display-Port-Ausgang steuert ein 4K-Display mit 60 Hz an – sofern das Notebook spezifikationskonform arbeitet. Schaltet man das Gerät nicht am Netzteil aus, verbrät es ohne Verbindung zum Notebook 6,5 Watt.

- ↑ einfache Montage
- ↓ hohe Standby-Leistungsaufnahme
- ↓ sehr laut



Asus XG Station Pro

Das zurückhaltend gestylte Metallgehäuse entspringt einer Kooperation mit dem Gehäusehersteller InWin. Durch die gelochten Seitenwände leuchten per Aura Sync steuerbare RGB-LEDs. Aufgrund der dickeren Wandstärke wirkt die XG Station Pro robuster als die der meisten Konkurrenten. Die abnehmbaren Seitenteile erleichtern die Montage. Das anderthalb Meter lange Thunderbolt-3-Kabel nimmt das Notebook nicht wie die anderen eGPU-Gehäuse an die ganz kurze Leine.

Ein Typ-C-Port bindet schnelle Peripherie via USB 3.1 Gen. 2 mit 10 GBit/s an. Da er der einzige Anschluss ist, taugt die XG Station Pro nicht als Dock – oder nur in Verbindung mit einem USB-C-Hub, was den Platzvorteil relativiert.

Im Leerlauf blieb die XG Station Pro lautlos, weil ihre großen Lüfter dann nicht drehen, und sie säuselte auch unter Last nur mit 0,7 Sone. Damit war sie die leiseste Box im Testfeld.

- ↑ sehr gute Verarbeitung
- ↑ sehr leise
- ↓ nur ein Peripherieanschluss



Gigabyte Aorus GTX 1070 Gaming Box

Bis zum Einschalten ginge die unscheinbare Gigabyte-Box als externe Festplatte oder als kleiner Heizlüfter durch. Dann drehen die beiden Lüfterchen auf und die steuerbaren RGB-LEDs glimmen.

Per Thunderbolt strömen bis zu 100 Watt zum Notebook, sofern es USB PD 3.0 beherrscht. Eine der vier rückwärtigen USB-Buchsen dient nur zum Laden von Tablets und Smartphones per Quick Charge 3.0. Mittels alternativer Firmware steigert man die Bandbreite zwischen eGPU und Rechner auf Kosten des USB-Durchsatzes. Bei schlafendem oder ausgeschaltetem Notebook nahm das Gigabyte-Gehäuse unnötig viel Leistung auf. Trotz ihres Preises von rund 650 Euro ist die Gaming Box mit ihrer eingebauten GeForce GTX 1070 der Preiskracher im Testfeld. Eine Variante mit GTX 1080 kostet 250 Euro mehr.

- ↑ günstiges Paket
- ↑ kompakt
- ↓ hohe Standby-Leistungsaufnahme

Mini nur ein sechspoliges Stromkabel, was maximal für eine GeForce GTX 1060 reicht. Die meisten Konkurrenten können anspruchsvollere Grafikkarten mit bis zu zwei achtpoligen Buchsen bis hin zu einer GeForce TX 1080 Ti versorgen – vorausgesetzt, das Netzteil liefert genug Leistung. Die meisten Boxen tragen den Energielieferanten im Gehäuse; Asus, der Sonnet-Puck und Zotac lagern ihn aus. Auch das angeschlossene Notebook kann mittels USB Power Delivery betankt werden, wobei die Spanne von 15 Watt bei Sonnets

eGFX Breakaway Box bis 100 Watt bei Gigabyte reicht.

Überlange oder -breite Grafikonster müssen natürlich auch ins Gehäuse passen: Mit wenigen Ausnahmen fassen alle Boxen Grafikkarten bis zirka 30 cm Länge. Nur bei den Modellen von Gigabyte und Zotac ist bei 17 cm Schluss. Der Puck von Sonnet lässt sich hingegen gar nicht aufrüsten.

Sonnet fokussiert seine Geräte auf die Kernaufgabe, der Grafikkarte ein Zuhause zu bieten. Der Rest bringt USB-Anschlüs-

se mit, einige auch eine Gigabit-Ethernet-Buchse.

Easy verbunden

Im Alltag funktionieren die eGPU-Boxen so, wie man es sich vorstellt: anstecken, kurz warten, läuft. Nur wenn man Box und Rechner das erste Mal miteinander verbindet, muss man tätig werden. Je nachdem, was der Hersteller im BIOS-Setup eingestellt hat, erscheint nämlich ein Popup, in dem man das Thunderbolt-Gerät als vertrauenswürdig bestätigen muss. Geschieht



HP Omen Accelerator

Nicht nur das rot leuchtende Omen-Logo in der Stirnseite macht HPs voluminöse, matt-dunkle Thunderbolt-Box zum Blickfang, sondern auch, dass das quaderförmige Gehäuse auf einer Kante steht. Im rot beleuchteten Innenraum finden nicht nur besonders lange Karten Platz, sondern auch ein 2,5"-SATA-Laufwerk. Im Test erreichte eine SSD darin lesend und schreibend 440 MByte/s.

Die Rückseite zeigt sich mit Gigabit-LAN, viermal USB 3.0 und einer USB-C-Buchse mit SuperSpeed (5 GBit/s) anschlussfreudig. Die reichhaltige Ausstattung macht den Omen Accelerator zu einem veritablen Power-Dock. Allerdings fällt die Kühlleistung durch den zu schwachen Luftstrom schlecht aus, denn es dringt nicht genug Luft durch die Seitenwände. Gigabytes kompakte GeForce GTX 1070 erhitze sich trotz hoher Lüfterdrehzahl auf 82° C und erreichte dann nicht mehr ihre höchsten Boost-Taktraten.

- ↑ viele Anschlussmöglichkeiten
- ↓ Platzfresser
- ↓ schlechte Kühlleistung



PowerColor Gaming Station

Designpreise gewinnt das schmucklose Gehäuse mit dem Charme eines übergroßen, schlitzenlosen Toasters nicht; bei PowerColor steht Funktion im Vordergrund. Das zeigt sich auch in den zwei frontseitigen USB-Anschlüssen. Drei weitere finden sich hinten, ebenso ein Netzwerkanschluss.

Weil man die Karte von der Seite und nicht von oben einsteckt, ist die Montage etwas fummeliger als bei anderen Boxen. Dazu trägt auch das mehrfach verschraubte Halteblech bei; den Hebel der PEG-Arretierung erreicht man bei langen Karten schlecht. Zusätzlich zu den beiden achtpoligen PCIe-Stromsteckern finden sich noch jeweils ein SATA- und ein Molex-Anschluss.

Im Standby, aber auch wenn kein Notebook angeschlossen war, zeigte die Gaming Station mit 9,6 Watt die höchste Leistungsaufnahme der getesteten Thunderbolt-Boxen. Dafür blieb sie selbst unter Last angenehm leise.

- ↑ viele Anschlussmöglichkeiten
- ↑ leise
- ↓ hohe Standby-Leistungsaufnahme



Razer Core V2

In Razers schwarzer, tadellos verarbeiteter Thunderbolt-Box stecken viele durchdachte Details. So zieht man ihr Innenleben an einem ausklappbaren Griff an der Rückseite heraus. Die PEG-Slot-Sicherung löst ein gut erreichbares Hebelchen – ganz ohne Fingerhaken, wie bei manchem Konkurrenten. Für Karten mit mehr als doppelter Breite bleibt jedoch nicht genug Platz.

Gaming-Ambiente erzeugen von innen durchschimmernde RGB-LEDs, die man mittels Razers Synapse-App steuert. Ärgerlich: Sie erfordert eine Cloud-Anmeldung.

Die Lüfterkurven haben die Ingenieure vernachlässigt: Schon im Leerlauf dreht der Quirl nach kurzer Zeit auf und rauscht unter Last erheblich. Die USB-Buchsen lieferten im IOMeter-Test nur 365 MByte/s, danach war die SSD bis zum Neustart nicht mehr ansprechbar. Beim Kopieren trat dies nicht auf. Vom teuersten Leergehäuse im Test darf man mehr erwarten.

- ↑ einfache Montage
- ↑ teuer
- ↓ sehr laut

das nicht, ruft ein Rechtslick auf das Thunderbolt-Symbol in der Taskleiste den Dialog auf. Das Vertrauen kann man dauerhaft aussprechen, sich jedes Mal fragen lassen – oder das Gerät blockieren.

Die Grafiktreiber bieten einige Zusatzinformationen, wenn sie eine eGPU entdecken. So zeigen sie bei AMD und Nvidia an, welche Programme sie gerade beschleunigen. Stehen dem System mehrere Nvidia-GPUs zur Verfügung – etwa bei einem Gaming-Notebook, an dem eine weitere als eGPU hängt –,

entscheidet der Treiber, welchem Grafikprozessor er Aufgaben zuteilt. Im selben Fenster trennt man auch die Verbindung – kein Muss, aber die saubere Lösung: So kann der Treiber warnen, wenn noch Anwendungen auf der eGPU laufen.

Es traten auch ein paar Ungereimtheiten auf, die möglicherweise nur die getesteten Kombinationen betreffen. So war es mit Nvidia-GPUs weder an Intels Kompaktrechner NUC, noch an einem Mainboard mit Thunderbolt-3-Anschluss möglich, ein an der eGPU hängendes Display als einzige

Anzeige zu betreiben: Der Monitor blieb schwarz, offenbar wollte der NUC erst booten, wenn er direkt mit einem Display verbunden war. Mit AMDs Radeons klappte das zwar, aber dafür waren die Treiber sporadisch der Meinung, dass neben dem angeschlossenen noch ein VGA-Display stehe – sodass einige Fenster im Off hingen.

Leistungsfrage

Zwar passen in die größeren Boxen sogar die derzeitigen Grafikkarten-Dickschiffe Radeon RX Vega 64 oder GeForce GTX

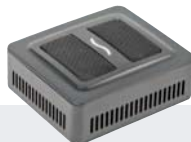


Sonnet eGFX Breakaway Box (350W)

Das blau beleuchtete S-Logo und die oben nach hinten gebogene Front erinnern an den Art-Deco-Stil. Weniger edel wirkt die dünne Abdeckhaube, die man nach hinten abziehen kann, nachdem man drei Rändelschrauben herausgedreht hat.

Im Interieur der breiten Box geht es schnörkellos, aber geräumig zu, speziell in der Breite. Besonders lange Karten wie die Asus ROG Strix GTX 1080 Ti (30 cm) passen dennoch nur mit viel Rangieren hinein. Egal ob an der Front- oder Rückseite, Peripherieanschlüsse sucht man vergebens. Neben dem getesteten Modell der Breakaway Box mit 350-Watt-Netzteil verkauft Sonnet noch Varianten mit 550 und 650 Watt. Außerdem gibt es noch die offizielle Developer Box für Mac-Entwickler. Leisetreter sind sie alle nicht, schon im Leerlauf dreht der Lüfter hörbar auf. Dafür haben sie in der Apple-Welt einen Vorteil: Sie haben den Segen von ganz oben und werden explizit in der Kompatibilitätsliste aufgeführt.

- ↑ geräumig
- ↓ keine Peripherieanschlüsse
- ↓ vergleichsweise teuer



Sonnet eGFX Breakaway Puck Radeon RX 570

Der Puck macht seinem Namen alle Ehre. Dank fest eingebauter Radeon RX 570, die auf einem MXM-Modul sitzt, nimmt er als Display-Dock nur wenig Platz auf dem Schreibtisch ein oder lässt sich per VESA-Halterung hinter dem Display befestigen. Eigentlich passt der Winzling auch in die Laptop-tasche – wäre da nicht das klobige, schwere Netzteil.

Liegt keine 3D-Last an, bleibt der Lüfter des Pucks stehen. Vollends lautlos ist die kleine Box dennoch nicht, weil sie ein Spulenfiepen von sich gibt, das erst unter Last verschwindet. Dann rauscht wiederum der Lüfter, wenn auch noch recht zurückhaltend.

Größter Nachteil ist, dass sich der Puck nicht aufrüsten lässt. Der Preis von 700 Euro erscheint dennoch angemessen; speziell Mac-Nutzer dürfen sich über ein offiziell unterstütztes Grafik-Dock freuen. Dem kleinen Schwestermodell mit RX 560 zeigt macOS hingegen die kalte Schulter. Zusätzliche Anschlüsse würden das Paket abrunden.

- ↑ leistungsfähig und kompakt
- ↑ insgesamt leise
- ↓ keine Peripherieanschlüsse



Zotac Amp Box Mini

Von Zotac stammt das günstigste eGPU-Gehäuse im Feld. Die Grafikkarte wird waagrecht montiert. Vorn trägt das billig wirkende Plastikgehäuse vier USB-Ports – nicht immer praktisch für die Kabelführung.

Der Einbau in die flache, enge Amp Box Mini ist eine frickelige Angelegenheit: Zunächst dreht man hinten zwei Rändelschrauben heraus, pröckelt den Deckel hoch, dreht zwei weitere Rändelschrauben heraus, entnimmt das Halteblech, in das die Karte geschraubt wird, und hebt schließlich die Riser-Card heraus, in die die Karte kommt. Anschließend bugsiiert man alles wieder ins Schächtelchen.

Größenbedingt passen nur Karten im Mini-Format hinein, der sechspolige PCIe-Stromstecker schränkt die GPU-Auswahl noch weiter ein: Bei einer GeForce GTX 1060 ist Schluss. In der Praxis ist das kein Nachteil, weil ein Teil der Mehrleistung potenterer Karten verpufft. Im Leerlauf unauffällig, dröhnt die Amp Box Mini unter Last mit 3,7 Sone.

- ↑ kompakt und günstig
- ↓ umständliche Montage
- ↓ sehr laut unter Last

1080 Ti, aber ab einem gewissen Punkt steht der Leistungszugewinn nicht mehr in einem sinnvollen Verhältnis zum Aufpreis. Denn zwei Faktoren können eine eGPU ausbremsen.

Zum einen stellt die Verbindung zwischen Rechner und Grafikkarte einen Flaschenhals dar. Nominell transferiert Thunderbolt 3 40 GBit/s an Daten je Richtung. Allerdings stehen die nicht komplett der GPU zur Verfügung, weil ein Teil der

Bandbreite für DisplayPort-Signale reserviert ist, die ebenfalls über die TB3-Leitung laufen – selbst wenn eine dedizierte Grafikkarte gesteckt ist. Auch wenn die GPU also per PCIe 3.0 x4 angebunden ist, bleiben von den theoretisch knapp 4 GByte/s etwa 2,8 GByte/s übrig. Das bestätigte auch ein Test mit den NVMe-SSDs Corsair NX500 und Samsung SSD 970 Pro (siehe S. 39): Beide liefen lesend bei 2,8 GByte/s ins Thunderbolt-Limit.

Wie viel 3D-Performance verloren geht, ermittelten wir, indem wir Grafikkarten von AMD und Nvidia im PEG-Slot des Asus Mainboards Z170-Premium Spiele-Benchmarks absolvieren ließen. Anschließend wiederholten wir die Messungen mit denselben Karten in einem per TB3 angebundenen eGPU-Gehäuse. Als CPU diente Intels Vierkern-Prozessor Core i5-6600.

Wie sich zeigte, hat auch die Spiele-Engine einen starken Einfluss auf das

Anzeige

Ergebnis. In Assassin's Creed: Origins lieferten die Karten via Thunderbolt 3 noch rund 66 Prozent ihrer vollen Leistung (Full HD, Detailstufe Hoch). Bei Deus Ex: Mankind Divided (Full HD, Detailstufe Sehr Hoch) fiel das Bild gemischter aus. Alle Grafikkarten büßten umso mehr Performance ein, je leistungsfähiger sie waren. Besonders hart traf es aber AMD, wo die Bildrate ab der Radeon RX 570 auf unspielbare 33 fps (Bilder pro Sekunde) absackte – sogar bei der Radeon RX Vega 56. Das entspricht nur noch etwa 38 Prozent der maximalen 3D-Performance. Nvidias GeForce GTX 1060 und aufwärts erreichten hingegen zwischen 53 und 56 fps.

Das klingt zunächst ernüchternd. Andererseits könnte man ohne eGPU auf vielen Mobilrechnern überhaupt nicht spielen. Schon gar nicht in derart hoher Detailstufe.

Beim Notebook ist es übrigens unerheblich, ob die beschleunigte Ausgabe auf das interne Display erfolgt oder auf eines,

das an der eGPU hängt. Obwohl die Daten im ersten Fall eine Rundreise von der CPU zur externen Grafikkarte und dann wieder zurück bis zum Bildschirm nehmen, machte das in unseren Messungen bei Full HD nur 1 bis 2 fps aus.

Ein möglicher zweiter Bremsfaktor ist die CPU. So entfallen Grafikkarten in vielen aktuellen Spielen erst mit Quad-Core-Prozessor ihr volles Potenzial [1]. Manche Spiele starten nicht einmal, wenn sie keine echten vier Kerne vorfinden – Hyper-Threading zählt nicht.

Die gute Nachricht: Reine GPGPU-Berechnungen zeigen sich sowohl von der Verbindung als auch der CPU unbeeinträchtigt. LuxRender, Blender & Co. profitieren also durchaus von einer stärkeren GPU, sodass das angedockte Notebook problemlos auch als OpenCL-beschleunigte Arbeitskiste dienen kann.

Laut, leise, genügsam, gierig

Eigentlich wünscht man sich bei einer Box, die weniger als 50 cm entfernt vom

Notebook auf dem Schreibtisch steht, dass sie möglichst leise ist. Wenigstens im Leerlauf. Dem Gros der Hersteller scheint das hingegen weniger wichtig zu sein: Die Lüfter der meisten Gehäuse rauschen oder schnarren schon mit 1 Sone oder mehr, wenn sie noch nicht einmal was zu tun haben. Unter Last bleiben nur Asus, PowerColor, HP und der Sonnet-Puck in der Nähe von 1 Sone. Der Rest hyperventiliert dann hingegen mit bis zu 3,7 Sone.

Leider bringt es nichts, wenn die eGPU-Box wie bei HPs Omen Accelerator leise bleibt, die Grafikkarte darin aber zu heiß wird, um ihre volle Geschwindigkeit zu erreichen. Andererseits korreliert Lautstärke nicht unbedingt mit Kühlleistung, wie sich bei der Zotac-Box zeigte, die wir von den anderen Leergehäusen abweichend mit einer GeForce GTX 1060 Mini aus gleichem Haus bestückten. Unter anhaltender Volllast lief auch sie trotz unüberhörbaren Lüftereinsatzes ins thermische Limit und konnte ihren höchsten Boost-Takt nicht mehr erreichen.

eGPU-Gehäuse mit Thunderbolt-3-Anschluss

Hersteller	AkTIO	ASUS	Gigabyte	HP
Modell	Node Pro	XG Station Pro	AORUS GTX 1070 Gaming Box	Omen Accelerator
eingebaute Grafikkarte	n. v. ¹	n. v. ¹	Gigabyte GeForce GTX 1070 Mini OC	n. v. ¹
Abmessungen (B × H × T)	135 mm × 267 mm × 355 mm	110 mm × 200 mm × 360 mm	95 mm × 163 mm × 120 mm	265 mm × 275 mm × 400 mm
Anschlüsse	Thunderbolt 3, DisplayPort 1.2	2 × Thunderbolt 3, USB-C (10 GBit/s)	Thunderbolt 3, 3 × USB 3.0, 1 × USB QuickCharge 3.0	Thunderbolt 3, 4 × USB 3.0, 1 × USB-C (5 GBit/s), GBit-LAN, SATA (intern)
Thunderbolt-Kabellänge	0,5 m	1,5 m	0,5 m	0,5 m
USB Power Delivery	60 W	15 W	100 W	60 W
Performance-Messung				
3DMark Fire Strike (am Intel NUC7i5BNK / Razer Blade 14)	9297 / 11490	9263 / 11331	9326 / 11230	9500 / 11329
Luxmark 3.1 (Luxball HDR)	16950	16938	16084	16935
Elektrische Leistungsaufnahme / Temperaturen / Lautstärke				
Leistungsaufnahme Leerlauf / FurMark / 3DMark (Grafik-Test 1)	20,4 W / 188,1 W / 166,5 W	21,7 W / 173,9 W / 166,1 W	23,9 W / 172,6 W / 166,6 W	23,8 W / 168,8 W / 145 – 172 W ³
Soft-Off (mit / ohne TB-Kabel)	6,5 W / 6,5 W	2,8 W / 2,7 W	7,8 W / 0,6 W	0,4 W / 0,4 W
GPU-Temperatur / Lüfterdrehzahl (3D-Last)	73 °C / 1581 U/Min	75 °C / 1693 U/Min	77 °C / 1771 U/Min	84 °C / 2210 U/Min
Lautstärke (Leerlauf / 3D-Last)	0,9 / 1,9 Sone	0,1 / 0,7 Sone	1,3 / 1,7 Sone	0,5 / 1,1 Sone
Transfermessungen				
USB-3.0 Typ A (lesen / schreiben)	n.v.	n.v.	438 / 438 MByte/s	443 / 441 MByte/s
USB 3.1 Typ C (lesen / schreiben)	862 / 796 MByte/s	875 / 817 MByte/s	n. v.	n. v.
Gigabit-Ethernet	n. v.	n. v.	n. v.	950 / 950 MBit/s
Bewertungen				
Verarbeitung / Montage	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕
Lautstärke (Leerlauf / 3D-Last)	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊖	⊕⊕ / ○
Anschlüsse	⊕	○	⊖	⊕⊕
Garantie	24 Monate	36 Monate	36 Monate	24 Monate
Preis	480 €	380 €	650 €	300 €

¹ getestet mit Gigabyte GeForce GTX 1070 Mini OC ² getestet mit Zotac GeForce GTX 1060 Mini 6GB ³ GPU drosselt thermisch bedingt ⁴ im IOMeter-Test auffällige USB-Buchsen (siehe Text) ⁵ Spulenteilen im Leerlauf
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe n. v. nicht verfügbar

Die Volllast-Leistungsaufnahme lag hingegen bei allen Boxen auf ähnlichem Niveau, sofern die gleiche Grafikkarte in ihnen steckte. Im Leerlauf zeigten sich erneut Unterschiede. Die Geräte von Akitio, Gigabyte und PowerColor genehmigten sich auch dann zwischen 6,5 und knapp 10 Watt an Energie, wenn sich das Notebook, an dem sie hingen, im Ruhezustand oder im Standby befand. Akitios Node Pro schlürfte sogar noch ohne Thunderbolt-Verbindung schamlos weiter. Immerhin kann man die Netzteile bei Akitio und PowerColor per Kippschalter vom Netz trennen und sie so zur Genügsamkeit zwingen.

Fazit

Externe Grafikboxen bedienen eine sehr spezielle Zielgruppe. Dieser eröffnen sie Möglichkeiten, die ohne externe Verstärkung unerreichbar blieben. In der Praxis funktionieren eGPUs erfreulich geschmeidig. Wer sie nicht so wie wir andauernd ein- und aussteckt und zwischendrin noch

die Grafikkarte wechselt, sollte nicht auf Probleme stoßen.

Auf High-End-Niveau bekommt man zwar ein schlankes Notebook auch mittels eGPU nicht; mit der richtigen Grafikkarte laufen aber auch aktuelle Spiele in Full HD mit hoher Detailstufe flüssig – einen entsprechenden Prozessor vorausgesetzt. Als GPGPU-Beschleuniger glänzen sie, denn dann fällt die im Vergleich zu PCIe 3.0 x16 niedrige Transferrate der Thunderbolt-3-Verbindung nicht ins Gewicht.

Wer höhere Ansprüche an die 3D-Performance stellt, sollte eventuell zu einem Gaming-Notebook greifen. Gute Angebote mit Quad-Core-CPU und GeForce GT 1050 gibt es ab etwa 1100 Euro, mit GeForce GTX 1060 ist man ab 1600 Euro dabei. Oder man investiert in einen schlanken Klapprechner und leistet sich zusätzlich noch eine Zockerkiste, etwa einen unserer Bauvorschläge [2, 3] – da wäre die Preislage ebenfalls ähnlich.

Als reine Grafikbeschleunigerbehausung macht die stets leise Asus XG Station

Pro die beste Figur, die vergleichsweise wenig Platz auf dem Schreibtisch benötigt. Das günstigste Paket schnürt Gigabyte: Für 650 Euro inklusive Grafikkarte ist die AORUS GTX 1070 Gaming Box ein wahres Schnäppchen – aber nicht einmal im Leerlauf leise. Die USB-Ports machen sie zum kleinen Desktop-Dock.

Noch besser erfüllt die PowerColor Gaming Station mit LAN-Buchse diese Rolle, und sie bleibt dabei noch recht leise. Man sollte sie aber per Schalter vom Stromnetz trennen, wenn sie nicht im Einsatz ist – sonst süffelt sie fortlaufend Energie aus der Dose. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Kern-Duell, Athlon X4 845 gegen Pentium G4400: Preiswerte Prozessoren im Direktvergleich, c't 11/2016, S. 94
- [2] Benjamin Kraft, Wünsch dir 'nen Sechser, Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner mit Intel Core i5-8400, c't 26/2017, S. 74
- [3] Benjamin Kraft, Wünsch Dir 'nen Spielgefährten, Bauvorschlag für einen günstigen Gaming-PC für Full-HD, c't 26/2017, S. 80

PowerColor	Razer	Sonnet	Sonnet	Zotac
Gaming Station	Core V2	eGFX Breakaway Box (350W)	eGFX Breakaway Puck Radeon RX 570	Amp! Box Mini
n. v. ¹	n. v. ¹	n. v. ¹	Radeon RX 570	n. v. ²
164 mm × 245 mm × 343 mm	105 mm × 220 mm × 354 mm	185 mm × 202 mm × 342 mm	153 mm × 55 mm × 130 mm	185 mm × 102 mm × 230 mm
Thunderbolt 3, 2 × USB 3.0 (vorn), 3 × USB 3.0 (hinten), GBit-LAN	Thunderbolt 3, 4 × USB 3.0	Thunderbolt 3	Thunderbolt 3, 3 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0	Thunderbolt 3, 4 × USB 3.0 (vorn)
0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
87 W	65 W	15 W	45 W	15 W
9555 / 11461	9554 / 11328	9471 / 11518	7711 / 8778	7751 / 8822 ²
17148	17059	17115	12066	11519
22,7 W / 174,9 W / 168,8 W	26,5 W / 172,0 W / 169,7 W	19,8 W / 174,0 W / 168,8 W	13,2 W / 127,4 W / 121,6 W	12,4 W / 129,9 W / 95,4 – 131 W ³
9,5 W / 0,8 W	4,6 W / 0,3 W	4,1 W / 0,1 W	0,6 W / 0,3 W	3,0 W / 2,9 W
74 °C / 1721 U/Min	75 °C / 1735 U/Min	70 °C / 1556 U/Min	74 °C / 2122 U/Min	90 °C / 2860 U/Min
0,3 / 0,8 Sone	2,1 / 2,9 Sone	0,3 / 2,0 Sone	0,1 ⁵ / 1,1 Sone	0,2 / 3,7 Sone
402 / 396 MByte/s	365 ⁴ / 338 ⁴ MByte/s	n. v.	n. v.	448 / 443 MByte/s
n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.
929 / 950 MBit/s	929 / 940 MBit/s	n. v.	n. v.	n. v.
⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ○	⊕⊕ / n. v.	○ / ⊕
⊕⊕ / ⊕	⊖ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ ⁵ / ⊕	⊕⊕ / ⊖⊖
⊕⊕	○ ⁴	⊖	⊖	○
12 Monate	12 Monate	12 Monate	12 Monate	24 Monate
350 €	520 €	300 €	700 €	220 €

CPU- Wegweiser

Prozessorvergleich vom sparsamen Dual-Core
bis zum schnellen Achtzehnkerner

Marktüberblick Prozessoren Seite 102
AMD Ryzen 2000 im Test Seite 110



Prozessoren sind das Herz des Computers und vereinen immer mehr Funktionen in einem Chip. Die CPU-Hersteller verwirren mit kryptischen Produktbezeichnungen aber eher, als dass diese eine Orientierungshilfe für den Kauf wären. Unsere Benchmarks zeigen, worauf Sie bei CPUs für Desktop-PCs und Notebooks außer auf Taktfrequenz und Kernanzahl noch achten müssen.

Von Christian Hirsch

Die Ryzen-Prozessoren sorgen seit einem Jahr für den lange überfälligen frischen Wind bei Desktop-PC- und Mobil-CPUs. Schnelle Sechs- und Achtkernprozessoren von AMD und Intel passen nun auch in sparsame, preiswerte Mainboards mit den Fassungen AM4 und LGA1151v2 und kosten nur noch halb so viel wie vor einem Jahr. AMD hat gerade die zweite Generation der Zen-Architektur mit verbessertem Fertigungsverfahren vom Stapel gelassen. Den Test finden Sie im nachfolgenden Artikel auf Seite 110. Im High-End-Segment ist außerdem nicht mehr bei 10, sondern dank Ryzen Threadripper und Core X erst bei 16 beziehungsweise 18 Kernen Schluss. Aber auch Notebook-Käufer profitieren: Dank hocheffizienter Quad-Cores wie Ryzen Mobile und Core i-8000U mit lediglich 15 Watt Thermal Design Power klettert die Performance in ultraflachen Mobilrechnern um über 50 Prozent.

Die neuen CPU-Typen und die unterschiedlichen Plattformen machen die Suche nach dem Richtigen aus den hunderten erhältlichen Prozessoren aber nicht einfacher. Durch das Leistungsplus hat sich die Spanne bei der Performance erheblich vergrößert: Zwischen der langsamsten und der schnellsten CPU in unserer Übersicht auf Seite 108 liegt Faktor 44. Unser Prozessor-Wegweiser liefert Tipps, worauf Sie beim Rechnerkauf achten müssen, wie Sie Schnäppchen von lahmen Billig-Chips unterscheiden und ob ein Neukauf oder Upgrade der CPU überhaupt lohnt.

Welche Prozessor ist denn nun der Richtige? Für gängige Einsatzzwecke lässt sich diese Frage leicht beantworten: Wer

mit seinem Rechner lediglich Texte schreiben, Mails verschicken, im Web surfen und Videos schauen will, für den reicht der günstigste Celeron G4900 mit zwei CPU-Kernen für 40 Euro aus. Bei der Rechenleistung pro Euro gibt es unter den aktuellen Chip-Generationen nichts Besseres. Das eingesparte Geld investiert man idealerweise in eine SSD. Die bringt für das Arbeitstempo mehr als ein Quad-Core-Prozessor, der bei solchen Anwendungen zu meist Däumchen dreht.

Für den Einsatz in einem Allround- oder Gaming-PC sollte der Prozessor mindestens vier, besser sechs CPU-Kernen haben. In der Infografik auf dieser Seite sehen Sie, dass moderne 3D-Spiele sowie anspruchsvolle Aufgaben wie Bildbearbeitung mehrere Kerne auslasten. Höher tak-

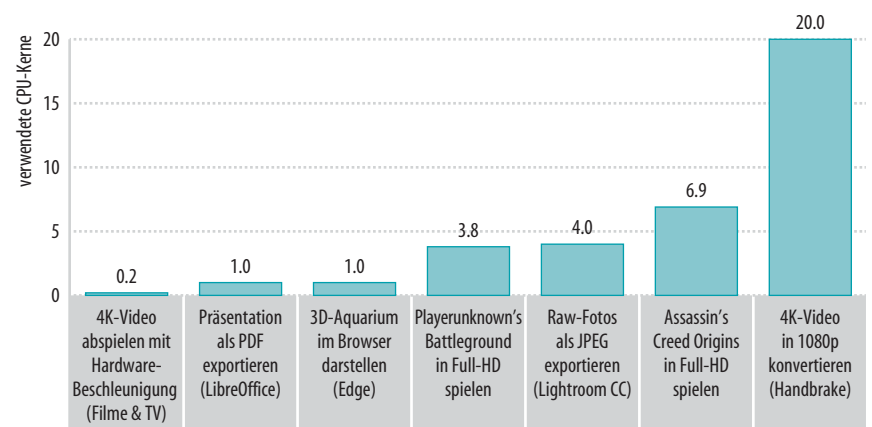
tende Modelle kosten überdurchschnittlich viel, deshalb lohnt sich vor allem die günstigsten Hexa-Core-Modelle zwischen 160 und 200 Euro. Bei Intel sind das der Core i5-8400 beziehungsweise Core i5-8600K für die Fassung LGA1151v2 und bei AMD der Ryzen 5 1600X beziehungsweise der brandaktuelle Ryzen 5 2600 für AM4-Mainboards.

Wenn statt des Preises ausschließlich maximale Multithreading-Performance zählt, dann sollten Sie zu den derzeit schnellsten High-End-Desktop-Plattformen wie Ryzen Threadripper oder Core X greifen. Die 12- und 16-Kerner von AMD kosten dabei deutlich weniger als ihre Intel-Pendants, sind aber kaum langsamer.

Wer sich unsicher ist, wie viele Kerne eine bestimmte Anwendung nutzt, sollte die Systemanforderungen der verwendeten Programme studieren. Ein weiteres Hilfsmittel ist unter Windows der Task-Manager: Unter dem Reiter „Leistung“ sehen Sie die aktuelle CPU-Auslastung. Wenn Sie die Ansicht auf getrennt nach „logischen Prozessoren“ umschalten, erkennen Sie, wie viele davon gerade ausgelastet sind. Haben Sie beispielsweise einen Quad-Core und beträgt die CPU-Auslastung lediglich 25 Prozent, dann kann die laufende Software nur einen Kern nutzen. Ein neuer Prozessor mit acht Kernen bringt in diesem Fall keine Vorteile, es sei denn, er hat einen viel höheren Turbo-Takt.

Was nutzt wie viele Kerne?

Welcher Prozessor der richtige ist, hängt hauptsächlich von den Anwendungen ab: Für Office-Aufgaben, Websurfen oder Videowiedergabe reicht eine Dual-Core-CPU aus. Zum Spielen oder Fotobearbeitung sollte der Rechner hingegen mit mindestens vier, besser sechs oder acht CPU-Kernen ausgestattet sein. Von mehr Kernen profitieren wiederum nur wenige Aufgaben wie Videokodierung.



Testsystem: Ryzen Threadripper 1950X, GeForce GTX 1060, 32 GByte RAM

AMD-Sortiment

Mit den Ryzen-Prozessoren und der zugehörigen Fassung AM4 hat AMD vor einem Jahr gleich zwei Plattformen aufs Altenteil geschickt: AM3+ und FM2+. Inzwischen gibt es die zweite Generation Ryzen 2000 „Pinnacle Ridge“ zu kaufen, die dank überarbeitetem Fertigungsprozess und neuem Turbo einige Schwächen der Urversion „Summit Ridge“ bei der Spiele-Performance und Single-Thread-Performance behebt (siehe S. 110). Ryzen 5 und 7 stellen per Simultaneous Multithreading (SMT) dem Betriebssystem und Anwendungen doppelt so viele logische wie physische Kerne zur Verfügung. Das bringt bei Multi-Thread-Anwendungen mehr Performance und lastet die Recheneinheiten besser aus.

Im Unterschied zu Intels Core-i-Prozessoren handelt es sich bei allen Ryzen um Systems-on-Chip (SoCs), Teile der Chipsatz-Funktionen stecken dabei in der CPU. Erhältlich sind die Ryzen mit vier bis acht Kernen, eine integrierte Grafikeinheit gibt es aber nur bei den Quad-Cores Ryzen 3 2200G und Ryzen 5 2400G. Letztere sind eng verwandt mit den Mobilvarianten Ryzen 2000U „Raven Ridge“, haben deshalb weniger PCI-Express-3.0-Lanes und können zum Beispiel Grafikkarten nur mit 8 statt 16 PCIe-3.0-Lanes anbinden. In der Praxis wirkt sich das aber nicht spürbar aus.

Mobilprozessoren haben zusätzliche Stromsparmechanismen, sind statt auf maximale Taktfrequenz und Performance auf geringen Energiebedarf optimiert und rechnen deshalb langsamer, als es ihre Modellbezeichnung suggeriert. So erreicht der Ryzen 7 2700U für Notebooks weniger als ein Drittel der Rechenleistung des Ryzen 7 2700X für stationäre Rechner, weil er nur halb so viele Kerne hat und der Nominaltakt 1,5 GHz tiefer liegt. Dafür beträgt seine Thermal Design

Power (TDP) jedoch mit 15 Watt nur ein Siebtel der 105 Watt, die der Ryzen 7 2700X konsumieren darf.

Die Ryzen-Prozessoren mit AM4-Fassung für Desktop-PCs decken einen Preisbereich von 90 bis 320 Euro ab und sind fürs Übertakten freigegeben. Die Billigschiene unter 90 Euro füllt AMD mit Kombichips der Serie A-9000 „Bristol Ridge“. Sie passen ebenfalls in AM4-Mainboards, verwenden aber noch Rechenkerne mit der veralteten Excavator-Architektur, deren Single-Thread-Leistung und Effizienz auf dem Stand der Technik von vor acht Jahren zurückliegt. Finger weg! Gleiches gilt für noch im Handel befindliche Billig(Mobil-)prozessoren Stoney Ridge (A/E-9000) und deren Vorgängern Carrizo-L, Beema und Kabini.

Recht überraschend meldete sich AMD Mitte 2017 nach langer Abwesenheit zudem im kleinen, aber prestigeträchtigen High-End-Markt zurück. Ryzen Threadripper für die Fassung TR4 stammt von den Server-Prozessoren Epyc ab und übertrumpft mit bis zu 16 Kernen, 32 Threads, vier DDR4-Speicherkanälen, 60 PCIe-3.0-Lanes und 180 Watt TDP sämtliche Merkmale gängiger Desktop-Plattformen. Die Threadripper-Dickschiffe schlucken deutlich mehr Strom und booten langsamer als ihre schlanke AM4-Verwandtschaft.

Intel für zu Hause...

Intels Core-i-Prozessoren haben sich zum Dauerbrenner entwickelt. Seit Ende 2017 gibt es die achte Generation zu kaufen. Als Antwort auf AMD Ryzen bietet Intel im Brot-und-Butter-Segment endlich sechs statt vier CPU-Kerne an. Zwar kommt die gleiche Fassung LGA1151 wie bei den Vorgängern Core i-7000 „Kaby Lake“ und Core i-6000 zum Einsatz, dennoch sind neue Mainboards mit Chipsätzen der Serie 300 erforderlich, weil Intel die Span-

nungsversorgung geändert hat. Deshalb verwenden wir für die Fassung für Core i-8000 „Coffee Lake“ die Bezeichnung LGA1151v2.

Während die Änderungen an den Rechenwerken oder den Fähigkeiten der integrierten Grafik überschaubar sind, bekommt man bei den preiswerteren CPUs der Serien Pentium G5000 und Core i3-8000 deutlich mehr Performance fürs gleiche Geld. Bei den Dual-Core-Pentiums hat Intel Hyper-Threading freigeschaltet, sodass nun vier logische Kerne im Task Manager sichtbar sind. Die Core i3 enthalten ab der achten Generation vier statt zwei physische Kerne, verlieren dafür aber Hyper-Threading.

Auch an anderer Stelle beschneidet Intel die günstigen Prozessoren: So fehlen den Celerons und Pentiums die Befehlserweiterung Advanced Vector Extensions (AVX). Die Turbo-Funktion, von der vor allem Programme profitieren, die nur wenige Threads nutzen, bleibt bei den Desktop-CPU-Weiterungen Core i5 und i7 vorbehalten. Übertakter bittet Intel kräftig zur Kasse, denn dafür benötigt man sowohl einen K-Prozessor mit frei einstellbarem Multiplikator als auch ein teures Z370-Mainboard.

Im Billigsegment von Intel besteht akute Verwechselungsgefahr. Denn es gibt Celeron und Pentium sowohl mit der leistungsfähigeren Core-i-Architektur in LGA1151v2-Fassung als auch zum Auflöten für Mini-PCs und Notebooks. Letztere verwenden sparsamere, aber vor allem bei Singlethreading-Anwendungen viel langsamere Atom-Kerne. Diese Prozessoren erkennt man an einem N oder J in der Produktbezeichnung, zum Beispiel Celeron J4105. Um den Unterschied noch deutlicher zu kennzeichnen, bezeichnet Intel die Core-i-Abkömmlinge als Pentium Gold, während die schwächeren, aufgelöteten Varianten unter der Marke Pentium

Aktuelle Prozessorplattformen

Plattform / Fassung	Prozessoren	Kerne	RAM: Kanäle / max. Kapazität	Chipsätze	PCIe-3.0-Lanes: CPU / Chipsatz
Desktop-PC					
AM4 (AMD)	Ryzen 1000, Ryzen 2000	4, 6, 8	2 / 64 GByte	A320, B350, X370, X470	12 bis 20 / 0
LGA1151v2 (Intel)	Celeron G4000, Pentium G5000, Core i3/i5/i7-8000	2, 4, 6	2 / 64 GByte	H310, B360, H370, Z370	16 / 6 bis 24
TR4 (AMD)	Ryzen Threadripper 1000	8, 12, 16	4 / 128 GByte	X399	60 / 0
LGA2066 (Intel)	Core i5/i7/i9-7000X	4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18	4 / 128 GByte	X299	16, 28, 40 / 24
Mobil (aufgelötet)					
Ryzen Mobile	Ryzen 2000U	4	2 / 32 GByte	SoC	16 / –
Core i-8000U	Core i3/i5/i7-8000U	2, 4	2 / 32 GByte	SoC	12 bis 16 / –
Core i-8000H(K)	Core i5/i7/i9-8000H(K)	4, 6	2 / 32 GByte	HM370	16 / 16

Silver zusammengefasst sind. Bei den Celerons fehlt diese Differenzierung jedoch.

... und unterwegs

Bei Mobil-CPU's wird das Chaos noch größer: Außer den angesprochenen Billig-CPU's Celeron und Pentium N gibt es fünf weitere Prozessorfamilien bei Intel: In Tablets und ultraflache Notebooks passt die Y-Reihe mit 4,5 Watt TDP. Deren Bezeichnungsschema hat sich mit jeder Generation geändert. Aktueller Stand: Die leistungsfähigen Typen laufen unter Core i5 und i7, die schwächeren unter Core m3. Alle haben jedoch nur zwei Kerne und sehr niedrige Nominaltaktfrequenzen von 1,0 bis 1,3 GHz. In Abhängigkeit vom Kühlsystem des jeweiligen Geräts und der laufenden Anwendung können Sie ihren Takt per Turbo verdoppeln bis verdreifachen, üblicherweise nur kurzzeitig.

Am weitesten verbreitet sind in Notebooks und Mini-PC's die U-Prozessoren mit 15 Watt und 28 Watt TDP. Bei einer Neuanschaffung sollte man unbedingt

Um die vier Speicherkanäle und die vielen PCIe-Steckplätze von Ryzen-Threadripper unterzubringen, sind Mainboards im Full-Size-ATX-Format notwendig. Allein die CPU-Fassung TR4 beansprucht im Vergleich zum benachbarten Mini-ITX-Board für Core-i-6000 eine riesige Fläche.



darauf achten, einen Mobilrechner mit Core i5- oder Core i7-8000U zu kaufen. Diesen spendiert Intel erstmals vier statt zwei Kerne. Die leistungsfähigeren Varianten mit 28 Watt TDP enthalten zudem eine stärkere Iris-Plus-GPU mit 128 MByte Embedded-DRAM. Noch schneller rechnen die H-Modelle zum Beispiel in Gaming-Notebooks, deren thermisches Budget 45 Watt beträgt. Auch hier

wuchs mit der achten Generation die Zahl der CPU-Kerne: Bei den Core i7-8000H und dem ersten Core i9-8950HK für Notebooks sind es nun sechs. Eine Besonderheit sind die G-Modelle: Diesen Quad-Cores steht eine leistungsfähige Radeon-Vega-GPU mit HBM2-Speicher auf dem Package zur Seite, die dedizierte Grafikchips in Mobilrechnern überflüssig machen soll.

Anzeige

Leistungsdaten unterschiedlicher Prozessor-Generationen

Prozessor (Jahr)	Kerne / Takt (Turbo)	Flops [GFLOPS]	Cinebench R15 Single-/Multi-Thread	Sysmark 2014SE Büro-Software	Deus Ex: Mankind Divided ¹ minimal / Durchschnitt [fps]	Leistungsaufnahme 4K-HEVC-Video abspielen [Watt]	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last [Watt]
		besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser	◄ besser
c't-PC-Bauvorschläge							
Core i5-8400 (2017)	6 / 2,8 (4,0 GHz)	365	171/938	1138	94/126	23	13/107
Ryzen 7 1700 (2017)	8+SMT / 3,0 (3,75 GHz)	206	150/1427	976	62/87	– ⁴	32/129
A10-7800 (2014)	4 / 3,5 (3,9 GHz)	58	82/298	632	32/44	79 ³	19/100
Core i5-4570 (2013)	4 / 3,2 (3,6 GHz)	217	143/520	959	71/97	59 ³	19/121
FX-8150 (2011)	8 / 3,6 (4,2 GHz)	116	84/549	638	46/61	– ⁴	41/217
Celeron G555 (2011)	2 / 2,7 GHz	– ²	90/173	552	19/33	54	19/48
Mini-PC							
Core i3-7100U (2016)	2+HT / 2,4 GHz	77	101/254	657	– ²	9	6/27

¹ 1080p, mittel, DX12, gemessen mit GeForce GTX 1080 Ti ² keine Messung ³ ruckelt ⁴ keine integrierte GPU Testsystem: SSD, Core i5-8400 und Ryzen 7 1700 16 GByte RAM, sonst 8 GByte

Die High-End-Nische bei Desktop-PCs bedient Intel seit Mitte 2017 mit den Core-X-Prozessoren, die den Xeon-W-Prozessoren für Workstations beziehungsweise den Xeon SP für Server ähneln. Die Rechenwerke nutzen deshalb zwar die schon einige Jahre alte Skylake-Architektur, dafür gibt es bis zu 18 Kerne – sofern man dafür das passende Kleingeld von 1800 Euro übrig hat. Wegen der vier Speicherkanäle und bis zu 44 PCIe-3.0-Lanes vom Prozessor benötigen sie Mainboards mit der größeren Fassung LGA2066 – mit denselben Nachteilen wie bei Threadripper.

Unter Volldampf

Aktuelle Prozessoren sind das eine, doch in die meisten Rechnern, wahrscheinlich auch in Ihrem, steckt eine CPU, die schon einige Jahre auf dem Buckel hat. Mit unseren Benchmarks haben wir untersucht, wie diese im Vergleich zu moderner Hardware abschneiden. Außer der Performance bei Last auf einem Kern und allen Kernen haben wir zudem untersucht, wie effizient die Prozessoren ihre Arbeit

verrichten (Performance pro Watt) und wieviel Leistung sie pro Euro bieten.

Auf Seite 108 finden Sie eine Vergleichstabelle von 58 ausgewählten Prozessoren für Desktop-PCs und Notebooks der letzten neun Jahre. Auch wenn Ihr Modell nicht dabei ist, können Sie anhand der Generation ungefähr abschätzen, wo sich ihre CPU einsortiert. Der kostenlose Benchmark Cinebench R15 liefert ein realistisches Bild für die praktisch nutzbare Rechenleistung, da er eine Raytracing-Szene mit der Engine des Rendering-Software Cinema 4D berechnet. Er skaliert nahezu linear mit der Zahl der vorhandenen Kerne und profitiert auch stark von SMT beziehungsweise Multi-Threading.

In der Performance-Wertung stehen die aktuellen High-End-CPU's Core i9-7980XE und Ryzen Threadripper 1950X mit 18 beziehungsweise 16 CPU-Kernen an der Spitze. Die beiden Prozessoren liegen trotz hoher Leistungsaufnahme auch bei der Effizienz zusammen mit den Mobilchips weit vorn, weil der Energiebedarf der übrigen PC-Komponenten nicht so stark ins Gewicht fällt. Generell hat

sich die Performance pro Watt in den letzten Jahren erheblich verbessert: So rechnet der aktuelle Mobil-Quad-Core Core i7-8650U ungefähr gleichschnell wie der sechs Jahre alte Desktop-PC-Achtkerner FX-8350, dafür schluckt das modernere Gesamtsystem 75 Prozent weniger Strom.

Nicht ganz so groß war der Sprung bei der Singlethread-Performance, da sich die maximale Taktfrequenz der Desktop-CPU's schon seit Jahren bei 3,5 bis 4,5 GHz eingependelt hat. Hier haben überarbeitete Rechenwerke, verbesserte Turbo-Modi und größere Caches zu einer Verdoppelung seit 2009 geführt. Das beste Preis/Leistungsverhältnis bieten wiederum vorrangig die günstigsten Desktop-PC-Typen wie Athlon, Celeron und Pentium. Preise von unter 50 Euro machen die überschaubare Performance mehr als wett.

Die Mobilprozessoren mussten wir in dieser Teilwertung leider außen vor lassen, weil sie als Auflötchips nicht einzeln verkauft werden und die tatsächlich gezahlten Preise der Notebookhersteller unter den Preisangaben der Chiphersteller liegen.

Typennummern von Prozessoren



Ryzen 7 1800X
1 2 3 4 5



Core i5-8600K
1 2 3 4 6

- Marketing-Name:**
preiswerte Chips heißen bei Intel Celeron und Pentium
- Modell:**
Ryzen 3, 5 und 7 bzw. Core i3, i5, i7 und i9
- Generation**
- Modellnummer**
- Namenszusatz (AMD):**
- mit Grafik (G)
- höherer XFR-Takt (X)
- Mobil-CPU's (U)
- Namenszusatz (Intel):**
- Stromsparvarianten (S, T)
- Übertakterchips (K, XE)
- Mobil-CPU's (H, HK, HQ, M, U, Y)

Anhand von sechs unserer PC-Bauvorschläge aus den Jahren 2011 bis 2017 sowie dem Mini-PC Intel NUC7i3BNH mit Mobilprozessor haben wir zudem detailliert geschaut, wo die Stärken und Schwächen der jeweiligen Prozessoren liegen. Die theoretische Rechenleistung und die praktisch nutzbare Performance sind zwei Paar Schuhe. Der Sechskerner Core i5-8400 liegt bei der Gleitkommageschwindigkeit (GFLOPS) noch vor dem Ryzen 1700, obwohl dieser zwei Kerne mehr hat. Das liegt daran, dass Coffee Lake pro Kern dank 256-bittiger AVX-Funktionseinheit den doppelten Durchsatz von Ryzen liefert, der dafür zwei 128-Bit-Einheiten zusammenschalten muss.

In der Multithreading-Wertung des Rendering-Benchmarks Cinebench R15 spielen die noch selten von Anwendungen genutzten AVX-Befehle aber keine Rolle, sodass der Ryzen ihn dort übertrumpft. Wie wichtig immer noch die Singlethreading-Performance ist, zeigt die Teilwertung Büro-Software des Office-Bench-

marks Sysmark 2014SE. Hier liegt der sieben Jahre alte Celeron G555 lediglich 16 Prozent hinter dem modernen Mobilprozessor Core i3-7100U. 3D-Spiele nutzen zumeist nur wenige Kerne und profitieren deshalb ebenfalls von hoher Singlethreading-Leistung. Der Haswell-Vierkerner Core i5-4570 kann deshalb zum Beispiel bei Deus Ex: Mankind Divided mit aktuellen CPUs mithalten und bremst moderne High-End-Grafikkarten kaum aus.

Außer den CPU-Kernen spielen bei Prozessoren auch weitere Funktionen eine Rolle, zum Beispiel die integrierte Grafikeinheit. Diese enthält spezielle Hardware-Einheiten, die die Kerne bei der Videowiedergabe entlasten – sofern die Software mitspielt. Systeme mit modernen Prozessoren wie Core i5-8400 und Core i3-7100 benötigen deshalb beim Abspielen von 4K-Videos im anspruchsvollen H.265/HEVC- oder VP9-Format nur geringfügig mehr Energie als im Leerlauf. Ältere Prozessoren, deren Videoeinheiten diesen Codec noch nicht unterstüt-

zen, müssen dafür die Shader-Einheiten oder die CPU-Kerne nutzen und schlucken deshalb deutlich mehr Strom.

Fazit

Was Prozessoren betrifft, war die Gelegenheit lange nicht so günstig wie heute, einen neuen PC zu kaufen. Fürs gleiche Geld bekommt man 50 Prozent mehr Performance als vor einem Jahr. Zudem hat man endlich wieder die Wahl zwischen zwei verschiedenen Herstellern, deren CPUs ähnlich leistungsfähig sind und die beide effizient ihre Arbeit verrichten. Ob Ryzen 2000 oder Core i-8000 nun besser ist, hängt auch von den persönlichen Vorlieben ab. Insbesondere bei Mobilprozessoren, aber auch bei CPUs für stationäre Rechner gilt: Kaufen Sie wenn immer möglich die aktuelle Generation. Die moderneren Chips haben mehr Kerne sowie neue Funktionen, sind sparsamer und erhalten länger Treiber als solche, die schon einige Jahre auf dem Buckel haben.

(chh@ct.de)

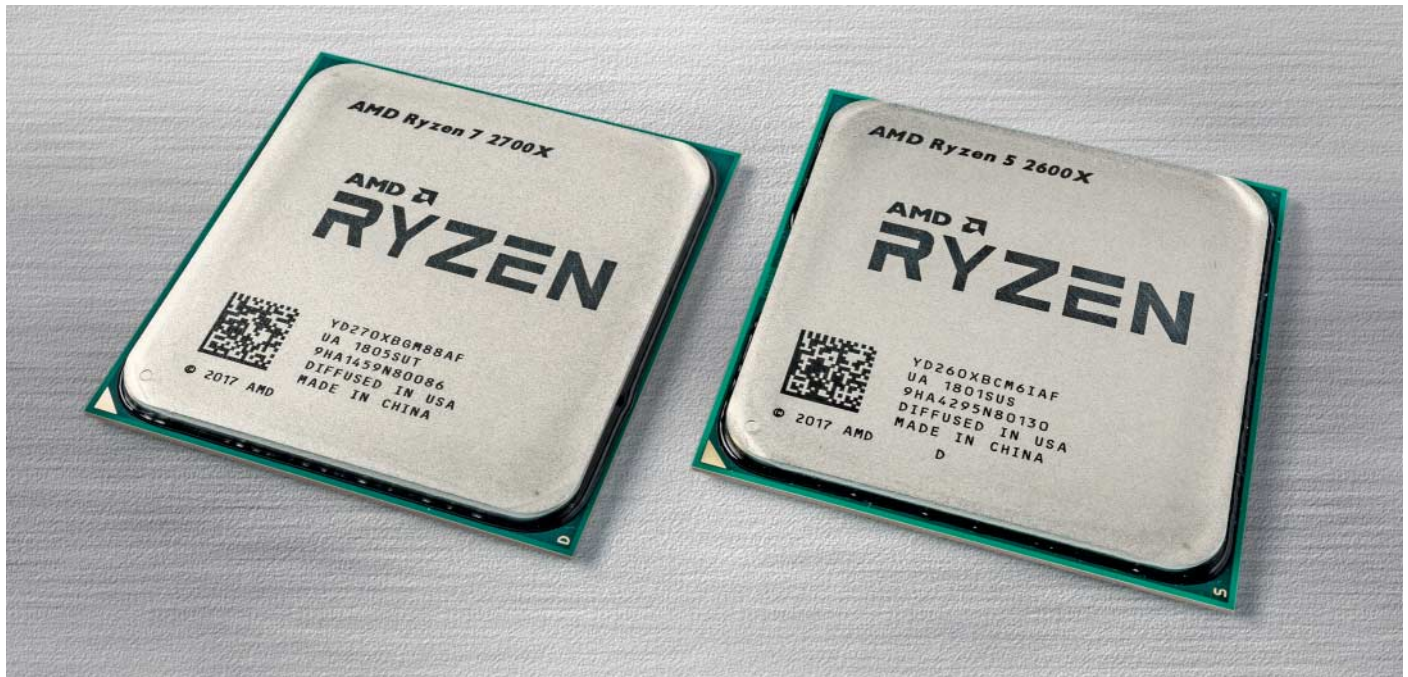
Anzeige

CPU-Performance 2009 bis 2018

Prozessor	Jahr	Kerne	Takt / Turbo	Cinebench R15 Single-/ Multi-Thread besser ▶	Cinebench pro Watt besser ▶	Cinebench pro Euro besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last ◀ besser	Preis
Core i9-7980XE	2017	18+HT	2,6 / 4,4 GHz	191/3141	11,81	1,82	54/266	1725 €
Ryzen Threadripper 1950X	2017	16+SMT	3,4 / 4,2 GHz	168/3004	11,60	3,62	70/259	830 €
Ryzen 7 2700X	2018	8+SMT	3,7 / 4,3 GHz	179/1808	8,22	5,67	38/220	319 €
Core i7-6950X	2016	10+HT	3,0 / 4,0 GHz	165/1789	8,52	1,28	52/210	1.400 €
Ryzen 7 1800X	2017	8+SMT	3,6 / 4,1 GHz	162/1621	9,88	5,69	37/164	285 €
Ryzen 7 1700	2017	8+SMT	3,0 / 3,75 GHz	150/1427	11,06	5,60	32/129	255 €
Core i7-8700K	2017	6+HT	3,7 / 4,7 GHz	201/1408	7,82	4,20	18/180	335 €
Ryzen 7 2600X	2018	6+SMT	3,6 / 4,2 GHz	174/1387	7,15	6,16	38/194	225 €
Core i7-5960X	2014	8+HT	3,0 / 3,5 GHz	138/1319	6,34	1,26	51/208	1.050 €
Core i7-6800K	2016	6+HT	3,4 / 3,6 GHz	150/1107	5,98	3,69	50/185	300 €
Core i7-4960X	2013	6+HT	3,6 / 3,9 GHz	141/991	5,86	1,13	45/169	880 €
Core i5-8400	2017	6	2,8 / 4,0 GHz	171/938	8,77	5,52	13/107	170 €
Core i7-6700K	2015	4+HT	4,0 / 4,2 GHz	181/881	5,95	2,75	19/148	320 €
Core i7-4790K	2014	4+HT	4,0 / 4,4 GHz	174/850	4,75	2,83	18/179	300 €
Core i7-990X	2011	6+HT	3,46 GHz	111/824	3,78	0,87	74/218	943 €
Ryzen 5 2400G	2018	4+SMT	3,6 / 3,9 GHz	152/801	8,01	5,52	18/100	145 €
Core i5-5775C	2015	4+HT	3,3 / 3,7 GHz	154/774	7,90	1,93	16/98	401 €
Core i7-4770K	2013	4+HT	3,5 / 3,9 GHz	155/752	5,92	2,60	11/127	289 €
Core i7-7700HQ	2017	4+HT	2,8 / 3,8 GHz	161/739	10,87	k. A.	19/68	–
Core i7-6770HQ	2016	4+HT	2,6 / 3,5 GHz	149/712	9,89	k. A.	14/72	–
Core i7-3770K	2012	4+HT	3,5 / 3,9 GHz	141/670	6,57	2,23	19/102	300 €
Core i7-8650U	2017	4+HT	1,9 / 4,2 GHz	153/636	12,23	k. A.	3/52	–
FX-8350	2012	8	4,0 / 4,2 GHz	98/624	2,92	6,57	32/214	95 €
Core i7-2600K	2010	4+HT	3,4 / 3,8 GHz	133/613	4,75	2,36	23/129	260 €
Core i3-8100	2017	4	3,6 GHz	154/583	6,94	5,72	17/84	102 €
Ryzen 7 2700U	2017	4+SMT	2,2 / 3,8 GHz	144/569	12,64	k. A.	4/45	–
FX-8150	2011	8	3,6 / 4,2 GHz	84/549	2,53	3,66	41/217	150 €
Core i5-6500	2015	4	3,2 / 3,6 GHz	152/548	5,71	3,04	11/96	180 €
Core i5-4570	2013	4	3,2 / 3,6 GHz	143/520	4,33	3,15	19/120	165 €
Phenom II X6 1100T	2010	6	3,3 / 3,7 GHz	95/498	2,63	2,37	43/189	210 €
FX-6350	2013	6	3,9 / 4,2 GHz	99/467	2,51	5,49	33/186	85 €
Core i7-860	2009	4	3,7 GHz	103/446	2,95	1,92	33/151	232 €
Core i3-6300	2015	2+HT	3,8 GHz	160/418	5,73	3,10	11/73	135 €
Phenom II X4 980	2010	4	3,7 GHz	95/369	2,13	2,46	37/173	150 €
Core i3-4130	2013	2+HT	3,4 GHz	129/338	4,76	3,38	11/71	100 €
A12-9800	2016	4	3,8 / 4,2 GHz	97/332	2,86	3,32	19/116	100 €
A10-6800K	2013	4	4,1 / 4,4 GHz	98/322	2,82	2,80	20/114	115 €
A10-7870K	2015	4	3,9 / 4,1 GHz	95/321	2,31	3,38	21/139	95 €
Athlon X4 845	2016	4	3,5 / 3,8 GHz	92/308	2,08	7,70	42/148	40 €
A8-3870K	2011	4	3,0 GHz	77/300	2,03	4,00	20/148	75 €
A10-7800	2014	4	3,5 / 3,9 GHz	82/298	2,98	3,82	19/100	78 €
A10-5700	2012	4	3,4 / 4,0 GHz	80/273	3,21	3,21	18/85	85 €
Core i3-2105	2011	2+HT	3,1 GHz	106/265	3,90	2,32	22/68	114 €
Pentium G4400	2015	2	3,3 GHz	135/264	6,14	6,29	16/43	42 €
Core i3-7100U	2016	2+HT	2,4 GHz	101/261	9,67	k. A.	6/27	–
Core i3-560	2010	2+HT	3,3 GHz	96/243	3,12	2,01	24/78	121 €
Celeron G4900	2018	2	3,1 GHz	123/239	5,69	5,98	19/42	40 €
Celeron G3900	2016	2	2,8 GHz	117/227	6,49	7,57	8/35	30 €
Celeron G1820	2013	2	2,7 GHz	105/202	6,12	5,77	11/33	35 €
Celeron G555	2012	2	2,7 GHz	90/173	3,60	3,84	19/48	45 €
Phenom II X2 565	2010	2	3,4 GHz	89/172	1,62	1,91	38/106	90 €
Celeron 3955U	2015	2	2 GHz	85/163	9,06	k. A.	8/18	–
A4-6300	2013	2	3,7 / 3,9 GHz	68/131	2,18	4,09	17/60	32 €
Celeron N3150	2015	4	1,6 / 2,08 GHz	34/126	12,60	k. A.	3/10	–
A4-3300	2011	2	2,5 GHz	61/115	1,74	3,83	20/66	30 €
Celeron N2820	2014	2	2,17 / 2,39 GHz	38/71	6,45	k. A.	6/11	–



Anzeige



Ryzen 1.5

AMD Ryzen 2000 mit höherem Takt und kleinen Verbesserungen

Rund ein Jahr nach dem Ryzen-Paukenschlag bringt AMD neue Versionen der Acht- und Sechskerner. Sie sollen mit höheren Taktfrequenzen und einigen Optimierungen Intels Core i7-8000 und Core i5-8000 in Schach halten.

Von Christof Windeck

Mit den Ryzen-Prozessoren hat sich AMD 2017 zurück in den PC-Markt katapultiert: Die starken Achtkerner überholten Intels ähnlich teure Core-i-Typen bei Software, die viele Kerne nutzt. Und bei Singlethreading-Programmen sind die Ryzens nur so wenig langsamer, dass es im Alltag keine Rolle spielt. Die neue Ryzen-2000-Generation mit überarbei-

teter „Zen+“-Technik soll den Erfolg nun fortsetzen.

Vier neue Ryzens schickt AMD ins Rennen, zwei Acht- und zwei Sechskerner. Neue Vierkerner gibt es bereits, nämlich Ryzen 5 2400G und Ryzen 3 2200G, im Unterschied zu den jetzt kommenden Neulingen jeweils mit eingebautem Grafikprozessor. Alle diese Ryzen-2000-Typen laufen auf Mainboards mit der Fassung AM4 und den AMD-Chipsätzen A320, B350 und X370. Neu hinzu kommt der X470, der allerdings nur wenige Verbesserungen verspricht – darunter StoreMI, eine Art SSD-Caching-Software.

Die neuen Ryzens laufen auch auf bereits vorhandenen Boards und die alten Ryzens auch auf neuen Boards. Das ist zwar nur für wenige Käufer interessant, aber sympathischer als Intels Produktpolitik: Die aktuellen Core-i-8000-Chips kooperieren nämlich nicht mit älteren LGA1151-Mainboards. AMD hingegen

verleiht sogar Prozessoren (Boot Kit) an Käufer älterer Mainboards, deren BIOS noch nicht mit den neuen Ryzen-2000-Typen starten kann.

Nur zur Klarstellung vorab: Ein neuer Ryzen Threadripper für TR4-Mainboards soll ebenfalls kommen, aber erst im zweiten Halbjahr. AMD poliert erst einmal die viel weiter verbreiteten AM4-Typen auf.

12-Nanometer-Technik

Die neuen Ryzen-2000-Chips tragen den Codenamen Pinnacle Ridge. AMD lässt sie wie ihre „Summit Ridge“-Vorgänger beim Auftragsfertiger Globalfoundries in dessen US-Werk fertigen. Statt 14-nm-Fertigungstechnik kommt nun aber 12-nm-Technik zum Einsatz. Die 12-nm-Transistoren schalten etwas schneller. Das trägt dazu bei, dass die neuen Ryzens vor allem im Turbo-Betrieb höher takten.

AMD hat außerdem einige kleinere Optimierungen an der „Zen“-Mikroarchitektur vorgenommen und spricht nun von „Zen+“. Vor allem wurden Latenzen beim Zugriff auf Daten gesenkt, und zwar sowohl bei den L1-, L2- und L3-Caches als auch beim Speicher-Controller. Die Auswirkungen auf die Rechenleistung pro Taktschritt liegen laut AMD allerdings nur bei etwa 3 Prozent. Zusammen mit dem höheren Takt ergeben sich aber größere Vorteile.

Auf dem Papier steigt die Taktfrequenz des Ryzen 7 2700X im Vergleich zum Ryzen 7 1800X nur um 3 beziehungs-

weise 8 Prozent, nämlich von 3,6 auf 3,7 GHz Basistakt und beim Turbo-Takt von 4,0 auf 4,3 GHz. Doch die verbesserte Takt-Automatik „Precision Boost 2“ sorgt bei ausreichender Kühlung dafür, dass der neue Ryzen häufiger mit höheren Turbo-stufen läuft, vor allem wenn mehr als zwei Kerne belastet sind. Selbst bei Volllast auf allen Cores sollen oft 4 GHz drin sein, 8 Prozent mehr als beim Vorgänger (3,7 GHz). Damit der Turbo möglichst häufig zündet, legt AMD dem Ryzen 7 2700X einen verbesserten Kühler namens Wraith Prism bei, den man an einem Lüfter mit transparenten, bunt beleuchteten Rotorblättern erkennt. Der bisherige Kühler heißt Wraith Spire.

Schließlich steigt auch noch die zulässige Taktfrequenz des Speichers: Statt höchstens für DDR4-2666 ist der Ryzen 2 nun für DDR4-2933 ausgelegt. Das gilt allerdings nur beim Einsatz von je einem einzigen Single-Rank-DIMM pro Speicherkanal – damit sind dann maximal 16 GByte Hauptspeicher möglich. Bei Vollausbau mit 64 GByte sind weiterhin höchstens 933 MHz erlaubt (DDR4-1866), mit zwei Dual-Rank-DIMMs für zusammen 32 GByte aber immerhin DDR4-2666. Alle höheren RAM-Frequenzen gelten als Übertaktung und steigern das Risiko für Datenfehler.

DDR4-2933-Speicher gibt es bisher allerdings ohnehin nur als Übertakter-DIMMs, denn vollständig JEDEC-kompatible DDR4-Speichermodule ohne Übertaktung und ohne Blechdeckel findet man bisher höchstens als DDR4-2666. Unsere Messungen haben wir jeweils mit 2 × 8 GByte DDR4-2666 ausgeführt, beim probeweisen Betrieb mit DDR4-2933 stieg die Leistungsaufnahme im Leerlauf um 5 Watt. Nur wenige Desktop-PC-Programme profitieren von schnellerem RAM und wenn, dann typischerweise im einstelligen Prozentbereich. Ob das die zusätzlichen Kosten und Risiken aufwiegt, muss jeder selbst entscheiden.

Rechenleistung

Die Neuerungen des Ryzen 7 2700X manifestieren sich in knapp 10 Prozent mehr Singlethreading-Leistung im Cinebench R15 sowie in 11 Prozent Plus beim Multithreading. Stichproben mit anderen Benchmarks zeigten keine nennenswert größere Beschleunigung.

Der Ryzen 7 2700X verkürzt im Vergleich zum Vorgänger 1800X den Rückstand zum Core i7-8700K beim Singleth-

AMD Ryzen 5/7 2000 im Leistungsvergleich

Prozessor	Kerne/ Threads	Cinebench R15 Single-/Multithreading besser ▶	BAPCo SYSmark 2014 SE gesamt besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Volllast [W] ◀ besser
Ryzen 7 2700X	8/16	179/1808	1528	37/194
Ryzen 5 2600X	6/12	174/1387	1369	34/182
Ryzen 7 1800X	8/16	163/1627	1424	34/192
Ryzen 5 1600X	6/12	162/1227	1208	33/148
Core i7-8700K	6/12	201/1408	1798	18/173
Core i5-8400	6/6	169/941	1439	17/111

reading von 19 auf 11 Prozent – das spürt man im Alltag nicht. Wichtiger ist der Vorsprung beim Multithreading, der von 16 auf 28 Prozent springt.

Als der Ryzen 2017 auf den Markt kam, waren PC-Gamer zunächst enttäuscht: Der AMD-Renner konnte Intels Core i nicht schlagen, der blieb deutlich vorne. Später legte sich die Enttäuschung: Zwar nutzen noch immer erst wenige Spiele mehr als vier Kerne voll aus, doch es ist vor allem die Grafikkarte und nicht der Prozessor, der die Bildwiederholrate bestimmt. Oberhalb von Full-HD-Auflösung ist es weitgehend egal, ob ein Spiel auf einem Ryzen oder einem Core i läuft.

Daran ändert auch der Ryzen 2000 nichts Grundsätzliches, wie AMD selbst im „Reviewer's Guide“ erklärt. Der Rückstand auf den Core i7-8700K schrumpft selbst in Full-HD-Auflösung auf Werte, die fast immer unter 10 Prozent liegen. Und in jenen aktuellen Spielen, die viele Kerne nutzen, ist der Ryzen etwas schneller.

Weil nur wenige Spiele mehr als vier bis sechs Kerne beziehungsweise Threads nutzen (siehe auch den Artikel auf Seite 102), braucht man dafür allerdings auch keinen Octa-Core-Prozessor. Ein Hexa-Core genügt, das gesparte Geld steckt man besser in die Grafikkarte. Aus diesem Grund war bisher der AMD Ryzen 5 1600 besonders beliebt; dank des unbeschränkten Multiplikators lässt er sich leicht übertakten und rückt dann dicht an den teureren 1600X heran. Der neue Ryzen 5 2600 dürfte ein würdiger Nachfolger werden, kostet derzeit aber noch rund 35 Euro mehr. Bis zum Redaktionsschluss konnten wir den Ryzen 5 2600 nicht beschaffen, uns standen nur Ryzen 5 2600X und Ryzen 7 2700X zur Verfügung.

Unter Volllast waren unsere Ryzen-2000-Testmuster nicht sparsamer als ihre jeweiligen Vorgänger: Die Turbo-Automatik fährt die CPUs sozusagen aus. Die Messwerte sind allerdings auch nicht genau vergleichbar, denn die Neulinge



Der Chipsatz AMD X470, der auch auf dem Asus ROG Crosshair VII Hero sitzt, bringt nur kleine Verbesserungen im Vergleich zum X370.

haben wir auf einem High-End-Mainboard mit X470 vermessen. Möglicherweise bringen BIOS-Updates noch Optimierungen, wie es bei der ersten Ryzen-Generation auch der Fall war.

Im Leerlauf sind weiterhin eher 25 bis 35 Watt nötig, unter anderem wegen der unverzichtbaren Grafikkarte. Auf sparsamen Boards bleibt ein Core i-8000 dank eingebauter GPU hingegen deutlich unter 20 Watt. Das schafft allerdings auch AMD, und zwar mit dem Ryzen 5 2400G mit ebenfalls eingebauter GPU. AMD spricht bekanntlich von einer Accelerated Processing Unit (APU), wenn es um einen CPU-GPU-Kombi geht.

Fazit

Die Ryzen-2000-Chips legen die Latte ein bisschen höher – nicht mehr, aber auch nicht weniger. Deutlichere Verbesserungen sind wohl erst mit der angeblich grundlegend überarbeiteten Zen-2-Mikroarchitektur zu erwarten, die ab 2019 mit 7-nm-Technik produziert werden soll.

An der bisherigen Konkurrenzsituation zum Core i-8000 ändert sich wenig: Wer vorwiegend mit Multithreading-Soft-



Dem Ryzen 7 2700X legt AMD den verbesserten Kühler Wraith Prism bei.

ware arbeitet, war schon zuvor mit einem Ryzen besser bedient. Bei Singlethreading kann der Ryzen 2000 zwar nicht vorbeiziehen, verkleinert aber den Abstand weiter – der freilich schon bisher kaum praktisch spürbare Auswirkungen hatte. Ausnahmen sind die wenigen Programme, die

AVX-Code enthalten oder Intels Quick-Sync-Videotranscoder nutzen. Bei Spielen hat ein Core i-8000 die Nase zwar oft leicht vorn, aber dabei ist die Grafikkarte wichtiger als die CPU.

Die Mainboard-Auswahl ist mittlerweile in beiden Lagern gut, eines mit B350 (AMD) oder B360 (Intel) stellt alle wichtigen Funktionen bereit, und zwar zu vergleichbaren Preisen ab 65 Euro. Die Vorteile des X470 sind gering. Die Ryzen-Plattform wird jedenfalls noch attraktiver. Letztlich entscheidet der Preis, aber man muss alle Aspekte einrechnen. So liefert AMD bei den Boxed-Prozessoren brauchbare Kühler mit, während jene von Intel nur für die schwächeren Chips genügen. Umgekehrt ist bei Intels LGA1151-CPU's stets eine GPU eingebaut, die Nicht-Spielern das Geld für eine Grafikkarte spart und dann auch die Leistungsaufnahme senkt. Das bekommt man bei AMD nur bei den APU's, sprich bei den Quad-Cores Ryzen 5 2400G und 3 2200G. Für Über-takter mit knappem Budget sind die Ryzens attraktiver, weil AMD die Multiplikatoren nicht beschränkt und man auch kein teures „Z“-Mainboard braucht.

Auf schnellere Quad-Cores von AMD brauchen Sparfüchse nicht zu warten: Die sind schon auf dem Markt, nämlich als Ryzen 5 2400G und 2200G. Diese APU's mit eingebauter Grafik sind jetzt schon billiger als reine CPU-Typen wie Ryzen 3 1300X. Es deutet sich ein Preiskampf bei den Desktop-PC-Prozessoren an. Bleibt zu hoffen, dass endlich auch die DRAM- und SSD-Preise deutlich sinken.

(ciw@ct.de) **ct**

AMD Ryzen: Versionen für AM4-Mainboards

Prozessor	Kerne/SMT	Takt/Turbo	IGP	TDP	Preise Liste	Straße
Ryzen 7 2700X	8 / ✓	3,7 / 4,3 GHz	–	105 W	319 US-\$	320 €
Ryzen 7 2700	8 / ✓	3,2 / 4,1 GHz	–	65 W	289 US-\$	290 €
Ryzen 7 1800X	8 / ✓	3,6 / 4,0 GHz	–	95 W	349 US-\$	285 €
Ryzen 7 1700X	8 / ✓	3,4 / 3,8 GHz	–	95 W	309 US-\$	260 €
Ryzen 7 1700	8 / ✓	3,0 / 3,7 GHz	–	65 W	299 US-\$	255 €
Ryzen 5 2600X	6 / ✓	3,6 / 4,2 GHz	–	95 W	225 US-\$	225 €
Ryzen 5 2600	6 / ✓	3,4 / 3,9 GHz	–	65 W	195 US-\$	195 €
Ryzen 5 1600X	6 / ✓	3,6 / 4,0 GHz	–	95 W	219 US-\$	175 €
Ryzen 5 1600	6 / ✓	3,2 / 3,6 GHz	–	65 W	189 US-\$	160 €
Ryzen 5 2400G	4 / ✓	3,6 / 3,9 GHz	✓	65 W	169 US-\$	145 €
Ryzen 5 1500X	4 / ✓	3,5 / 3,7 GHz	–	65 W	174 US-\$	145 €
Ryzen 5 1400	4 / ✓	3,2 / 3,4 GHz	–	65 W	168 US-\$	130 €
Ryzen 3 2200G	4 / –	3,5 / 3,7 GHz	✓	65 W	99 US-\$	95 €
Ryzen 3 1300X	4 / –	3,5 / 3,7 GHz	–	65 W	129 US-\$	115 €
Ryzen 3 1200	4 / –	3,1 / 3,4 GHz	–	65 W	109 US-\$	85 €
erwartete Prozessoren						
Athlon 200GE	2 / ✓	k. A.	✓	k. A.	k. A.	k. A.
zum Vergleich						
Core i7-8700K	6 / ✓	3,7 / 4,7 GHz	✓	95 W	359 US-\$	335 €
Core i5-8600K	6 / –	3,6 / 4,3 GHz	✓	95 W	257 US-\$	225 €
Core i5-8400	6 / –	2,8 / 4,0 GHz	✓	65 W	182 US-\$	170 €
Core i3-8100	4 / ✓	3,6 / – GHz	✓	65 W	117 US-\$	105 €
Pentium Gold G5500	2 / ✓	3,8 / – GHz	✓	54 W	75 US-\$	85 €
Celeron G4900	2 / –	3,1 / – GHz	✓	54 W	42 US-\$	40 €

Listenpreise von der AMD-Webseite (Processor Pricing) am 18.4.2018; AMD gewährte aber schon zuvor nicht dokumentierte Rabatte.

Anzeige

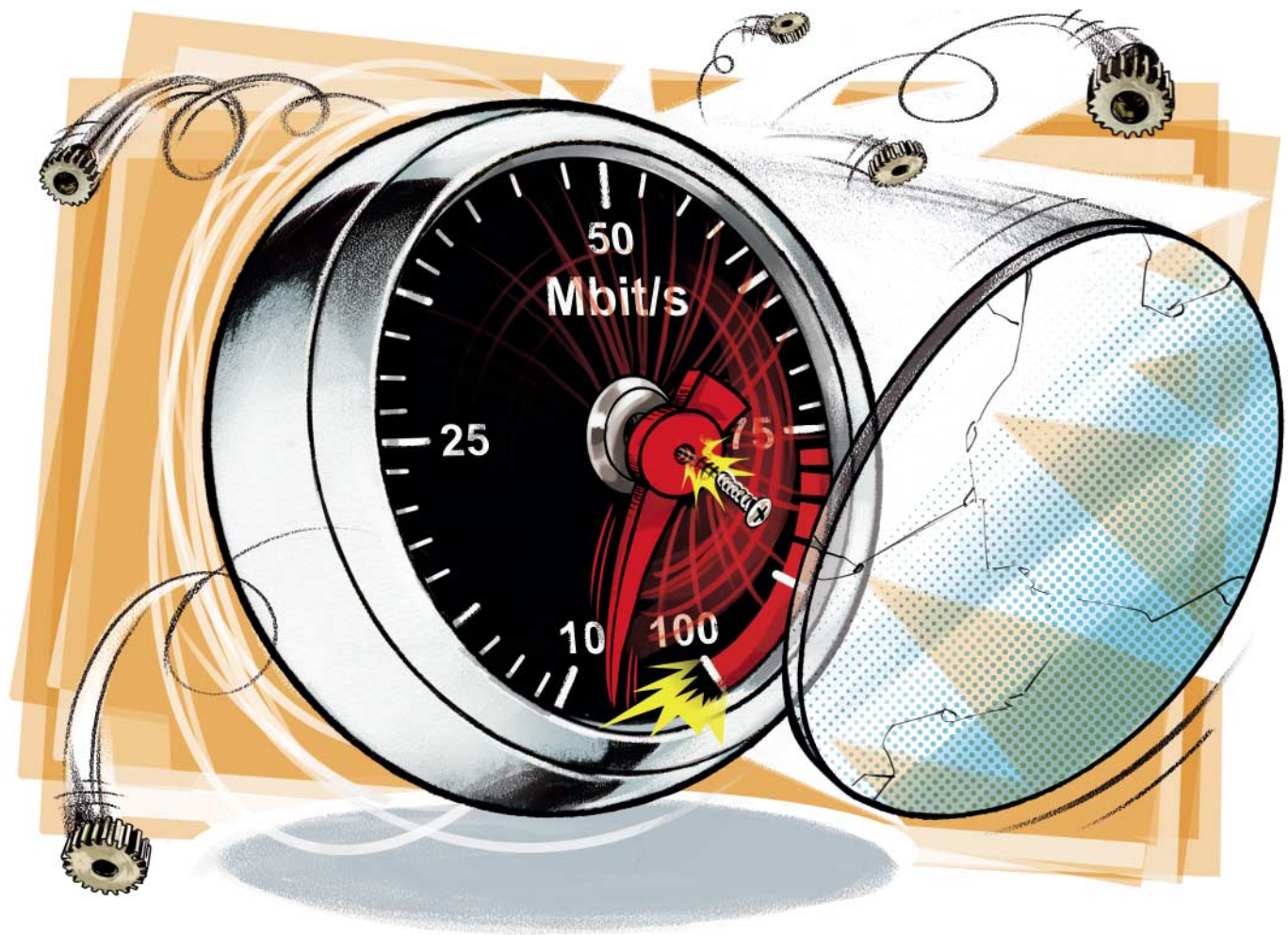


Illustration: Albert Hulm

Schneller ins Netz

Glasfaseranschlüsse: Viel Leistung für relativ wenig Geld

Bei der Zahl der Glasfaseranschlüsse liegt Deutschland im Europavergleich weit abgeschlagen hinten. Nun rollen immer häufiger die Bagger, auf dem Land genauso wie in der Stadt. Die Preise orientieren sich am bisherigen DSL-Markt, schnelle Anschlüsse sind aber oft unverhältnismäßig teuer.

Von Urs Mansmann

Der Umstieg vom über hundert Jahre alten Kupferkabel auf die Glasfaser kommt allmählich in Schwung. In immer mehr Kommunen legen die Provider Glasfaseranschlüsse in Häuser und Wohnungen – FTTH genannt, Fiber to the Home.

Für die Anwender werden damit die Karten neu gemischt. Bisher war die Regel, dass Haushalte mit einem Kupferkabel der Telekom versorgt waren, über das sie die Angebote verschiedener Provider nutzen konnten; die Bundesnetzagentur überwachte die Preise und den Wettbewerb.

Das ändert sich nun. Wenn ein Unternehmen ein Gebäude mit einem Glasfaseranschluss ausstattet, hat es auf die-

sen ein Quasimonopol. Will der Kunde einen Anschluss haben, muss er auf Angebote dieses Unternehmens zurückgreifen. Glasfaseranschlüsse werden zwar auch als Vorleistungsangebote vermarktet, mit dem offenen Wettbewerb im ADSL- und VDSL-Markt auf Kupferkabeln ist das aber nicht zu vergleichen.

Ausnahme bleibt die Deutsche Telekom: Als markbeherrschendes Unternehmen muss der Ex-Monopolist seinen Mitbewerbern regulierte Vorleistungsprodukte anbieten. Freiwillig macht das die Deutsche Glasfaser. Die Nachfrage anderer Unternehmen nach solchen Anschlüssen ist allerdings bislang offenbar gering.

Wenige Ausbaugelände

Die Zahl der mit FTTH erschlossenen Haushalte ist immer noch gering. Die Telekom hatte Ende 2017 erst 700.000 Haushalte angeschlossen, nur rund 100.000 Kunden nutzen bereits einen Glasfaseranschluss. Bei der Deutschen Glasfaser, die vorwiegend im ländlichen Raum unterwegs ist, sind die Zahlen ähnlich: Rund 500.000 möglichen Anschlüssen stehen über 100.000 Kunden gegenüber. Netcologne hat 260.000 Haushalte erschlossen und macht keine Angaben über die Zahl der Kunden. Gemessen an insgesamt rund 40 Millionen Haushalten in der Bundesrepublik dümpelt die Glasfaserquote weiterhin bei unter 2 Prozent. Das FTTH-Geschäft beginnt aber nun offenbar interessant zu werden. Vodafone ist neu eingestiegen und will als erste Stadt Celle bei Hannover mit Glasfaser ausstatten. Weitere Städte sollen folgen. Und auch die anderen Unternehmen bauen in immer schnellerem Takt Ortsnetze mit Glasfaseranschlüssen aus.

Der Hauptgrund für den bislang schleppenden Ausbau ist der hohe Aufwand: Um die Glasfaser bis in die Wohnungen zu verlegen, muss der Provider rund 2000 Euro pro Haushalt investieren. Die Kunden sind aber nicht bereit, für schnelles Internet deutlich mehr als bisher auszugeben. Die mit viel Getöse im Jahre 2012 gestartete Glasfaseroffensive der Deutschen Telekom verlor an Schwung, als sich zeigte, dass das Interesse der Kunden in den Ausbaugeländen an den neuen schnellen Anschlüssen zunächst sehr verhalten war.

Anschlüsse auf Kupferbasis legten in den vergangenen Jahren nochmals kräftig an Leistung zu, VDSL-Anschlüsse mit Vectoring auf 100 MBit/s, Kabelanschlüsse gar auf 500 MBit/s im Downstream. Glasfaseranschlüsse für Privatkunden werden inzwischen zwar mit bis zu 1000 MBit/s angeboten, der tatsächliche Mehrwert für den Kunden ist aber nur dort groß, wo es keine anderen schnellen Angebote per Kupferleitung gibt. Das erklärt auch, warum die Deutsche Glasfaser, die sich beim Ausbau auf ländliche Gebiete konzentriert, bei den versorgten Haushalten eine höhere Anschlussquote erreicht als die Telekom, die bislang eher in Großstädten FTTH ausbaut.

Glasfaser bis zur Wohnung

Der Aufwand für eine Glasfaserverbindung bis zum Router in der Wohnung ist hoch, weil auch die Verkabelung im Ge-

bäude ersetzt werden muss. Bei Einfamilienhäusern ist das ein kleines Problem, bei großen Mehrfamilienhäusern kann das erhebliche Kosten mit sich bringen. Die hausinterne Verkabelung ist obendrein nicht Sache des Glasfaser-Providers, sondern des Hauseigentümers oder der Eigentümergemeinschaft. Die Provider gehen mit diesem Problem unterschiedlich um.

Immobilienbesitzer sind gefordert

Die Telekom, Vodafone und EWE setzen auf FTTH und arbeiten mit den Immobilienbesitzern zusammen, um auch die hausinterne Glasfaserverkabelung zu realisieren. Die Glasfaserkabel werden je nach der individuellen Situation vor Ort innen oder außen über oder unter Putz in die Wohnungen gelegt.

M-Net in München und Umgebung oder Netcologne in Köln hingegen setzen in den meisten Fällen auf die erheblich günstigeren FTTB-Anschlüsse, also Fiber to the Building. Die Glasfaser endet im Keller und ab da geht es über die bestehende Telefonanschlussleitung weiter. Bislang brachte das Telefonkabel die Einschränkung mit sich, dass sich nur wenige hundert MBit/s realisieren ließen. Neue Chipsätze in Netzabschlusspunkten und Modems für den Standard G.fast, der besonders schnelle Verbindungen auf alten Kupferleitungen ermöglicht, schaffen 1 GBit/s, solange die Strecken kurz sind. In Wohnblöcken betragen die Distanzen üblicherweise maximal 30 Meter.

Wenn von außen zusätzlich externe Breitbandanschlüsse ins Haus kommen, die ebenfalls die internen Telefonleitungen nutzen, kann das zu Problemen führen. ADSL und VDSL sind dabei eher unkritisch, weil sie einen vergleichsweise kleinen Frequenzbereich belegen, den die G.fast-Technik aussparen kann. Käme auf dem externen Kupferkabel aber künftig Super-Vectoring oder G.fast mit einem deutlich erweiterten Frequenzumfang zum Einsatz, könnte es zu gegenseitigen Störungen kommen.

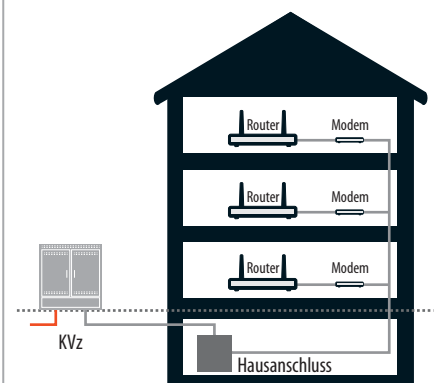
Nebeneffekte für Kabel-TV

Die Glasfaser taugt nicht nur dazu, eine Kommunikation per IP zu ermöglichen, sondern kann auch zusätzliche Signale transportieren. Einige Anbieter speisen zusätzlich ein Kabel-TV-Signal ein. Dabei wird das 860 MHz breite Kabelsignal einfach auf einen Lichtträger aufmoduliert,

beim Kunden demoduliert, auf Kupfer umgesetzt, verstärkt und in ein Koaxialkabel eingespeist. Im Kabelsignal können analoge Sender für TV und Rundfunk sowie digitale TV-Kanäle, verschlüsselt wie unverschlüsselt, enthalten sein.

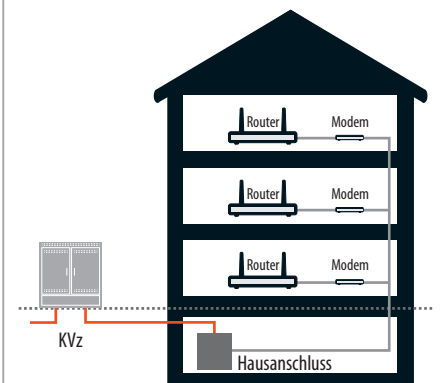
Ein solches Angebot ist besonders interessant für die Wohnungswirtschaft, die Mietern und Eigentümern von jeher

Glasfaserausbau in Stufen



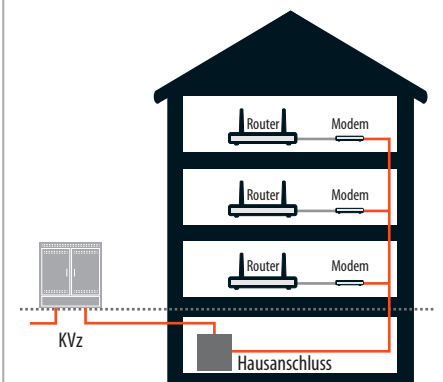
FTTC

Fiber to the Curb/Cabinet
Glasfaser bis zum KVz



FTTB

Fiber to the Building
Glasfaser bis zum Hausanschluss



FTTH

Fiber to the Home
Glasfaser bis in die Wohnung



Endet die Glasfaser im Keller eines Mehrfamilienhauses (FTTB, Fiber to the Building), erfolgt die Versorgung der einzelnen Wohnungen per Telefonleitung.

ein Kabelsignal bereitstellen muss. Kündigt eine Immobiliengesellschaft oder Wohnungsverwaltung ein bestehendes Kabelangebot, führt das womöglich dazu, dass in den Wohnungen bestehende Internet-Anschlüsse und zusätzliche Pay-Angebote per TV-Kabel wegfallen. Je nachdem, welche Alternativen bestehen, kann es also sein, dass der Anschluss an das Glasfasernetz für Mieter und Eigentümer in der Wohnanlage einen Zwangsumstieg auf das Glasfaserangebot bedeutet, sowohl fürs Kabel-TV-Angebot als auch für den Internetzugang.

Gebremster Upstream

Glasfaseranschlüsse müssen nicht unbedingt symmetrische Datenraten im Down- und Upstream bereitstellen. Kommt, wie etwa bei der Telekom, die Technik GPON zum Einsatz, liegt die Datenrate des Upstreams bei nur der Hälfte oder einem Viertel des Downstreams.

Die meisten Glasfaser-Angebote bieten deshalb in Senderichtung deutlich weniger Bandbreite als in Empfangsrichtung. Je höher die gebuchte Datenrate wird, desto größer werden die Unterschiede zwischen den Providern. Beim Spitzen-

produkt mit 1 GBit/s bietet die Deutsche Glasfaser beispielsweise einen Upstream von 500 MBit/s, M-Net hingegen gerade einmal 50 MBit/s. Alle anderen Anbieter mit einem GBit/s-Angebot liegen dazwischen. Bei den Basisangeboten mit 100 bis 150 MBit/s liegt der Upstream üblicherweise bei 40 bis 100 MBit/s, hier tanzt nur der hannoversche Regionalanbieter htp aus der Reihe und bietet nur 10 MBit/s.

Reserven für die Zukunft

Die Bandbreite, die Glasfaseranschlüsse technisch bieten, wird noch lange nicht ausgereizt. Die gleiche Faser, die vor acht Jahren noch für 100-MBit/s-Anschlüsse genutzt wurde, transportiert heute 1 GBit/s und in einigen Jahren möglicherweise 10 GBit/s oder mehr. Letztlich müssen dafür nur die Endgeräte ausgetauscht werden.

Auch im Backbone schlummern noch gewaltige Kapazitätsreserven. Um diese zu heben, müssten die Provider in aktive Komponenten investieren – und das werden sie nur machen, wenn tatsächlich Bedarf besteht. Anhand von Erfahrungswerten und Prognosen wird der Netzausbau geplant und hält mit dem Bedarf meist Schritt, von gelegentlichen Wachstumsschmerzen einmal abgesehen.

Die Kapazitätserweiterung erfolgt schrittweise. Bei den Anbietern M-Net und Netcologne wird die erste Generation der ONT (Optical Network Termination), also der Übergang auf Kupfertechnik, bereits wieder ausgetauscht. Bei Netcologne werden in Kürze neue G.fast-DSLAMs (DSL Access Multiplexer) verfügbar sein,

Schnelle FTTH-Angebote (ab 100 MBit/s, Auswahl)

Anbieter	Deutsche Glasfaser	Deutsche Glasfaser	Deutsche Glasfaser	Deutsche Glasfaser	EWETel	EWETel	EWETel	htp	
Produkt	basic 100	classic 200	premium 500	giga 1000	GIGAglas 150	GIGAglas 300	GIGAglas 1000	Surf&Fon 100000	
URL	deutsche-glasfaser.de/kombipakete	deutsche-glasfaser.de/kombipakete	deutsche-glasfaser.de/kombipakete	deutsche-glasfaser.de/kombipakete	ewe.de/internet	ewe.de/internet	ewe.de/internet	htp.net	
Leistungen									
Datenrate Down-/Upstream	100/100 MBit/s	200/200 MBit/s	500/500 MBit/s	1000/500 MBit/s	150/75 MBit/s	300/150 MBit/s	1000/200 MBit/s	100/10 MBit/s	
Telefonie/Festnetz-Flatrate enthalten	✓/–	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	
Kabel-TV	15 €/Monat	10 €/Monat	5 €/Monat	inklusive	(✓) ¹	(✓) ¹	(✓) ¹	–	
Kosten									
Mindestlaufzeit/Verlängerung/Kündigungsfrist	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/1 Monate	24/12/1 Monate	24/12/1 Monate	24/12/3 Monate ²	
einmalig	220 € Gutschrift	280 € Gutschrift	640 € Gutschrift	640 € Gutschrift	99,99 € Anschlusskosten	140,01 € Gutschrift	99,99 € Anschlusskosten	–	
laufend	44,99 €/Monat	49,99 €/Monat	79,99 €/Monat	159,99 €/Monat	39,99 €/Monat	49,99 €/Monat	199,99 €/Monat	39,95 €/Monat	

¹ teilweise verfügbar

² ohne Vertragslaufzeit mit zwei Wochen Kündigungsfrist zum Monatsende für einmalig 25 €

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

die dann über die Telefonleitung im Haus bis zu 1 GBit/s bei Kabellängen bis zu 30 Metern bereitstellen können. Die alten DSLAMs werden nach Bedarf getauscht, wenn beispielsweise ein Kunde im Haus eine schnelle Leitung bestellt oder wenn ein Gerät defekt ist. Die neuen DSLAMs sind anschluss- und bohrlochkompatibel, lassen sich also von Technikern mit wenigen Handgriffen austauschen. Auch bei M-Net läuft dieser Austausch an.

Kostenfrage

Für den Kunden kosten Glasfaseranschlüsse mit gängigen Datenraten von 50 oder 100 MBit/s unter 50 Euro im Monat. Anschlüsse mit 200 bis 300 MBit/s kosten nur einen geringen Aufpreis. Richtig teuer wird es bei einigen Anbietern dann beim Spitzenprodukt mit 1000 MBit/s; hier sind dann beispielsweise bei EWE Tel 200 Euro im Monat fällig, bei der Deutschen Glasfaser 160 und bei M-Net 150 Euro.

Solche extremen Preise finden sich bei den bundesweit tätigen TK-Konzernen nicht: Die Telekom verlangt für ihr Spitzenprodukt mit 500 MBit/s 70 Euro im Monat, Vodafone für 1000 MBit/s 75 Euro. Dort dürften sich dann auch erheblich mehr Kunden finden, die gleich das Top-Produkt buchen.

Ausbau für Hauseigentümer

In zahlreichen Kommunen sollen in den nächsten Monaten die Bagger rollen. Um möglichst viele Kunden zu gewinnen und den Preis pro Anschluss damit möglichst weit zu drücken, locken viele Unternehmen mit Einstiegsrabatten zur Herstel-

lung des Hausanschlusses. Hauseigentümer sollten eine solche Chance nach Möglichkeit nutzen; billiger wird es wohl nicht mehr. Die Herstellung eines Hausanschlusses bedeutet das Vergraben einer Leitung. Wenn der Bautrupps anrückt und die Straße aufgräbt oder -fräst, wird der Hausanschluss quasi en passant erledigt. Muss man zu einem späteren Zeitpunkt ein weiteres Mal aufgraben, um ein Kabel zu legen, fällt der Aufwand und damit auch der Preis höher aus.

Selbst wenn die Eigentümer oder deren Mieter zurzeit nichts mit einem Glasfaseranschluss anfangen können, ist er für den Wert des Hauses langfristig von

Vorteil. Selbst wer nur DSL-Geschwindigkeit braucht, fährt mit dem Glasfaseranschluss besser: Die Verbindungen sind deutlich stabiler als bei DSL, wo auch bei gutem DSL-Signal hin und wieder die Verbindung abreißt und es einige Minuten dauern kann, bis die Synchronisation wieder steht. Außerdem ist schon durch die höhere Datenrate auf dem Medium die Latenzzeit tendenziell geringer als bei DSL- oder Kabelanschlüssen. Davon profitieren nicht nur Online-Games, sondern alle Anwendungen, die komplexe Anfragen auf einem oder mehreren Servern machen, also auch der Abruf von Webseiten oder E-Mails. (uma@ct.de) **ct**



Bild: Unitymedia

Bei Micro-Trenching wird das Glasfaserkabel in der Asphaltdecke verlegt. Dadurch sinkt der Aufwand für den Ausbau im Vergleich zu konventioneller Verlegung erheblich.

	htp	M-Net	M-Net	M-Net	Telekom	Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone
	Surf&Fon 250000	Surf&Fon-Flat 100	Surf&Fon-Flat 300	Surf&Fon-Flat 1000	Magenta Zuhause L Fiber	Magenta Zuhause Speed XL	Magenta Zuhause Speed XXL	Red Internet&Phone 100 Glasfaser	Red Internet&Phone 500 Glasfaser	Red Internet&Phone 1000 Glasfaser
	htp.net	m-net.de	m-net.de	m-net.de	telekom.de/glasfaser	telekom.de/glasfaser	telekom.de/glasfaser	zuhaueplus.vodafone.de/gigaspeed	zuhaueplus.vodafone.de/gigaspeed	zuhaueplus.vodafone.de/gigaspeed
	250/50 MBit/s	100/40 MBit/s	300/50 MBit/s	1000/50 MBit/s	100/50 MBit/s	200/100 MBit/s	500/250 MBit/s	100/40 MBit/s	500/150 MBit/s	1000/250 MBit/s
	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
	—	(✓) ¹	(✓) ¹	(✓) ¹	—	—	—	—	—	—
	24/12/3 Monate ²	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate	24/12/3 Monate
	—	150 € Gutschrift	60 € Gutschrift	—	190,05 € Gutschrift	190,05 € Gutschrift	190,05 € Gutschrift	49,99 € Anschlusskosten	70,01 € Gutschrift	370,01 € Gutschrift
	44,95 €/Monat	44,90 €/Monat	69,90 €	149,90 €	44,95 €/Monat	49,95 €/Monat	69,95 €/Monat	39,99 €/Monat	49,99 €/Monat	74,99 €/Monat



Bild: Albert Hulm

Eine IDE, sie zu knechten

Apps gleichzeitig für Android und iOS entwickeln

Crossplattform-Entwicklungssysteme erzeugen Anwendungen, die auf verschiedenen Betriebssystemen gleichermaßen nutzbar sind. Das erweitert nicht nur die Zahl der potenziellen Nutzer, sondern rüstet Apps auch für zukünftige Umwälzungen. Dieser Artikel stellt einige Entwicklungsumgebungen vor, von kostenlos bis teamfähig teuer.

Von Tam Hanna

Kernighan und Richie postulierten zwar in ihrem Standardwerk zu C, dass ein „sauber“ aufgebautes C-Programm auf verschiedenen Plattformen ohne große Modifikationen kompilierbar ist, aber ganz so einfach ist es dann doch nicht. Schnell war klar, dass ein Framework nötig ist, eine Abstraktionsschicht zum Kapseln der Eigenheiten der Betriebssysteme und GUIs.

Diese Frameworks müssen im Mobilbereich ob der häufigeren Wechsel der dominierenden Systeme – Palm OS, Symbian, Blackberry, Windows CE/Mobile,

Android, iOS – und ob der wachsenden Fähigkeiten der Smartphones flexibler sein als für Desktops mit der Jahrzehnte alten Dominanz von Windows. Zudem bekommen Webanwendungen als weitere Plattform eine zunehmende Bedeutung. Wir werfen einen Blick auf Qt, RAD Studio von Embarcadero, Microsofts Xamarin für .Net, Adobe PhoneGap und seinen Open-Source-Kollegen Cordova, Telerik NativeScript, Facebook React Native, NS Basic und Unity. Googles Neuerscheinung Flutter stellen wir in einem künftigen Artikel vor.

Eine Hoffnung erfüllt keines dieser Crossplattform-Frameworks: Sie ersparen den Entwicklern nicht ganz, sich mit dem Host-Betriebssystem auseinanderzusetzen. Wenn nicht wenigstens einer im Entwicklerteam versteht, wie Android und iOS funktionieren, wenn niemand zumindest grundlegend mit der nativen Toolchain umgehen kann, wird das Projekt im Laufe der Entwicklung über kurz oder lang mit Karacho gegen eine Wand donnern.

Ein Beispiel dafür sind die Manifest-Dateien, in denen unter anderem Details zur Rechtevergabe stecken. Die Crossplattform-Tools erzeugen zwar brauchbare Varianten, aber in der Praxis führen speziellere Anforderungen immer wieder zu nicht lauffähigen Programmen. Nur wer das Sicherheitsmodell des jeweiligen Betriebssystems kennt, kann die Fehlermeldungen auswerten. Aber auch die Human Interface Design Guidelines, in denen die Betriebssystem-Entwickler darlegen, was sie sich beim Design des GUI-Stacks gedacht haben, sind einen Blick wert.

Mit Brachialgewalt

Wirkliche Popularität erreichte die Crossplattform-Entwicklung dank Nokia. Die Finnen hatten einst eine ganze Reihe von zu unterstützenden Betriebssystemen angesammelt: das als „abzuschließend“ markierte Java-basierte Series 40, Symbian, ein neues C++-basiertes Low-End-Betriebssystem, und Maemo oder später MeeGo für High-End-Geräte. Entwickler mussten nun ihr geistiges Eigentum im schlimmsten Fall viermal neu entwickeln – man kann sich die Begeisterungstürme vorstellen. Zur Entschärfung dieser Problematik erwarb Nokia das hinter dem Crossplattform-Klassiker Qt stehende Unternehmen TrollTech.

Qt zeigt einige sehr interessante Aspekte von Crossplattform-Tools auf. Zur Laufzeit ist eine Qt-Applikation eine native App, die sich von einer normalen – also mit der Toolchain des Betriebssystem-Anbieters entwickelten – App nur dadurch unterscheidet, dass sie eine Gruppe zusätzlicher Bibliotheken mitbringt. Der Entwickler erzeugt seinen Code dabei unter Nutzung der Qt-Bibliotheken, die eine Abstraktionsschicht darstellen und diverse Komfortfunktionen bereitstellen.

Qt ist nicht nur aufgrund der umfangreichen Bibliothek interessant, die so ziemlich alle Einsatzzwecke von Netz-

werkprogrammierung bis XML abdeckt. Zudem bringt Qt eine Vielzahl von Spracherweiterungen mit, die das Design robusterer Applikationen erleichtern, etwa das Signal-Slot-System, das die Koppelung reduziert.

Um einen normalen C++-Compiler nutzen zu können, verwendet Qt einen Trick, nämlich eine Meta-Kompilierung, die aus einer Art Parser namens Moc besteht. Er analysiert das vom Entwickler geschriebene C++ und ersetzt proprietäre Elemente durch automatisch generierten Code. Als Lohn dieser Mühen entsteht standardkonformer Code, den Qt von der Toolchain des jeweiligen Betriebssystems in eine native Applikation umwandeln lässt.

Derartige „Transpilationsumgebungen“ haben den zusätzlichen Vorteil, dass Entwickler mit geringem Aufwand native Zellen einfügen können. Sie reduzieren natürlich die Portabilität des Gesamtprogramms, sodass man sie sinnvollerweise per Präprozessor oder konditioneller Kompilierung nur für unterstützte Plattformen einblendet.

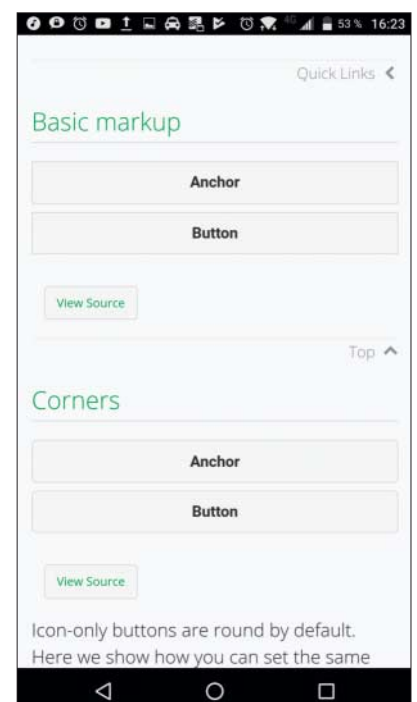
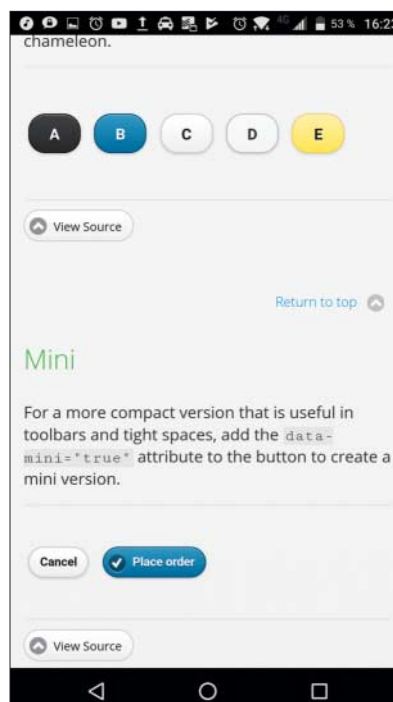
Interpretation zur Laufzeit

Klassische Programmiersprachen werden kompiliert und liegen dann in Form von Maschinensprache vor. So nutzen sie die Ressourcen der Zielplattform maximal –

Entwickler müssen aber für jede Hardwarearchitektur ein eigenes Kompilat anbieten. Problematisch war das beispielsweise in der Anfangszeit von Microsofts Mobilbetriebssystemen, denn Redmond unterstützte ARM-, MIPS-, und SH3-Prozessoren. Entwickler mussten nicht nur drei Kompilate bereitstellen, sondern sich auch mit Nutzern auseinandersetzen, die versehentlich ein inkompatibles Kompilat installiert haben.

Ein Weg zur Entschärfung sind interpretierende Programmiersprachen, etwa der Klassiker BASIC. Hier führt zur Laufzeit ein Interpretationsprogramm den Code aus. Das Anpassen an neue Architekturen beschränkt sich dann im Allgemeinen darauf, den Interpreter zu portieren – der Programmcode muss nicht wesentlich modifiziert werden.

Auch Java arbeitet so, ergänzt um einen Zwischenschritt: Weiterhin wählt sich ein Compiler durch den Programmcode, er erzeugt nun aber einen maschinenunabhängigen Zwischencode. So fällt auch die Bindung an Java, denn den Zwischencode können auch Compiler anderer Programmiersprachen erzeugen. Moderne Zwischencode-Runtimes sind keine reinen Interpreter, sondern optimieren den Code und übersetzen ihn per Just-in-Time-Compiler (JIT) ganz oder teilweise in Maschinencode.



Die markanten blauen und grünen Knöpfe von jQuery Mobile wurden in neueren Versionen durch neutralere Widgets ersetzt.

Doch das funktioniert alles nur leidlich. Das vom Java-Erfinder Sun beworbene „Write Once Run Anywhere“ wurde im Mobilbereich in „Write Once Debug Anywhere“ verballhornt. Die Ursache dafür war unter anderem die Eigenheit der Hersteller, die diversen Java-Spezifikationen auf sehr proprietäre Art und Weise auszulegen. Ein weiterer Nachteil ist, dass es wesentlich schwieriger ist, native Inseln einzubinden.

Letztlich setzte sich die von Sun eingeführte Trennung von Runtime und Entwicklercode nicht durch, um im Mobilbereich betriebssystemübergreifend zu entwickeln – das gelang Java nur am Desktop und auf manchen Prozessrechnern. Android hat zwar auch einen Java-Unterbau, aber nur zur Unterstützung verschiedener Prozessorarchitekturen.

Etwas anders geht Microsoft vor: .Net beziehungsweise Xamarin nutzt ebenfalls eine Zwischencode-Architektur, fasst aber Runtime und Zwischencode-Kompilat in einer monolithischen App zusammen, die dann in den Stores landet. Das mindert Kompatibilitätsprobleme und erlaubt das einfachere Einbinden von nativen Inseln.

Das Web im Mittelpunkt

Inzwischen laufen immer mehr auf JavaScript basierende Ausführungsumgebungen wie PhoneGap oder Facebooks React Native den Java- und .Net-Frameworks den Rang ab – komfortabel vor allem für Entwickler, die sowieso Webapps schreiben

müssen. Die Ursache für diesen Erfolg ist die universelle Verfügbarkeit von Webbrowsern.

Praktisch jedes Mobil- und Embedded-Betriebssystem hat einen umfangreichen Browser, und weil so gut wie jede Webseite mindestens ein JavaScript-Framework lädt, müssen diese Browser eine JavaScript-VM mitbringen. Diese Browser stellen die Betriebssysteme den Apps zur Benutzung bereit – in Form eines WebView genannten Steuerelements, das sich in die Bedienoberfläche der App integriert. So bekommt jede App Zugriff auf einen JavaScript-Interpreter.

Das später von Adobe aufgekaufte Unternehmen Nitobi nutzt diese Technik zur Realisierung des portablen Frameworks PhoneGap beziehungsweise des quelloffenen Grundprojekts Cordova. Damit erzeugte Apps sind aus Sicht des Betriebssystems nativ. Sie bestehen aus einer WebView und einigen Ressourcen – die das eigentliche Programm als JavaScript-Code enthalten. Der Mehrwert des Frameworks besteht in diversen Werkzeugen, die den vom Entwickler erzeugten Code und die WebView-Steuerung zusammenfassen, kompilieren und in ein über einen App Store verbreitbares Format bringen. PhoneGap bietet darüber hinaus diverse Cloud-Dienste und einen in so gut wie allen Anwendungsfällen kostenpflichtigen Buildserver an, der iOS-Apps ohne Mac kompiliert.

WebViews führen zu drei Problemen: Erstens ist die Performance nicht immer

optimal. Zweitens ist es schwer bis unmöglich, native Steuerelemente einzusetzen. Das ist insofern verkräftbar, als dass sich unter PhoneGap das jQuery UI als Standard etabliert hat, das den Nutzern von unzähligen anderen Apps bekannt sein dürfte. Schwerer mag das dritte Problem wiegen: das Einbinden von nativen Code-Inseln. Zwar bieten WebViews eine Möglichkeit, proprietäre JavaScript-Funktionen einzuschreiben, aber in der Praxis ist das alles andere als einfach.

Mit Dampf

Die zweite Generation von JavaScript-Frameworks findet eine andere Lösung für diese Nachteile. NativeScript und React Native kombinieren PhoneGap mit eigenen Runtimes auf Basis von Googles V8-JavaScript-Engine, die mittlerweile so extrem optimiert ist, dass sie mehr als genug Performance bietet.

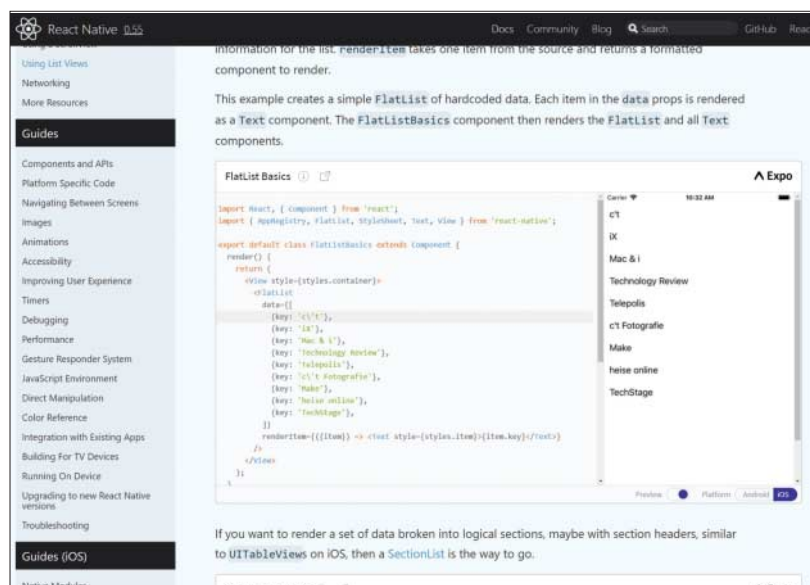
Die Hersteller statten sie mit „Stubs“ aus, die dem Code die direkte Interaktion mit dem Betriebssystem ermöglichen. Das Nutzer-Interface entsteht nicht mehr in einer WebView, sondern die Runtime-Engine baut es zur Laufzeit aus nativen Steuerelementen auf. Die Apps sehen also wieder so aus wie von der jeweiligen Plattform gewohnt. Zudem stehen Schnittstellen zum Einbinden von nativem Code bereit.

Schwierig an dieser Lösung ist, die verschiedenen Bedienphilosophien der unterstützten Plattformen unter einen Hut zu bekommen. Dem begegnen die Frameworks durch hauseigene Metasprachen, in denen der Entwickler seine Bedienschnittstelle spezifiziert: NativeScript setzt auf einen XML-Dialekt, React Native auf JSX. In beiden Fällen kann man auch dynamische GUIs durch DOM-Transaktionen realisieren, was allerdings in Arbeit ausartet.

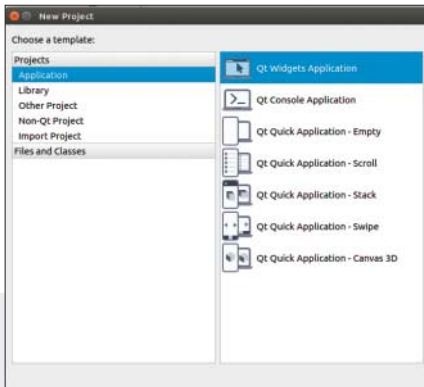
Lohnt es sich?

Für 3D-Spiele bieten diese Frameworks trotz aller Optimierungen und JIT-Kompiler zu wenig Performance. Die Entwicklung einer eigenen Spiele-Engine ist für normale Unternehmen wirtschaftlich nicht mehr tragbar. Hier hilft die Gaming-Engine Unity, die quasi nebenbei die Crossplattform-Tauglichkeit mitbringt.

Andersherum mag es für kleinere Portabilitäts-Projekte effizienter sein, nicht die ganze App in ein Framework zu pressen, sondern eine eigene kleine Lösung auf die Beine zu stellen. Diese implementiert man dann in C und bindet sie über die nativen



Die Dokumentation der Frameworks fallen im Allgemeinen umfangreich aus. Bei ReactNative probiert man Code beispielsweise direkt in einem funktionsfähigen Emulator.

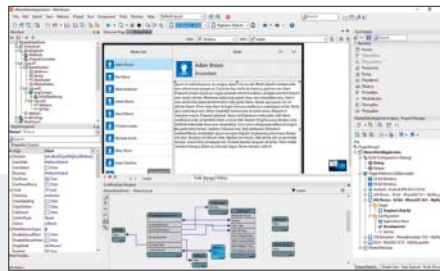


Qt

Qt ist die „ständige Vertretung“ der C++-Frameworks. Code wird von einem als Moc bezeichneten Compiler verarbeitet, bevor er vom nativen Compiler der jeweiligen Plattform fertiggestellt wird. Der Lohn dieser Mühen ist erstens die hohe Performance der resultierenden Applikation, zweitens die exzellente C++-Integration. Für Entwickler heißt dies, dass sich native APIs mit sehr geringem oder geradezu minimalem Aufwand integrieren lassen. Ein weiterer Vorteil ist der immense Umfang der beiliegenden Standardbibliotheken. Zudem ist Qt extrem breit aufgestellt. Es gibt kaum ein Crossplattform-Framework, das so viele Plattformen unterstützt und das zudem – im Großen und Ganzen – quelloffen ist.

Andererseits hat Qt auch seine Eigenheiten. Erstens führt das Zusammenführen von C++ und dem als QML bezeichneten hauseigenen JavaScript-GUI-Stack stellenweise zu Inkonsistenzen, die dadurch noch verstärkt werden, dass es zwei komplett verschiedene Herangehensweisen an die Programmierung grafischer Benutzeroberflächen gibt. Ein weiterer Nachteil ist die etwas haarige Lizenzierung: Manche Komponenten sind quelloffen, während manche nur gegen Bezahlung zur Verfügung stehen. Die Qt Company hat zudem das Indie-Programm beendet, das Framework ist mittlerweile also durchaus teuer.

Bei der Integration von Plug-ins müssen Sie zudem darauf achten, dass der Qt-Weg zur Realisierung von Benutzeroberflächen im Allgemeinen auf OpenGL basiert. Die gesamten Steuerelemente werden also in einen Puffer gerendert, der danach am Bildschirm erscheint. Das erschwert das Einbinden nativer Steuerelemente erheblich.



Embarcadero RAD Studio

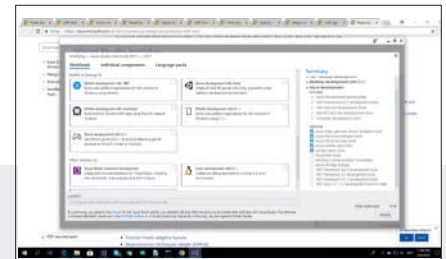
Der Niedergang des einst marktführenden Unternehmens Borland beschäftigt Informatiker seit Jahr und Tag. So widmet das Buch „In Search of Stupidity“ von Merrill R. Chapman dem Unternehmen ein ganzes Kapitel.

Außer Frage steht, dass Borlands mittlerweile unter dem Namen Embarcadero firmierende Entwicklersparte nach wie vor lebendig ist und mit RAD Studio einen One-Stop-Shop aus Entwicklungsumgebung, Cloud-Dienst, Datenbank & Co. anbietet. Das Produkt ist allerdings alles andere als preiswert.

Die Lösungen kommen aus einer Hand und sind dementsprechend gut integriert. So finden sich beispielsweise diverse Assistenten, die häufige Aufgaben automatisieren. Dieser proprietäre Ansatz ist allerdings auch ein erheblicher Nachteil. Geht das Unternehmen unter, so können Sie als Entwickler nur traurig schauen und Ihr geistiges Eigentum entsorgen – der Ausfall von Cloud-Diensten hat in der Vergangenheit mehr als nur ein Produkt vorzeitig beerdigt.

Zudem ist die IDE extrem eigenwillig und bringt zwei GUI-Stacks mit, die sich völlig unterschiedlich verhalten. Daher kann es schwierig sein, Entwickler zu finden: Insbesondere Delphi wird mittlerweile sogar im allgemein systemtechnikverliebten Osteuropa durch andere Programmierungsumgebungen abgelöst, der C++-Dialekt von Borland ist ebenfalls ungewöhnlich.

Die Unterstützung für Linux fällt derzeit geradezu dramatisch schlecht aus. Wer FireMonkey-Applikationen unter Linux ausführen möchte, muss ein in Ulan Ude entwickeltes Produkt zukaufen. Das funktioniert momentan nur mit Delphi, weil der C++-Compiler unter Linux derzeit nur Kommandozeilenapplikationen erstellt.



Microsoft .Net / Xamarin

Microsoft ist offenbar wirklich daran interessiert, das .Net-Framework im Crossplattform-Bereich zu etablieren. So kaufte man vor einiger Zeit Xamarin auf und integrierte es anfangs mehr schlecht als recht in Visual Studio.

Mittlerweile sind die Startschwierigkeiten behoben: Dank des bekannten API und der Unterstützung von C# und Visual Basic dürfte es kein Problem sein, existierende Inhalte umzusetzen und neue Entwickler zu finden.

Ein weiterer Vorteil des großen Ökosystems ist die Verfügbarkeit von leistungsstarken Cloud-Services. Microsoft hat früh festgestellt, dass sich mit Azure viel Geld verdienen lässt, ohne sich mit Aktivierung & Co. schlechte Presse einzuhandeln. Die hauseigenen Services sind erstklassig integriert. Zudem ist die Benutzeroberflächen-Beschreibung in XAML sehr komfortabel, auch wenn es immer wieder Wahnsinnige gibt, die immens komplizierte Strukturen realisieren.

Ein Blick in das Repository NuGet dämpft die Euphorie ein wenig. Es enthält zwar eine geradezu unglaubliche Menge an Bibliotheken, die sich zudem sehr komfortabel integrieren lassen. Leider zeigt sich dabei ein Problem des .Net-Frameworks: Die Ausführungsumgebung mag zwar überall den gleichen Namen haben, ist aber auf den verschiedenen Betriebssystemen stark fragmentiert, was beim Deployment von Bibliotheken mitunter für Ärger sorgt. Zudem ist .Net-Code per Definition „managed“, hat also im Vergleich zu C++ & Co. eine etwas geringere Performance. Zu guter Letzt muss noch darauf hingewiesen werden, dass die Unterstützung von Linux eher schwach ist: Mono kann, muss man aber nicht mögen.



Adobe PhoneGap

Das von Nitobi entwickelte und von Adobe aufgekaufte Framework PhoneGap nutzt das quelloffene Mozilla Cordova. Es gilt als erstes JavaScript-Framework. Für jede Plattform steht ein nativer Kern zur Verfügung, der WebView, Container, Parser und einige weitere Tools bereitstellt. Die PhoneGap-Kommandozeilenapplikation nutzt dann die diversen nativen Toolchains, um diesen Wrapper mit dem vom Entwickler zu schreibenden Web-Inhalt zu verdrahten und schließlich ein komplett natives Programm auszustossen.

Dank einer Plug-in-API ist es – wenn auch in streng eingeschränktem Maße – möglich, auf native APIs der jeweiligen Hostplattform zuzugreifen. Neben dem Wrapper bringt PhoneGap auch noch eine Gruppe von APIs mit, die einen – nicht allzu detaillierten – Zugriff auf Hardwaremodule wie Kompass und Beschleunigungsmesser ermöglichen.

Der wichtigste Nachteil ist, dass das Framework selbst keinerlei Möglichkeiten zur Gestaltung grafischer Bedienschnittstellen mitbringt. Im Laufe der letzten Jahre hat sich jQuery Mobile als Quasistandard etabliert, sodass PhoneGap-Apps immerhin nicht ganz ungewöhnlich aussehen.

Auf der Haben-Seite steht die immens weite Verbreitung. Es gibt kaum eine Fachhochschule, die das Produkt nicht zumindest peripher erwähnt. Zudem gibt es ob der weiten Verbreitung mittlerweile den einen oder anderen Drittanbieter, der sich auf die Erzeugung von Plug-ins spezialisiert hat, die beispielsweise den Zugriff auf WebSockets und andere Nettigkeiten ermöglichen.



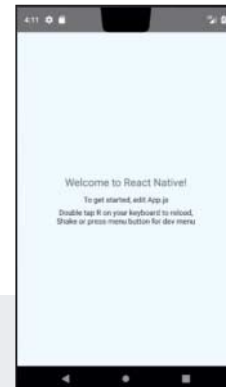
Telerik NativeScript

Das bulgarische Consulting-Unternehmen Telerik bietet die JavaScript-Ausführungsumgebung NativeScript für das mobile Einsatzfeld an. Der Code läuft nicht in einer WebView, sondern in einer Runtime, die von den Telerik-Ingenieuren zur Interaktion mit dem zugrundeliegenden Betriebssystem befähigt wurde.

Daher können Sie auf die nativen Steuerelemente des GUI-Stacks der jeweiligen Plattform zurückgreifen. NativeScript bietet zudem – zur Reduktion des Portierungsaufwands – die Möglichkeit, die Bedienschnittstelle in einer an XML angelehnten Sprache zu beschreiben. Die Laufzeitumgebung erzeugt daraus eine Widget-Struktur. Eine gut gemachte NativeScript-Applikation unterscheidet sich daher nicht wesentlich von einer komplett nativen und lässt sich zudem automatisch zwischen Android und iOS portieren.

Der größte Vorteil NativeScripts ist der finanzstarke Vater, der – anders als der React-Native-Geldgeber Facebook – im Großen und Ganzen ausschließlich von Dienstleistungen für Entwickler lebt. Das früher anzutreffende Bestreben des Anbieters, eigene Dienste zu verkaufen, hat sich mittlerweile insofern reduziert, als dass die komfortable Cloud-basierte IDE zum Mai 2018 abgekündigt wurde. An ihre Stelle tritt eine kommandozeilenbasierte Toolchain, die ihre Arbeit mit Microsofts kostenlosem Visual Studio Core bewerkstelligt.

Zudem gibt es das Desktop-Programm Sidekick, das die einst angebotene Cloud-Kompilation abstrahiert und Projektskelette generiert. Wer Sidekick in der Cloud kompilieren lässt, kommt auch ohne Mac an iOS-App, muss dann aber seinen Code an Telerik schicken.

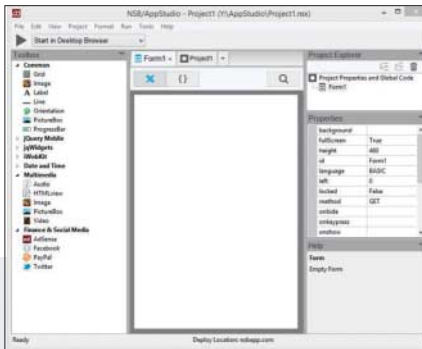


Facebook React Native

NativeScript basiert auf Kendo UI, einem JavaScript-GUI-Stack, der sich seit jeher in Angular.JS integrierte. Bei Facebook war man – anfangs im Web-Bereich – von Angular.JS unter anderem wegen dessen vergleichsweise hoher Komplexität und entsprechend geringer Performance nicht sonderlich begeistert und implementierte mit React eine Art Anti-System. React Native setzt das Mobilbereich fort.

Vom Konzept her sind React Native und NativeScript ähnlich: Auch React Native nutzt einen aufgetunten JavaScript-Interpreter, der den Programmcode mit der nativen Logik verdrahtet. Während Telerik konsequent auf Crossplattform-Programmierung setzt, ist bei React Native eine hohe Performance das ultimative Ziel. Daraus ergeben sich einige Unterschiede: erstens eigenwillige Render-Funktionen, die als JSX bezeichnetes Mark-up zur Beschreibung der Bedienschnittstelle verlangen. Diesen Code erstellen die Entwickler normalerweise von Hand, denn ein komfortabler grafischer Editor fehlt. Zudem ist das Programmierparadigma gewöhnungsbedürftig, wenn man sich nicht mit React auskennt.

Ein Vorteil ist, dass das Erzeugen von Plug-ins mit nativem Code vergleichsweise angenehm von der Hand geht. Da man sowieso auf Kommandozeilenebene arbeitet und die nativen Toolchains installiert haben muss, ist es nur ein kleiner Umweg, bis das jeweilige native Element in der App erscheint. Andererseits ist die Einrichtung von Compiler & Co. eine Aufgabe, die den durchschnittlichen Webentwickler durchaus abschrecken könnte. Ein weiterer Vorteil gegenüber NativeScript ist die wesentlich größere Community, zumindest gemessen an den Commits in GitHub.



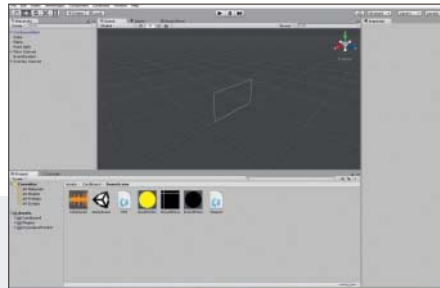
NS Basic

Mit Aufkommen der Web-Technologien hat das Unternehmen die schon zu Zeiten des Apple Newton vertriebene Ausführungsumgebung in Rente geschickt und durch einen JavaScript-Runner ersetzt. Apps werden mit einem an PhoneGap erinnernden Verfahren verpackt und funktionieren offline. Zudem gibt es den eigenen Cloud-Service Volt, der das Hosten von Applikationen erlaubt – allerdings fehlen fortgeschrittene Cloudfunktionen wie Datenbanken.

Die Programmiersprache selbst ist konzeptionell an Visual Basic 6 angelehnt. Formulare entwerfen Sie in einem XAML-freien, vollgrafischen Editor. Im nächsten Schritt errichten Sie im Code Behind die benötigten Event-Handler, Klassen und übrigen Code-Teile – inzwischen nicht nur im hauseigenen Basic-Dialekt, sondern wahlweise auch in JavaScript, sogar beliebig gemischt in einem Projekt.

Dank der JavaScript-Runtime lassen sich JavaScript-Bibliotheken mit mehr oder weniger großem Aufwand einbinden. Das zeigt sich beispielsweise im GUI-Stack, der Widgets aus Bootstrap, jQuery Mobile und jqWidgets anbietet. Allerdings fehlt ein Weg, nativen Code zur Ausführung zu bringen.

Bei der Plattformabdeckung ist NS Basic vorbildlich, nur die Apple Watch fehlt. Der Support ist Weltklasse, das Entwicklerteam – aus persönlicher Erfahrung des Autors – immens erfahren. Beachten Sie, dass NS Basic im arabischen Raum dank weitreichender Kooperation mit der Regierung Saudi-Arabiens verbreitet ist. Dies kann aus Sicht von Kunden problematisch sein, die dem erzkonservativen Wahhabismus kritisch gegenüberstehen.



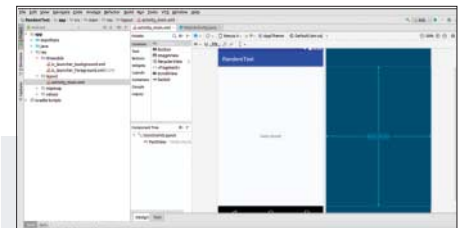
Unity

Unity ist der Quasistandard der Spieleprogrammierung, der so gut wie alle Selbstentwicklungen von Engines ökonomisch untragbar gemacht hat. Das Produkt ist Crossplattform-fähig, ein in Unity entwickeltes Spiel läuft auf so gut wie allen Plattformen. Der wichtigste Vorteil liegt auf der Hand: Wer die Engine zukaft, kann die freigewordene mentale Energie in die Verbesserung des Spielkonzepts investieren. Besonders für kleine Entwickler ist dies ratsam, da man Materialschlachten mit Ubisoft, Electronic Arts & Co. nicht übersteht.

Der API-Umfang ist beeindruckend und deckt alles ab, was ein Spieleprogrammierer braucht. Kompetentes Personal ist überall zu bekommen und kostet vergleichsweise wenig. Ob der weiten Verbreitung gibt es einen Asset-Store, in dem Sie von der Grafik bis zum Musikstück so gut wie alles finden. Eine Vielzahl von Anbietern von Produkten im Spielbereich offerieren ihre Lösungen zudem in Form von Erweiterungen für Unity. Im VR-Bereich hat sich die Engine als Standard etabliert.

Auf der Soll-Seite steht erstens die Abhängigkeit von einem Einzelunternehmen. Die Engine ist nicht quelloffen, weshalb Sie auf Gedeih und Verderb vom wirtschaftlichen Erfolg der (ökonomisch gesunden) Firma Unity abhängig sind.

Nachteil zwei ist die mehr als eigenwillige IDE: Ein Spiel entsteht in Form einer Gruppe von Szenen, die grafisch zusammengestellt werden und erst später über verschiedene Programmiersprachen Intelligenz eingefügt bekommen. Für die Erzeugung klassischer Business-Applikationen ist das Produkt daher ungeeignet. Wer eine Tabellenkalkulation mit Unity zu realisieren sucht, befindet sich auf dem Weg der Sünde.

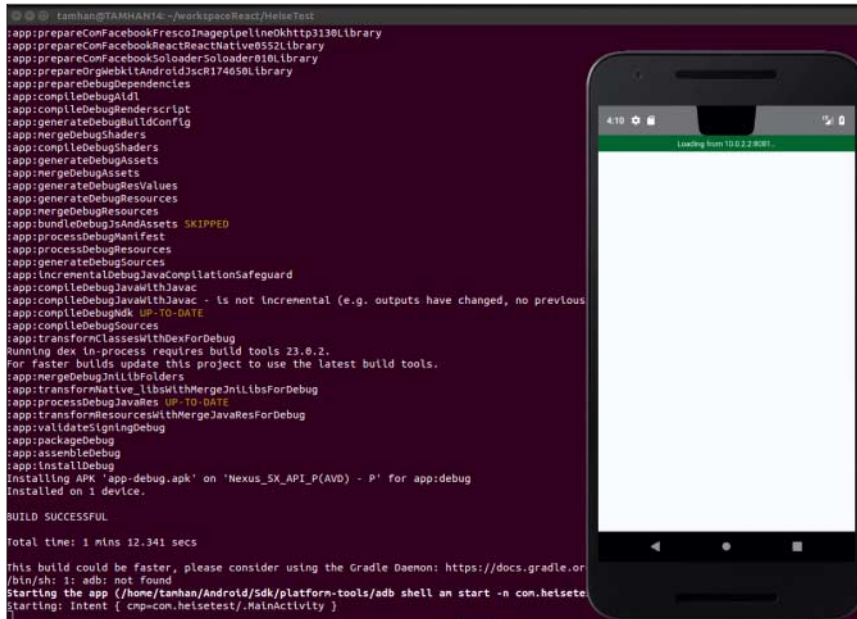


Apples und Googles native Lösung

Auch wenn es in einem Artikel zu Crossplattform-Programmierung exotisch erscheint: Die native Programmierungsumgebung der jeweiligen Plattform sollte nicht unter den Tisch fallen. Es wäre unwahrscheinlich, wenn Apple, Google & Co. mit eigenen Werkzeugen erzeugte Apps in ihren Stores nicht besser bewerten als jene von Drittanbieter-Tools.

Jede native Entwicklungsumgebung bedeutet dabei eigenen Aufwand, der aber im Allgemeinen zum optimalen Ergebnis führt, also zu Apps, die so klein und performant wie möglich sind. Zudem lassen sich die vollständigen Funktionen des Betriebssystems besser nutzen – schon deshalb, weil Dritthersteller zum Einbauen neuer Features Zeit brauchen. Auch gelingt die Integration von Drittanbieter-Produkten einfacher und schneller: Werbeanzeigen-Anzeiger, die SDKs von sozialen Netzwerken und andere Netigkeiten werden als Android- und iOS-spezifische Bibliotheken angeboten, bevor die jeweiligen Lieferanten auch nur daran denken, eine Version für die verschiedenen Crossplattform-Entwicklungssysteme bereitzustellen.

Allerdings verbinden Sie durch die Arbeit mit der nativen IDE Ihr geistiges Eigentum untrennbar mit der jeweiligen Plattform des Anbieters. Wer seinerzeit ein natives Symbian-Programm entwickelt hatte, musste umschreiben. Dass sich diese Aufgabe durch eine intelligente Applikationsarchitektur im Umfang reduzieren lässt, steht auf einem anderen Blatt. Trotzdem sei davor gewarnt, die Dominanz von Android und iOS als unveränderbar anzunehmen – dies dachte man sich auch schon zur Zeit des Palm Ilc.



Kommandozeilen sind nicht jedermanns Sache, aber bei vielen Produkten aus dem Webumfeld erforderlich.

Schnittstellen direkt in die plattformspezifischen Entwicklungsumgebungen ein.

Ein Vorteil von Crossplattform-Programmiersystemen liegt darin, dass sie Ihren Code gegen das Aufkommen und Untergehen von Betriebssystemen absichern. Zweitens erleichtern die Frameworks die von Kapitalgebern gerne geforderte Unterstützung von Android und iOS aus einer Codebasis.

Doch mitunter treibt man den Teufel mit dem Beelzebub aus. Statt vom Hersteller des Betriebssystems sind Sie dann von dem des Frameworks abhängig. Wer beispielsweise auf Embarcadero setzt, würde mehr als dümmlich schauen, wenn dort das vom Exvorstand begonnene Zer-

störungswerk fortgesetzt und die Firma in den Boden gebohrt würde. Das gilt auch für Googles neues Android- und iOS-Framework Flutter, das noch zu neu ist für eine umfassende Beurteilung. Mehr dazu nach der Google I/O Anfang Mai.

Diese Abhängigkeit mindern Sie mit den quelloffenen Produkten. Eine besondere Rolle nimmt hierbei Qt ein, das über eine Stiftung gegen das Untergehen des Anbieters gesichert wurde.

Grenzen der Umsetzung

Im nächsten Schritt müssen Sie evaluieren, ob das Framework zur Bewältigung Ihrer Aufgabe geeignet ist. Bei klassischen Business-Apps ist dies im Allgemeinen

problemlos gegeben. Auch spielt die Performance in Zeiten von Telefonen mit Achtkern-Prozessoren erfreulicherweise – außer bei 3D-Anwendungen – meist eine untergeordnete Rolle.

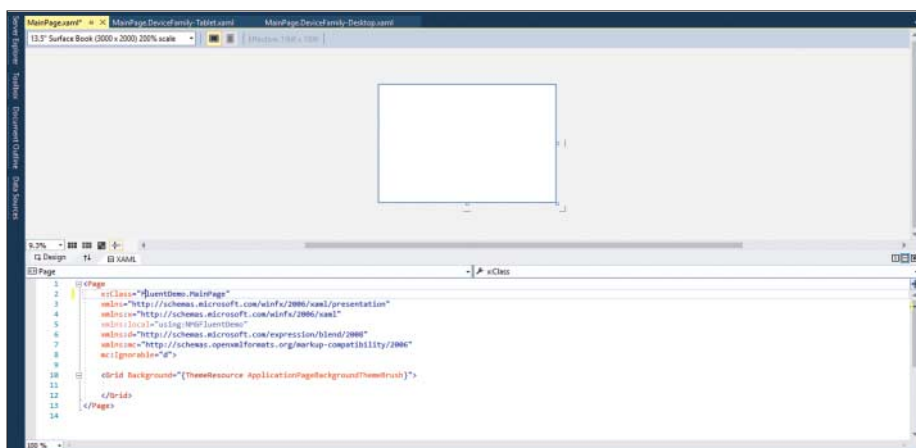
Haariger wird es, wenn Sie auf Cloud-Dienste, Hintergrund-Threads oder Notifications zurückgreifen müssen. Besonders bei Cloud-Ressourcen neigen Anbieter dazu, im Interesse der Ertragsoptimierung ihre eigenen Systeme zu pushen und Systeme von Drittanbietern oder des Entwicklers der Plattform in den Hintergrund zu stellen. Bei den Notifications und Hintergrunddiensten ist das Problem, dass die Abstraktionsschichten der Frameworks oft nur einen Teil der Möglichkeiten abdecken und schwer zu erweitern sind, wenn überhaupt.

Schlechte Kandidaten für die Nutzung von Crossplattform-Frameworks sind Systemwerkzeuge – alleine schon, weil der Bedarf mit der Plattform stark variiert. Zudem muss das Crossplattform-Framework in der Lage sein, alle benötigten Ereignisse zu exponieren und ausreichend Zugriff auf Hardware und System-Ressourcen zu gewähren.

Ein weiteres Problem ist das Einbinden nativer SDKs und Plug-ins von Drittanbietern. Die Arbeit mit nichtgrafischen Modulen funktioniert im Allgemeinen relativ leicht, sofern für alle Zielplattformen die jeweiligen SDKs existieren und als native Insel integrierbar sind.

Doch wenn die SDKs Steuerelemente anbieten wollen, artet das mitunter in erhebliche Arbeit aus, besonders bei PhoneGap und Qt. Beim an sich nativen Qt liegt die Schwierigkeit im von Nokia eingeführten Windowmanager Lighthouse, der zwischen dem eigentlichen Benutzerprogramm und dem Grafikstack liegt. Er entstand unter dem Eindruck des schwer beschränkten GUI-Stacks von Symbian, macht es nun aber fast unmöglich, native Steuerelemente einzubinden. Die von PhoneGap genutzten WebViews blenden aus Sicherheitsgründen keine nativen Steuerelemente über den gerenderten Webseiten ein. Interessanterweise erweisen sich die JavaScript-Frameworks mit Runtimes hier als kooperativer. Da ihre GUIs sowieso durch Wrapper entstehen, ist es einfach, ein weiteres Steuerelement zu paketieren.

Die nächste Fragestellung ist, ob die vorliegende Aufgabe für Ihr Unternehmen realisierbar ist. In der Praxis ist es besonders bei Kleinserien so, dass die Entwick-



Der XAML-Designer von Visual Studio ist auch nach fünfzehn Jahren noch erschlagend ...

lungskosten die Kosten des Frameworks um ein Mehrfaches übersteigen. Wenn Sie zusätzliche Entwickler benötigen, sollten Sie im Auge behalten, ob sich in Ihrer Umgebung ausreichend Entwickler befinden, die mit dem Produkt arbeiten können. Delphi beispielsweise: Die Sprache ist in Westeuropa so gut wie ausgestorben, erfreut sich in der Slowakei und Ungarn aber an Universitäten und technischen Hochschulen immenser Popularität.

Nach Android und iOS

Interessant ist auch die Innovationsbereitschaft des Framework-Herstellers, denn ein portierungsfauler Hersteller negiert die Vorteile der Crossplattform-Entwicklung wieder. Zwar dominieren momentan Android und iOS den Mobilmarkt, doch wer weiß, welche Bedeutung Googles Fuchsia erlangt oder welche Systeme vielleicht in Schwellenländern marktrelevant werden. Auch mögen Microsoft und Apple etwas im Köcher haben, um die Konvergenz von Desktop und Mobile mit Touchfähigen Geräten nach vorne zu bringen – siehe Googles Chrome OS. Viel mehr, als einen Blick auf die Vergangenheit des Frameworks zu werfen, können Sie allerdings nicht tun.

Der Funktionsumfang auf Entwicklerseite unterscheidet sich mitunter von Plattform zu Plattform – Windows, macOS, Linux – wesentlich. So bietet Embarcadero unter Linux beispielsweise nur Delphi an, nicht aber C++. Der hausinterne GUI-Stack FireMonkey steht unter Linux zudem nur dann zur Verfügung, wenn man ein separates Paket dazukaft.

Derartige Fußangeln im Lizenzierungsbereich sind durchaus häufig und betreffen besonders gerne das Deployment des generierten Codes in Embedded-Systemen.

Fazit

Die Entscheidung für und wider Crossplattform-Frameworks sollte nicht zwischen Tür und Angel getroffen werden, zu teuer wäre ein Umstieg. Das nachträgliche Portieren von einem Framework zum nächsten kommt einem kompletten Rewrite gleich.

In der Praxis stellen die Frameworks eine Steigerung der Produktivität dar: Die meisten Entwickler setzen sich nur mit der Crossplattform-Programmierung

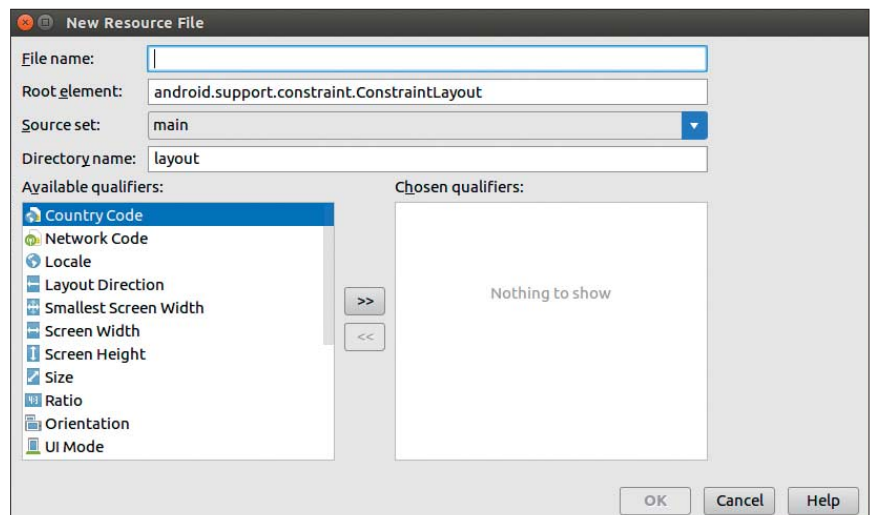
gehung tiefer auseinander, nur einzelne müssen sich ausführlich in Android und iOS einarbeiten. Zudem bieten viele Frameworks die Möglichkeit, auch eine Web-App oder eine Desktop-Version zu entwickeln – oder eine Variante für ein auf mittlerweile vielen Prozessrechnersystemen laufendes Linux. (jow@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Herbert Braun, Praktisch nativ, Apps für Android und iOS entwickeln mit React Native, c't 21/2017, S. 168
- [2] Tam Hanna, Qt lebt, Android-Apps mit Qt entwickeln, c't 24/2017, S. 162
- [3] Tim Gerber, Androiden-Orakel, Delphi XE 5 erstellt Android-Anwendungen, c't 22/2013, S. 152

Crossplattform-Frameworks

	The Qt Company	Embarcadero	Microsoft	Adobe	Telerik	Facebook	NS Basic Corporation	Unity
	Qt	RAD Studio	.Net	PhoneGap	NativeScript	React Native	NS Basic	Unity 3D
Entwicklungsumgebung								
Sprachen	C++, QML	C++, Delphi	diverse	JavaScript	JavaScript	JavaScript	Basic, JavaScript	JavaScript, C#
GUI-Design grafisch / Skript	✓ / QML	✓ / –	✓ / XAML	– / JavaScript	– / XML-Dialekt	– / JSX	✓ / –	✓ / –
eigene IDE	✓	✓	✓	–	–	–	✓	✓
iOS-Entwicklung ohne Mac	–	–	–	✓	via Sidekick	–	via PhoneGap Build	✓
Open-Source-Framework	✓ (fast alles)	–	✓ (teilweise)	✓ (teilweise)	✓	✓	–	–
Zielplattformen								
Android / iOS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Windows / macOS / Linux	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / nur Delphi	✓ / ✓ / teilweise	✓ / – / –	– / – / –	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
aktiver Code	✓	✓ (teilweise)	✓	✓	✓	✓	–	–
Preis								
kostenlose Variante	✓ (u. a. kein iOS)	–	✓ (eingeschränkt)	✓ (eingeschränkt)	✓	✓	–	–
Abomodel	ab 459 US-\$ pro Monat	–	ab 539 US-\$ pro Jahr	ab 10 US-\$ pro Monat	–	–	150 US-\$ pro Jahr	ab 35 US-\$ pro Monat
Kauf	auf Anfrage	ab 1731 €	ab 1199 US-\$	–	–	–	auf Anfrage	–
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe								



In der nativen IDE – hier Android Studio – lassen sich Ordnerstrukturen etwa für Ressourcen anlegen, die dann auch mit den nativen Teilen der Cross-Plattform-Produkte funktionieren.



Spielbretter

Gaming-Tastaturen mit integriertem Mauspad im Vergleich

Der Traum vom PC-Couchgaming: Gemütlich auf dem Sofa fläzen und präzise mit Tastatur und Maus hantieren. Wir haben die auch als Lapboards bezeichneten Tastaturen Razer Turret, Roccat Sova MK und Corsair K63 samt ihrem zugehörigem Lapboard mit auf die Couch genommen.

Von Julius Beineke

Es könnte so schön sein: Rechner an, Füße hoch, losspielen. Logistische Schwierigkeiten vermiesen aber oft PC-Gaming am TV oder Beamer: Die Tastatur wackelt, Maus und Pad rutschen, Kabel klemmen. Tastaturen mit integriertem Mauspad und spezieller Schoßauflage, sogenannte Lapboards, wollen Couchgaming komfortabler machen.

Solche Boards gibts unter anderem von Razer, Roccat und Corsair. Aufgrund der rechts angebrachten Mauspads eignet

sich allerdings keins der drei für Linkshänder. Tastenbelegung, Eingabemakros und – sofern verfügbar – Tastenbeleuchtung konfiguriert man bei jeder Tastatur über eine Software auf dem PC.

Die Razer Turret legt Wert auf schickes, kompaktes Design und Kabellosigkeit – und eine drahtlose Maus ist inbegriffen. Je nach Anspruch kann die geringe Größe genau das Richtige sein oder total nerven. Roccats Sova MK hat ihren Anwendungsbereich fast schon im Namen. Das große, kabelgebundene Brett bringt neben ordentlich Platz für Handballen und eine Maus auch einen USB-Hub mit. Corsair überlässt das Upgrade der kabellosen Gaming-Tastatur K63 dem Nutzer: Das passende Lapboard mit Memory-Foam-Polster gibts separat – die K63 clippt man dort einfach ein.

Word und Spiele

Beim Spielen müssen Tastaturen stabil auf dem Schoß liegen und sollten nicht wackeln oder rutschen. Das Gleiche gilt für die Maus auf dem Pad. Außerdem sind beim Spielen hochwertige Tasten unab-

dingbar. Aber auch zum Tippen sollte sich eine Sofa-Tastatur eignen.

Das Mauspad der Turret von Razer lässt sich unter die Tastatur klappen, um sie in der mitgelieferten Ladestation zu verstauen. Der Klappmechanismus ist praktisch, führt aber dazu, dass sich die ausgeklappte Tastatur schon bei kleineren Bewegungen vom Schoß verabschieden will – die Gummierung an der Unterseite hilft da wenig. Ihre schmale Linie verdankt sie auch den flachen Tasten. Trotzdem spielt es sich überraschend angenehm – allerdings fehlt eine Tastenbeleuchtung. Das stört, zusammen mit Gewackel und US-Tastenlayout, auch bei längeren Texteingaben.

Roccats Sova MK hält dank Größe, Gewichtsverteilung und Schaumstoffpolstern gut auf den Oberschenkeln. Kabellose Mäuse hauen allerdings schnell vom glatten Mauspad ab. Kabelgebundene rettet ein mitgelieferter, anclippbarer Mausekabel-Halter – auch Bungee genannt. Die mechanischen Schalter fühlen sich beim Spielen und Schreiben einfach gut an. Alternativ gibts die Sova auch mit Mem-



Die Turret parkt man samt Maus im Lade-Dock. Mauspad und Handauflage der Sova MK sind abnehmbar. Die K63 clippt man schnell und simpel ins oder aus dem Lapboard.



Die Turret-Unterseite ist gummiert, nicht gepolstert. Die Polster der Sova MK sorgen für ordentlich Halt. Das K63-Lapboard ist unten mit glattem Memory-Foam gepolstert.

bran-Tasten 50 Euro günstiger. Clippt man Corsairs kabellose Gaming-Tastatur K63 in das separat erhältliche Lapboard ein, wird sie zum soliden Couchgaming-Brett. Zusammen mit dem Lapboard ist sie mit fast drei Kilo aber ein echter Brocken. Die mechanischen Tasten fallen durch ihre Höhe auf. Das sieht ulkig aus, stört aber nicht. Auch zum Schreiben eignet sich die K63-Kombi.

Kleine Brüder

Wer kein ambitionierter Gamer ist, aber vom Sofa aus tippen und zum Beispiel Me-

dienfunktionen des Rechners steuern möchte, dem mögen unsere drei Kandidaten zu groß, schwer, teuer sein. Ihre kleinen Brüder heißen Multimedia-Tastaturen und sind spartanischer ausgestattet als die fetten Spielbretter.

Beispielsweise steuert man mit denen von Logitech auch für schmales Geld PCs komfortabel vom Sofa. Die K830 ist rund 90 Euro billiger als die drei Testkandidaten. Unterschiede sind neben dem Preis die weniger hochwertigen Tasten und das Fehlen eines Mauspads – dafür gibts ein Touchpad. Das reicht für den Alltag aus,

ist für die meisten Spiele jedoch ungeeignet. Für nochmal 50 Euro weniger bekommt man Logitechs K400 Plus: Hier fehlen außerdem Tastenbeleuchtung und hochwertige Verarbeitung.

Game Over

Unverzichtbar sind Lapboards nicht. Durch den hohen Preis sind sie wie viele andere Gaming-Gadgets: schön zu haben und ein i-Tüpfelchen in Sachen Komfort. Alternativ greift man einfach zu einer Standardtastatur auf dem Schoß und einer Maus auf separatem Hartplastik-Pad

Couchgaming-Tastaturen

Produkt	Razer Turret	Roccat Sova MK	Corsair K63 + Lapboard
Hersteller	Razer; www.razerzone.com	Roccat; www.roccat.org	Corsair; www.corsair.com
kompatibel mit	ab Windows 7, ab macOS 10.8, iOS, Android, Razer Forge TV	ab Windows 7, Playstation 4, Steam Machine, Steam Link	ab Windows 7, ab macOS 10.11, iOS, Android
Anschlüsse	–	2 × USB 2.0 (USB-Hub)	Micro-USB
Verbindungstyp	kabellos (2,4-GHz, Bluetooth 4.0)	2 × USB 2.0 (Tastatur und USB-Hub)	kabellos (2,4-GHz, Bluetooth 4.2) / USB
Tastatur			
Zusatzfunktionen	Medienfunktionen, Home- und Zurück-Button für Android, Home-Button für iOS; Wechsel zwischen 2,4-GHz proprietär/Bluetooth	Medienfunktionen, Taschenrechner, Explorer, Browser, Tastenbeleuchtung, Tastenmakro-Aufnahme	Medienfunktionen, Tastenbeleuchtung, Win-Lock, Navigation auf Android-/iOS-Geräten, Wechsel zwischen 2,4-GHz proprietär/Bluetooth, Ruhezustand
Tastenlayout	US/QWERTY	DE/QWERTZ	DE/QWERTZ
Tastentyp	Chiclet / Rubber Dome	Cherry MX Brown / Mechanisch	Cherry MX Red / Mechanisch
Tastenbeleuchtung	–	blau, drei Helligkeitsstufen, Tasten einzeln	blau, sechs Helligkeitsstufen, Tasten einzeln
Tastengröße Buchstaben / Ziffern	1,58 × 1,52 cm / 1,49 × 0,74 cm (F-/Pfeiltasten)	1,29 × 1,44 cm	1,33 × 1,45 cm
Tastenabstand / Raster	2,2 mm / 18 × 18 mm	6,6 mm / 19 × 19 mm	5,1 mm / 18 × 18 mm
Maße gesamt (L × B × H)	12 × 50,5 × 1 cm / 12 × 29,6 × 2,1 cm (Mauspad eingeklappt)	27,8 × 64,3 × 4,1 cm	26,6 × 66,8 × 5,4 cm / 17,2 × 36,6 × 3,8 cm (Tastatur solo)
Maße Handauflage (L × B)	–	8,8 × 30,4 cm	9,4 × 36,5 cm / 6,2 × 36,4 cm (Tastatur solo)
Maße Mauspad (L × B)	11,6 × 18,8 cm	23,4 × 27,3 cm	21,1 × 26,2 cm
Mauspad-Typ	Magnetoberfläche	Hartplastik	Textil
Schoßauflage	Unterseite gummiert, ungepolstert	vier separate Textilpolster	ein großes Memory-Foam-Polster
Gewicht	698 g	2582 g	2855 g / 1109 g (Tastatur solo)
Bewertungen			
Verarbeitung / Materialqualität	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕
Stabilität wackeln/rutschen	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○
Schreibkomfort	⊖	⊕	⊕
Gaming-Komfort	○	⊕⊕	⊕
Preis	190 €	195 €	Tastatur: 130 € / Lapboard: 60 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe			



Razer Turret

Razers kabellose Turret ist als einzige Tastatur im Vergleich ungepolstert, dafür an der Unterseite gummiert, wodurch sie kaum verrutscht. Kompaktes Design ist praktisch, schadet aber der Stabilität: Die Turret ist viel wackelanfälliger als die Konkurrenz. Das magnetische, einklappbare Mauspad hält die beiliegende Maus nur leidlich fest – sie rutscht schnell herunter. Liegt die Turret nicht plan auf dem Schoß, kippt das Mauspad aufgrund des Klappmechanismus' weg.

Eingebaut sind unbeleuchtete Membran-Tasten mit US-Layout. Eine deutsche Version ist seit Längerem angekündigt. Über die Razer-Synapse-Software konfiguriert man Tastenbelegungen und Makros. Der Druckpunkt ist angenehm fest und trotz des geringen Tastenabstands spielen sich auch Ego-Shooter genau und sicher. Auch die geringe Größe des Mauspads stört überraschend wenig. Texteingaben sind unangenehm: Die Turret ist so klein, dass man sich entweder verrenken oder sie in die Mitte des Schoßes rücken muss – woraufhin schnell Pad samt Maus wegkippt.

Neben der Sieben-Knöpfe-Maus liegt ein USB-2,4-GHz-Dongle für den PC bei. Hinzu kommen Kabel sowie eine Ladestation, in der man die Turret verstauen kann.

- ↑ kompakt und leicht
 - ↓ wackelig
 - ↓ nur US-Layout
- Preis: 190 €



Roccat Sova MK

Die Sova MK von Roccat bringt einzeln beleuchtete, mechanische Tasten mit braunen Cherry-MX-Schaltern mit. Das „MK“ steht für „mechanical keys“. Tastenbeleuchtung, Belegung und Makros regelt Roccats Swarm-Software. Es spielt und schreibt sich auf der Tastatur absolut flüssig – der Druckpunkt ist mit 55 Gramm angenehm knackig. Sie zum längeren Tippen zurechtzurücken ist dank Größe und Gewicht kein Problem. Kleines Manko: Viel Plastik und Hohlräume führen dazu, dass es gerade bei Texteingabe recht laut zu geht.

Der einzigen kabelgebundenen Tastatur im Vergleich liegt ein vier Meter langes Kabel bei, das auf Tastaturseite einen Stolperschutz, auf PC-Seite zwei USB-3.0-Stecker hat – einen für die Tastatur selbst, einen für den integrierten USB-Hub. Hier kann man etwa eine Maus anhängen. Auch dabei ist ein anclippbarer Bungee für Kabelmäuse, der diese vor Abstürzen retten kann.

Hohes Gewicht und vier einzelne Schaumstoffpolster halten die Sova MK stabil auf dem Schoß. Das Plastikmauspad ist glatt und bietet wenig Rutschwiderstand, wodurch die Maus bei Schräglage schnell abhaut, greift nicht der Bungee oder man selbst ein.

- ↑ sehr stabil
 - ↑ umfangreich ausgestattet
 - ↓ laute Tasten
- Preis: 195 €



Corsair K63 & Lapboard

Corsairs kabellose K63 ist ein Gaming-Keyboard, das man mit dem passenden Lapboard zur Couchgaming-Tastatur aufrüstet. Dann liegt sie dank Größe und Gewicht stabil auf dem Schoß, das Memory-Foam-Polster auf der Unterseite ist allerdings glatt und rutscht bei Schiefelage schnell. Das integrierte, austauschbare Textilmauspad bietet ordentlich Reibung – festhalten sollte man die Maus dennoch.

Die einzeln beleuchteten Tasten sind sehr hoch, was seltsam aussieht, aber weder beim Tippen noch beim Spielen stört. Eingebaut sind rote Cherry-MX-Schalter. Der Druckpunkt von 45 Gramm ist genau richtig für flinke Gamer-Finger. Auch zum längeren Schreiben eignet sich die K63, egal ob auf Sofa oder Schreibtisch. Im Lapboard sitzt sie auch zum Schreiben auf dem Schoß zurechtgerückt gut ohne umzukippen. Für Beleuchtungsprofile, Tastenbelegungen und Eingabemakros ist die Corsair Utility Engine zuständig.

Neben einem passenden USB-2,4-GHz-Dongle für den PC bringt die K63 ein USB-Ladekabel und eine Handauflage zum Anclippen mit. Die wird obsolet, baut man die Tastatur ins Lapboard ein. Extratasten übernehmen Medienfunktionen, die Tastenbeleuchtung und ein Win-Lock.

- ↑ viele Zusatztasten
 - ↑ auch am Schreibtisch nutzbar
 - ↓ glattes Schoßpolster
- Preis: Tastatur: 130 € /
Lapboard: 60 €

auf einem Kissen. Das macht nicht ganz so viel her, ist jedoch meist günstiger. Außerdem kann man dann die Maus auch einfach mal auf dem Pad lassen, um in Ruhe zu tippen. Wer auf dem Sofa jedoch Schreibtisch-Feeling – Mauspad direkt neben der Tastatur – und teure, hochwertige Hardware bevorzugt, der mag an Lapboards Gefallen finden.

Zu sehr zwischen den Stühlen sitzt die Turret von Razer. Stylish und kompakt erinnert sie eher an die Multimedia-Key-

boards von Logitech. Neben Medienfunktionen eignet sie sich ironischerweise fast ausschließlich als Gaming-Tastatur – wenn da nicht die unbeleuchteten Tasten wären. Für regelmäßige, längere Texteingaben ist sie zu wackelig.

Kabellosigkeit und die Option, die Tastatur auch ohne Lapboard zu nutzen, machen Corsairs K63 verlockend. Besonders für Anwender, die auf dem Sofa spielen, zum Schreiben aber lieber an den Schreibtisch gehen und nur eine Tastatur

verwenden wollen, ist die modulare K63 einen Blick wert. Einziges Manko ist das rutschige Polster.

Den Spagat zwischen Stabilität und Gaming-Präzision schafft die Sova MK von Roccat am besten. Nur Bluetooth statt des langen Kabels fehlt uns. Mit dem USB-Hub, ordentlich Platz für Hände und Maus und dem gut ausbalancierten Gewicht hat man ein Gesamtpaket auf dem Schoß, das Spielen wie Schreiben auf dem Sofa komfortabel macht. (jube@ct.de) **ct**

Anzeige



Super Nintendo in Perfektion

Retro-Spielkonsole Super Nt im Praxistest

Die Super-Nt-Konsole ist ein inoffizieller Nachfolger des SNES von Nintendo. Der Daddelkasten emuliert die Retro-Konsole aber nicht, sondern setzt auf einen programmierbaren Schaltkreis. Das verspricht ein besonders akkurates und unverfälschtes Spielerlebnis. Der Test zeigt, ob das klappt und wie sich der Nachbau im Vergleich zum Original schlägt.

Von Kjell Norton

In den Neunzigern war das Super Nintendo Entertainment System (SNES) ein Riesenerfolg. Da ist es kein Wunder, dass Neuauflagen der Klassiker-Konsole auf den Markt kommen. Ein Verkaufsschlager ist beispielsweise das SNES Classic Mini

von Nintendo. Doch dieser Klon schafft es nicht, eingeschworene Retro-Enthusiasten wunschlos glücklich zu machen: Die Reproduktion des Spielerlebnisses ist nicht perfekt. Zudem muss man Kompromisse bei der Bildqualität eingehen: Schließlich liefen SNES & Co. an Röhrenfernsehern und diese Bild-Ästhetik lässt sich nicht ohne Weiteres auf einen modernen Flachbildschirm holen. Hier kommt das Super Nt von Analogue ins Spiel. Der Hersteller hat sich bereits mit dem Nt mini zum Abspielen von NES-Spielen Respekt in der Retro-Szene verschafft.

Akkurat nachgebaut

Ist das Super Nt der heilige Gral der Retro-Spielkonsolen? Um das herauszufinden, haben wir das Super Nt mit dem SNES Classic Mini und dem Original-SNES verglichen. Zudem geben wir Tipps für die optimalen Bildeinstellungen. Das Besondere an der Nachbau-Konsole ist das Herzstück

in Form eines Field Programmable Gate Array (FPGA) vom Typ Cyclone V von Altera. Ein FPGA ist ein universell programmierbarer Schaltkreis, mit dem man unter anderem das Verhalten eines Hardware-Vorbilds exakt nachbilden kann [1].

Das bringt gegenüber einer rechenintensiven Software-Emulation einige Vorteile mit sich: Vor allem auf vergleichsweise leistungsschwacher Hardware läuft nicht jedes System sauber. So hapert es oft am Sound oder Spiele laufen gar nicht. Anders als eine Software-Emulation führt ein FPGA viele Schaltvorgänge bei exaktem Timing parallel durch, genau wie in der Original-Hardware. Voraussetzung hierfür ist eine gute Programmierung, denn ohne die kann ein FPGA gar nichts.

Der Entwickler von Analogue, Kevin Horton, in der Szene bekannt als „kevtis“, hat es durch gekonntes Reverse Engineering innerhalb von sechs Monaten geschafft, das SNES so präzise im FPGA nachzubilden, dass sich im Spielverhalten kaum noch ein Unterschied zwischen den beiden Geräten feststellen lässt – verspricht er.

Ausgepackt

Analogue bietet das Super Nt ausschließlich auf der eigenen Webseite zum Preis von 190 US-Dollar an. Mit Versandkosten zahlt man für eine Lieferung nach Deutschland rund 200 Euro. Wer keinen mit dem Super Nt kompatiblen Original-SNES-Controller besitzt, muss sich noch ein Gamepad mitbestellen – standardmäßig ist keins dabei. Im Lieferumfang

befindet sich neben der Konsole, dem Netzteil und weiterer Anschlusskabel noch ein besonderes Gimmick: Ein Umschlag mit der ausfaltbaren Pappschachtel des auf der Konsole vorinstallierten Spiels „Super Turrican – Director’s Cut“. Hierbei handelt es sich um eine erweiterte Version des Original-Spiels, die zuvor nie für das SNES erschienen ist. Zusätzlich ist noch der Nachfolger „Super Turrican 2“ mit dabei.

Insgesamt macht das Gerät einen wertigen Eindruck. Ein großflächiger Gummifuß an der Unterseite verhindert ein Verrutschen der Konsole. Das Super Nt gibt es in vier Farbvariationen. Leider erscheint die transparente Variante in der Realität eher milchig und wirkt im Zusammenspiel mit der stark strukturierten Oberfläche billig. Das mitgelieferte Netzteil taugt nur für Japan und die USA. Zum Glück versteht sich das Super Nt mit einem herkömmlichen USB-Netzteil.

Damit man Retro-Spiele authentisch und trotzdem drahtlos steuern kann, ist Analogue eine Kooperation mit dem Gamepad-Hersteller 8Bitdo eingegangen. Dieser hat einen klassischen SNES-Controller hochwertig nach- und Bluetooth eingebaut. Bestellt man das Pad über die Webseite von Analogue, ist der Bluetooth-Dongle zum Anschluss an die Konsole gleich mit dabei – insgesamt kostet das rund 45 Euro. Darüber lassen sich zudem PS3-, PS4-, Wii-U-Pro-Controller sowie Wii Motes koppeln.

Bis auf Lightguns, die prinzipbedingt einen Röhrenbildschirm erfordern, und Zubehör, das auf den EXT-Port an der Unterseite des Ur-SNES angewiesen ist, soll jegliches SNES-Zubehör mit dem Super Nt kompatibel sein. Manches funktioniert aber nur mit den korrekten Einstellungen: Um die Soundausgabe des SNES-Zubehörs Super Gameboy zu ermöglichen, muss man im Audio-Menü den Punkt „Cartridge Audio“ aktivieren.

Spielstart

Das Super Nt hat keine Regionssperre und die Konsole akzeptierte anstandslos jedes der 60 gemischten PAL- und NTSC-Spielmodule, die wir zur Verfügung hatten. Selbst Module mit Zusatzchips, darunter etwa „Starfox“ und „Mario Kart“, laufen ohne Schwierigkeiten.

Standardmäßig ist das Super Nt für den NTSC-Betrieb konfiguriert. Wer PAL-Titel fehlerfrei spielen möchte, muss diese Regionseinstellung vorab im System-Menü unter „Hardware“ auswählen und

zusätzlich unter „Resolution“ die Bildwiederholrate auf 50 Hertz stellen. Ansonsten kommt es beispielsweise bei den PAL-Versionen von „Super Mario World“ zu Bildfehlern. Viele PAL-Spiele lassen sich aber auch problemlos im NTSC-Modus mit 60 Hertz spielen, dabei profitiert die Spielgeschwindigkeit von der erhöhten Bildwiederholrate.

Röhre oder Flachmann?

Wer in wohligen Pixel-Erinnerungen schwelgt und ein Original-SNES an einen Flachbildfernseher anschließt, wird sich verduzt die Augen reiben: Sah das früher wirklich so mies aus? Problematisch ist, dass moderne Flachbildfernseher eine deutlich höhere Auflösung als Röhrenfernseher haben und erst mit entsprechend hoch aufgelöstem und digital zugespieltem Bildmaterial zur Höchstform auflaufen. Aufgrund einer teils exzessiven Bildnachbearbeitung durch den Fernseher kommt es zudem zu Eingabeverzögerungen, sodass man in actionreichen Titeln oft den Absprung vor einem Abgrund verpasst. Damit das nicht passiert, sollte man bei Flachbild-TVs den Spielmodus aktivieren.

Für ein originalgetreues Spielerlebnis zocken viele Retro-Fans auf Röhrenfernsehern. Alternativ kann man noch Scaler, wie beispielsweise den beliebten Framemeister (280 Euro) oder den Open-Source-Scaler OSSC (190 Euro), einsetzen, um die Bildqualität einer Retro-Konsole für einen Flachbildfernseher optimal vorzubereiten. Diese Scaler verbessern neben der Bildqualität auch die Latenz, denn die interne Bildverarbeitung von analogen Videoeingängen eines Flachbild-TVs fordert Zeit ein. Kann das Super Nt hier mithalten? Die Antwort ist ein klares „Ja“ – der SNES-Nachbau macht es sogar noch

besser. Die FPGA-Konsole überträgt Bilder digital via HDMI und bietet neben vielfältigen Auflösungs-, Farb- und Skalierungsoptionen zusätzlich die Simulation von Scanlines. Letzteres soll die Darstellung auf einem Röhrenbildschirm vorgaukeln – und das klappt richtig gut.

Optimales Bild

Bereits in den Standardeinstellungen sind Pixel angenehm scharf. Soll die Darstellung noch knackiger erscheinen, muss man den Expertenmodus „Advanced Mode“ aktivieren. Unter dem Punkt „Width & Height“ kann man anschließend die Skalierung der vom SNES maximal darstellbaren 230.000 Bildpunkte auf die Full-HD-Auflösung mit zwei Millionen Pixeln stufenlos anpassen. Bei dieser Auflösung empfanden wir das Original-Bildseitenverhältnis von 4:3 bei einer Bildhöhe von 1200 Pixeln (fünffach vergrößert) als optimalen Kompromiss aus Bildgröße und -scharfe. Dabei sind zwar der obere und untere Rand leicht beschnitten, dafür stellt das Super Nt jedes Pixel auf der vertikalen Achse exakt fünfmal dar. Dies kommt der Bildscharfe zugute, da man die vertikale Interpolation vom Super Nt abschalten kann. Die horizontale Interpolation sollte aktiviert bleiben. Ansonsten kann es zu Darstellungsfehlern kommen.

Um dem Retro-Röhren-Look auf Flachbildfernsehern so nah wie möglich zu kommen, kann man den 720p-Modus mit Scanlines kombinieren: Durch die interne Skalierung eines Flachbild-TVs auf die Panel-Auflösung von Full HD oder UHD entsteht eine leichte Unschärfe, deren Effekt der Darstellung auf einem Röhrenbildschirm sehr nahe kommt. Die Option „Hybrid Scanlines“ verstärkt diesen Eindruck noch weiter, indem sie ein

Das Menü ist nicht hübsch, aber übersichtlich. Dort kann man etwa unzählige Bildeinstellungen für ein authentisches Retro-Erlebnis vornehmen.





Am matschigsten wirkt die Bildqualität vom Original-SNES am OSSC-Scaler (links). Das SNES Mini Classic zeigt das schärfste Bild (Mitte) – Farbflächen rauschen jedoch leicht. Das Super Nt produziert das im Vergleich sauberste Bild (rechts).

Überstrahlen der Scanlines in hellen Bildbereichen erzeugt. Im 1080p-Modus wirken die Scanlines jedoch zu scharf und unnatürlich. Ein bereits angekündigtes Firmware-Update soll hier Abhilfe schaffen. Ein besonderes Zusatzfeature ist die Option „64 sprite tiles“. Diese hebt das Sprite-Limit auf, das beim SNES zum Flackern führt, wenn mehr als 32 Objekte gleichzeitig auf dem Bildschirm sind. Vorsicht: Diese Einstellung kann vereinzelt zu Bildproblemen führen.

Wer die Bildausgabe noch weiter tunen möchte, kann unter dem „Color“-Menüpunkt die Helligkeit der jeweiligen Farbkomponenten individuell anpassen. Zusätzlich lässt sich der RGB-Farbraum zwischen „Full“ und „Limited“ umschalten. Wenn der Fernseher es unterstützt, sollte man für eine exakte Farbdarstellung Full RGB auswählen. Der Menüpunkt „Cropping“ bietet die Möglichkeit, den Bildausschnitt zu beschneiden. Wem die Pixel-Darstellung zu kantig ist, der kann die aus Emulatoren bekannten Scaler-Effekte im „Scalers“-Menüpunkt einschalten. Das rundet Pixel ab, wirkt jedoch oft übertrieben künstlich.

Auch bei der Bildwiederholrate gibt sich das Super Nt vorbildlich flexibel und löst mit einem Kniff sogar ein Problem, das beim Anschluss eines Original-SNES an ein Flachbild-TV auftritt. In der NTSC-Version arbeitet das SNES mit einer Bildwiederholrate von 60,09 Hertz. Das liegt für einen Röhrenbildschirm noch in der Toleranz, vielen Flachbildschirmen bereitet das aber Probleme und das Bild flackert oder erscheint gar nicht. Das Super Nt nutzt hier einen Trick: Im „Zero Lag“-Modus arbeitet die Konsole ohne Frame-

buffer und taktet die Bildwiederholrate auf exakte 60 Hertz herunter. Den meisten Spielern fällt der resultierende Geschwindigkeitsunterschied von minus 0,15 Prozent nicht auf. Wer allerdings die exakte Originalgeschwindigkeit bevorzugt, wie zum Beispiel Speedrunner, aktiviert einen von zwei Framebuffer-Modi. Diese haben allerdings den Nachteil einer Eingabeverzögerung von bis zu einem Frame (16,67 Millisekunden) und gelegentlich auftretenden Framerates (Fully Buffered) oder Screen Tearing (Single Buffer).

Ausbruch

Für mehr Freiheit kann man sich die inoffizielle Jailbreak-Firmware installieren. Diese ermöglicht das Laden von SNES-ROMs. Aktuell ist das Abspielen noch auf ROMs von Modulen begrenzt, die keinen Gebrauch von Erweiterungschips machen. Um sich nicht strafbar zu machen, sollte man nur Sicherheitskopien der eigenen Spiele verwenden. Diese kann man beispielsweise direkt mit der Copy-SNES-Funktion anfertigen. Dabei landen auch die gespeicherten Spielstände auf der SD-Karte. Das kann lebensrettend für Spielstände sein, schließlich geben die fast 30 Jahre alten Knopfzellen in den Modulen langsam, aber sicher den Geist auf. Leider kann man die Spielstände (noch) nicht auf die Module zurückschreiben.

Fazit

Das Super Nt ist das perfekte SNES für alle, die eine maximale Bildqualität und ein perfektes Retro-Spielerlebnis wollen. Dabei macht das Super Nt sogar noch einiges besser als das Original-SNES. Retro-Neulinge legen mit der FPGA-Kon-

sole gleich los und Technikbegeisterte tauchen in die Tiefen der Menüs ab, um weitreichende Einstellungen vorzunehmen. Der Hersteller leistet bislang vorbildlichen Support und hat in kürzester Zeit Probleme durch Firmware-Updates gelöst.

Will man jedoch nur gelegentlich ein paar Klassiker auf einem modernen Fernseher spielen, schießt man mit dem Super Nt womöglich über das Ziel hinaus. Da ist das SNES Classic Mini in Form eines frustfreien Komplettpakets mit 21 Spielen zum kleineren Preis von rund 80 Euro wahrscheinlich der bessere Deal. (des@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Dr. Till Harbaum, Hardware schreiben, Mit FPGAs (Retro-)Chips implementieren, Teil 1, c't 21/2015, S. 17

Super Nt

Hersteller	Analogue Interactive, www.analogueinteractive.com
Hardware	Altera Cyclone V FPGA
Gehäusefarben	Classic (US-SNES), Schwarz, SF (Super Famicom bzw. PAL SNES), Transparent
Modulschacht	passend für SNES- (PAL und NTSC) und Super-Famicom-Module
Speicher	SD-Karte
Anschlüsse	1 × HDMI, 1 × Micro-USB, 2 × Anschluss SNES-Controller
Video-Ausgabe	bis 1080p60
Audio-Ausgabe	über HDMI 48 KHz, 16 Bit PCM-Stereo, Dolby Pro Logic
Netzwerk	Bluetooth 2.1 via Adapter
Laufgeräusche	keine
Leistungsaufnahme	maximal 10,5 Watt
aktualisierbar	via SD-Karte
Sonstiges	zwei integrierte Spiele, farblich abgestimmte Bluetooth-Controller von 8Bitdo mit Wireless Adapter separat erhältlich
Preis	rund 155 €

Anzeige

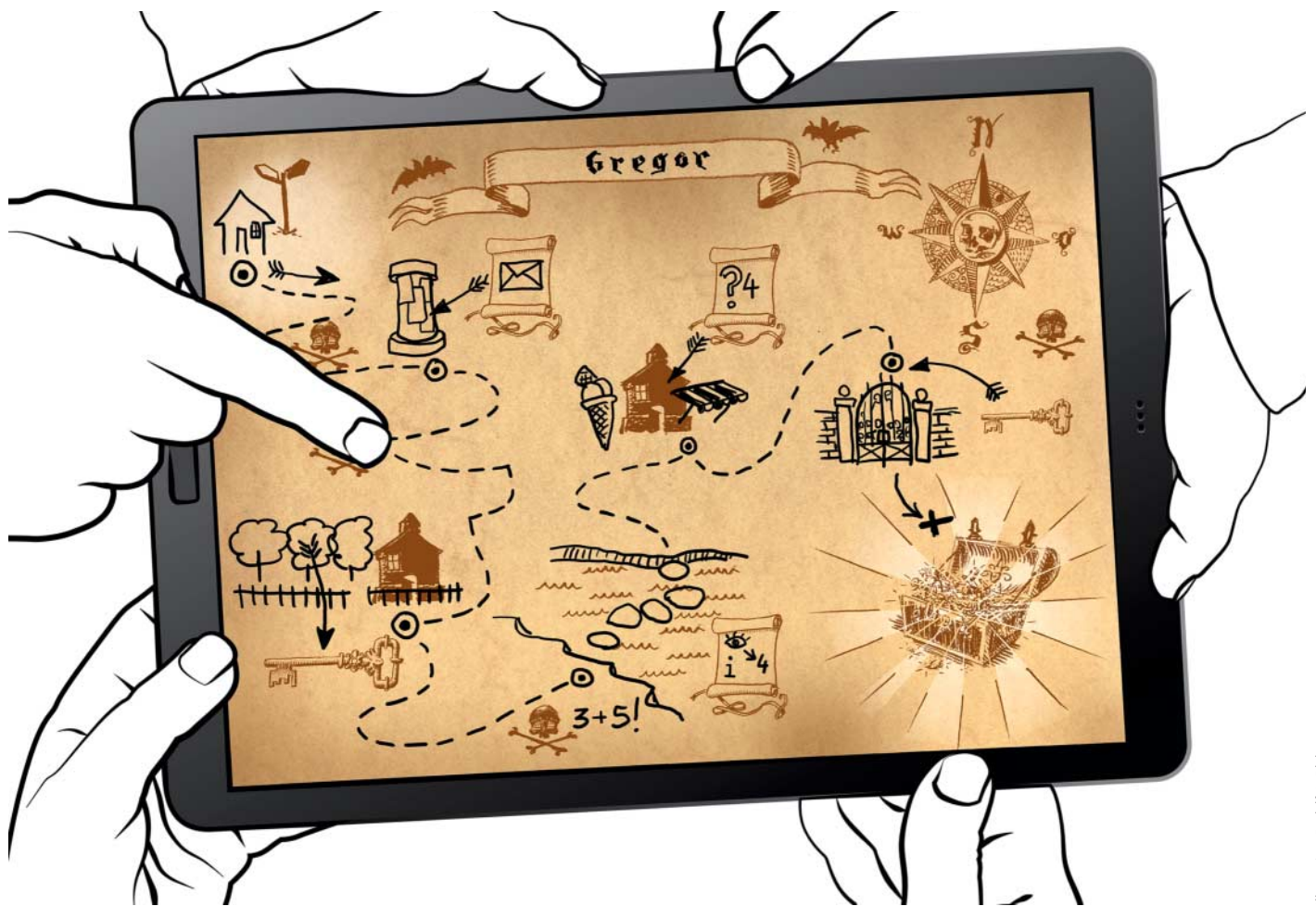


Illustration: Rudolf A. Bleha

Ab vor die Tür!

Spieleklassiker digital und draußen

Sobald das Wetter besser wird, sehen Eltern den Nachwuchs gerne draußen herumtoben. Der jedoch klebt wetterunabhängig am liebsten vor Rechner oder Smartphone. Die Lösung? Die Sprösslinge samt Freunden mit der passenden App vor die Tür scheuchen.

Von Anke Poimann

Blinde Kuh und Topfschlagen sind Klassiker auf jedem Kindergeburtstag, aber nichts übertrifft eine anständige Schatzsuche. Mussten Eltern früher noch mit Zettel und Stift losziehen, um die beste Route auszutüfteln, erledigen sie das ab sofort per App. Der Vorteil: Eine App-

gestützte Schnitzeljagd bietet viel mehr Möglichkeiten und zur allergrößten Not lässt sich die Strecke kurz vor knapp noch verändern – falls zum Beispiel die Wiese nach dem Sommergewitter zum See geworden ist. Ein weiterer Vorteil: Niemand muss mehr mit Straßenkreide auf dem Boden herumkrabbeln, um Pfeile und Anweisungen auf den Asphalt zu kritzeln. Die hier vorgestellten Draußen-Spiele per App eignen sich für jeden sonnigen Tag, auch ganz ohne Geburtstag.

Ein netter Nebeneffekt: Die Sprösslinge und ihre Freunde üben spielerisch den Umgang mit Smartphone oder Tablet. Und das, indem sie sich gemeinsam mit anderen Kindern an der frischen Luft bewegen. Insbesondere kleinere Kinder sollten begleitet werden. Dann können die Erwachsenen unterwegs Fragen klären und vermeiden, dass Frust auf-

kommt. Außerdem haben sie im Straßenverkehr ein Auge auf die Kids. Sehr schnell sind die nämlich so ins Spiel vertieft, dass sie – den Blick aufs Mobilgerät geheftet – dabei andere Verkehrsteilnehmer übersehen.

Das Smartphone funktioniert mit den Apps wie ein Kompass und führt die Teilnehmer an die unterschiedlichen Punkte der Schnitzeljagd. Sie suchen nach Koordinaten oder Hinweisen, die den weiteren Weg verraten. Kleine Aufgaben unterhalten den Nachwuchs und bringen Abwechslung in den App-geleiteten Spaziergang. Je nach App sind solche Aufgaben beispielhaft vorgegeben, alternativ erstellt man sie selbst. Die Spanne reicht von „Mache ein Foto von xy“ bis zu Quizfragen mit Antwortmöglichkeiten. Am Ende wartet auf die kleinen Schatzsucher die Belohnung und diese darf ruhig ganz analog ausfallen, zusätzlich zu einer potenziellen Gewinner-Kür in der App. Je nach Alter der Kinder führt die Schnitzeljagd beispielsweise zur Grillhütte und als Belohnung gibt es das Schokoeis bereits vor dem Abendessen.

Unsere bunte App-Tüte bietet für jeden etwas: Troovie richtet sich mit seinen putzigen Animationen an besonders junge Spieler, während sich Actionbound eher an ältere Kinder und Erwachsene

wendet. Agent-X rückt gemeinsame Bewegung in den Mittelpunkt. Alle Spiele setzen aktiviertes GPS voraus, manche benötigen zudem eine Internetverbindung – und einen ausreichenden Datentarif. Falls Sie eine längere Route planen, schadet ein Akku-Pack nicht, damit dem Knobelspaß nicht vorzeitig der Saft ausgeht.

Schatzsuche mit Troovie

Die Schatzsuchen-App Troovie, die ohne Registrierung auskommt, eignet sich für Kinder im Grundschulalter. Die App stammt aus den Niederlanden, ist allerdings beinahe fehlerfrei ins Deutsche übersetzt. Einzig bei nicht aktiviertem GPS ploppt eine niederländische Meldung auf, die den Nutzer auf Android-Geräten direkt zu den Standorteinstellungen bringt, um den Modus anzupassen. Vorgefertigte Touren, in der App als „Super Troovies“ bezeichnet, gibt es nur für die Niederlande.

In der kostenfreien Version lassen sich nur Mini-Schatzsuchen planen: Sie dürfen bis zu 750 Meter lang sein und maximal vier zu lösende Aufgaben enthalten, zum Beispiel „zehn Mal auf einem Bein zu hüpfen“. Zu jedem Aufgabentyp liefert die App eine Beispielaufgabe mit. Die kostenpflichtige Variante kommt ohne Streckenbegrenzung aus und bringt zwölf Beispielaufgaben mit. Eine einzelne Mega-Schatzsuche kostet 5 Euro, drei gibt es für 8 Euro und zehn für 10 Euro. Die Routen lassen sich beliebig oft spielen.

Um eine der kostenfreien Strecken zu absolvieren, benötigen kleine Kinder um die 30 Minuten – was fürs Erste ausreicht.

Falls Sie unsicher sind, ob diese Zeit genügt, um die Lütten auszulasten, fügen Sie in der kostenlosen Version einfach eine zweite Route mit neuen Aufgaben hinzu und lassen die zweite Schnitzeljagd am Endpunkt der ersten beginnen.






Troovie bettet Schatzsuchen in Geschichten ein. Für die Mini-Variante stehen drei zur Wahl, beispielsweise ein Monster-Abenteuer, in dem die Kinder einem Professor helfen, vier aus dem Labor entkommene Monster wieder einzufangen. Im Piraten-Abenteuer begibt sich der Nachwuchs gemeinsam mit Kapitän Jack auf die Suche nach den Schlüsseln zum magischen Schatz. Hilfe leisten Papagei Piko und Oktopus Otto.

Die App blendet putzige Videos ein, in denen die Geschichte erzählt wird, deshalb sollte der Lautsprecher immer eingeschaltet sein. Falls Ihnen die Geschichten nicht zusagen, wählen Sie das Basis-Abenteuer, in dem Sie nur Strecke und Aufgaben vorgeben, ohne dass diese in eine Geschichte eingebettet werden.

Kurze Audio-Sequenzen erklären kindgerecht, wie die Schnitzeljagd funktioniert. Nachdem Sie Strecke und Aufgaben eingetragen haben, wählen Sie noch den Preis aus, den die Kinder nach erfolgreicher Schatzsuche in der App sehen sollen. Troovie bringt fertige Pokal-Bilder mit, alternativ knipsen Sie das Schokoeis, das schon in der Kühlbox wartet. Übrigens lässt sich Troovie auch mit mehreren Geräten spielen, indem man die Schatzsuche übers Teilen-Menü des Mobilgeräts verschickt, beispielsweise per WhatsApp oder

Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

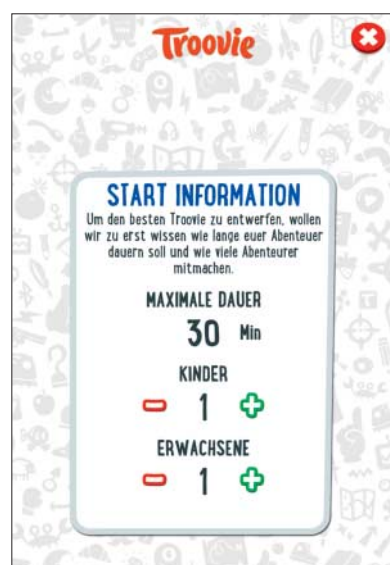
Outdoor-Apps für die Familie

-  Tablet oder Smartphone (Android/iOS), App „Troovie“, „Agent-X“ oder „Actionbound“
-  je nach App grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Smartphone und Rechner
-  Vorbereitungszeit zwischen 5 und 60 Minuten; Spielzeit ab 15 Minuten
-  Kinder ab ca. 10 Jahren legen alleine los, jüngere Kinder werden durch Eltern oder ältere Geschwister unterstützt
-  alle Apps in der Grundversion kostenlos; kostenpflichtige Versionen ab 3 Euro

per E-Mail. Das ist außerdem praktisch, um mehrere Gruppen aus unterschiedlichen Richtungen starten zu lassen: Erstellen Sie verschiedene Routen, teilen Sie diese mit anderen Eltern, sodass sich am Ende alle zur Grillparty im Park treffen.

Fangt Agent-X

Anders als bei einer Schnitzeljagd benötigt Agent-X kaum Zeit für die Vorberei-



In der kostenfreien Version dauert die Troovie-Suche rund 30 Minuten.



Vier Aufgabentypen stehen zur Wahl, die man frei gestaltet.



Die App zeigt mit niedlicher Grafik kindgerecht an, wo es langgeht.

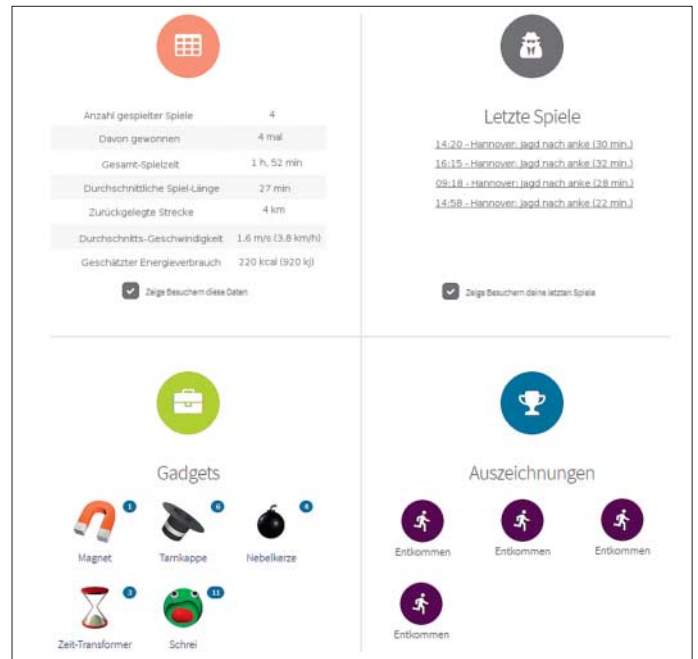
tung, dafür aber mindestens zwei Spieler und zwei Mobilgeräte. Auf der Website des Anbieters kann man seine bisherigen Spiele, Auszeichnungen, Gadgets und Statistiken anschauen – sofern man sich registriert. Wer auf die Historie verzichten kann, spielt ohne Registrierung.

Die App eignet sich für etwas größere Kinder, die sich sicher und selbstständig in ihrem Viertel bewegen. Die kostenlose Variante blendet am oberen Bildschirmrand eine schmale Werbeleiste ein. Schon nach kurzer Zeit nimmt man sie kaum noch wahr, da sich der Blick auf die Landkarte fokussiert. Die Spielzeit ist auf 13 Minuten beschränkt und auch die Spielfeldgröße ist limitiert. Für 3 Euro gibt es die Pro-Version ohne diese Beschränkungen und ohne Werbung.

Das Spielprinzip ist schnell erklärt: Ein Spieler ist Agent-X und auf der Flucht, die restlichen Mitspieler sind Detektive auf der Jagd nach ihm. Damit es nicht zu einfach gerät, bekommt der Spion 90 Sekunden Vorsprung. Alle Mitspieler sehen farbige Positionsmarker auf der digitalen Landkarte. Während Agent-X die Bewegungen seiner Kontrahenten permanent auf dem Display verfolgt, bekommen die Detektive nur alle 90 Sekunden den aktuellen Standpunkt des Flüchtigen zu sehen. Der Name des Spiels erinnert nicht nur zufällig an das Spiel Mister-X von Ravensburger, das wiederum der Nachfolger von Scotland Yard ist.

Sowohl Detektive als auch Agent-X können der anderen Partei das Leben schwerer machen, indem sie Gadgets ein-

Die Agent-X-Website zeigt Statistiken rund um die absolvierten Spiele.



setzen. Sie sind vergleichbar mit Aktionskarten bei einem Brettspiel. Die Tarnkappe zum Beispiel lässt den Positionsmarker für 30 Sekunden von der Karte verschwinden – perfekt, um schnell vor den Ermittlern zu fliehen beziehungsweise um sich unbemerkt an den Spion heranzuschleichen.

Agent-X gewinnt das Spiel, wenn er sich in der vorgegebenen Zeit nicht von den Detektiven fangen lässt. Damit die Ermittler gewinnen, muss Agent-X auf das weiße Fähnchen am unteren Bildschirmrand tippen und aktiv aufgeben. Das ist sinnvoll, denn gälte das Spiel als verloren,

nur weil das GPS die Positionsmarker am selben Ort anzeigt, wäre das nicht in jedem Fall korrekt. Der Spion könnte zum Beispiel auf einer Brücke und damit außer Sichtweite sein.

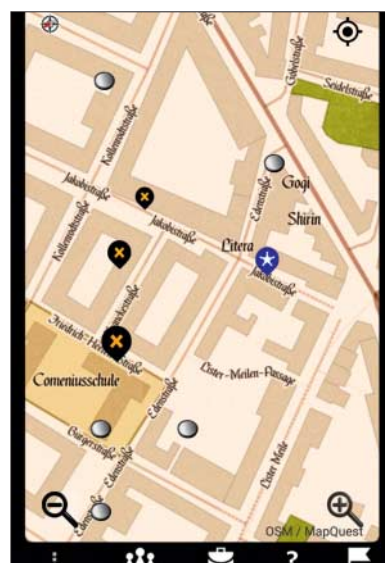
Bei diesem Spiel sind die Kids sehr viel unterwegs und legen den ein oder anderen Kilometer zurück. Gleichzeitig üben sie sich im taktischen Spiel und im Kartenlesen.

Actionbound: Schnitzeljagd pro

Mit Actionbound erstellt man eigene Rallies mit unterschiedlicher Ausrichtung:



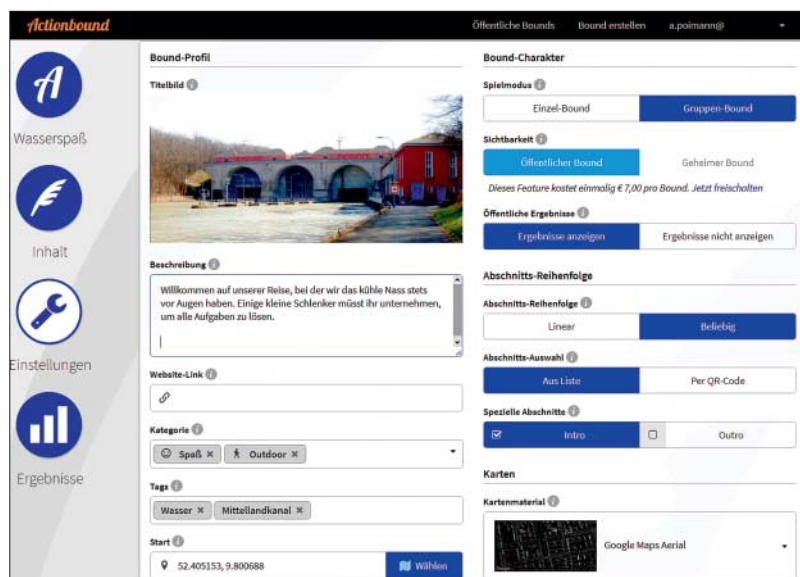
Beim Spielstart zeigt die App an, ob man derzeit Spion oder Detektiv ist.



Agent-X schult strategisches Denken und das Navigieren auf einer Karte.



Gadgets machen den Kontrahenten das Leben schwer.



Bounds erstellt und bearbeitet man in der Web-Oberfläche – am besten am Rechner, denn die Ansicht im mobilen Browser ist arg fummelig.

Von der kurzen Schatzsuche im Viertel bis zur themengebundenen Stadtführung ist alles denkbar. Das Spiel bietet mit Abstand die umfangreichsten Spielmöglichkeiten unter den vorgestellten Apps, bedarf allerdings auch deutlich mehr eigener Vorbereitung.

Privatanwender nutzen die App kostenfrei. Allerdings sind alle Strecken, sogenannte Bounds, öffentlich einsehbar, sobald man sie online stellt. Ein geheimer Bound kostet 7 Euro. Kinder können mit Actionbound spannende Rallyes für ihre Freunde erstellen. Wie wäre es mit einer Route entlang der tollsten Eisdielen und

schönsten Spielplätze? Sofern man kein Geld ausgeben möchte, sondern die kostenlose Version der App nutzt, sind alle Bounds grundsätzlich für alle Nutzer spielbar. Daher sollte die Strecke an öffentlichen Orten verlaufen und nicht gerade vor der eigenen Haustür starten und enden. Anweisungen wie „Als nächstes gehst Du bei Deinem Schulkameraden XY vorbei“ zusammen mit einer Ortsangabe haben in einem kostenlosen Bound ebenfalls nichts verloren. Damit unterwegs geknipste Fotos und andere Ergebnisse nicht für fremde Menschen einsehbar sind, sollten Sie in jedem

Bound die Option „Ergebnisse nicht anzeigen“ wählen. Ein Tipp: Sie müssen für jeden Bound die Option „online“ aktivieren, erst dann können Sie ihn spielen. Wenn Sie ihn nur für die Spielzeit online stellen, schaffen Sie zumindest eine rudimentäre Privatsphäre.

Je nach Wohnort gibt es für den eigenen Standort bereits fertige Bounds, mit denen Sie sofort loslegen können. Wollen Sie sich lieber selbst an der Routenplanung versuchen, steht ein Wechsel vom Smartphone zum Rechner an: In der Web-Oberfläche fügt man bequem Inhalte zum Bound hinzu. Jedes Element platziert Actionbound auf einer Art Karteikarte, deren Position Sie bei Bedarf per Drag & Drop jederzeit verändern. Einzelne Stationen können Sound-, Bild- und Video-Files enthalten. Das ist besonders schön für kleinere Kinder, die noch nicht lesesicher sind.

Sie können Spieler nicht nur per Koordinatenangabe an einen Ort schicken, sondern auch durch ein Informationselement: „Gehe 30 Schritte geradeaus, drehe Dich nach links“. Wie es sich für eine ordentliche Schnitzeljagd gehört, müssen die Spieler Aufgaben lösen und ein Quiz bestehen. Eine besonders schöne Möglichkeit besteht darin, einen QR-Code zu generieren und diesen unterwegs zu verstecken. Weiter im Spiel kommt nur, wer den Code findet und scannt. Das bietet Raum, um Verwirrung zu stiften: Mehrere QR-Codes ausdrucken und rund um den Stationspunkt befestigen – nur einer allerdings funktioniert. (apoi@ct.de) **ct**



Mit der App Actionbound spielt man unterschiedliche Bounds.



Öffentliche Bounds zeigt die App auf einer Landkarte an.



Die App zeigt Richtung und Entfernung des nächsten Ziels.



Dockbereit

Linux auf günstigen 13,3-Zoll-USB-C-Notebooks

Schon Mittelklasse-Notebooks bringen heute eine USB-C-Buchse mit, die klassische Dockingstationen überflüssig macht. Doch funktioniert das auch mit Linux – und wie gut?

Von Thorsten Leemhuis

Dank USB-C muss man nicht mehr zu teuren Business-Notebooks greifen, um in den Komfort einer Dockingstation zu kommen: Bereits für 800 Euro gibt es 13,3-Zöller, die neben der flexiblen USB-C-Buchse auch Vierkernprozessor und SSD mitbringen.

Vier solche Notebooks hatten wir jüngst im Testlabor [1]. Sie durften jetzt noch ihre Linux-Tauglichkeit unter Beweis stellen. Drei davon brachten eine vermeintlich gut zu Linux passende Ausstattung mit: Sie kombinieren ordentlich unterstützte und schon eine Weile erhältliche Intel-Prozessoren mit gängigen WLAN-Chips, lassen zugleich eine zuschaltbare Nvidia-GPU und andere Funktionen weg, die Linux gerne stolpern lassen. Trotzdem zeigten sich größere Probleme beim Linux-Einsatz; das gilt auch für das vierte Notebook, in dem ein recht neuer AMD Ryzen Mobile steckt.

Die getesteten Geräte Dell Inspiron 5370, HP ProBook 430 G5, Lenovo IdeaPad 720S und Lenovo ThinkPad L380 empfehlen sich mit Gewichten zwischen 1,1 und 1,5 Kilogramm allesamt für einen mobilen Einsatz; Laufzeiten von normalerweise zehn Stunden und mehr unterstreichen das. Zugleich haben die Notebooks ausreichend Power, um am heimischen Schreibtisch alle Aufgaben zu meistern, wenn man von anspruchsvollen 3D-Spielen absieht. Alle haben ein mattes Display; das Thinkpad L380 sogar mit Touch-Funktion.

Für die Tests nutzten wir Ubuntu 18.04 LTS Final Beta. Darüber hinaus installierten wir zum Gegencheck noch Fedora 27 Workstation, um nicht Problemen einer Vorabversion auf den Leim zu gehen; alle größeren Probleme traten aber auch dort auf.

Eine problematische Eigenschaft zeigte sich mit beiden Distributionen und auf allen vier Notebooks: Die Fingerabdrucksensoren funktionierten nicht. Des Weiteren vergaßen beide, die Treiber zur



Das Dell Inspiron 5370 kann mit Linux die Laufzeit von Windows übertreffen, schwächelt aber beim Senden via WLAN.



Linux erreicht beim HP ProBook 430 G5 nicht die Laufzeit von Windows und versteht sich schlecht mit der UEFI-Firmware.

hardwarebeschleunigten Video-Wiedergabe einzurichten.

Dell Inspiron 5370

Das Inspiron 13 scheint mit Ubuntu ganz ordentlich zu laufen, zeigt bei näherem Hinsehen aber ein größeres Problem: Selbst auf Kurzstrecke erreicht das Notebook beim Senden von Daten via WLAN nur unterirdische Werte von circa 9 Mbit/s; das Übertragen großer Dateien oder ein Backup auf einen Server wird da zum Geduldsspiel. Das ist ein Problem, das seit Jahren immer mal wieder mit WLAN-Chips von Qualcomm/Atheros auftritt. Zuletzt ist es uns im Herbst 2016 beim mit Ubuntu ausgelieferten Dell XPS 13 (9360) Developer Edition begegnet [2]. Im Juli hat Ubuntu es in seinem 16.04-Kernel behoben. Das ist aber mit einem unsauberen Patch mit bekannten Nebenwirkungen

passiert, den die Linux-Entwickler rundweg ablehnten; letztere haben das Problem jüngst bei 4.16 aber auf eine bessere Weise behoben. Davon profitiert auch das Inspiron 13, denn mit dieser Kernel-Version erreicht es eine akzeptable Sendeleistung von rund 150 Mbit/s bei 5 GHz.

Für den nicht unterstützten Fingerabdrucksensor geistert ein alter Android-Treiber durchs Netz, der sich bei einem Kurztest aber nicht zur Mitarbeit überreden ließ. Der Akku war im Leerlauf bereits nach etwas mehr als achteinhalb Stunden leer, denn Ubuntu lässt eine Reihe von Stromspartechniken links liegen. Einige der wichtigsten kann man aktivieren, indem man Powertop nachinstalliert und `powertop --auto` aufruft; das steigerte die Leerlauf-Akkulaufzeit auf rund dreizehn Stunden. Das ist ganz ordentlich, denn in einem vergleichbaren Testszenario mit

dem vorinstallierten Windows war nach gut elfeinhalb Stunden Schluss. Auch beim Video-Test hält Linux länger durch, sofern man mit Powertop optimiert und den Video-Beschleunigungstreiber aus den Ubuntu-Repositories nachinstalliert.

HP ProBook 430 G5

Beim ProBook zeigten sich mehrere Interaktionsprobleme zwischen Betriebssystemen und UEFI-BIOS. Das traf uns schon zu Testbeginn, denn der Ubuntu-Installationsstick ließ sich nicht über das Shift-Neustart-Menü von Windows booten, aber über das per F9 aufrufbare BIOS-Boot-Menü oder ein Ändern der Boot-Reihenfolge im BIOS-Setup.

Später zeigte sich, dass auch Änderungen der Bootreihenfolge mit dem Linux-Tool `efibootmgr` verpuffte. Ferner verschwanden die UEFI-Boot-Einträge für die

USB-C-Dockingstationen unter Linux

Wir haben nicht nur die in c't 9/2018 vorgestellten USB-C-Notebooks mit Linux getestet, sondern auch die dort vorgestellten USB-C-Dockingstationen [4]. Vom HP-Dock abgesehen funktionierten die Docks dabei nicht schlechter als unter Windows. Das war auch zu erwarten, denn das USB-C-Handling rund um Power Delivery oder das Durchreichen von DisplayPort-Signalen erledigt im Wesentlichen die Firmware. Die Audio-Ein/Ausgänge funktionieren ebenfalls,

denn die Sound-Chips der Docks implementieren allesamt die USB Device Class Definition for Audio Devices, für die der Kernel einen Treiber mitbringt. Solche liegen auch für die USB-Netzwerk-Chips von Asix und Realtek bei, die in den Docks stecken.

Beim HP-Dock funktionierten die Bildschirmanschlüsse nicht – kein Wunder, denn diese verarbeiten nicht ein vom Notebook geliefertes DisplayPort-Signal weiter, sondern haben einen eigenen, per

USB 3 angebundenen Grafikchip von DisplayLink. Linux bringt für die keine Treiber mit. Der Chip-Hersteller bietet allerdings welche für Ubuntu 16.04 und 17.10 an. Unter neueren Versionen und anderen Distributionen funktionieren die aber nicht oder nur mit Mühen. Daher war es auch kein Wunder, dass es mit der Vorabversion von 18.04 nicht geklappt hat. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird der Hersteller aber bald Support für das kommende Ubuntu nachreichen.



Beim Lenovo IdeaPad 720S hakt es mit Linux unter anderem bei WLAN, Bluetooth und Stromspar-Techniken.



Probleme mit dem Bereitschaftsmodus und Macken mit der Hardware plagen Linux auf dem Lenovo ThinkPad L380.

zwei von uns installierten Linux-Distributionen, nachdem wir zwischenzeitlich mal Windows gestartet und aktualisiert hatten. Das ist kein Windows-Problem, denn bei den anderen Testkandidaten passierte nichts dergleichen. Zum erneuten Linux-Start mussten wir ein Live-Medium booten, per chroot in das installierte Ubuntu wechseln und grub-install ausführen. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass der UEFI-Boot-Eintrag für Fedora sogar noch vorhanden war, vom BIOS aber ohne erkennbaren Grund unterschlagen wurde.

Obwohl das ProBook kein als Touchpad nutzbares Hybrid-Gerät ist, findet sich im Benutzermenü des Ubuntu-Desktops ein Symbol, um die Bildschirmrotation zu sperren. Das nutzt man am besten, denn sonst dreht sich der Bildschirminhalt tatsächlich, wenn man das Gerät mal schräg hält. Offenbar stecken im Gerät ein Lage-sensor und eine Firmware mit Funktionen für Convertibles.

Für den Fingerabdrucksensor findet sich ein alter proprietärer Treiber im Internet, der mit einigen äußerst unsauberen Tricks auch unter Ubuntu 16.04 bis 17.10 arbeiten soll. Unter der Vorabversion von Ubuntu 18.04 funktionierte das Ganze aber nicht.

Zum Aufwachen aus dem Bereitschaftsmodus ließ sich das Notebook hin und wieder zehn Sekunden oder mehr Zeit – mehr als doppelt so lange wie üblich. Bei der Akkulaufzeit kam Ubuntu nicht an die knapp vierzehneinhalb Stunden im Leerlauf heran, die das vorinstallierte Windows erzielt: Standardmäßig war fast fünf Stunden früher Schluss, nach

der Optimierung mit Powertop immer noch dreieinhalb Stunden früher.

Lenovo IdeaPad 720S

Das mit AMDs Ryzen-U-Prozessor ausgestattete Ideapad und Linux vertragen sich schlecht miteinander. Das auffälligste Problem ist der nicht funktionierende WLAN-Chip. Das kann man mit einem Treiber für den Realtek RTL8821CE beheben, der in den Quellen des Linux-Kernels von Endless OS steckt. Die Installation erfordert fortgeschrittene Kenntnisse, denn man muss ihn dort umständlich herausfriemeln und minimal anpassen, bevor man ihn kompilieren kann; letzteres muss man zudem bei jedem Kernel-Update erneut machen.

Das Gerät stürzte im Verlauf der Tests fünfmal spontan bei unterschiedlichen Tätigkeiten ab – das könnte mit den oft mehr als einmal pro Sekunde ausgegebenen Warnmeldungen zu tun haben, mit denen der Kernel auf nicht fatale Übertragungsfehler bei der PCIe-Kommunikation hinweist. Diese zeigten sich auch mit Fedora 27 Workstation und einer Vorabversion von Linux 4.17.

Bluetooth funktionierte nicht: Linux erkannte zwar den dafür zuständigen Chip, konnte ihn aber nicht einschalten.

Beim Kompilieren von Linux 4.14 ging das Gerät als letztes ins Ziel: Das Ideapad braucht fast sechs Minuten, während die anderen Notebooks bereits nach dreieinhalb bis vier Minuten einliefen. Den Ryzen trifft dabei nur eine Teilschuld, denn in wenige Sekunden laufenden CPU-Benchmarks kann er zumeist mit

den Core-i-Prozessoren mithalten. Hauptschuld haben offenbar die Firmware und das unterdimensionierte Kühlsystem des Ideapad: Der Prozessor drosselt sich bereits nach ein bis zwei Minuten Volllast, um sich vor dem Hitzetod zu bewahren. Bei Last für alle CPU-Kerne läuft er dann mit circa 1,6 GHz – weit unter dem Turbotakt von 2,6 GHz, den der Prozessor normalerweise erreicht, wenn alle vier Kerne befeuert werden. Kein Wunder also, dass ein nur kurz laufender Benchmark um knapp 50 Prozent langsamer wurde, sobald das Gerät drosselte. Das Ganze passierte nicht nur unter Linux, sondern auch mit Windows (siehe S. 12).

Auch bei der Akkulaufzeit hakt es, denn selbst im Leerlauf ist der Akku bereits nach etwas mehr als fünf Stunden leer; unter Windows hält das Gerät fast doppelt so lange durch. Wir versuchten daraufhin mit powertop --auto noch etwas herauszuholen, aber dann erkannte das Notebook keine USB-Geräte mehr. Das Problem ließ sich vermeiden, indem man alle mit Powertop aktivierbaren Stromsparmaßnahmen manuell einschaltet, den USB-Controller dabei aber außen vor lässt. Die Akkulaufzeit steigerte sich dadurch aber nur um eine Viertelstunde. Offenbar geht der Ryzen mit Linux nicht recht schlafen, wenn er nichts zu tun hat; das ist auch bei der Vorabversion von Linux 4.17 so.

Lenovo ThinkPad L380

Auch das zweite Lenovo-Gerät fremdelt mit Linux, aber an andere Stelle: Der Bereitschaftsmodus funktioniert so gut wie nie. Der Schlafzustand arbeitete auch mit

Fedora und einer Vorabversion von 4.17 nicht besser. Eine Ursache dafür scheint ein Problem im Treiber für den Touchscreen-Controller zu sein, wie eine nähere Untersuchung offenbarte; ein Patch, der diese Macke beseitigt, ist bereits auf dem Weg in den offiziellen Kernel. Auf dem Testgerät half der aber nicht sonderlich weiter, denn Suspend-to-RAM funktionierte auch damit nur sporadisch. Offenbar liegt noch ein weiteres Problem vor.

Ohnehin lief das Gerät nicht rund: Vereinzelt stellten USB-Ports oder die WLAN-Verbindung spontan und ohne erkennbaren Grund die Funktion ein. Sie ließen sich dann erst nach einem Neustart wieder verwenden. Unabhängig davon traten im Betrieb sporadische Kernel Oops auf – damit weist Linux auf schwerwiegende Fehler hin, die es aber auf eine Weise abfangen konnte, die einen eingeschränkten Weiterbetrieb ermöglicht.

Laut den technischen Daten hat das Thinkpad zwar den schnellsten Prozessor des Testfelds, braucht zum Kompilieren eines Kernels aber trotzdem länger als die Notebooks von Dell und HP, weil Lenovo die CPU offenbar früh ausbremst [1].

Fazit

Linux-Anwender sollten von den beiden Lenovo-Geräten die Finger lassen, denn sie zeigen größere Probleme. Die beiden anderen Notebooks schlagen sich besser, konnten aber auch nicht voll überzeugen: Beim Dell Inspiron stört die WLAN-Treiber-Problematik, die sich so richtig erst im Verlauf der nächsten zehn Monate lösen wird. Das HP ProBook enttäuscht mit einer schwachen Akkulaufzeit; durch die UEFI-Probleme muss man sich zudem jederzeit darauf einstellen, dass Linux plötzlich nicht mehr startet.

Das Endergebnis bestätigt jene früheren c't Tests dieser Art: Beim eigenhändigen Installieren von Linux auf beliebigen Windows-Notebooks lauern allerlei Fallstricke. Die Gefahr kann man durch den Kauf eines Geräts reduzieren, zu dem sich im Internet positive Erfahrungsberichte finden. Wichtig dabei: Achten Sie genau darauf, wie gründlich getestet wurde, denn Probleme wie jene der Dell- und HP-Notebooks bleiben schnell unentdeckt. Achten Sie auch darauf, möglichst genau die gleiche Ausstattungsvariante zu erwerben: In Notebooks mit leicht anderen Pro-

duktbezeichnungen steckt vielleicht ein anderer WLAN-Chip oder manchmal sogar eine andere GPU, was sich massiv auf die Linux-Qualitäten auswirkt. Das Gleiche gilt, wenn man eine andere Distribution einzusetzen gedenkt.

Der sicherste Weg zu einem ordentlichen Linux-Gerät ist und bleibt daher: Kaufen Sie ein Notebook, bei dem der Hersteller die von Ihnen gewünschte Linux-Distribution vorinstalliert. Die haben zwar auch ihre Macken, wie c't Tests von mit Ubuntu bestückten Dell- und Tuxedo-Notebooks zeigten [2, 3]. Bei solchen Systemen haben Sie aber Reklamationsansprüche, wenn es mit Linux irgendwo klemmt. (thl@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Für unterwegs und daheim, 13,3-Zoll-Notebooks mit USB-C-Schnittstelle, c't 9/2018, S. 96
- [2] Thorsten Leemhuis, Blender, XPS 13 Developer Edition 9360: Neuauflage des Linux-Ultrabooks von Dell, c't 25/2016, S. 138
- [3] Thorsten Leemhuis, Heimspiel, Tuxedo Infinity-Book Pro 13: Schlankes Linux-Notebook aus Deutschland, c't 20/2017, S. 96
- [4] Florian Müssig, Anschlussfreudig, USB-C-Dockingstationen von Notebook-Herstellern und Drittanbietern, c't 9/2018, S. 102

13,3-Zoll-Notebooks mit USB-C-Schnittstelle: technische Daten und Testergebnisse

Modell	Dell Inspiron 13 5000	HP ProBook 430 G5	Lenovo IdeaPad 720S-13ARR	Lenovo ThinkPad L380
getestete Konfiguration	5370-0583	3KY88EA	81BR00XGE	20M60018GE
Ausstattung und Eigenschaften¹				
Display	13,3 Zoll / 1920 × 1080 / 166 dpi / 9...183 cd/m², matt	13,3 Zoll / 1920 × 1080 / 166 dpi / 13...239 cd/m², matt	13,3 Zoll / 1920 × 1080 / 166 dpi / 15...287 cd/m², matt	13,3 Zoll / 1920 × 1080 / 166 dpi / 3...234 cd/m², matt
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,35 kg / 32,4 cm × 22 cm / 2...2,1 cm	1,5 kg / 32,6 cm × 23,3 cm / 2,1...2,2 cm	1,11 kg / 30,5 cm × 21,3 cm / 1,5...1,7 cm	1,46 kg / 32 cm × 22,4 cm / 1,9...2,2 cm
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	36 Wh Lithium-Ionen / – / n. v.	48 Wh Lithium-Ionen / – / n. v.	47 Wh Lithium-Ionen / – / n. v.	44 Wh Lithium-Ionen / – / n. v.
Hauptprozessor / GPU / Chipset	Intel Core i5-8250U / UHD 620 / Kaby-Lake-U	Intel Core i5-8250U / UHD 620 / Kaby-Lake-U	AMD Ryzen 7 2700U / Radeon Vega 10 Mobile / Raven-Ridge-SoC	Intel Core i5-8350U / UHD 620 / Kaby-Lake-U
Hauptspeicher / Massenspeicher	8 GByte DDR4-2400 / SSD: SK Hynix SC311 (256 GByte)	16 GByte DDR4-2666 / SSD: Toshiba XG5 (512 GByte)	8 GByte DDR4-2133 / SSD: Samsung PM961 (256 GByte)	8 GByte DDR4-2400 / SSD: Samsung PM961 (256 GByte)
LAN / WLAN	– / PCIe: Qualcomm QCA9377 (a/b/g/n-150/ac-433)	PCIe: Realtek (Gbit) / PCIe: Intel Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)	– / PCIe: Realtek RTL8821CE (a/b/g/n-150/ac-433)	PCIe: Intel I219-LM (Gbit) / PCIe: Intel Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Funktionstests mit Ubuntu 18.04 LTS Final Beta				
VGA / HDMI / DisplayPort	n. v. / ✓ / n. v.	✓ / ✓ / n. v.	n. v. / n. v. / n. v.	n. v. / ✓ / n. v.
Bluetooth / WLAN / Netzwerk	✓ / ✓ / n. v.	✓ / ✓ / ✓	– / – / n. v.	✓ / ✓ / ✓
Webcam / Kartenleser / Fingerabdrucksensor (ID)	✓ / ✓ / – (27c6:5301)	✓ / ✓ / – (138a:003f)	✓ / n. v. / – (06cb:0081)	✓ / ✓ / – (06cb:00a2)
Multitouch-Touchpad / Trackpoint / Touchscreen	✓ / n. v. / n. v.	✓ / n. v. / n. v.	✓ / n. v. / n. v.	✓ / ✓ / ✓
Messwerte mit Ubuntu 18.04 LTS Final Beta und vorinstalliertem Windows				
Akkulaufzeit Idle ² : Ubuntu / Powertop-Auto / Windows	8,7 h / 13,1 h / 11,6 h	9,7 h / 10,9 h / 14,4 h	5,5 h / 5,5 h / 9,9 h	11,3 h / 13,8 h / 11,9 h
Akkulaufzeit Video ³ : Powertop-Auto / Windows	8,1 h / 5,5 h	6,9 h / 6,9 h	3,1 h / 4,7 h	7,0 h / 6,5 h
WLAN 2 GHz (20m): Ubuntu Rx / Tx Windows Rx / Tx	49 (42 ⁴) / 8 (30 ⁴) / 59 / 56 Mbit/s	111 / 104 / 106 / 104 Mbit/s	51 / 55 / 48 / 54 Mbit/s	112 / 95 / 111 / 101 Mbit/s
WLAN 5 GHz (20m): Ubuntu Rx / Tx Windows Rx / Tx	185 (190 ⁴) / 9 (76 ⁴) / 175 / 89 Mbit/s ⁴	323 / 162 / 228 / 195 Mbit/s	143 / 45 / 178 / 78 Mbit/s	303 / 123 / 217 / 155 Mbit/s
Kcbench (Linux 4.14 kompilieren)	217 s	242 s	353 s	229 s
Preis und Garantie				
Straßenpreis Testkonfiguration	720 €	1000 €	1000 €	k. A. (900 € mit i5-8250U, ohne Touch)
Garantie	1 Jahr	1 Jahr	2 Jahre	1 Jahr

¹ für weitere technische Daten s. c't 9/18, S. 100

² 100 cd/m², WLAN verbunden, BT an

³ max. Helligkeit, WLAN verbunden, BT an

⁴ mit Linux 4.16.2

n. v. nicht vorhanden

✓ funktioniert

– funktioniert nicht



NAS mit Wolke

Nextcloud als Docker-Instanz im NAS einrichten

Die eigene Cloud macht unabhängig von Dienstleistern, denen man keine heiklen Daten anvertrauen mag. Als Nextcloud-Instanz in einem Docker-fähigen NAS bleiben die Daten sogar physisch innerhalb der eigenen vier Wände. Das einzurichten ist weniger kompliziert, als es klingt.

Von Ernst Ahlers

Wer einen für Docker geeigneten Netzwerkspeicher (NAS) besitzt, der muss nur ein wenig Zeit investieren, um ihn zum eigenen Cloud-Server für Familie, WG oder Kleinfirma aufzuwerten.

Der Nextcloud-Dienst zum Synchronisieren von Dateien, Terminen und Kontakten wird mit einer (Dyn)DNS-Domain und Portfreigaben im Router auch von unterwegs aus nutzbar.

Wie das konkret geht, zeigen wir am Beispiel des Synology-NAS DiskStation DS218+ mit Firmware 6.1.6. Das Vorgehen gilt prinzipiell genauso – wenn auch mit Unterschieden in Details – für andere Geräte seiner Klasse [1].

Für diese Anleitung gehen wir davon aus, dass das NAS eingerichtet und aus dem Internet über einen DynDNS-Namen oder einen eigenen Domainnamen erreichbar ist. Die meisten Schritte können Sie mit dem Admin-Zugang über den Browser erledigen. Dabei verwenden wir die Menünamen der Systemsteuerung aus Synologys NAS-Betriebssystem DSM. Nur

zwischendrin und zum Schluss sind zwei kurze einmalige Ausflüge auf die Kommandozeile nötig.

Eingehende Docker-Kenntnisse brauchen Sie nicht, die wichtigsten Grundlagen erklären wir en passant in Kürze. Häufige Fragen rund um Docker beantwortet der Artikel auf Seite 160 in diesem Heft.

Der erste Schritt ist, die Docker-Erweiterung aus Synologys Paketzentrum zu installieren. Anschließend erstellen Sie drei Container: eine SQL-Datenbank als Grundlage, die aktuelle Nextcloud-Version und das Docker-Tool Watchtower zum automatischen Updaten der Container.

Rufen Sie im NAS-Menü Docker über sein Icon auf. Per Klick auf „Registrierung“ können Sie die zum Erstellen der

ersten beiden Container-Instanzen nötigen Images herunterladen. Sie finden sie ohne langwieriges Scrollen über das Suchfeld mit den Begriffen „mysql“ und „nextcloud“. Damit tauchen mehrere Treffer unterschiedlicher Umsetzungen auf.

Wählen Sie aus den typischerweise als ersten erscheinenden Einträgen mit dem „Official“-Orden. Er kennzeichnet die Images von Firmen, die hinter den Tools stehen und mit Support dazu ihr Geld verdienen. Sie können hier also von gut gepflegten Images ausgehen.

Nextcloud nutzt eine externe Datenbank für seine Konfiguration und Informationen über den Dateibestand. Es versteht sich mit MySQL, MariaDB oder PostgreSQL. Wir haben das nicht unter Oracles Fuchtel stehende MariaDB gewählt.

Behalten Sie bei den Image-Downloads als Tag „latest“ bei, um die neueste Version zu erhalten. Der Download der insgesamt fast 1000 MByte dauert je nach Internetanbindung einige Zeit. Während Nextcloud noch lädt, können Sie schon mit dem vollständig heruntergeladenen Datenbank-Image loslegen.

Datenbank präparieren

Im Synology-Docker finden Sie die Images unter „Abbild“. Starten Sie dort die Datenbank. Die „Allgemeinen Einstellungen“ müssen Sie nur ändern, wenn Sie möglichst viel des im Grundausbau mit 2 GByte knappen NAS-RAM als Puffer für parallele Dateioperationen frei halten wollen: Eine schon länger laufende, für Nextcloud reservierte Datenbank belegte beim Autor rund 230 MByte. Ein sicherer RAM-Grenzwert für die Datenbank wäre also 500 MByte.

Bei den „Erweiterten Einstellungen“ aktivieren Sie zunächst den automatischen Neustart; dies gilt auch für die folgenden Container. Unter „Volume“ sagen Sie diesem Container, wo auf dem NAS-Speicherplatz er seine Daten inklusive Konfiguration ablegen darf. Mit diesem Volume-Mapping trennt Docker die Nutzerdaten von den Programmdateien des Containers, was unnötige Backups vermeidet. Fügen Sie einen Ordner namens sql hinzu, wählen Sie ihn aus und tragen Sie unter „Mount-Pfad“ das Ziel `/var/lib/mysql` ein.

Im „Netzwerk“-Reiter setzen Sie das Häkchen bei „Dasselbe Netzwerk wie Docker-Host verwenden“. Damit meldet sich die SQL-Datenbank auf ihrem Stan-

dardport unter der NAS-Adresse im LAN und Sie können sie auch für andere Zwecke verwenden. Das geht freilich nur, falls nicht die SQL-Erweiterung des NAS selbst aktiv ist. In dem Fall würden Sie den Netzwerkmodus auf „Bridge“ belassen und die Container-Datenbank auf einen freien Port mappen.

Als letzten Schritt fügen Sie unter „Umwelt“ – ein ungeschickt übersetztes „Environment“ – die Umgebungsvariable `MYSQL_ROOT_PASSWORD` hinzu und setzen ein Passwort ein. Jetzt ist die Datenbank zum Start per Klick auf „Übernehmen“ bereit.

Damit Nextcloud sie nutzen kann, legen Sie einen SQL-Nutzer nebst Passwort an und räumen diesem Nutzer passende Rechte ein. Rufen Sie den Container in der Übersicht über den Details-Knopf auf. Dort wählen Sie den Reiter „Terminal“ und klicken auf „Erstellen“. In der dann aufgehenden Root-Shell sind folgende Befehle nötig:

```
mysql -u root -p
create user 'nextcloud'@'localhost'
identified by 'password';
grant all privileges on nextcloud.*
to 'nextcloud'@'%' identified by
'password';
```

Mit dem % im letzten Befehl darf der Nutzer „nextcloud“ nicht nur vom Docker-Host aus, sondern von überall her zugreifen. So gelangen Sie für eventuelle Notoperationen auch aus dem LAN an die nextcloud-Datenbank. `exit` beendet das SQL-Dienstprogramm.

Dieser Weg ist zwar etwas aufwendiger, als Nextcloud einfach das Root-Passwort für die MariaDB-Instanz zu geben. Doch so kann man die SQL-Datenbank auch für andere Dienste im LAN mitbenutzen.

Nextcloud installieren

Den Nextcloud-Container erstellen Sie auf dem gleichen Weg wie die Datenbank.

Zertifikat erstellen

Wählen Sie eine Aktion

Beschreibung: LE

☐ Zertifikat importieren
Importieren Sie einen privaten Schlüssel, ein Zertifikat und ein Zwischenzertifikat.

☐ Selbst unterzeichnetes Zertifikat erstellen
Ein selbst unterzeichnetes Zertifikat wird für gewöhnlich zur Nutzung von sicheren Kanälen zwischen dem Server und einer Gruppe von bekannten Nutzern erstellt.

☒ Zertifikat von Let's Encrypt abrufen
Rufen Sie automatisch ein kostenloses und sicheres Zertifikat von Let's Encrypt, einer offenen Zertifizierungsstelle, ab.

☒ Als Standardzertifikat festlegen

Zertifikat von Let's Encrypt abrufen

Domainname: beispiel.dynv6.net

Email: ea@ct.de

Betreff Alternativer Name: mail.example.com

Hinweis: Gemäß den Let's Encrypt-Richtlinien sind sowohl die Anzahl von E-Mail-Adressen für die Zertifikatsregistrierung als auch die Anzahl der Zertifikatsanforderungen für eine Domain begrenzt.

Bequemer kommt man kaum an Let's-Encrypt-Zertifikate: Der NAS-Webserver nginx kümmert sich darum. Über Einträge in „Alternativer Name“ gelten sie auch für mehrere Domains gleichzeitig. Und schon meckern Browser und Apps nicht mehr über selbstsignierte Zertifikate, für die man sonst überall Ausnahmen anlegen müsste.

Mit einem Reverse-Proxy-Eintrag im NAS leitet nginx HTTPS-Verbindungswünsche an den Nextcloud-Container weiter, der selbst nur HTTP spricht.

„Hostname“ ein und aktivieren HSTS und HTTP/2. Das Ziel heißt localhost mit dem Port 8080, wo Nextcloud lauscht. Ein zweiter Eintrag für HTTP (80) lenkt unverschlüsselte Zugriffe auf HTTPS um, indem Sie die Domain als Quelle mit Port 80 und als Ziel mit Port 443 eintragen.

Nextcloud-Grundeinstellung

Erst jetzt rufen Sie für die Nextcloud-Einstellungen die Cloud-Domain im Browser auf. Legen Sie dort nun ein Admin-Konto nebst Passwort ein, klicken aber dann auf „Speicher & Datenbank“.

Dort wählen Sie „MySQL/MariaDB“. Bei den Datenbankeinstellungen tragen Sie den Nutzernamen (nextcloud), das zugehörige Passwort und den Datenbanknamen (nextcloud) ein. Als Adresse geben Sie die interne LAN-Adresse des NAS mit dem SQL-Standardport an, also beispielsweise 192.168.178.42:3306. Localhost funktioniert hier nicht, weil wir die Docker-SQL-Datenbank ins LAN gesteckt haben. Jetzt können Sie auf „Installation abschließen“ klicken.

Nextcloud muss Hintergrund-Aufgaben erledigen. Das tut es in der Voreinstellung bei jedem Seitenaufruf, doch die bleiben häufig über lange Zeit aus, wenn niemand die Dienste nutzt. Deshalb konfigurieren wir es auf den Webcron-Betrieb, bei dem ein externer Server – hier das NAS – regelmäßig eine Nextcloud-System-Seite aufruft.

Loggen Sie sich dazu als Administrator bei Nextcloud ein. Das Konfigurationsmenü erreichen Sie über den Kreis mit dem Initial rechts oben. Hier stellen Sie

Falls Sie den RAM-Bedarf begrenzen wollen, setzen Sie das Limit ebenfalls auf 500 MByte. Legen Sie für das Volume-Mapping den Ordner cloud an und ordnen Sie ihm den Ziel-Pfad /var/www/html zu.

Beim „Netzwerk“-Reiter bleibt die Voreinstellung „bridge“ bestehen; unter „Port“ ändern Sie „Lokaler Port“ von „Automatisch“ auf „8080“. Hier lauscht später der Container mit der IP-Adresse des NAS.

Widerstehen Sie nach dem Klick auf „Übernehmen“ der Versuchung, mit dem Browser schon mal zu gucken, ob Nextcloud auf seine lokale Adresse im LAN reagiert. Dann würde Nextcloud sich als Trusted-Domain seine LAN-IP-Adresse statt des Domainnamens merken und Sie müssten umständlich seine Konfigurationsdatei korrigieren.

Richten Sie vorher zwei Reverse-Proxy-Einträge im NAS ein – Details folgen gleich – sowie zwei Portweiterleitungen für HTTP (80) und HTTPS (443) in Ihrem Router, die auf die LAN-Adresse des NAS mit den gleichen Ports zeigen.

Webzugriff im NAS umbiegen

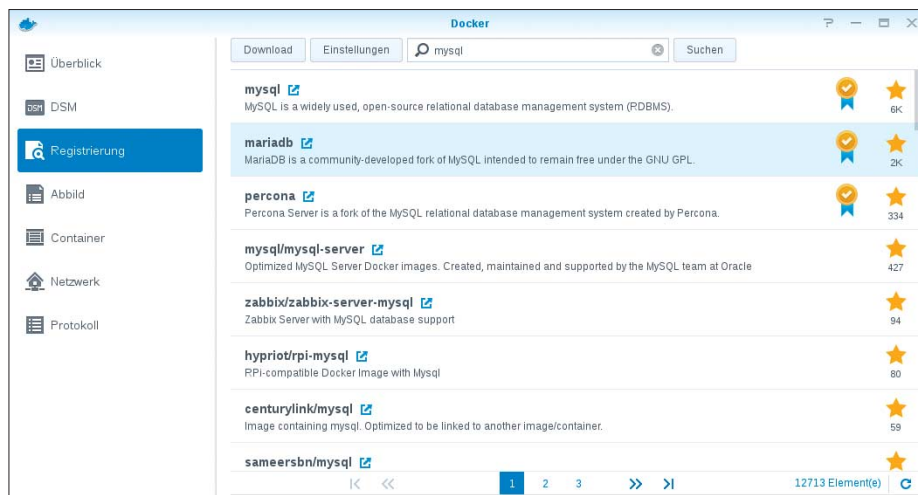
Zugriffe auf die Standardports für HTTP (80) und HTTPS (443) leitet der ins NAS integrierte Webserver nginx standardmäßig auf die Ports für die Konfigurationsseite um (5000/5001). Weil sich die Standardports nicht von nginx trennen lassen, nutzen wir ihn weiter.

Das bringt zwei Vorteile: Erstens erledigt nginx auch HTTPS, was Nextcloud nicht von selbst tut. Zweitens kann man die Funktion des NAS zum Beziehen und

Erneuern von Let’s-Encrypt-Zertifikaten verwenden, damit Browser und CalDAV/CardDAV-Tools keine Warnungen auswerfen.

Der Zugriff auf die NAS-Konfiguration statt auf die Cloud-Funktion geschieht später mittels gezielter Portangabe: http://NAS-Adresse:5000 beziehungsweise 5001 (HTTPS). Wer es bequemer haben möchte, kann die Cloud mit einer separaten Sub-Domain vom NAS trennen, beispielsweise cloud.example.com. Dann klappt weiterhin der Zugriff über die gewohnte Domain mit den Standardports.

Erstellen Sie im Anwendungsportal einen Reverse-Proxy-Eintrag, der die HTTPS-Zugriffe abfängt. Dazu tragen Sie den gewünschten Domainnamen bei



Der Orden in Synologys Docker-Umsetzung markiert jene Images, um die sich Firmen kümmern, die mit dem Support ihr Geld verdienen. Im Docker-Hub heißen sie „official“ und gelten als gut gepflegt.



Über eine Zuordnung (Volume-Mapping) erfährt ein Docker-Container, wo auf den NAS-Freigaben (hier der Ordner `docker/sql`) er seine Nutzerdaten lagern darf. Den korrekten Mount-Pfad für Container-interne Zugriffe (hier `/var/lib/mysql`) findet man in der Image-Beschreibung auf dem Docker-Hub.

unter „Einstellungen“ / „Grundeinstellungen“ die Hintergrund-Aufgaben auf „Webcron“ um.

Dann schauen Sie mit der „File Station“ des NAS, ob es schon eine Freigabe namens „web“ gibt, die die NAS-Erweiterung Webstation angelegt hat. Falls ja, landet hier ein gleich zu erstellendes einzeliges Skript. Falls nein, legen Sie über „Neuen gemeinsamen Ordner“ eine Freigabe namens „webdienst“ an, auf die nur die Administratoren zugreifen dürfen, und zwar lesend und schreibend.

Nun erzeugen Sie mit Ihrem Lieblings-editor eine Datei namens `webcron.sh` und schreiben den Einzeiler `curl http://localhost:8080/cron.php` hinein. Diese Datei kopieren Sie mit der File Station in die `web[dienst]-Freigabe`.

Jetzt erstellen Sie in „Systemsteuerung“ / „Aufgabenplaner“ eine „Geplante Aufgabe“ als „Benutzerdefiniertes Skript“. Im Reiter „Zeitplan“ wählen Sie, dass die Aufgabe täglich alle 15 Minuten ausgeführt wird, und ändern die letzte Ausführung auf 23:45. Bei „Aufgabeneinstellung“ tragen Sie den vollständigen Pfadnamen des Skripts ein: `/volume1/web[dienst]/webcron.sh`.

Damit ist die Grundeinrichtung von Nextcloud abgeschlossen und Sie können es per Browser weiter erkunden, Erweiterungen installieren und Nutzer anlegen.

Auto-Updates

Eines der coolsten Docker-Tools heißt Watchtower. Es überwacht alle laufenden Container auf neuere Images, sich selbst eingeschlossen. Taucht ein frisches Image auf dem Docker-Hub auf, dann lädt Watchtower es herunter, stoppt den oder die laufenden Container, frisst sie auf und startet sie neu. Das klappt bei sorgfältig konstruierten Containern ohne Funk-

tionsverlust: Watchtower bewahrt die Konfiguration, wenn sie separat gelagert ist. Das klappte beim Autor selbst mit einem Nextcloud-Major-Update von Version 12 nach 13 reibungslos.

Leider lässt sich Watchtower beim Synology-NAS nicht über die Docker-Oberfläche einrichten, weil es zum Steuern der Container erhöhte Rechte benötigt. Deshalb ist ein Ausflug auf die Kommandozeile nötig.

Aktivieren Sie im NAS in der Systemsteuerung unter „Terminal & SNMP“ den SSH-Zugang. Loggen Sie sich mit einem Tool wie PuTTY (siehe ct.de/yz1d) als Admin ein. Mit `sudo su -` und Eingabe des Admin-Passwortes werden Sie Root und setzen diesen Einzeiler ab:

```
docker run -d --name watchtower \
  -v /var/run/docker.sock:/var/run/
  /docker.sock v2tec/watchtower \
  --interval 86400 --cleanup
```

Der Interval-Parameter weist Watchtower an, nur einmal täglich statt alle 5 Minuten nach Updates zu suchen. Cleanup entsorgt alte Images und ersetzt Container, damit diese nicht die NAS-Platte(n) vollmüllen. Eine Ressourcenbegrenzung braucht Watchtower nicht, der Container belegt im Betrieb keine 20 MByte RAM.

Nützliche Nextcloud-Extras

Ab Werk scheint Nextcloud nur ein Dateilager, wenn auch ein sehr komfortabel per Browser und App nutzbares. Doch es hat viel mehr Potenzial: Admins finden in ihrem Menü den Punkt „+ Apps“. Damit lassen sich zahlreiche Erweiterungen aus 11 Kategorien nachrüsten. Drei besonders nützliche können wir hier nur kurz listen: Calendar (Termine), Contacts (Kontakte) und Notes (Notizen).

Clients wie Smartphones oder PC-Apps können Daten mit diesen Erweiterungen über Protokolle wie CalDAV, CardDAV und WebDAV synchronisieren. Dazu muss man in ihren Apps selten mehr eintragen als eine URL, die auf das Konto auf dem Nextcloud-Server zeigt, und seine Zugangsdaten.

Auf Android-Smartphones taugt unserer Erfahrung nach DAVDroid gut zum Synchronisieren von Kontakten und Terminen. Die im Play Store dafür fälligen 4 Euro sind sehr angemessen, denn Familien dürfen die App auch noch teilen. Sparbrötchen finden das Tool auch im alternativen App-Markt F-Droid und können bei Gefallen für die App-Pflege spenden.

Beim Mailprogramm Thunderbird nutzt man die Add-ons Lightning (Termine) und CardBook (Kontakte), um es zum Outlook-Äquivalent aufzubereiten. Denn mit einer richtigen Tastatur unter den Fingern sind Adressänderungen oder Termineinträge viel schneller und komfortabler erledigt als per Wischen und Tippen. (ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Container-Spielplätze, x86-Netzwerkspeicher mit Docker-Option, c't 7/2018, S. 110

SSH-Client PuTTY, Docker-Artikel:
ct.de/yz1d



Der Nextcloud-Container muss in einem Docker-internen Netzwerk laufen, weil der Webserver des NAS schon den HTTP- und HTTPS-Port belegt. Der hat also HTTPS-Verbindungsanfragen als Reverse-Proxy per HTTP weiterzuleiten, wozu man dem Nextcloud-Container einen festen „lokalen Port“ zuordnet.

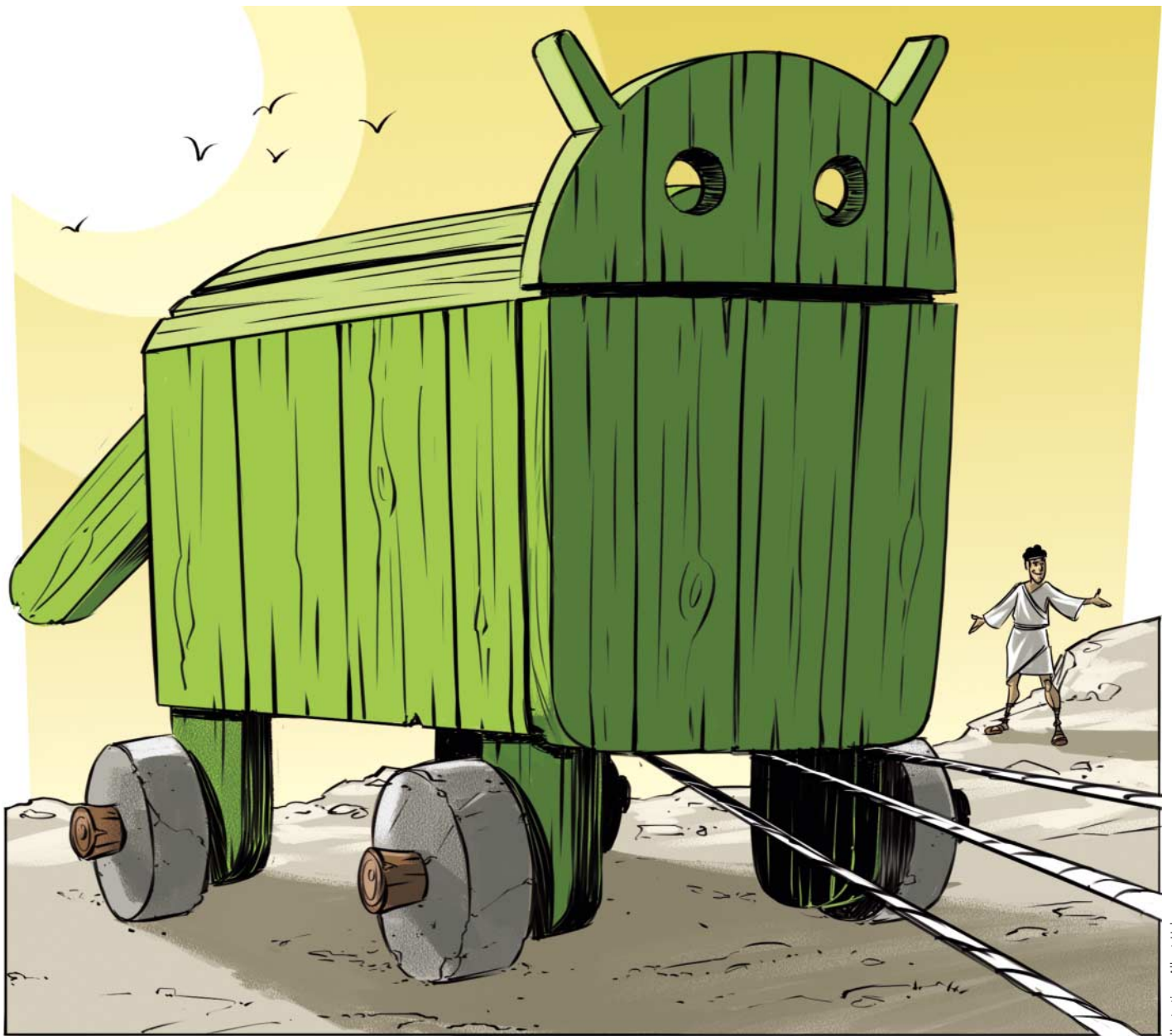


Illustration: Albert Huim

Android-Trojaner sezziert

Verdächtige Android-Apps untersuchen

Unter vielen angeblich nützlichen Apps tummeln sich auch einige schwarze Schafe. Mit Online-Diensten, Analyse-Tools und ein wenig Know-how kann man viele davon enttarnen und einen Blick hinter die App-Kulissen werfen. Die ersten interessanten Einblicke sind nur wenige Klicks entfernt.

**Von David Wischnjak
und Ronald Eikenberg**

Android lässt Nutzern und Entwicklern viele Freiheiten – diese wissen allerdings auch Virenschreiber zu schätzen. Einige Apps führen nach der Installation ein Doppelleben und spionieren ihren Nutzer aus. Wir ließen ein Android-Smartphone infizieren und haben ausprobiert, mit welchen Analysemethoden man Trojanern am besten auf die Schliche kommt – von einfach bis anspruchsvoll. Alle Tools und Links finden Sie unter ct.de/y3zw.

Ein erstes Indiz dafür, ob eine App zwielichtige Absichten hegt, sind ihre Be-

rechtigungen: Passen die eingeforderten Befugnisse so gar nicht zum gebotenen Funktionsumfang, dann ist möglicherweise etwas faul. Jede App benötigt für Aktionen wie das Versenden von SMS oder Zugriff auf den Flashspeicher entsprechende Rechte, die der Nutzer bei der Installation erteilt. Einige besonders heikle Berechtigungen wie das Versenden von SMS oder den Zugriff auf die Kamera muss man seit Android 6 noch mal separat absegnen. Diese Spielregeln gelten auch für Schädlinge, zumindest solange sie das Gerät

nicht rooten oder andere Tricks anwenden. Welche Rechte eine App einfordert, legen Entwickler in der sogenannten Manifest-Datei fest (siehe Kasten „Aufbau von Android-APKs“).

Für einen Überblick über alle installierten Apps und deren Befugnisse haben wir das Tool „Permission Friendly Apps“ von „androidsoft.org“ zurate gezogen. Es zeigt eine Liste an, die nach einem Risikoscore sortiert ist. Dieser wird anhand der erteilten Berechtigungen kalkuliert. Auf unserem Smartphone erschien neben den üblichen Verdächtigen wie Facebook und WhatsApp die Taschenlampe-App „FlashLight“ mit dem Paketnamen „com.zhengjaiu.flight“ ganz oben. Sie nimmt sich unter anderem das Recht, Fotos und Videos aufzunehmen, zu telefonieren, SMS zu verschicken und den Standort abzufragen – für eine vermeintlich simple Taschenlampe ist das schon schwer verdächtig.

Extrahiert und analysiert

Wir entschieden uns, am Rechner einen näheren Blick auf die App zu werfen. Dazu benötigten wir erst mal ihr Application Package (APK). Android hält diese Pakete auch nach der Installation einer App im internen Speicher vor. Mit dem „APK Extractor Lite“ konnten wir die APK-Datei leicht vom Smartphone an den Analyserechner schicken. Das Tool zeigt zunächst eine Liste der installierten Apps an. Ein langes Drücken auf einen Eintrag öffnet das Kontextmenü, der Punkt „Send APK“ ruft den Teilen-Dialog von Android auf. Beim ersten Export mussten wir dem Tool gestatten, auf den Speicher zuzugreifen. Ab Android 8.0 scheint das Tool nicht mehr zu laufen, hier hilft etwa der kostenpflichtige Solid Explorer weiter.

Vom PC aus setzten wir das APK zunächst dem Virensan-Dienst VirusTotal vor, der es mit etwa 60 Virensan-Engines auf Schädlingsbefall untersuchte. Offenbar hatten wir mit FlashLight einen Volltreffer gelandet: 28 der Antiviren-Engines hielten die Datei für bösartig. Zumeist wurde sie als „Dropper“ eingestuft – also als Viren-Verteiler, der den eigentlichen Schadcode aus dem Netz nachlädt oder entpackt. Unter „Details“ erfuhren wir, dass die App erstmals am 16. Februar 2016 zur Analyse eingereicht wurde. Zudem wurde sie mit einem äußerst zwielichtigen Zertifikat signiert: Die Angaben „Common Name“ und „Organization“

lauten schlicht „android“ – bei legitimen Apps findet man hier normalerweise den Namen des Entwicklers und die Anbieterfirma.

VirusTotal bestätigt die Diagnose von Permission Friendly Apps: Unter „Permissions“ listet der Analysedienst die insgesamt 53 angefragten Berechtigungen auf. Vom Zugriff auf Kontakte, SMS, Standort, Bluetooth über das Beenden von Prozessen bis hin zum automatischen Starten nach einem Neustart ist alles dabei. Doch VirusTotal verrät noch mehr: FlashLight will unter anderem mitbekommen, wenn das Display eingeschaltet wird, wie die Angabe „android.intent.action.SCREEN_ON“ bei „Intent Filters By Action“ zeigt. Schließlich konnten wir auf der Unterseite „Relations“ auch noch herausfinden, dass die vermeintliche Taschenlampe mit einer

Cloudfront.net-URL spricht, die in Verbindung mit zahlreichen Malware-Apps steht. Hierzu nutzten wir VirusTotal Graph (unter Relations), der jedoch nur eingeloggten Nutzern im vollen Umfang zur Verfügung steht.

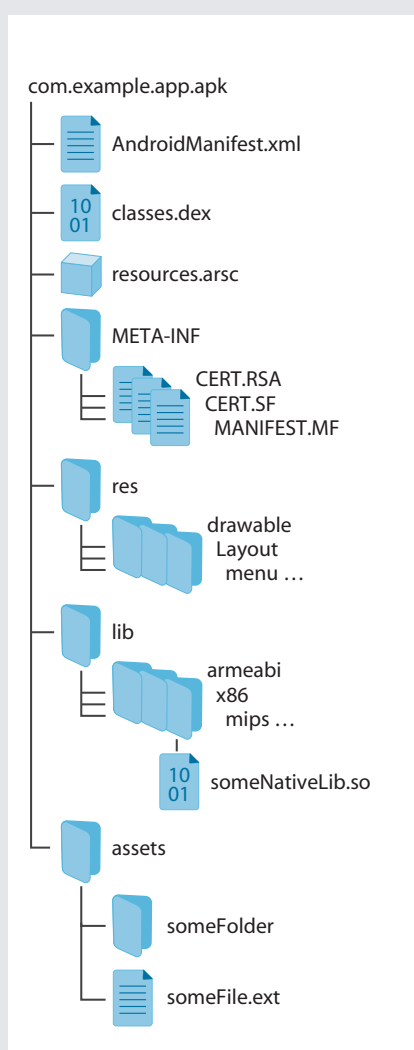
Tiefer buddeln in der Sandbox

Die FlashLight-App ist also höchstwahrscheinlich bösartig. Aber was genau führt sie im Schilde? Um mehr darüber zu erfahren, haben wir das APK bei dem auf Android-Malware spezialisierten Analysedienst Koodous hochgeladen. Es zeigte sich, dass die Datei von anderen Nutzern bereits negativ bewertet wurde. Koodous setzt mehrere Analyse-Werkzeuge wie AndroGuard und Droidbox auf die eingereichten Apps an. Die Ergebnisse findet

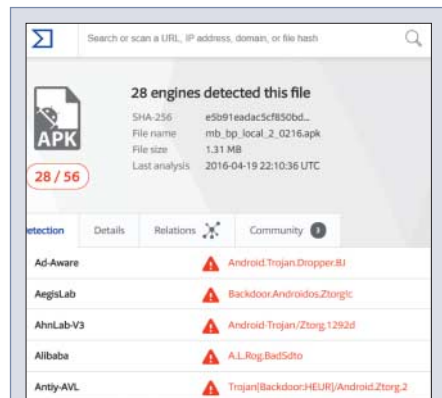
Aufbau von Android-APKs

Android-Apps werden in Form von „Android Application Packages“ (APKs) verteilt. Ein APK ist im Grunde nur ein Zip-Archiv und lässt sich mit Packprogrammen wie 7-Zip problemlos öffnen. Im Inneren finden sich üblicherweise an oberster Stelle die Dateien classes.dex und resources.arsc sowie das Android-Manifest.xml. Die classes.dex enthält den Java-Bytecode, und die resources.arsc ist ein komprimiertes Archiv für die Ressourcen der App wie beispielsweise Grafiken, Stringtabellen oder DPI-abhängige Bildschirm-Layouts. Ressourcen können sich aber auch im Ordner res befinden. Einige XML-Dateien in APKs weisen, ungeachtet der Dateiendung, ein binäres, Android-spezifisches Format auf. Sie werden deswegen auch kompilierte XMLs genannt.

Das AndroidManifest.xml ist so eine kompilierte XML-Datei. Sie enthält verschiedene Metadaten wie den Paketnamen und die benötigten Berechtigungen – die App kann später nur auf Schnittstellen zurückgreifen, die hier angefordert sind – außer sie erlangt Root-Rechte. Im Ordner META-INF befinden sich Zertifikate und Prüfsummen und im lib-Ordner vorkompilierter, nativer Code, sortiert in Unterordner nach Prozessorarchitektur. Beliebige weitere Dateien berbergt der assets-Ordner.



App-Analysedienste im Detail



VirusTotal untersucht Android-Apps mit über 60 Virensan-Engines auf Schädlingsbefall.

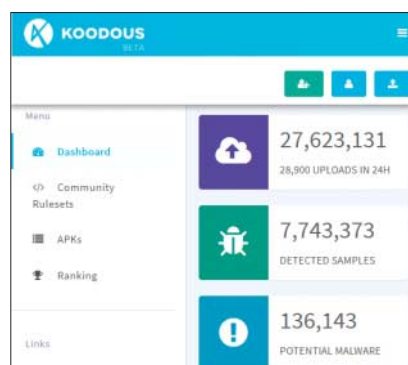
VirusTotal ist bekannt für die Analyse von Windows-Malware – hat aber auch bei Android-Apps einiges zu bieten. Es handelt sich bei dem Dienst nicht um einen selbstständigen Scanner, stattdessen greift er auf etwa 60 Virensan-Engines zurück. Neben den Ergebnissen der Virensans präsentiert der Dienst unter „Details“ Dateiformat-spezifische Metadaten. Darunter befinden sich das Erstellungsdatum, das zum Signieren des APK genutzte Zertifikat und die Berechtigungen. Die Bezeichnungen von Activities (UI-Klassen) und Services (Hintergrunddienste) lassen Rückschlüsse darauf zu, ob sich der Entwickler Mühe gegeben hat, die Innereien der App zu verstecken: Handelt es sich lediglich um nichtssagende Bezeichnungen wie a.a.a, dann ist der Code verschleiert (obfuscated).

Über „Intent Filters By Action“ erfährt man, bei welchen Systemereignissen die App aktiv wird. Auch ein Blick auf den Registerreiter „Relations“ kann sich lohnen: Unten listet VirusTotal die im APK enthaltenen Dateien auf, darüber (Graph Summary) befindet sich eine grafische Darstellung, die etwa kontaktierte Server oder zur Laufzeit entpackte Ressourcen enthalten kann. Der Funktionsumfang von VirusTotal wächst stetig. Seit Kurzem sind auch Sandbox-Analysen für APKs hinzu gekommen. Der Dienst nutzt für APKs derzeit die Sandboxes „Tencent HABO“ und „VirusTotal Droidy“, weitere sollen folgen. Die Funktion war bei Redaktionsschluss allerdings noch nicht für alle Apps verfügbar.

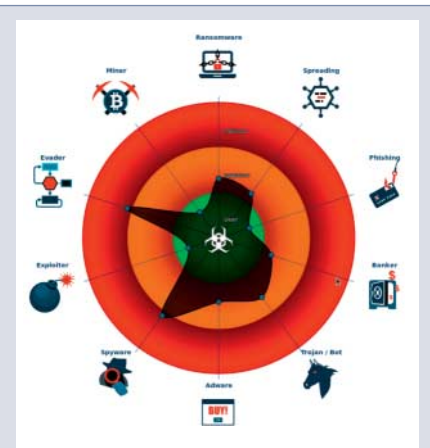
Koodous hat sich auf das Sezieren von Android-APKs spezialisiert. Der Dienst katalogisiert alle eingereichten APK-Dateien und stellt sie anderen Nutzern zum Download bereit. So ist nach und nach eine riesige Malware-Sammlung entstanden. Die Nutzer können die Apps bewerten und kommentieren und so zur Klassifizierung beitragen. Um nach APKs zu suchen, klickt man links auf „APKs“ und benutzt anschließend das Suchfeld. Eine Suche nach flashlight rating: „-2“ förderte eine beachtliche Auswahl negativ bewerteter und damit potenziell schädlicher Apps zu Tage. Fortgeschrittene können sogenannte YARA-Regeln erstellen und damit die Datenbank nach Apps mit bestimmten Merkmalen oder Verhalten durchsuchen.

Koodous untersucht APKs mit den etablierten Analyse-Tools AndroGuard, Droidbox und Cuckoo. Bei AndroGuard handelt es sich um ein statisches Analysewerkzeug. Es sammelt also Informationen über das APK, ohne es auszuführen. Zu sehen sind unter anderem die Namen der enthaltenen Activity-Klassen, Services und Permissions (App-Berechtigungen).

Droidbox und Cuckoo sind dynamische Analysewerkzeuge und protokollieren das Verhalten der App zur Laufzeit. So findet man etwa heraus, auf welche Dateien eine App zugreift, welche Dienste sie startet und ob sie versucht hat, SMS zu verschicken oder Telefonanrufe zu tätigen. Unter „Strings“ findet man eine Übersicht über die in dem APK gefundenen Zeichenfolgen.



Koodous bietet neben diversen Analyse-Tools auch ein großes Archiv verseuchter APK-Dateien.



Joe Sandbox führt Apps in einer Sandbox aus und stuft sie in Schädlingskategorien ein.

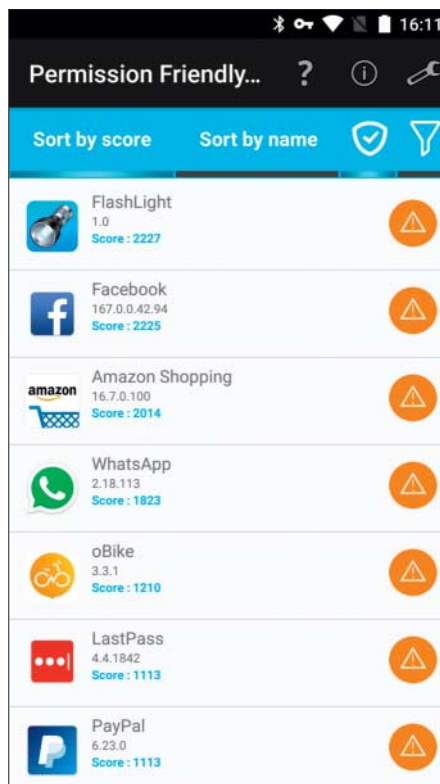
Joe Sandbox versucht anhand des beobachteten Verhaltens einzuschätzen, ob die untersuchte APK-Datei Böses im Schilde führt. Schon in der kostenlosen Basic-Variante führt Joe eine äußerst detaillierte Analyse durch. Die Online-Sandbox kann Programme für Windows, macOS, Android und iOS ausführen. Zur Analyse einer Android-App wechselt man zunächst auf den Registerreiter „Android“ und wählt über „Upload Sample“ eine APK-Datei aus. Nach einem Klick auf den Analyse-Knopf sind einige Minuten Geduld gefragt. Anschließend hat man die Wahl, ob man den Analysebericht direkt im Browser betrachtet oder als PDF-Datei herunterlädt.

Weit oben im Bericht unter „Detection“ findet man das zusammengefasste Testergebnis, das anhand mehrerer Faktoren berechnet wird. Für das Auge gibt es eine schicke Grafik, welche die Einstufung der App in verschiedene Malware-Klassen wie Ransomware, Bot und Spyware vornimmt. Weiter unten folgt eine Mischung aus dynamischer und statischer Analyse der App. Dort werden verdächtige Eigenschaften nach Oberbegriffen wie „Anti-Debugging“, „Privilege Escalation“ oder „Data Obfuscation“ aufgelistet. Joe Sandbox überwacht auch den Netzwerkverkehr und schlüsselt auf, mit welchen IP-Adressen die App auf welchen Ports kommuniziert hat. Passend dazu erstellt der Dienst eine Weltkarte mit den ungefähren Standorten der Hosts.

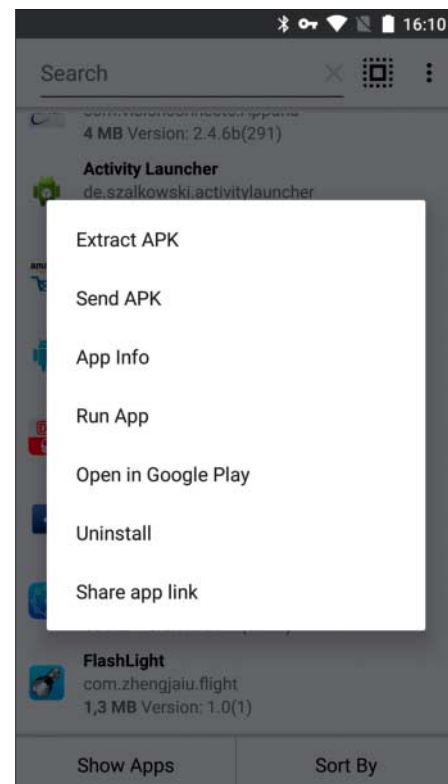
man unter „Analysis Report“. Das AndroGuard-Modul liefert ähnliche Metadaten wie die Details-Seite von VirusTotal. Droidbox (und ähnlich auch Cuckoo) versucht, die App in einer virtuellen Umgebung auszuführen. Bei der Droidbox-Analyse kam heraus, dass die Taschenlampe zur Laufzeit eine APK-Datei namens „protect.apk“ in ihr App-Verzeichnis /data/data/com.zhengjaiu.flight/cache/ geschrieben und anschließend darauf zugegriffen hat. Das sieht so aus, als sei eine weitere App installiert worden – leider erfahren wir nicht, was sie anstellt. In vielen Fällen erkennt Malware die Sandboxes von Koodous und ändert ihr Verhalten – das führt dann zu unvollständigen Ergebnissen.

Um besser zu verstehen, was da genau passiert, mussten wir mehr über das mysteriöse „protect.apk“ in Erfahrung bringen. Dafür untersuchten wir FlashLight auch noch mit Joe Sandbox. Der Dienst liefert deutlich detailliertere Ergebnisse als VirusTotal und Koodous. Er zeigt nicht nur die aufgezeichneten Aktivitäten an, sondern auch eine anhand des Verhaltens generierte Bewertung. FlashLight ist mit 56 von 100 möglichen Punkten „Malicious“ (also schädlich) und passt vor allem in die Schädlingskategorien „Spyware“ und „Evader“. Letzteres bedeutet, dass die App etwa Schutzmechanismen des Betriebssystems umgeht oder ihr Verhalten verschleiern. Passend dazu erscheinen die „Warnings“ am Ende der ersten Tabelle. Ein Klick auf „Show all“ verrät, dass es zu einem Fehler bei der Ausführung kam („An application runtime error occurred“). Das bedeutet, dass die App abgestürzt ist und der dynamische Teil des Reports wahrscheinlich unvollständig ist. Weiterhin rügte die Sandbox vor allem die weitreichenden Berechtigungen („Has permission to [...]“) und dass eine APK-Datei entpackt wurde („Drops a new APK file“) – was sich mit den Beobachtungen deckte, die wir bereits mit Koodous gemacht hatten.

Außerdem soll die vermeintliche Taschenlampe-App regen Gebrauch vom DexClassLoader („Uses the DexClassLoader“) gemacht haben, was darauf hindeutet, dass die App nachgeladenen Code ausführen kann. Details zu den Anschuldigungen gab es jeweils unter dem Link „Show sources“, wo die entsprechenden API-Aufrufe angegeben sind. Joe Sandbox erstellt bei der Ausführung sogar Screenshots, die in einer animierten Bilderstrecke zusammengestellt werden. In unse-



Permission Friendly Apps sortiert Apps danach, wie viele Berechtigungen sie einfordern.



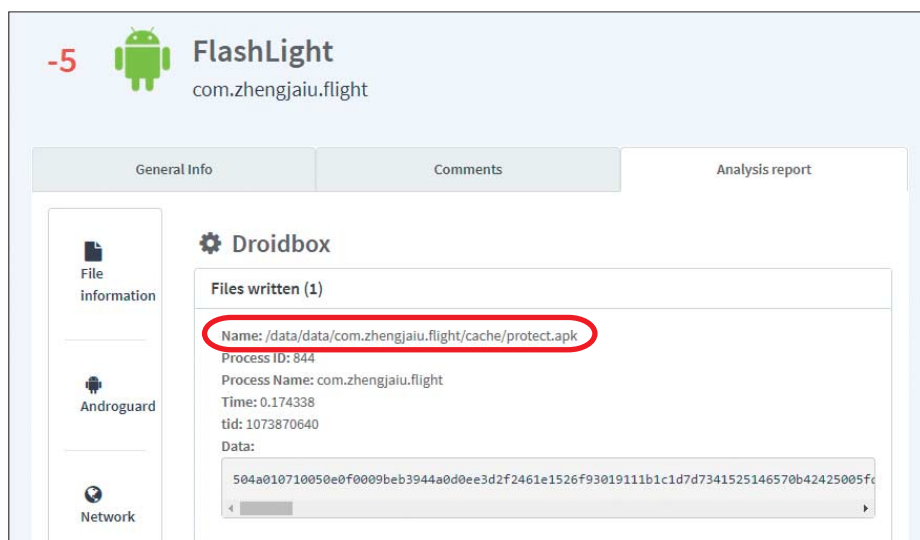
Mit APK Extractor Lite überträgt man APK-Dateien installierter Apps zur Analyse auf den Rechner.

rem Fall lieferte der Mitschnitt jedoch nur den Beleg dafür, dass die App abgestürzt war. Da FlashLight anscheinend Code enthält, um die Analyse zu erschweren, ist es gut möglich, dass der Absturz kein Zufall war. Der Report bot zudem noch allerlei weitere Details wie eine Auflistung der

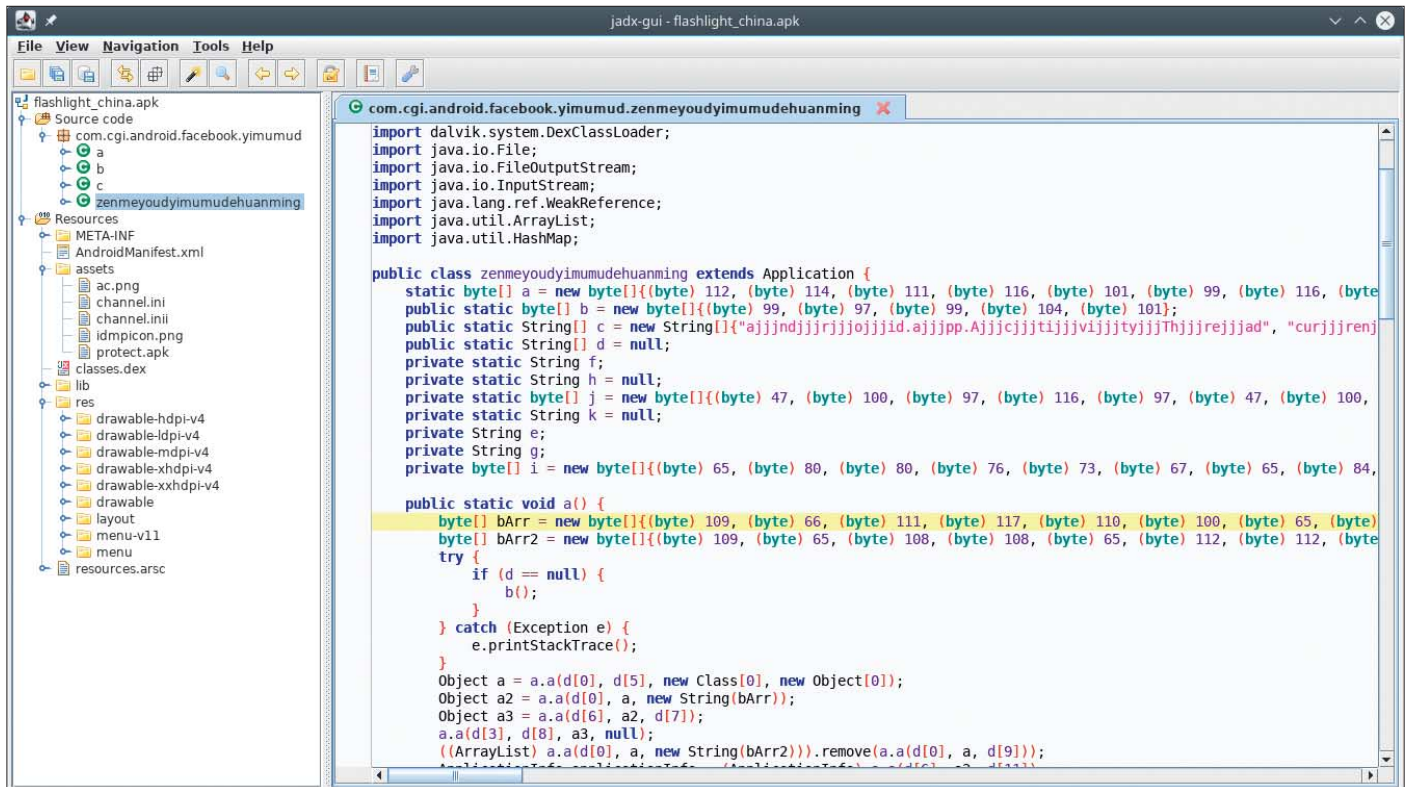
ausgeführten sowie der nicht ausgeführten Methoden: Von 227 Methoden kamen gerade mal 12 zum Einsatz.

Allzweckwaffe Decompiler

Trotz der umfangreichen Sandbox-Reports wussten wir noch immer nicht



Laut Koodous schreibt die von uns analysierte Taschenlampe-App nach dem Start eine Datei namens „protect.apk“ und greift darauf zu.



Die dekompierte Activity-Klasse der Taschenlampe in jadx: Imports, Byte-Arrays und verschleierter Quellcode

genau, wofür die weitreichenden Berechtigungen tatsächlich eingesetzt werden und was im App-Verzeichnis platziert wurde und was das im App-Verzeichnis platzierte `protect.apk` damit zu tun hat. Zum Glück kann man recht leicht einen Blick in den Quellcode von Android-Apps werfen, da sie sich meist gut dekompile lassen. Wir öffneten das FlashLight-APK mit dem Reverse-Engineering-Tool jadx, um die Innereien des Schädlings zu erkunden.

Wir bekamen ein Package mit den vier Klassen „a“, „b“, „c“ und „zenmeyoudyimumudehuanming“ zu sehen – letzteres ist Chinesisch und lautet übersetzt „Wie man einige Szenen der Freude hat“. Der Code-Einstiegspunkt ist android-typisch die `onCreate()`-Methode der ersten Activity-Klasse – in unserem Fall die Klasse mit dem unaussprechbaren Klassennamen. Um eine Idee davon zu bekommen, was die verschwurbelten Klassen machen, schauten wir uns zuerst ihre Imports an. Diese findet man immer oben am Beginn einer dekompierten Klasse und sie lassen sich kaum verheimlichen. So verraten sie, wonach man im Codesalat Ausschau halten sollte. Die Activity-Klasse von FlashLight besitzt unter anderem die Imports „`dalvik.system.DexClassLoader`“ und „`java.io.FileOutputStream`“, was die Vermutung bestätigt, dass etwas in

den Speicher geschrieben und dann ausgeführt wird. Die Klasse „a“ macht laut den Imports etwas mit Java-Reflection („`java.lang.reflect.Field`“) und „b“ scheint mit Dateien zu arbeiten („`java.io.File`“). „c“ hat keine Imports und enthält auch kaum Code.

Das konnte aber nicht alles sein, denn wir fanden in den vier Klassen nicht genug Code, der die umfangreichen Berechtigungen erklären würde. Wir entdeckten in den Activity-Klasse außerdem mehrere verdächtige Byte-Arrays, aus denen mit „`new String(arr)`“ Zeichenfolgen erstellt werden. Offensichtlich bestehen die Arrays einfach nur aus ASCII-Werten. Wir kopierten die entsprechenden Zeilen und übersetzten sie mit einem ASCII-Konverter. Es kamen dabei Zeichenfolgen wie „`protect.apk`“ oder „`/data/data`“ heraus.

Innerhalb von jadx schauten wir anschließend in den Ordner `Resources/assets` der App. Dort liegen unter anderem zwei png-Dateien und eine `protect.apk`. Doch der Schein trügt, denn nachdem wir diese Dateien mit dem Zip-Entpacker 7-Zip aus dem APK extrahiert hatten, konnten wir weder `protect.apk` noch die PNGs öffnen. Mit dem *nix-Kommandozeilen-Tool `file` versuchten wir daraufhin, das echte Dateiformat festzustellen. Doch

das entpuppte sich als Sackgasse: Bei allen drei Dateien kam nur „data“ raus, die Dateien sind also irgendwie verschlüsselt oder gepackt.

Virtueller Androide

Die größte Unbekannte blieb also nach wie vor die Datei `protect.apk`, welche bei der Ausführung von FlashLight im App-Verzeichnis landet und ausgeführt wird. Um an die ominöse Datei zu kommen, hätten wir sie prinzipiell vom infizierten Smartphone ziehen können. Allerdings befindet sie sich in einem Unterverzeichnis von `/data/data`, auf das man nur mit Root-Rechten zugreifen kann. Da wir das Smartphone nicht rooten konnten, hatten wir im Wesentlichen noch zwei Möglichkeiten: Die eine war, die Entpackroutine aus der dekompierten Taschenlampen-App zu kopieren und zu versuchen, sie lokal auf dem PC auszuführen. Ersetzt man die Android-Abhängigkeiten so weit wie nötig mit Java-eigenen Methoden, entpackt der Code mit etwas Glück die fraglichen Dateien. Die andere Möglichkeit war, die Malware in einer virtuellen Android-Maschine (VM) auszuführen, um uns anschließend mit Root-Rechten im geschützten Datenverzeichnis der App zu bedienen. Wir entschieden uns für eine

Android-VM in der Virtualisierungs-Software VirtualBox.

Das virtuelle Android war schnell an den Start gebracht: Wir haben ein Android-6-Image von osboxes.org heruntergeladen und in VirtualBox einer Linux-VM als Festplatte zugewiesen. Die genaue Vorgehensweise erklärt der Kasten „Android-VM mit VirtualBox“. Zunächst mussten wir uns über die Android Debug Bridge (ADB) mit der VM verbinden:

```
adb connect <ip der VM>
```

Anschließend installierten wir FlashLight mit

```
adb install flashlight.apk
```

und starteten die App von Hand. Mit dem Befehl `adb root` verschafften wir uns danach Root-Rechte auf dem virtuellen Android-Gerät. Da der ADB-Server neu startete, mussten wir mit `STRG + c` und `adb connect <ip>` die Verbindung wiederherstellen. Mit dem folgenden Befehl konnten wir schließlich das App-Verzeichnis der Taschenlampe auf das Analysesystem ziehen:

```
adb pull /data/data/com.zhengjiaui₂  
  ↳.flight
```

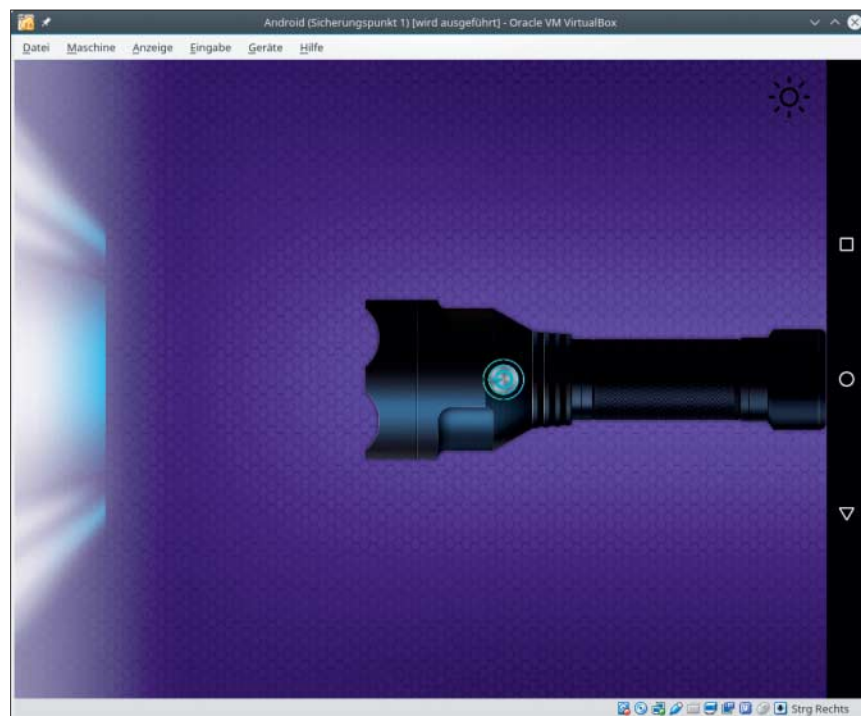
Trojanische Taschenlampe

Tatsächlich fanden wir in einem Unterverzeichnis das entpackte `protect.apk`. Dieses warfen wir wieder dem Decompiler `jadx`

zu – und siehe da, es ist ein Android-Bot! Er enthält eine ganze Menge Klassen, deren Code nur leicht verschleiert ist. Wir entdeckten viele Codeteile, die sich mit der Kommunikation mit den Kontrollservern beschäftigen. Allerlei gerätespezifische Daten wie IMEI, CPU-Typ, WiFi-MAC und die Android-Version wer-

den abgefragt und verschickt. Etwas AES-Cryptocode inklusive hardkodierter Passwörter gibt es auch.

Jetzt war klar, wofür die Berechtigungen gebraucht werden: Der Bot kann beliebige weitere Malware in Form von Dex-Dateien vom Kontrollserver nachladen und ausführen. Da die nachgeladene Mal-



Die FlashLight-App in der Android-VM – der Wolf im Taschenlampen-Pelz

Android-VM mit VirtualBox

Wer eine verdächtige Android-App analysieren möchte, kann innerhalb weniger Minuten eine virtuelle Testumgebung aufsetzen. Dazu benötigt man neben der quelloffenen Virtualisierungssoftware VirtualBox lediglich ein Android-Image. Wir haben gute Erfahrungen mit dem 64-bittigen Android-6-Image von osboxes.org gemacht (siehe ct.de/y3zw), die folgenden Schritte funktionieren aber auch mit anderen Images. Laden Sie zunächst das Android-Image herunter und entpacken Sie die 7-Zip-Datei. Starten Sie VirtualBox und klicken Sie oben links auf „Neu“, um eine neue virtuelle Maschine anzulegen. Klicken Sie im erscheinenden Dialog anschließend auf den Button „Expert-Modus“. Jetzt können Sie einen beliebigen Namen wie „Android 6“ eingeben.

Legen Sie den Typ „Linux“ sowie die Version „Linux 2.6 / 3.x / 4.x (64-bit)“ fest. Als Speichergröße (RAM) stellen Sie mindestens 2048 MByte ein. Wählen Sie nun noch die Option „Vorhandene Festplatte verwenden“, als Festplatte Ihr Android-Image und klicken Sie auf „Erzeugen“.

Die VM taucht jetzt in der Liste auf und ist bereit für die Konfiguration: Wählen Sie dafür den gerade erstellten Eintrag aus und klicken Sie oben links auf „Ändern“. Um Probleme mit der Maus-Steuerung zu vermeiden, wählen Sie bei „System / Hauptplatte / Zeigegerät“ die „PS/2-Maus“ aus. Unter „System / Prozessor“ stellen Sie zwei oder mehr CPUs, unter „Anzeige / Bildschirm“ mindestens 64 MByte Grafikspeicher und unter „Netzwerk / Adapter 1“ die „Netzwerkbrücke“

ein. Die Netzwerkbrücke ist nötig, damit Sie wie in unserer Analyse beschrieben über Android Debug Bridge (ADB) auf die virtuelle Maschine zugreifen können, zudem erhält die VM dadurch Internetzugriff. Der Nachteil ist, dass die VM dadurch auch alle Geräte in Ihrem Heimnetzwerk erreichen kann. Uns ist zwar bisher keine Android-Malware bekannt, welche Geräte im lokalen Netzwerk angreift, doch wenn Sie auf Nummer sicher gehen möchten, wählen Sie in den Netzwerkeinstellungen der VM bei „Adapter 1“ die Option „VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter“. Dann befindet sich die VM in einem lokalen Netz mit dem Host-PC, kann aber nicht auf das Heimnetz oder das Internet zugreifen. Ihre virtuelle Maschine ist nun startklar!


```

import java.util.Locale;
import java.util.Map;
import org.json.JSONObject;
import u.aly.bq;

public final class c {
    private static byte[] a = new byte[] {(byte) 104, (byte) 116, (byte) 116, (byte) 112, (byte) 58, (byte) 58};
    private static String[] b = new String[] {new String(a[0]), new String(a[1]), new String(a[2]), new String(a[3])};
    private static List c = new ArrayList();
    private static String d = "channelName";
    private static String e = "country";
    private static String f = "language";
    private static String g = "android_id";
    private static String h = "imsi";
    private static String i = "json";
    private static String j = "imei";
    private static String k = "mac";
    private static String l = "android_version";
    private static String m = "phone_model";
    private static String n = "appversion";
    private static String o = "appidpkg";
    private static String p = "appid";
    private static String q = "sdcard_size";
    private static String r = "data_size";
    private static String s = "resolution";
    private static String t = "cpu";
    private static String u = "cpu_core";

    public static String a(Context context, String str, String str2) {
        String str3 = bq.b;
        try {
            JSONObject jsonObject = new JSONObject();
            Map hashMap = new HashMap();
            jsonObject.put(d, str2);
            jsonObject.put(e, Locale.getDefault().getCountry());
            jsonObject.put(f, Locale.getDefault().getLanguage());
        }
    }
}

```

Das zur Laufzeit entpackte protect.apk sammelt gerätespezifische Daten, um einen passenden Exploit zu finden.

ware ihre Berechtigungen von der vermeintlichen Taschenlampen-App erbt, werden einfach alle möglichen Berechtigungen im Voraus reserviert. Eine Google-Recherche anhand der im Code gefunden URLs ergab, dass es sich dabei ver-

mutlich um eine Variante der Ztorg-Malware handelt. VirusTotal bestätigte diese Vermutung, nachdem wir protect.apk dort hochgeladen hatten.

Der Schädling fragt diverse Gerätedaten ab, um anschließend einen passen-

den Exploit vom Kontrollserver zu bekommen und sich so ungefragt Root-Rechte zu verschaffen. Danach hat er freie Hand. Chinesische Werbe-SDKs deuten darauf hin, dass auch noch Werbung nachgeladen wird. Zu guter Letzt entdeckten wir dann auch noch den Code für die Taschenlampe.

Die von uns durchgeführte Analyse mit Online-Sandboxes & Co. eignet sich hervorragend, um in kurzer Zeit herauszufinden, was eine App im Schilde führt. Das Hochladen der APK-Dateien ist unbedenklich, da die Dateien ja zumeist ohnehin aus einer öffentlichen Quelle stammen – nämlich Google Play – und darüber hinaus keine persönlichen Daten enthalten. Professionelle Virenanalysten würden in brenzlichen Fällen jedoch davon absehen, den verdächtigen Code öffentlich zu teilen. Bei gezielten Angriffen kann es es sich um individuell erstellte Schädlinge handeln, die nur einmal zum Einsatz kommen. Lädt man eine solche Datei etwa bei VirusTotal hoch, können das auch die Trojaner-Entwickler herausfinden – und werden alarmiert. (rei@ct.de) **ct**

Alle Analyse-Tools und -Dienste:
ct.de/y3zw

Anti-Analyse-Techniken

Malware-Entwickler versuchen, die wahren Absichten ihrer Apps möglichst zu verheimlichen. Denn je länger eine App unentdeckt bleibt, desto größer ist ihr Profit. Typisch für Malware ist verschleierte und mehrstufig verpackter Quellcode. Java-Bytecode, wie er bei Android-Apps zum Einsatz kommt, lässt sich oft zu gut lesbarem Sourcecode dekompileieren. Daher werden vor dem Kompilieren alle Klassen, Methoden und Variablen zu nichtssagenden Zeichenketten umbenannt. Die Entwicklungsumgebung Android Studio bietet mit ProGuard bereits ein vorinstalliertes Plug-in dafür, der Eintrag „minifyEnabled true“ in der Datei build.gradle genügt.

Auch Zeichenfolgen wie URLs tauchen in Malware meist nur verschlüsselt auf und werden zur Laufzeit entschlüsselt. Viele Schädlinge gehen oft noch einen Schritt weiter und verstecken den eigentlichen Schadcode in scheinbar harmlosen Dateien wie „background.

png“. Das funktioniert, weil Android das dynamische Nachladen von Code erlaubt. Beim ersten Starten der App wird der Schadcode entpackt und ausgeführt. Genauso kann Malware auch Code von einem externen Server nachladen.

Android erlaubt das Auslagern von Code in native, meist in C/C++ geschriebene Programmbibliotheken (Libraries). Diese müssen speziell für die verwendete Prozessorarchitektur kompiliert sein und sind eigentlich für performancekritischen Code gedacht. Native Libraries sind deutlich schwerer zu analysieren als Java-Bytecode. Gleichzeitig dient das auch als Anti-VM-Technik: Virtuelle Maschinen (VM) bilden oft die Basis für dynamische Analysewerkzeuge. Aus Performancegründen wird dann meist Android X86 eingesetzt: ein Android, welches auf x86-64 Prozessoren ausgeführt werden kann. Darauf laufen aber Libraries für ARM-Architekturen nicht ohne Weiteres. Malware versucht zudem häu-

fig, das Ausführen in einer VM zu erkennen und verändert dann ihr Verhalten. Herkömmliche VMs verraten sich beispielsweise schon, wenn sie von der App nach den Bezeichnungen der Gerätehardware gefragt werden.

Generell nähern sich Android-Schädlinge in ihrer Komplexität immer mehr ihren Windows-Artgenossen an. Eine fiese Taktik der Malware-Entwickler ist, den Schadcode in einer nativen Library zusätzlich zu verschlüsseln. Dann lohnt sich der Griff zu einem echten Smartphone, auf dem die Analysewerkzeuge auf Kernel-Ebene mitlaufen, oder eine aufwendige statische Analyse, beispielsweise mit IDA Pro. Einige Code-Packer arbeiten sogar mit kleinen virtuellen Maschinen, in deren Sprache dann der Entpacker-Code geschrieben ist. Für solche Fälle kann der android-unpacker von strazzere ein guter Anlaufpunkt sein. Glücklicherweise sind die meisten Malware-Entwickler zu faul für solchen Aufwand.

Anzeige

Tippen mit System

Das ReadLine-Modul der PowerShell beherrschen

Wie schnell und effizient man mit einem Programm umgeht, das per Tastatur bedient wird, hängt unter anderem davon ab, wie weit die zur Verfügung stehenden Tastenkürzel in Fleisch und Blut übergegangen sind. Bei der PowerShell geht das besonders schnell: Sie lässt sich an das vom Benutzer Gewohnte anpassen.

Von Hajo Schulz

Wahrscheinlich gibt es kaum einen PowerShell-Anwender, der diesen Trick nicht benutzt: Nach der Eingabe von ein paar Zeichen kann man die Tab-Taste drücken, und die PowerShell versucht je nach Kontext, diese Buchstaben zu einem Befehl, einer Option oder dem Namen einer Datei oder eines Ordners zu vervollständigen.

Dieselbe Funktion dürften die meisten Benutzer von der Konsole her kennen, die sie vor der PowerShell benutzt haben: Windows-Anwender von der Eingabeaufforderung, Linux- und macOS-Nutzer von der Bash. Allerdings verhalten sich die beiden Shells unterschiedlich, wenn es beim Druck auf Tab mehrere mögliche Vervollständigungen gibt: Die Eingabeaufforderung fügt einfach die erste ein; jeder weitere Tab-Tastendruck ersetzt sie durch den nächsten Kandidaten. Die Bash ergänzt die Eingabe dagegen zunächst nur um die Zeichen, die in allen Vervollständigungen gleich sind; ein weiterer Druck auf die Tab-Taste zeigt eine Liste der möglichen Ergänzungen an.

Egal, ob Sie die Windows PowerShell benutzen oder die quelloffene PowerShell Core: Das Standard-Verhalten entspricht immer dem unter dem jeweiligen Betriebssystem Gewohnten. Nicht nur für

die Tab-Ergänzung, sondern insgesamt für den Zeileneditor der PowerShell ist das Modul PSReadline zuständig, das nicht nur plattformspezifische Voreinstellungen liefert, sondern sich in weiten Bereichen eigenen Vorlieben anpassen lässt.

Editor-Modus

Sein wohl wichtigster Parameter ist die Einstellung `EditMode`; sie kennt die drei Zustände `Windows`, `Emacs` und `Vi`. Auswählen lässt sich eine der Voreinstellungen mit dem Befehl

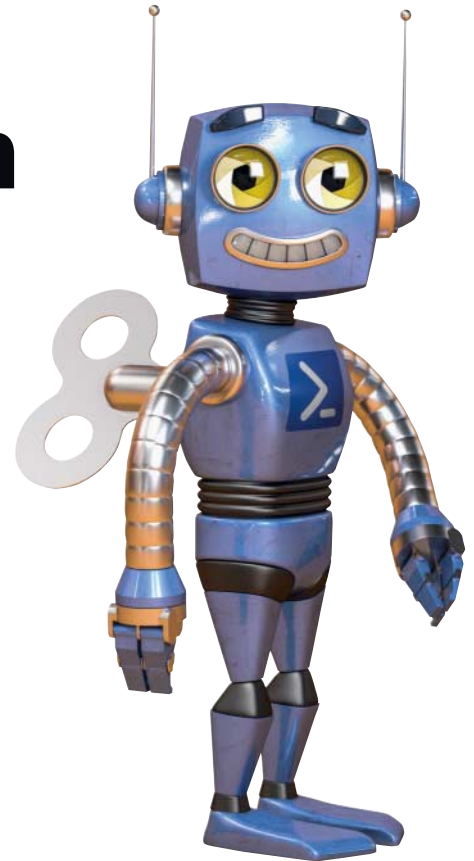
```
Set-PSReadlineOption -EditMode <Modus>
```

Dabei entspricht der Modus `Windows` weitgehend dem Verhalten der Eingabeaufforderung. `Emacs` emuliert den gleichnamigen Texteditor und damit im Großen und Ganzen das Verhalten der Bash. Mit der Option `Vi` können Fans des bei Programmierern beliebten Editors `vi` ihre gewohnten Tastenkürzel und Modi benutzen.

Wenn Sie dauerhaft einen anderen als den für Ihr Betriebssystem voreingestellten Modus benutzen wollen, sollten Sie den dazugehörigen Aufruf in Ihr Profilskript einbauen [1]. Das gilt für alle im Folgenden vorgestellten Befehle.

Laut Dokumentation arbeitet das Modul `PSReadline` nicht mit der Terminal-Emulation im Integrated Scripting Environment (PowerShell ISE) zusammen. Obwohl wir hier bei unseren Tests keine Katastrophen erlebt haben, sollten Sie die Befehle dieses Artikels sicherheitshalber nur im normalen PowerShell-Textfenster benutzen und auch nur in das zu diesem Host gehörende Profilskript einfügen. Sein Dateiname steht in der Systemvariablen `$profile`, sofern Sie sie in der Textkonsole abrufen.

Außer dem reinen Zeileneditor für die Befehlseingabe übernimmt das Modul `PSReadline` auch die syntaktische Einfärbung der Eingabe sowie die Verwaltung und Speicherung der Befehls-Historie.



Die verwendeten Farben lassen sich ebenso eigenen Wünschen anpassen wie der Speicherort der History-Datei. Details liefert

```
help Set-PSReadlineOption -Detailed
```

Tastenkürzel

Auch die Reaktion der PowerShell auf Tastendrücke lässt sich haarklein konfigurieren, angefangen bei Funktions- und Sondertasten über Tastenkombinationen mit der Umschalt-, Strg- oder Alt-Taste bis hin zu mehrteiligen Tastenfolgen. Das Modul `PSReadline` kennt dazu 150 Befehle, darunter simple Cursor-Bewegungen genauso wie die oben beschriebene Tab-Vervollständigung. Zudem kann man Tasten und Tastenkombinationen selbstgeschriebenen Code zuordnen.

Einen Überblick, welche Tastenkürzel aktuell definiert sind, liefert der Befehl

```
Get-PSReadlineKeyHandler -Bound
```

Welche Tastaturbefehle außerdem existieren, aber derzeit keinem Tastendruck zugeordnet sind, verrät

```
Get-PSReadlineKeyHandler -Unbound
```

Eine Funktion einer Tastenkombination zuzuordnen funktioniert nach diesem Muster:

```
Set-PSReadLineKeyHandler `
- Chord 'Ctrl+End' `
- Function MoveToEndOfLine
```

Nach diesem Aufruf bewegt die Tastenkombination Strg+Ende den Cursor ans Zeilenende.

Als Chord kommen beliebige Tasten, Kombinationen und sogar Folgen in Frage. Tastenkombinationen bildet man mit den Präfixen Shift+, Ctrl+ und Alt+ für die Tasten Umschalt, Strg und Alt. Eine Folge von Tastendrücken wird durch Kommas getrennt: 'Ctrl+a,Ctrl+b' steht etwa für Strg+A gefolgt von Strg+B. Achtung: Das Komma steht hier innerhalb der Zeichenfolge. Im Unterschied dazu würde nach einem Set-PSReadLineKeyHandler-Aufruf mit mehreren Strings als Chord wie in

```
-Chord 'Ctrl+a', 'Ctrl+b'
```

die angegebene Funktion sowohl durch die Tastenkombination Strg+A als auch durch Strg+B ausgelöst.

Statt eine Tastenkombination oder -folge einem der vordefinierten Befehle zuzuordnen, kann man auch eigene Befehle implementieren. Erlaubt ist dabei alles, was sich in der Skriptsprache der PowerShell kodieren lässt. Das umfasst nicht nur Manipulationen der Eingabezeile, sondern beliebige Befehle. Sie wollen zum Beispiel aus der PowerShell heraus jederzeit mit Alt+E einen Explorer im aktuellen Ordner starten können? Kein Problem:

```
Set-PSReadLineKeyHandler `
- Chord 'Alt+E' `
- ScriptBlock {
    explorer (Get-Location)
}
```

Statt des Parameters Function gibt man dem Aufruf von Set-PSReadLineKeyHandler einfach einen ScriptBlock mit. Der ist nicht wie im Beispiel auf eine Codezeile beschränkt, sondern darf beliebig kompliziert werden.

Um den Inhalt der Eingabezeile zu ändern, den Cursor zu bewegen oder auf die Befehls-Chronik zuzugreifen, kann man sich dabei der .NET-Klasse Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine bedienen. Damit lässt sich dann beispielsweise so etwas wie die nebenstehende Funktion verwirklichen: Sie ergänzt die PowerShell um eine Schnelltaste, über die man in einem Rutsch ein Klammerpaar in die Eingabezeile einfügen kann. Je nachdem, ob gerade Text markiert ist oder nicht,

umschließen die Klammern die Selektion oder den gesamten Text. Als Tastenkombination verwendet das Beispiel Alt+(– das ist Alt und Klammer auf, auf deutschen Tastaturen also Alt+Umschalt+8.

Das Skript ruft als erstes die Methode GetBufferState() der Klasse PSConsoleReadLine auf. Die benötigt als Parameter Referenzen ([ref]) auf zwei Variablen: In der ersten versteht sie den aktuellen Inhalt der Eingabezeile, in der zweiten die Position des Cursors. Nach demselben Muster findet [PSConsoleReadLine]::GetSelectionState() heraus, welcher Teil der Eingabezeile gerade markiert ist. Gibt es keine Selektion, enthält \$selectionStart nach dem Aufruf den Wert -1.

Das prüft der folgende if-Ausdruck. In beiden Fällen benutzt der Code die Funktion [PSConsoleReadLine]::Replace(), um den Text auf der Eingabezeile um die Klammern zu ergänzen – entweder nur die Selektion (\$line.SubString(\$selectionStart, \$selectionLength)) oder den gesamten Inhalt. Die ersten beiden Argumente bestimmen dabei den Index des ersten zu ersetzenden Zeichens und die

Anzahl der zu überschreibenden Zeichen. Die Funktionen [PSConsoleReadLine]::SetCursorPosition() und [PSConsoleReadLine]::EndOfLine() positionieren schließlich den Cursor neu – entweder hinter die schließende Klammer oder auf das Ende der Eingabe.

Die Klasse PSConsoleReadLine ist Bestandteil des PowerShell-SDK. Einen Link zu dessen Dokumentation inklusive einer Liste aller Methoden finden Sie unter ct.de/ye8t. Dort gibt es außerdem einen Link zu einer Datei namens SamplePSReadLineProfile.ps1 aus dem PowerShell-Quelltext-Repository auf GitHub. Diesem – lesenswerten (!) – Skript haben wir mit minimalen Änderungen das Klammerpaar-Beispiel entnommen.

(hos@ct.de) 

Literatur

[1] Hajo Schulz, Stilecht eingerichtet, Die PowerShell mit Profil-Skripten individualisieren, c't 9/2018, S. 168

Referenz-Informationen, Quelltext:
ct.de/ye8t

```
Set-PSReadLineKeyHandler -Chord 'Alt+( ' `
                          -ScriptBlock {

    $line = $null
    $cursor = $null
    [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::GetBufferState(
        [ref]$line, [ref]$cursor)
    $selectionStart = $null
    $selectionLength = $null
    [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::GetSelectionState(
        [ref]$selectionStart, [ref]$selectionLength)
    if ($selectionStart -ne -1)
    {
        [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::Replace(
            $selectionStart, $selectionLength,
            '(' + $line.SubString($selectionStart, $selectionLength) + ')')
        [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::SetCursorPosition(
            $selectionStart + $selectionLength + 2)
    }
    else
    {
        [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::Replace(
            0, $line.Length, '(' + $line + ')')
        [Microsoft.PowerShell.PSConsoleReadLine]::EndOfLine()
    }
}
```

Wem die 150 Funktionen nicht reichen, die die PowerShell zum Editieren der Eingabezeile mitbringt, der definiert sich kurzerhand seine eigenen.

Tipps & Tricks

Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

unsere Kontaktmöglichkeiten:

 hotline@ct.de

  [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Datenarchivierung auf Festplatten

? Ich sichere meine wichtigen Daten regelmäßig auf eine externe Festplatte, die dann im Safe landet. Aber wie lang sind sie dort sicher? Keine Speicherung hält ewig. Sollte man die Daten von Zeit zu Zeit neu schreiben? Gibt es ein Programm, das die Platte „refreshen“ kann?

! Festplatten sind durchaus in der Lage, ihre Daten einige Jahre zu erhalten, auch ohne Refresh. Funktionen zum Refresh sind uns auch nicht bekannt. Allenfalls die Sicherung auf einer zweiten Platte – die ja sowieso sinnvoll ist – erfüllt diesen Zweck. Sie könnten den Datenbestand bei ausreichendem Platz natürlich ein zweites Mal auf die Platte kopieren, gegen einen Laufwerksausfall schützt dies jedoch nicht.

Hersteller Western Digital garantiert für die Daten auf seinen Festplatten eine Lagerdauer von mindestens einem Jahr und setzt dabei eine Umgebungstemperatur zwischen 0 und 70 °C sowie eine Luftfeuchtigkeit zwischen 5 und 95 Prozent voraus. Für eine Langzeitlagerung über fünf Jahre hinaus gäbe es keine durch Tests belegten Spezifikationen.

Daten auf eingelagerten Festplatten sind durch drei Prozesse gefährdet: Ent-

magnetisierung, Korrosion der Scheiben und Schreib-/Leseköpfe sowie sich zersetzende Schmiermittel in den Lagern. Dass das Speichermedium seine Magnetisierung verliert, ist laut Angaben von WD trotz immer höherer Datendichte auch bei Langzeitlagerung praktisch ausgeschlossen. Gegen Korrosion hilft vor allem eine Lagerung in gemäßigtem Klima (Temperatur unter 30 °C, Luftfeuchtigkeit höchstens 50 %). Zur Haltbarkeit der Schmiermittel gibt es laut WD keine belastbaren Langzeittests. Festplatten sollten selbstverständlich nicht in der Nähe von Magneten gelagert werden. (ll@ct.de)

Betriebszeit im Taskmanager von Windows 10

? Auf meinem Windows-10-Rechner habe ich im Taskmanager auf dem Reiter „Leistung“ die Angabe „Betriebszeit“ gefunden. Die kann aber nicht stimmen, denn ihr zufolge läuft mein Rechner bereits seit Tagen, obwohl ich ihn erst heute Morgen eingeschaltet habe. Ein Bug?

! Nur eine missverständliche Angabe. Die „Betriebszeit“ meint die Laufzeit seit dem letzten Windows-Start. Mit dem

Der Taskmanager von Windows 10 verrät unter „Betriebszeit“, wie viel Zeit seit dem letzten echten Hochfahren vergangen ist.

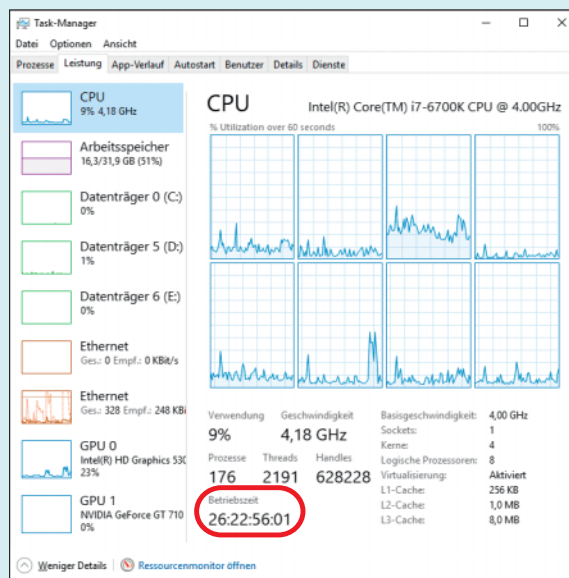
„Start“ ist aber nicht das Einschalten des PCs gemeint, sondern der letzte Zeitpunkt, an dem Windows neu gestartet wurde. Das passiert bei Windows 10 nur noch selten, weil es beim Anklicken von „Herunterfahren“ dank des Schnellstart-Mechanismus nicht mehr wirklich herunterfährt. Stattdessen beendet Windows zwar alle Anwendungen, legt sich selbst aber bloß schlafen, um beim Aufwachen Zeit zu sparen.

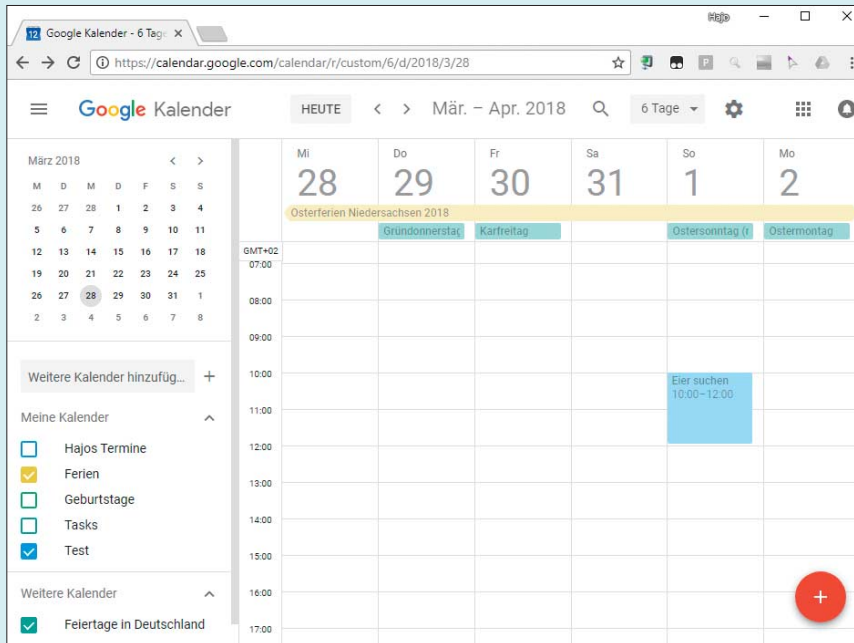
Wirklich herunter fährt Windows 10 nur noch bei einem Neustart, wie er etwa monatlich beim Patch-Day erforderlich ist. Wenn Sie den PC in einen der Modi „Energie sparen“ oder „Ruhezustand“ schicken, wird der Zähler „Betriebszeit“ ebenfalls nicht zurückgesetzt. (axv@ct.de)

Eigene Ansichten im Google-Kalender

? Für die Verwaltung meiner Termine nutze ich die Web-Oberfläche des Google-Kalenders. Zusätzlich zu deren vordefinierten Ansichten – Tag, Woche, Monat und so weiter – würde ich mir eine Darstellung wünschen, bei der ich das kommende Wochenende auf einen Blick sehe, also Freitag, Samstag und Sonntag dieser Woche. Kennen Sie einen Trick, um so eine Ansicht zu erzeugen?

! Unter Zuhilfenahme des kleinen Monatskalenders links oben auf der Seite können Sie einen beinahe beliebigen Zeitraum einstellen: Fahren Sie dort mit dem Mauszeiger auf das erste gewünschte Datum, drücken Sie die Maustaste und





Die Web-Oberfläche des Google-Kalenders lässt dem Benutzer volle Freiheit bei der Auswahl der anzuzeigenden Tage.

bewegen den Cursor mit gedrückter Taste auf den letzten anzuzeigenden Tag. Auf diese Weise können Sie einen bis sieben Tage frei auswählen. Selektieren Sie mehr als sieben Tage, markiert der Kalender automatisch ganze Wochen; so bekommen Sie bis zu vier Wochen auf den Schirm. (hos@ct.de)

Windows: Mal eben kurz einen Ordner freigeben

? Ich möchte auf die Schnelle einige Dateien via Netzwerk direkt zwischen zwei Windows-Rechnern übertragen. Bisher ist auf dem Zielrechner aber keine Netzwerkfreigabe eingerichtet, dauerhaft ist auch keine erforderlich. Wie richte ich am schnellsten eine Freigabe ein und wie bekomme ich sie nach der Datenübertragung wieder weg?

! Um Daten via Netzwerk auf einen Windows-Rechner übertragen zu können, muss das freigebende Konto mit einem Administrator-Kennwort geschützt sein. Wenn Sie aber sowieso Admin auf dem Rechner sind, brauchen Sie keine separate Freigabe einzurichten. Nutzen Sie stattdessen eine der administrativen Freigaben, die Windows ohnehin standardmäßig für jedes Laufwerk einrichtet. Die Freigabenamen lauten entsprechend

den Laufwerksbuchstaben c\$, d\$, e\$ und so weiter. Angenommen, die IP-Adresse (herauszufinden mit `ipconfig`) des Ziel-PCs lautet 192.168.178.21. Auf dem Quell-PC bindet dann folgender Kommandozeilenbefehl die Admin-Freigabe c\$ des Laufwerks C: des Ziel-PCs als Netzlaufwerk ein:

```
net use s: \\192.168.178.21\c$
```

In diesem Beispiel erscheint das eingebundene Laufwerk auf dem Quell-PC als Laufwerk S: – passen Sie den Laufwerksbuchstaben nach Ihren Wünschen an. Nachdem Sie die Dateien auf das Netzlaufwerk kopiert haben, werden Sie Letzteres mit einem weiteren Befehl wieder los:

```
net use s: /d
```

Die Option /d am Ende steht für „delete“, /delete löscht also genauso. (axv@ct.de)

Android: ADB-Shell-Zugriff scheitert

? Nach einigen Experimenten auf meinem gerooteten Android-Smartphone kann ich nicht mehr per `adb shell` auf das per USB angeschlossene Gerät zugreifen. Der Befehl meldet „error: device offline“. Ich habe schon vieles ausprobiert, Gerät neu gestartet, vom USB getrennt, Kabel getauscht – nichts hilft.

! Möglicherweise fehlt der für die Shell-Kommunikation erforderliche Public Key auf dem Smartphone. Das Original liegt auf dem PC im Home-Ordner (auf Unixen `/Home/User/.android/` und auf Windows im Ordner `\Users\Username\AppData`). Von dort müssen Sie ihn in den Ordner `/data/misc/adb/` auf dem Smartphone bringen.

Das geht beispielsweise, indem Sie auf dem Smartphone eine SFTP-Verbindung in einem Terminal zu Ihrem PC öffnen und den Public Key namens `adbkey.pub` herunterladen – dafür müssen Smartphone und PC im selben Subnetz angemeldet sein (z. B. 192.168.2.1) und auf dem PC muss ein SSH-Server laufen. Auf dem Smartphone braucht man ein Terminal wie den „Android Terminal Emulator“ von Jack Palevich (siehe ct.de/yyyyq). Einen SFTP-fähigen SSH-Client hat ein gerootetes Android-Smartphone normalerweise an Bord. Öffnen Sie das Terminal und wechseln Sie in das Verzeichnis für die ADB-Keys:

```
su
cd /data/misc/adb/
```

Starten Sie eine SFTP-Sitzung und laden Sie den Schlüssel herunter (geben Sie auf Nachfrage das Passwort des PC-Users ein, unter dessen Konto die Android-Entwicklungertools eingerichtet sind):

```
sftp <username@PC-ip-Adresse>
cd .android
get adbkey.pub
exit
```

Der Key sollte nun im Ordner `/data/misc/adb/` liegen (das zeigt zum Beispiel der Befehl `ls` an). Trennen Sie das Smartphone vom PC, starten Sie es neu und verbinden Sie es wieder. Nun sollte `adb shell` eine Verbindung öffnen können und das Smartphone sollte fragen, ob es eine Verbindung zum PC aufbauen darf. Genehmigen Sie das und der Zugriff sollte wieder wie gewohnt funktionieren. (dz@ct.de)

Android Terminal Emulator: ct.de/yyyyq

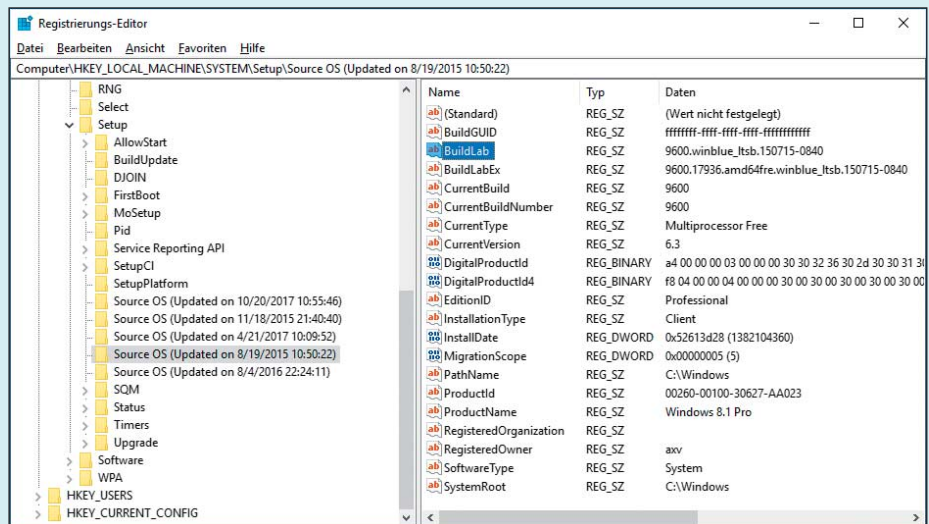
Windows-Upgrade-Historie

? Kann man unter Windows eigentlich sehen, wie viele Feature-Upgrades die Installation schon durchgemacht hat?

Windows-Versionen zu Build-Nummern

Build-Nummer	Windows-Version
9600	Windows 8.1
10240	Windows 10 Version 1507 (RTM)
10586	Windows 10 Version 1511
14393	Windows 10 Version 1607
15063	Windows 10 Version 1703
16299	Windows 10 Version 1709

! Ja, das können Sie sehen, und zwar in der Registry. Dort finden Sie im Schlüssel HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\Setup Unterschlüssel, deren Namen mit „Source OS (Updated on ...“ anfangen, gefolgt vom Installationsdatum des Upgrades. Innerhalb dieser Schlüssel finden Sie unter anderem jeweils eine Zeichenfolge namens „CurrentBuild“, die die Build-Nummer der jeweiligen Version enthält. In der Tabelle können Sie ablesen, welche Build-Nummer zu welcher Windows-Version gehört. Ab Version 1511 findet sich hier zusätzlich eine Zeichenfolge namens „ReleaseId“, an deren Wert Sie die jeweilige Versionsnummer direkt ablesen können. (axv@ct.de)



Wie viele Upgrade-Installationen Windows 10 bereits durchlaufen hat, lässt sich in der Registry ablesen.

dieselbe Version womöglich noch von einem anderen Programm benötigt wird, ist so nicht feststellbar. Um nicht zu riskieren, dass ein wichtiges Programm auf einmal nicht mehr funktioniert, würde ich davon abraten, diese Redistributables zu deinstallieren. (hos@ct.de)

Redistributables entsorgen?

? Ich versuche seit jeher, mein Windows möglichst schlank zu halten, indem ich alle nicht mehr benötigten Daten und Programme lösche. Was mir beim Durchforsten der installierten Programme immer wieder auffällt, ist das Programmpaket „Microsoft Visual C++ Redistributable“, das auf meinem Rechner in insgesamt acht Versionen vorhanden ist. Reicht hier nicht die neueste? Oder kann man irgendwo nachschauen, welche Version von welchem anderen installierten Programm benötigt wird?

! Leider zweimal nein. Abwärtskompatibel sind diese Pakete nicht. Und welches Programm welche Version benötigt, weiß Windows nicht, weil diese Runtime immer mit einem eigenen, unabhängigen Installer kommt.

Indem Sie die Liste der „Apps & Features“ nach dem Installationsdatum sortieren, können Sie vielleicht noch zuordnen, welche Version Sie mal mit welcher Anwendung installiert haben. Aber ob

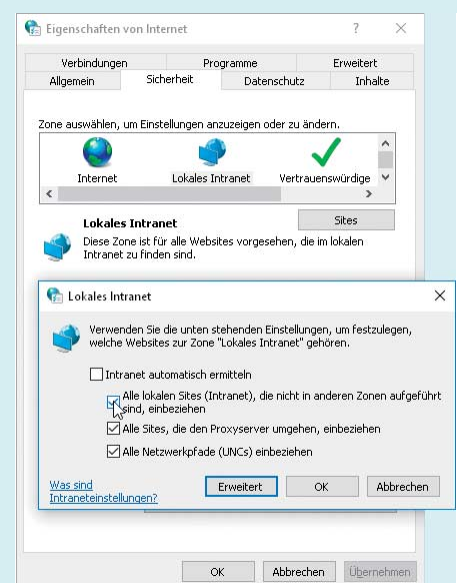
Windows warnt vor gefährlichen Dateien vom NAS

? Ich habe mir eine neue NAS-Box gegönnt und an mein lokales Netzwerk angeschlossen. Mein Windows-10-Rechner erkennt die Box, ich kann auf die Freigaben zugreifen und über den Windows-Explorer Daten kopieren oder speichern. Wenn ich allerdings eine Datei von einem der NAS-Laufwerke auf die lokale Platte kopiere oder direkt beispielsweise mit Office öffne, kommt jedes Mal eine Sicherheitsanfrage, dass die Datei aus dem Internet stamme und der PC gefährdet sein könnte. Haben Sie einen Tipp, wie ich das wegbekomme?

! Offenbar verortet Ihr Windows die NAS-Box nicht im lokalen Netz, sondern im Internet. Schuld sind – so abwegig das klingen mag – die Einstellungen des Internet Explorer. Öffnen Sie die, indem Sie kurz die Windows-Taste drücken und dann anfangen, das Wort „Internetoptionen“ einzutippen, bis es als Suchergebnis auftaucht. Klicken Sie es an, wechseln auf das Register „Sicherheit“, wählen oben „Lokales Intranet“ aus und klicken auf „Sites“. Dort sollte „Intranet

automatisch ermitteln“ ausgeschaltet sein und mindestens „Alle Netzwerkpfade (UNCs) einbeziehen“, besser auch die beiden anderen Optionen eingeschaltet sein.

Wenn das noch nicht zum Erfolg führt, klicken Sie in demselben Fenster auf „Erweitert“, tragen oben auf dem erscheinenden Dialog die IP-Adresse Ihres NAS-Geräts ein und klicken auf „Hinzufügen“. In der NAS-Konfiguration sollten Sie zuvor dafür sorgen, dass das Gerät eine statische Adresse benutzt. (hos@ct.de)



Wenn Windows ein NAS-Gerät nicht als lokalen Server erkennt, kann man ihm über die Internetoptionen auf die Sprünge helfen.

Anzeige

Docker-Einstieg

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Peter Siering

Einordnung

? Was ist Docker, wofür soll es überhaupt gut sein?

! Im IT-Alltag steht Docker dafür, einzelne Programme in Containern stärker voneinander zu trennen, als Betriebssysteme das für Prozesse bewerkstelligen. Primär hilft das, Programme mit unterschiedlichen Ansprüchen in individuell auf sie abgestimmten Umgebungen zu betreiben, sodass es nicht zu Versionskonflikten bei Bibliotheken kommt.

Das ist für Web-Entwickler praktisch, die Projekte aus vielen Einzelteilen, etwa Webserver, Datenbank und Skriptsprache zusammensetzen. Die Teile liegen in eigenen Containern, sodass Tests schnell in reproduzierbaren Umgebungen möglich sind (DevOps). Auch Admins und Server-Betreiber können profitieren: Server-Software lässt sich heute als Container bequem erproben und auch produktiv nutzen, etwa auch auf einem x86-NAS (siehe Seite 142).

Hinter Docker steht eine gleichnamige Firma, die die Werkzeuge entwickelt, um Images zu bauen, zu verteilen und mit diesen Images Container zu starten. Die

Technik, die bei der isolierten Ausführung hilft, steckt in gängigen Linux-Kernen und in Windows. Die Software unter Apache Lizenz ist kostenlos nutzbar. Docker will mit Support Geld verdienen.

Grafische Oberfläche für Docker

? Geht Docker nur auf der Kommandozeile?

! Es gibt schon einige grafische Werkzeuge, um Docker-Container zu verwalten. Allerdings entwickelt sich der Markt relativ schnell, sodass mancher viel versprechende Ansatz bereits wieder eingestellt worden ist. Einen bislang haltbaren, pragmatischen Ansatz stellt Portainer dar, das selbst ein Docker-Container ist und eine Weboberfläche bereitstellt.

Portainer kann übrigens mehr, als nur einen simplen Host mit nur wenigen Containern verwalten: Es kann sich auch um einen Docker-Schwarm kümmern. Das sind auf mehreren Servern laufende Docker-Daemons, die ein gemeinsames logisches Netzwerk nutzen und die eine Skalierung von Diensten innerhalb des Schwarms erlauben. Wer im großen Stil

mit Containern hantiert, setzt zur „Orchestrierung“ auf Kubernetes und Co.

Container vs. Virtualisierung

? Was ist der Unterschied zwischen Virtualisierung und Containern?

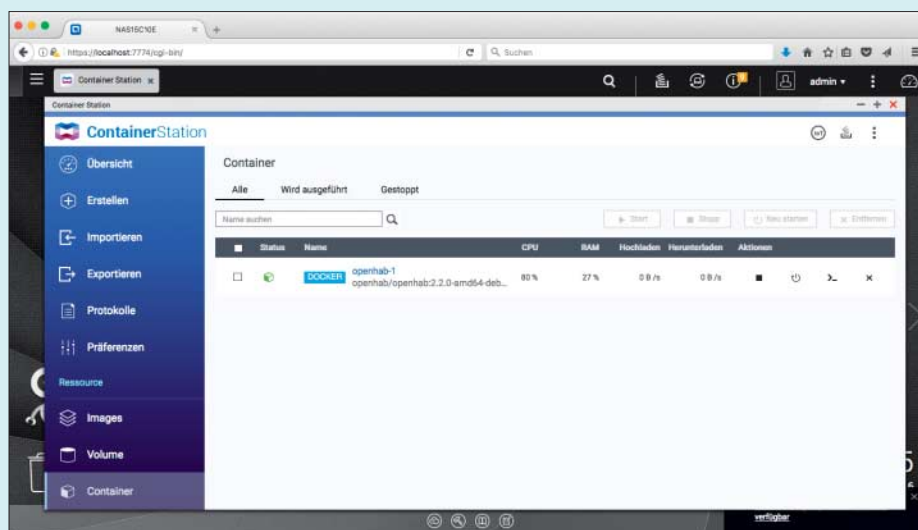
! Letztlich sind Container eine leichtgewichtigere Form der Virtualisierung: Sie trennen Arbeitsumgebungen voneinander, begrenzen auf Wunsch die bereitgestellten Ressourcen und erlauben es, ohne großen Software-Kuddelmuddel auch fette Hardware auszunutzen. Sie teilen sich einen Kernel und enthalten ansonsten nur die nötigsten Bibliotheken. Trotzdem hat jeder Container beispielsweise eine eigene Netzwerkadresse, meist aus einem Docker-eigenen Netzwerk, auf Wunsch aber auch aus dem lokalen Netz.

Docker frisst Plattenplatz

? Nach umfangreichen Experimenten mit verschiedenen Docker-Containern sind zig GByte freier Plattenplatz verschwunden. Wie findet man heraus, wo der abgeblieben ist?

! Viel Platz nehmen die Images und Volumes ein – also die Vorlagen für Container und die beim Starten angelegten Volumes, in denen Docker die Daten der Container aufbewahrt. Auf einem Linux-System landen diese Daten der Container in der Regel in /var/lib/docker. Dort manuell hinzuzufügen ist aber eine doofe Idee. Der Docker-Daemon weiß am besten, was weg kann und was noch gebraucht wird, etwa weil ein anderer Container dasselbe Image nutzt.

Mit `docker volume prune` und `docker image prune` lässt sich ein Aufräumprozess starten. Nicht mehr in Nutzung befindliche Volumes und Images löscht Docker. Vorsicht: Es ist üblich, die Nutzdaten eines Containers auf separaten Volumes zu lagern, und der `prune`-Befehl löscht die, wenn kein Container mehr darauf ver-



Moderne x86-NAS-Systeme bieten Web-Oberflächen zur Docker-Nutzung – für Container-basierte Web-Oberflächen auf regulären Linux-Distributionen muss man oft zumindest einmal auf die Kommandozeile.

weist (er muss nicht laufen, aber eben existieren). Deswegen gehört `/var/lib/docker` ins Backup.

Dateien austauschen

? Wie kann man am einfachsten eine überarbeitete Datei in einen laufenden Container hineinbringen?

! Wenn ein Container läuft, sollte das nur mit Dockers Hilfe geschehen: Der Befehl `docker cp` akzeptiert als Quell- oder Zielpfad einen dem Pfad vorangestellten Container-Namen. Mit `docker cp web:/var/www/index.html /tmp` würden Sie die HTML-Datei aus dem Container `web` ins temporäre Verzeichnis des Hosts kopieren.

Fertige Container-Images

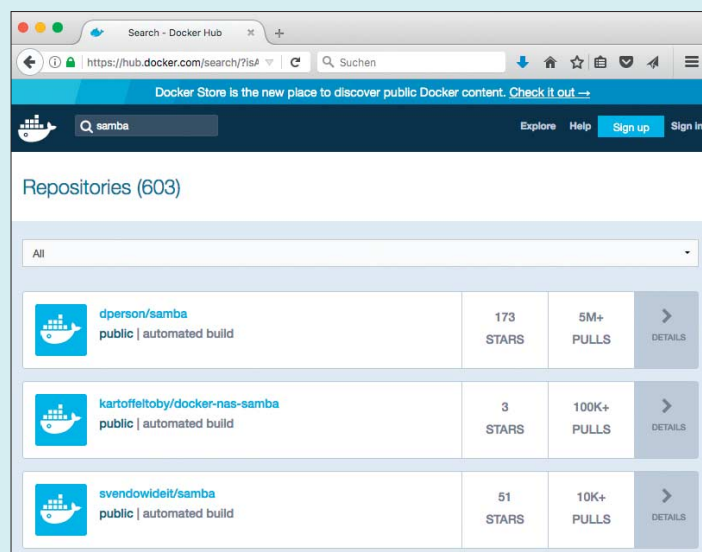
? Wo findet man fertige Container-Images, wenn man nicht gleich selbst Container bauen will?

! Die Quelle schlechthin ist der Docker-Hub, den die Firma Docker betreibt. Dort finden sich für nahezu jede gängige Software Images. Aber: Das Angebot ist riesig. Jeder kann dort Images hochladen – Docker spricht selbst von „wildem Westen“. Ergänzt wird der Hub durch einen Store, in dem es kuratierte Images gibt, dazu zählen auch nach Community-Standards gepflegte offizielle Images. Die Inhalte von Hub und Store stellt Docker als sogenannte Registry bereit.

Die Docker-Software ruft die Images aus der Registry ab (Pull genannt) und kann sie durchsuchen. Zur Orientierung eignen sich die Sterne, mit denen andere Benutzer ein Image bewertet haben, die Anzahl der Downloads und der Hinweis, dass es sich um ein offizielles Image handelt. Die Suche per Webbrowser auf dem Docker-Hub liefert alle Treffer, die auf der Kommandozeile (`docker search <name>`) standardmäßig nur 20, maximal 100.

Letztlich geht hier Probieren über Studieren. Viele Images auf dem Docker-Hub sind schlecht gepflegt und ohne weitere Zuwendung nicht nutzbar. In der Regel gibt es Bauanleitung und weitere Dateien als GitHub-Projekt. Dort finden sich dann auch Einträge im Bugtracker, sodass man sich schon vor dem Herunter-

Die Suchergebnisse auf der Kommandozeile trügen: Wie viele Images es zu einem Suchwort wirklich im Docker-Hub gibt, verrät nur die Web-Site.



laden und Ausprobieren ein erstes Bild machen kann.

Image versus Container

? Welcher Begriff ist denn jetzt eigentlich der richtige: Container oder Image?

! Das kommt auf den Kontext an: Container ist zunächst ein Gattungsbegriff für eine Technik. Ein Docker-Image ist letztlich ein Dateibündel aus dem auszuführenden Programm und von ihm benötigten Komponenten. Das Docker-Image ist die Kopiervorlage für einen Container, also das Starten eines isolierten Prozesses – sozusagen einer Container-Instanz. Images baut man oder lädt sie aus einer Registry herunter. Container konfiguriert und startet man.

Datenhaltung für Container

? Container gelten als Wegwerfware. Wo lassen sie dann ihre Daten?

! Beim Starten von Containern ist es üblich, für eine Trennung der Nutz- und Konfigurationsdaten von den übrigen Dateien zu sorgen. In der Regel liegen die Nutz- und Konfigurationsdaten auf einem oder auch mehreren separaten Volumes, die auch über Updates hinweg erhalten bleiben. In einer Standardinstallation sind Volumes letztlich Verweise ins Dateisystem des Hosts. Beim Aktualisieren wird der Container gestoppt, ein neues Image gela-

den und ein neuer Container gestartet, der wieder Zugriff auf die erhaltenen gebliebenen Volumes erhält. Ein Watchtower-Container kann das automatisch erledigen.

Sicherheit von Container-Images

? Wie gelangen Sicherheitsupdates in einen Container?

! Dafür gibt es verschiedene Strategien. Spätestens, wenn ein neues Image da ist, sollte ein Container ausgetauscht werden. Oft krankt das aber an der Art, wie neue Images entstehen: Nur das Aktualisieren einer Container-Bauanleitung löst den Neubau aus, nicht aber Änderungen am Basis-Image – wo eher Sicherheitsupdates anfallen. So jedenfalls hat Docker den Hub angelegt. Deshalb gibt es Container, die Sicherheitsupdates über die Mechanismen der verwendeten Distribution einspielen.

Dieses Vorgehen widerspricht aber eigentlich der Idee, in einem Container ausschließlich Software für die jeweilige Aufgabe und keine weitere zu verpacken. Letztlich ist das Problem der Updates nicht zufriedenstellend gelöst, weil es an den Menschen hängen bleibt, die die Images bauen. Hinweise auf eventuelle Sicherheitslücken in den Images, die es einst für angemeldete Nutzer auf dem Docker-Hub gab, versteckt Docker jetzt im Store.

(ps@ct.de)

Dokumentation erwähnter Container:
ct.de/yj4x

Wenn sonst nichts mehr geht

Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE

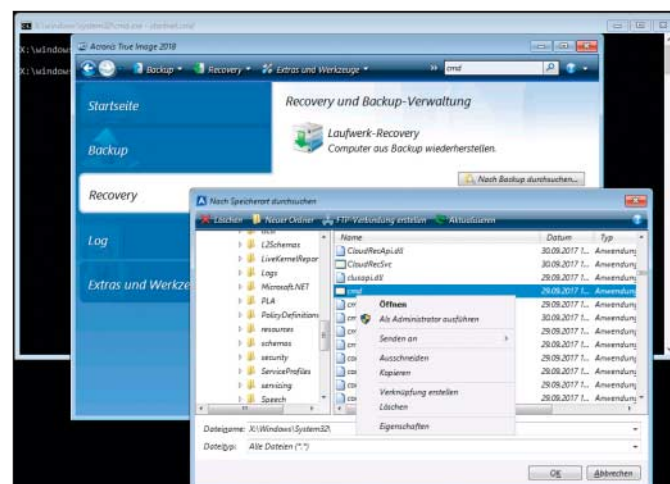


Wenn kein Rettungsmedium wie das c't-Notfall-Windows zur Hand ist, tut es auch das Mini-Betriebssystem „Windows PE“. Das ist zwar weniger komfortabel, aber durchaus mächtig und vor allem fast überall verfügbar.

Von Axel Vahldiek

Komfortable Hilfsmittel zum Lösen von Windows-Problemen gibt es einige, beispielsweise unser c't-Notfall-Windows oder die bei Windows ohnehin vorhandene Wiederherstellungsumgebung Windows RE. Mit denen reparieren Sie den Bootloader, setzen das Windows-Anmeldepasswort zurück, reparieren Systemdateien, retten Daten und vieles mehr [1, 2, 3]. Doch wie es Murphys Gesetz halt so will, hat man diese Hilfsmittel nicht immer zur Hand. Dann schlägt die Stunde von Windows PE: Damit können Sie die wichtigsten Handgriffe ebenfalls ausführen, wenn auch mit weniger Komfort. Dafür kommen Sie aber auch dann an PE, wenn alles andere außer Reichweite ist. Denn es steckt in überraschend vielen bootfähigen Datenträgern.

Bei Windows PE handelt es sich um eine Art Mini-Windows, welches ohne Installation auskommt. Es wurde von Microsoft vor allem als Basis-Betriebssystem entwickelt, unter dem die eigentliche Windows-Installation abläuft – daher auch die Bezeichnung PE, die für „Preinstallation Environment“ steht. Um einen dauerhaften Einsatz zu verhindern, startet PE alle 72 Stunden neu. Es kommt zudem ohne die sonst Windows-typische Bedienoberfläche daher: Explorer, Desktop, Taskleiste und Startmenü fehlen allesamt. Auch die PowerShell und das .NET-Framework sind nicht dabei. Stattdessen steht lediglich eine Eingabeaufforderung zur Verfügung, und die ist meist auch noch versteckt. Doch



Welche Version das gerade laufende Windows PE hat, können Sie in der Eingabeaufforderung ablesen.



die auf Tastenkürzel für ein Boot-Menü oder für die BIOS-/UEFI-Einstellungen hinweisen.

Während von DVD der Start meist zuverlässig klappt, sofern sie in einem internen optischen Laufwerk eingelegt ist, kann es bei USB-Laufwerken Hardwareseitige Probleme geben. Probieren Sie dann die anderen USB-Anschlüsse durch oder wechseln Sie, sofern möglich, das USB-Laufwerk. Stöpseln Sie das Laufwerk möglichst direkt am PC an statt an einen USB-Hub. Falls eine USB-Festplatte zum Einsatz kommt, kann das Tauschen von Kabel oder Gehäuse helfen. Letztlich hilft stets nur ausprobieren, da sich selbst scheinbar baugleiche Geräte beispielsweise durch unterschiedliche verbaute Chips oder Firmwareversionen unter der Haube unterscheiden können.

Eine Besonderheit gibt es bezüglich UEFI zu beachten. Zwar bootet PE an sich problemlos, wenn die Mainboard-Firmware den PC im UEFI-Modus startet, doch existiert hier eine Abhängigkeit der Architektur. Es gibt nämlich nicht nur Windows PE in der 32- und der 64 Bit-Variante, sondern auch die UEFI-Firmware, und es bootet stets nur die zur UEFI-Architektur passende PE-Variante. In den meisten Fällen ist das die in 64 Bit, die jeweils andere PE-Variante scheitert dann beim Start unter Hinweis auf Probleme mit der Datei Winload.efi oder kryptischen Fehlercodes wie „0xc0000359“. Dann müssen Sie zu einem PE der passenden Architektur zu greifen. Oder Sie stellen im BIOS-Setup auf das „Compatibility Support Module“ (CSM) um, sodass der PC im BIOS-Modus startet. In diesem spielt die Architektur von PE keine Rolle, es starten beide Varianten.

Übersicht verschaffen

Beachten Sie, dass Windows PE im laufenden Betrieb Daten lediglich auf einer RAM-Disk speichert. Nach einem Neustart sind also alle Änderungen wieder verschwunden. Die Festplatte fasst Win-

dows PE von sich aus nicht an. Nur wenn Sie selbst Daten auf Ihrer Festplatte unter PE bearbeiten, sind diese Änderungen dauerhaft. So lange Sie das lassen, können Sie PE also gefahrlos ausprobieren. Und das ist auch empfehlenswert, denn wenn man erst mal in Ruhe einige Erfahrungen damit gesammelt hat, erinnert man sich im Ernstfall leichter an die wesentlichen Handgriffe.

Nach dem erfolgreichen Start und dem Öffnen der Eingabeaufforderung mit Umschalt+F10 sehen Sie sich etwas gegenüber, was ungefähr so viel Charme versprüht wie damals der C64: Es blinkt ein Cursor und das wars. Einen Überblick über die von PE erkannten Laufwerke könnten Sie sich zwar auch mit Kommandozeilenbefehlen verschaffen, bequemer geht das aber, wenn Sie stattdessen notepad eintippen. Das startet den bordeigenen Editor. Drücken Sie Strg+O, was den Öffnen-Dialog aufruft. Klicken Sie darin auf „Dieser PC“, woraufhin Sie alle mit einem Buchstaben versehenen Laufwerke zu sehen bekommen.

Das sind mehr, als sonst auf diesem PC gewohnt. Erstens taucht zusätzlich das PE-Medium auf, zweitens erscheint ein Laufwerk namens „Boot“ mit dem Buchstaben x:. Dabei handelt es sich um die RAM-Disk, die PE verwendet. Wenn Windows auf einer mit dem MBR-Schema partitionierten Platte liegt, erscheint in der Laufwerksübersicht zudem die Bootpartition, zu erkennen an der geringen Größe (nur einige Hundert MByte) und üblicherweise dem Namen „System-reserviert“. Auf GPT-partitionierten Platten erscheint weder die Boot- noch die Wiederherstellungspartition. Auf PCs, auf denen Windows vom Hersteller vorinstalliert wurde, können weitere Partitionen zu sehen sein. Details zu den unzähligen Variationen der Partitionierung heutiger Windows-PCs standen in c't 5/2018 [7].

Anhand der Ordnerstruktur von Laufwerk x: können Sie übrigens auch erkennen, ob ein 32- oder 64-Bit-PE läuft: Wenn

ein Ordner namens „Program Files (x86)“ existiert, ist es ein 64-Bit-PE, sonst ein 32er.

Falls Ihnen der Öffnen-Dialog zu klein ist, können Sie ihn mit einem Doppelklick auf die Titelleiste maximieren.

Kopieren mit der Maus

Der Öffnen-Dialog von Notepad taugt auch dazu, Dateien und Ordner hin und her zu kopieren, etwa um sie auf ein anderes Laufwerk zu retten. Standardmäßig sehen Sie darin außer Ordnern und Laufwerken allerdings nur Text-Dateien. Um das zu ändern, stellen Sie die Anzeige des Dialogs um: Ändern Sie unten hinter „Dateityp“ die Anzeige vom derzeitigen „Textdateien (*.txt)“ auf „Alle Dateien“. Merken Sie sich diesen Handgriff, er ist bei jedem Öffnen-Dialog erforderlich, weil man diese Umstellung nicht speichern kann.

Das Kopieren und Einfügen erledigen Sie wie gewohnt über die entsprechenden Befehle im Kontextmenü. Die Tastenkombinationen Strg+C und Strg+V funktionieren ebenfalls. Zwei Haken hat die Sache aber: Erstens sehen Sie eingefügte Dateien und Ordner erst, wenn Sie die Ansicht durch Drücken der Taste F5 aktualisieren (das gilt auch für Operationen wie umbenennen oder neu erstellen). Und zweitens können Sie im Öffnen-Dialog immer nur eine Datei oder einen Ordner markieren, nicht mehrere. Um mehrere Ordner wegzusichern, müssen Sie also jeden einzeln kopieren. Was die Sache aber etwas erleichtern kann: Falls PE von einem USB-Laufwerk gebootet wurde, erscheint dieses standardmäßig im Kontextmenü als Ziel des „Senden an“-Menüs, was das ständige Hin- und Herhangeln zwischen Quell- und Zielverzeichnis ersparen kann.

Eine weitere Erleichterung können Sie erreichen, weil unter PE die Tastenkombinationen Alt+Tab zum Wechseln zwischen Fenstern sowie Windows+Pfeil zum Anordnen der Fenster funktionieren. Verkleinern Sie zuerst das Notepad-Fenster so, dass es kleiner als die linke Bildschirmhälfte ist. Bewegen Sie dazu die Maus auf die rechte untere Ecke des Fensters, bis der Mauszeiger zu einem Doppelpfeil wird. Danach schieben Sie das Notepad-Fenster ganz nach links und drücken Strg+O. Den Öffnen-Dialog ordnen Sie mit Windows+Links auf der linken Bildschirmhälfte an. Wechseln Sie mit Alt+Tab zurück zur Eingabeaufforderung und starten Sie durch erneutes Eintippen

von notepad eine weitere Instanz des Programms (es spart Tipparbeit, stattdessen nur die Pfeil-hoch-Taste zu drücken, was den zuvor eingegebenen Befehl zurückholt). Das Fenster verkleinern Sie ebenfalls und schieben es ganz nach rechts. Nun wieder Strg+O drücken und den Öffnen-Dialog mit Windows+Rechts anordnen. Mit Alt+Tab holen Sie nun noch den Öffnen-Dialog des ersten Notepads nach vorn, und schon haben Sie eine Art skurrilen, aber mit Einschränkungen durchaus funktionstüchtigen Zwei-Fenster-Dateimanager vor sich.

Wenn Sie mit Dateien hantieren, ist es übrigens wichtig, wirklich den Öffnen-Dialog zu nutzen und nicht den eigentlich genauso funktionierenden Speichern-Dialog. Denn wenn Sie sich im Öffnen-Dialog verklicken oder vertippen, wird einfach nur eine Datei eingelesen, was keinen Schaden verursacht. Wenn Sie hingegen in einem Speichern-Dialog was falsch machen und dann in der Hektik noch die „Wollen Sie wirklich ersetzen“-Nachfrage falsch beantworten, haben Sie womöglich wichtige Dateien durch nutzlosen Quatsch ersetzt, sprich Daten verloren.

Um es allerdings auch noch mal deutlich zu sagen: Der Öffnen-Dialog ist das Entscheidende, nicht etwa Notepad. Sie können also auch den Öffnen-Dialog eines anderen Programms verwenden, selbst der Dialog „Struktur laden“ von Regedit tut's. Bei Recovery-Medien von Backup-Software eignet sich auch der Dialog zur Auswahl des zurückzuspielenden Backups, sofern er „Alle Dateien“ anzeigen kann.

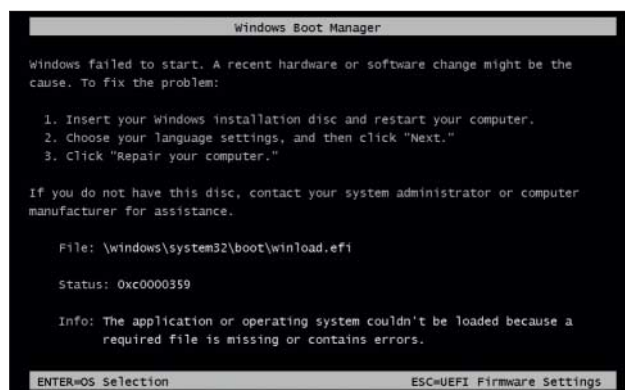
Für komplexere Kopieraktionen stehen zusätzlich die üblichen Kommandozeilenprogramme copy, xcopy und robocopy zur Verfügung. Falls Sie sich darin allerdings erst einarbeiten müssten, geht das Kopieren per Maus meist doch schneller.

Programme starten

Sie können unter PE nicht nur die mitgelieferten Programme starten, sondern auch andere, wenn auch keine beliebigen. Denn ein 32-Bit-PE vermag nur 32-Bit-Programme auszuführen und 64-Bit-PE nur 64-Bit-Programme. Problemlos funktionieren viele portable Anwendungen, die ohne Installation direkt beispielsweise von einem USB-Stick starten. Dazu gehören auch die wichtigsten in den Notfall-Windows-Artikeln genannten wie Auto-runs zum Konfigurieren, was die Windows-Installation auf der Platte beim

Es gibt Windows PE als 32- und als 64-Bit-Variante.

Bootet die falsche, erscheint allerdings bloß eine kryptische Fehlermeldung.



Hochfahren automatisch mitstartet, und Ntpwedit zum Ändern des Windows-Anmeldepasworts.

Um so ein Programm nutzen zu können, kopieren Sie die passende Variante auf einen USB-Stick. Das darf auch der sein, von dem Sie gerade PE gebootet haben – einfach abziehen, Programm an einem anderen PC daraufkopieren und wieder an den ersten PC stecken. Wichtig ist nur, dass Sie zwischen Abziehen und Wiederanstecken nichts mit dem laufenden PE machen. Das Smartphone kann unter PE übrigens mangels passender Treiber nicht als Stick-Ersatz herhalten.

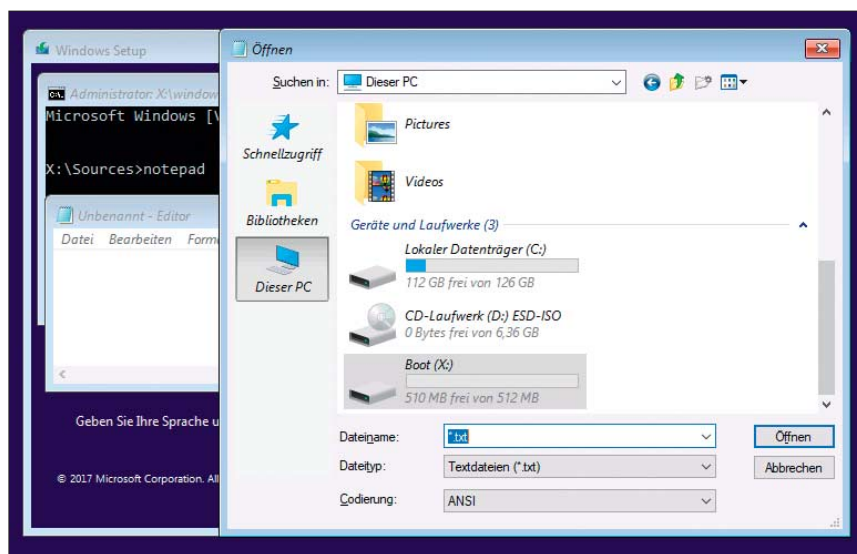
Das Starten des Programms können Sie in der Eingabeaufforderung erledigen, bequemer ist aber wieder der Öffnen-Dialog. Stellen Sie dessen Ansicht wieder auf „Alle Dateien“ um und klicken Sie sich zum Speicherort der Anwendung durch. Widerstehen Sie aber dem Drang zum Doppelklick darauf! Denn das würde die

Anwendung bloß wie eine Textdatei in Notepad öffnen, was nichts nutzen würde. Klicken Sie stattdessen mit rechts auf die Datei und wählen Sie im Kontextmenü „öffnen“ aus. Das öffnet die Anwendung.

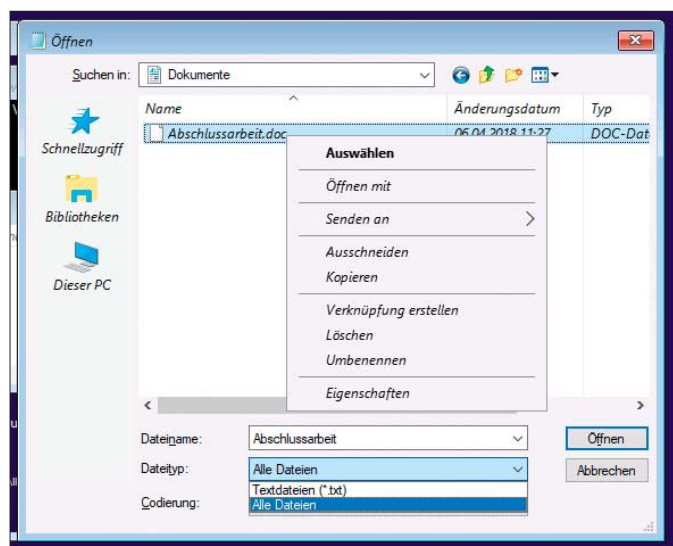
Sie brauchen das Programm übrigens nicht über den hier ebenfalls verfügbaren Menüpunkt „Als Administrator ausführen“ zu starten, denn unter PE besitzen Sie ohnehin nicht nur Administrator-, sondern sogar System-Rechte, die darüber noch hinausgehen. Nachprüfen können Sie das im Taskmanager, den Sie starten, indem Sie taskmgr in die Eingabeaufforderung eintippen. Im Reiter „Process“ sehen Sie, welche Prozesse als „System“ laufen.

Werkzeugkasten

Windows PE bringt einiges an Programmen bereits mit, Sie finden sie im Ordner x:\windows\system32. Hangeln Sie sich im Öffnen-Dialog dorthin durch und sortieren Sie die Ansicht durch Klicken auf den Spal-



Der Öffnen-Dialog von Notepad kann als Explorer-Ersatz herhalten, um sich beispielsweise eine Übersicht über die eingebundenen Laufwerke zu verschaffen.



Über das Kontextmenü des Öffnen-Dialogs können Sie sogar Dateien kopieren, Anwendungen starten und so weiter. Um die Dateien zu sehen zu bekommen, müssen Sie die Ansicht aber auf „Alle Dateien“ umstellen.

tenkopf „Typ“. So finden Sie viele der üblichen Kommandozeilen-Werkzeuge, etwa den Partitionierer Diskpart [8], bcdedit zum Bearbeiten des BCD-Stores des Bootmanagers, bcdboot zum Erzeugen eines neuen Bootloaders, takeown und icacs zum Konfigurieren von NTFS-Zugriffsrechten und vieles mehr. Eine Beschreibung der Programme blendet der Öffnen-Dialog ein, wenn Sie als zusätzliche Spalte „Dateibeschreibung“ auswählen.

Wenn auf dem internen Laufwerk eine Windows-Installation vorhanden ist, können Sie versuchen, von dort Programme zu starten: Falls osk.exe da ist, können Sie so auf Touch-fähigen Geräten sogar eine Bildschirmtastatur einblenden. Rechnen Sie aber damit, dass vieles kommentarlos nicht startet oder aber nach dem Start nichts Sinnvolles macht. Die Datenträgerbereinigung Cleanmgr.exe beispielsweise startet zwar, vermag auf dem internen Laufwerk aber lediglich den Papierkorb zu leeren. Ein Wort der Warnung auch zu Microsofts Malicious Software Removal Tool MRT.exe: Es startet zwar und über eine „vollständige Überprüfbarkeit“ lassen sich alle Laufwerke untersuchen, doch wenn der Verdacht auf Schädlingsbefall besteht, sind auf dem internen Laufwerk installierte Scanner grundsätzlich nicht mehr vertrauenswürdig, weil viele Schädlinge diese zuerst angreifen.

Netzwerkverbindung herstellen

Sie können mit Windows PE eine Netzwerkverbindung herstellen, um zum Beispiel Daten auf ein NAS zu kopieren. Voraussetzung ist allerdings, dass eine Netzwerkverbindung per Kabel vorhan-

den ist – WLAN wird nicht unterstützt. Zum Herstellen der Verbindung reicht ein einziger Befehl:

```
wpeutil initializenetwork
```

Der Befehl meldet anschließend nur kurz „Der Befehl wurde erfolgreich ausgeführt“. Welche IP-Adresse der PC vom Router zugewiesen wurde, können Sie mit ipconfig abfragen. Auf einen anderen PC zugreifen können Sie wie üblich per UNC-Pfad-Angabe: \\server\freigabe. Alternativ können Sie auch die IP-Adresse verwenden.

Standardmäßig ist auch die Firewall aktiviert, weshalb zum Beispiel PE nicht auf Ping-Anfragen von anderen Rechnern antwortet. Falls die Firewall aus irgendwelchen Gründen stört, können Sie sie mit wpeutil disablefirewall deaktivieren, danach antwortet PE auch auf Ping-Anfragen. Zum Reaktivieren der Firewall dient der Befehl wpeutil enablefirewall.

Netzlaufwerk verbinden

Ein weiterer Befehl verbindet eine Freigabe auf einem Server oder NAS so, dass sie anschließend als Laufwerk mit eigenem Laufwerksbuchstaben eingebunden ist:

```
net use s: \\server\freigabe
```

Das verbindet den Ordner „freigabe“ vom Rechner „server“ (oder einer IP-Adresse) mit dem Laufwerksbuchstaben „s“ unter PE – passen Sie alles an Ihre Umgebung an. Sie können auch die Admin-Freigaben des anderen Rechners nutzen (siehe Seite 156). Wenn für die Verbindung Nutzernamen und Passwort erforderlich sind, werden Sie danach gefragt. Obacht: Wenn Sie das Passwort eintippen, erscheint

keinerlei Ausgabe, nicht mal Sternchen. Das ist normal. Tippen Sie also einfach das Passwort ein und bestätigen Sie mit Enter, danach geht es weiter.

Treiber nachinstallieren

Wenn die Netzwerkkarte mangels Treiber nicht funktioniert, können Sie den nachinstallieren. Voraussetzung ist allerdings, dass ein Installationspaket vorhanden oder irgendwie herunterladbar ist, in dem eine Datei mit der Endung .inf steckt. Ob der Treiber vom Hersteller des PCs oder von dem der Netzwerkkarte kommt, ist ausnahmsweise erst mal egal: Wenn der Treiber wider Erwarten nicht funktionieren sollte, reicht ja ein simpler Neustart, um alle Änderungen zu verworfen und PE wieder in den Ursprungszustand zu versetzen.

Sofern der Treiber als Zip-Archiv zur Verfügung steht, stehen die Chancen gut: Entpacken Sie es auf einem funktionierenden Rechner und kopieren Sie es auf einen USB-Stick. Suchen Sie im entpackten Archiv nach der inf-Datei und merken Sie sich den Pfad. Stöpseln Sie den Stick an PE und suchen Sie mit dem Öffnen-Dialog von Notepad den Laufwerksbuchstaben heraus. Nun geht es in der Eingabeaufforderung weiter, passen Sie den Pfad an. Er muss konkret angegeben sein, Platzhalter sind nicht erlaubt:

```
drvload e:\Treiber\Treiber.inf
```

Falls der Hersteller nur eine ausführbare Datei zum Download bereitstellt, können Sie versuchen, ob diese sich mit 7-Zip entpacken lässt (<https://7-zip.org>).

Bitlocker aufschließen

Wenn Festplatte oder SSD mit der Windows-eigenen Laufwerksverschlüsselung Bitlocker geschützt sind, muss man sie erst entsperren, bevor man auf sie zugreifen kann. Auch das gelingt mit einem Kommandozeilenbefehl. Identifizieren Sie aber zuerst wie oben beschrieben mit dem Öffnen-Dialog von Notepad das geschützte Laufwerk und merken Sie sich den Laufwerksbuchstaben. Dann geht es in der Eingabeaufforderung weiter:

```
manage-bde -unlock c: -pw
```

Ersetzen Sie c: durch den Laufwerksbuchstaben des Bitlocker-geschützten Laufwerks. Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass beim Eingeben des Kennworts weder Buchstaben noch Sternchen noch sonstwas angezeigt werden. Bestä-

tigen Sie das Kennwort mit Enter. Alternative Mechanismen für das Entsperren liefert bei Bedarf der Aufruf `manage-bde -unlock c: -?`.

BIOS oder UEFI?

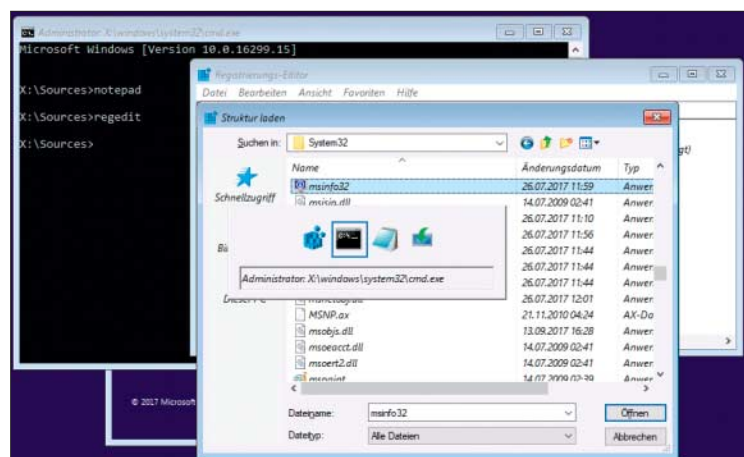
Wer mit PE beispielsweise die Festplatte neu partitioniert will, muss dafür mitunter wissen, ob der PC im BIOS- oder UEFI-Modus gestartet wurde, weil davon abhängt, ob das Laufwerk das MBR- oder das GPT-Partitionierungsschema braucht. Auch diese Information lässt sich unter Windows PE herausfinden. Sofern sich auf der Festplatte oder SSD eine Windows-Installation befindet, geht das sogar recht komfortabel. Öffnen Sie einfach wie oben beschrieben per Rechtsklick/Öffnen die Datei „`msinfo32.exe`“, die sie auf dem Laufwerk mit der Installation im Ordner `Windows\System32` finden. Es öffnet sich das Programm „Systeminformation“, in dem Sie die gesuchte Info auf der rechten Seite in der Zeile „BIOS-Modus“ finden. Entweder steht dort „UEFI“ oder aber „Vorgängerversion“, womit der BIOS-Modus gemeint ist.

Sie kommen an diese Information aber auch, wenn die Festplatte keine Installation enthält. Tippen Sie dazu nacheinander folgende zwei Befehle in die Eingabeaufforderung:

```
wpeutil updatebootinfo
regedit
```

Der erste Befehl veranlasst PE, einige Informationen über den Bootvorgang in die PE-eigene Registry zu schreiben, der zweite öffnet den Registry-Editor. Hangeln Sie sich darin zum Schlüssel `HKEY_LOCAL_`

Zwischen den laufenden Anwendungen schalten Sie mit der Tastenkombination **Alt+Tab** um.



`MACHINE\System\CurrentControlSet\Control` durch. Wenn der Wert des Eintrags „PE-FirmwareType“ auf „1“ steht, wurde im BIOS- beziehungsweise CSM-, bei einer „2“ hingegen im UEFI-Modus gebootet.

Merkliste

Einer der unbestreitbaren Nachteile von PE ist, dass es so überhaupt nicht selbst erklärend ist. Und wer will sich die ganzen Befehle, Parameter und Optionen schon alle merken? Brauchen Sie auch nicht, denn wenn Sie sich einmal mit dem Bedienkonzept von PE vertraut gemacht haben, reicht es letztlich aus, sich nur ganz wenig zu merken. Zuerst mal als Suchbegriff für die Suchmaschine den Namen **Media Creation Tool**, damit Sie bei Bedarf das Microsoft-Programm zum Erzeugen eines aktuellen PE-Stick oder einer -DVD finden. Dann die Tastenkombination **Umschalt+F10** zum Aufrufen von Eingabeaufforderungen. Des Weiteren der **Öffnen-**

Dialog, der als Explorer-Ersatz dient, wenn Sie die Anzeige auf **Alle Dateitypen** umstellen.

Das letzte, was Sie sich zudem noch merken müssen, ist der Ordner `x:\windows\system32`, denn darin finden Sie die Programme, und zwar auch die, die hinter den hier genannten Befehlen wie `wpeutil`, `ipconfig`, `manage-bde` und so weiter stecken. Wenn Sie etwa die genaue Schreibweise des Befehls `wpeutil` vergessen haben, schauen Sie einfach die Anwendungen im Öffnen-Dialog durch. Die **Dateibeschreibung**, hier „WinPE Utilities (Console)“, hilft zusätzlich beim Identifizieren.

Erst recht nicht merken müssen Sie sich die Optionen und Parameter der Programme und Befehle, denn die können Sie unter PE einfach nachlesen. Dazu tippen Sie in der Eingabeaufforderung den Befehl gefolgt von `/?` ein. Dann erscheint die Hilfe, die nicht nur alle Optionen und Parameter erklärt, sondern oft auch mit Beispielen aufwarten kann. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Stephan Bäcker, Peter Siering, Selbstmedikation, c't-Notfall-Windows 2018: Bausatz anwenden, c't 21/2017, S. 76
- [2] Axel Vahldiek, Beipackzettel, Tipps und Tricks zum c't-Notfall-Windows 2018, c't 21/2017, S. 82
- [3] Axel Vahldiek, Aufstehhelfer, Wie Windows Startprobleme selber löst, c't 5/2018, S. 74
- [4] Axel Vahldiek, Hilfe für den Helfer, Windows RE prüfen und reparieren, c't 5/2018, S. 80
- [5] Jan Schüller, Sicherheitsnetze, Backup-Programme für Windows, c't 8/2018, S. 122
- [6] Dennis Schirmacher, Axel Vahldiek, Pille danach, Virensuche mit dem c't-Notfall-Windows, c't 21/2017, S. 88
- [7] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [8] Axel Vahldiek, Tipp-Schnippler, Partitionieren mit Windows-0Bordmitteln – Teil 2: Diskpart, c't 3/2018, S. 144

Ein paar Kommandozeilenbefehle, und schon kann man im lokalen Netz auf eine Server-Freigabe oder ein NAS zugreifen.

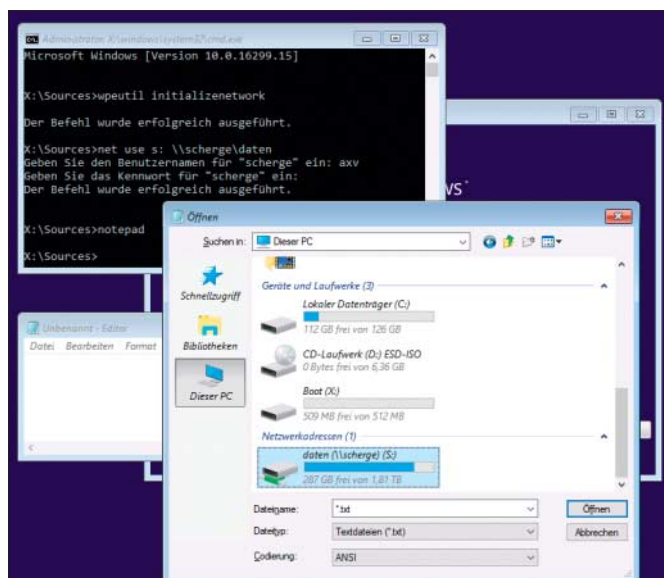




Bild: Travelmate

Vorkasse jetzt, Liefertermin unbekannt

Wunder-Koffer Travelmate auf Abwegen

Einen autonom fahrenden Koffer versprach das Start-up Travelmate 2016, liefert aber bis heute nicht. Bei der Crowdfunding-Plattform Indiegogo beißen die Kunden mit Rückforderungen auf Granit.

Von Torsten Kleinz

Ein Koffer, der einem überallhin folgt, solche Ideen brauchen Geld, um vom Reißbrett in die Umsetzung zu gelangen. Crowdfunding-Plattformen wie Indiegogo treiben über eine Art Vorverkauf fehlen- des Kapital von Kunden auf.

Wer als sogenannter Backer ein Produkt vorfinanziert, weiß, dass Verzögerungen an der Tagesordnung sind und dass auch Totalausfälle vorkommen. Die Crowdfunding-Plattformen versichern, dass sie faule Kampagnen aus dem Verkehr ziehen und dafür sorgen, dass ihre Backer ihr Geld zurückbekommen. Nur: Genau das klappt nicht im Fall des Wunderkoffers Travelmate.

Mummenschanz, Medien und Moneten

Eine erfolgreiche Kickstarter-Kampagne ist eine Sache des Marketings. Denn das Produkt selbst gibt es ja noch nicht. Das versprochene Gadget muss aus der Masse herausragen und gleichzeitig muss die

Kampagne so viel Vertrauen erwecken, dass Backer nicht daran zweifeln, dass sie das Produkt tatsächlich bekommen können. Schöne Bilder sind also wichtig.

So wie beim Travelmate-Koffer. Als die Firma im Herbst 2016 ihre Indiegogo-Kampagne startete, präsentierten sie professionelle Image-Videos eines schicken Koffers mit Motorantrieb, der Reisenden automatisch folgen sollte. Er wiegt sich selbst, hat flugsicherheitstaugliche Akkus, lädt Smartphones und öffnet sich per Fingerabdrucksensor.

Trotzdem brachte die erste Kampagne nur einen Bruchteil der angepeilten 100.000 Dollar zusammen. Erst die Neuauflage schaffte es. Plötzlich wimmelte es vor positiven Meldungen: Der US-Fern-

sehsender CNN berichtete genauso wie die Today Show bei NBC. Indiegogo erhob das Projekt zum „Staff pick“, was neue Kunden brachte. Einen Schönheitsfehler gab es aber: Kein Journalist hatte den Travelmate bis dato tatsächlich gesehen – sie stützten sich ausschließlich auf Pressemitteilungen und Image-Videos von Travelmate. Der Firma brachten die Berichte viele neue Unterstützer.

Im März 2017 verkündete Travelmate, das Ziel von 100.000 US-Dollar sei erreicht. Laut Indiegogo hat das Unternehmen bislang über 780.000 Dollar gesammelt. „Alles läuft planmäßig für einen Liefertermin im Juni“, hieß es.

Gadget für Millennials

Zu den frühen Bestellern gehörte Marco Bartsch, ein deutscher Unternehmer, der viel reist. „Selbst wenn das Produkt nur 50 Prozent der Versprechungen erfüllt hätte, wäre er für mich eine Erleichterung gewesen“, sagt Bartsch im Gespräch mit der c't.

Travelmate lockte Indiegogo-Förderer zum frühen Kauf. Der Preis für den Koffer werde massiv steigen, wenn er erst mal im herkömmlichen Handel sei. In einer Pressemitteilung jammert das Unternehmen: „Zum jetzigen Preis ist das Produkt schon fast gestohlen.“ Ende Juni manövrierte sich die Firma in die Romanrolle des Scheibenwelt-Händlers Schnapper, der sich mit seinen niedrigen Preisen angeblich selbst in den Ruin trieb. Trotz der Verluste werde die Firma seine Preise für Frühbesteller weiter aufrechterhalten.

Später kündigte Travelmate dann aber doch an, späteren Unterstützern zusätzliche Lieferkosten zu berechnen und im November stiegen die Preise auf Indiegogo sogar aufs Doppelte. Der kleinste kostet 1099 Dollar, der große nun 1495 Dollar – lieferbar innerhalb von 90 Tagen. Doch seit mehr als einem Jahr warten Backer der ersten Stunde wie Bartsch vergebens.

Fantasievolle Ausreden

Viele Unternehmer unterschätzen bei ihren Crowdfunding-Projekten den Aufwand. Erste Entwürfe müssen oft mit Zeitverlust nachgebessert werden. So wurde auch der Travelmate-Koffer nicht zum angekündigten Liefertermin im Juni 2017 fertig.

Stattdessen drehten die Kampagnenstarter munter das Feature-Karussell: Es gebe neue Farben, eine interne Kamera,

einen SIM-Karten-Slot und einen Concierge-Service dazu.

Ende September verkündete Travelmate, dass die Firma bereits vor einem Monat mit der Massenproduktion begonnen habe. Ausbleibende Lieferungen

»Zum jetzigen Preis ist das Produkt schon fast gestohlen.«

Travelmate

schoß die Firma auf den Auftragsfertiger. „Wir bedauern, wenn diese Verzögerung zu Unannehmlichkeiten führt“, schrieb Travelmate in einem Update. „Wir haben einen unglaublichen Roboter gebaut und

wir sind sicher, dass unsere Käufer damit sehr glücklich sein werden“. Doch auch der Oktober verstrich kofferlos, ebenso der Release-Termin 21. November 2017.

Am 14. Dezember schob Travelmate nach: Die Motoren haben sich als fehlerhaft erwiesen. Das Unternehmen habe aber bereits 10.000 Ersatzmotoren aus Deutschland bestellt. Zwei Monate später: „Von unserer Seite ist alles fertig – aber der Auftragsproduzent braucht länger als erwartet“. Neuer Termin: April 2018.

Kritik wird lauter

Gegenüber c't beharrt das Unternehmen darauf, dass man die Selbstfahreigenschaften des Koffers mehrfach gezeigt habe. Auf der Consumer Electronics Show präsentierte Travelmate allerdings einen Prototyp, der Zweifel daran ließ. Fragen von Journalisten dazu wurden abgewehrt. Mick Akers, Journalist der Los Angeles Sun, bestätigt gegenüber c't: „Der Koffer

Faule Kampagnen



Der **Smarty Ring** sollte Anrufe und Nachrichten melden, Musik steuern und Wearable-typische Eigenschaften haben – in einem schicken Ring. Die Kampagne lief bis Ende 2013 und sammelte 400.000 US-Dollar ein. Bis heute ringen die empörten Backer vergeblich um Fassung.



Für den Bluetooth-Kopfhörer **Elroy** haben 1543 Spender im Sommer 2013 insgesamt 144.463 US-Dollar eingezahlt. Sie sollten fummelige Kabelverbindungen zum Smartphone ersparen, das Unternehmen verhedderte sich aber offenbar bei der Produktion.



Künstliche Kiemen namens **Triton** sollten Tauchern endlich die lästigen Pressluftflaschen ersparen. Obwohl es zahlreiche Kommentatoren akribisch vorrechneten, dass das nicht funktionieren kann, kamen auf Indiegogo 600.000 US-Dollar zusammen, die Entwickler tauchten damit unter.



Mit dem **Skarp**-Rasierer sollte die Haarentfernung per Laserlicht klappen, er sammelte auf Kickstarter 4 Millionen Dollar. Doch die Plattform suspendierte die Kampagne. Skarp zog zu Indiegogo um und kassiert dort eine weitere halbe Million Dollar. Nach zwei Jahren fühlen sich etliche Kunden auch ohne Skarp rasiert.



Der Koffer soll seinem Besitzer selbsttätig folgen. Im c't-Test tat er das mehr schlecht als recht.



YouTube-Videos zeigen, dass der Koffer bei vielen Vorführungen ferngesteuert wurde.



Der Lader funktioniert bereits, die Akkus sind sehr leicht und gut entfernbar.

wurde von einem Smartphone gesteuert. Sie sagten uns, dass der Koffer in engen Umgebungen noch nicht gut funktioniert.“ In einem Video auf bild.de ist zu sehen, wie der Koffer angeblich dem Reporter folgt. Im Hintergrund steuert ihn Travelmate-Geschäftsführer Kovtun allerdings per Handy. Einer Reporterin des Wall Street Journal sagte man, die Akkus seien nicht geladen. Nun bat auch die c't um einen Vorführtermin.

Die knapp halbstündige Vorführung kam am 9. April in Barcelona zustande. Klar ist nun: Der Koffer existiert und er hat sogar gewisse Autonomieeigenschaften,

folgt also seinem Besitzer. Praxistauglich ist der Koffer unserer Meinung nach aber nicht: Selbst in der fast leeren Eingangshalle eines Museums folgt er Maximilian Kovtun nur ein paar Meter ohne Panne. Mehrmals bleibt der Koffer vor Personen oder Gegenständen stehen und wartet darauf, dass das Hindernis verschwindet oder dass man ihn händisch wieder in Gang setzt. Obwohl Kovtun gemächlich geht, kommt der Koffer nur langsam hinterher.

Kovtun sagt, dass das Gerät auf bis zu 15 Kilometer pro Stunde beschleunigen könnte. Dies habe man jedoch reduziert, um die Genauigkeit der Ortung zu er-

höhen. Aber selbst im Schleichtempo fährt der Koffer an stehenden Gegenständen nicht vorbei. Das macht jeder Saugroboter besser.

Kovtun räumt Schwierigkeiten bei der Fertigung gut nachvollziehbar ein. Doch später reden sich Kovtun und sein Begleiter David in einen Rausch. So seien Industriespione geradezu wild dabei, die Technik von Travelmate zu kopieren. Daher halte man sich auch so bedeckt, was die verwendeten Sensoren angehe. Der Koffer hat Ultraschallsensoren, die vorne gut sichtbar sind, aber keine Kameras und auch kein Lidar zur Navigation per Laser. Es sei eine andere Technik eingebaut, über die Travelmate nicht sprechen wolle. Bluetooth werde hauptsächlich zum Verbinden mit dem Koffer eingesetzt, das GPS sei nicht für die Navigation zuständig, sondern nur für den Diebstahlschutz.

Kovtun erzählt viel. Etwa, dass die deutsche Regierung in Gesprächen sei, um die Produktion des Koffers nach Deutschland zu holen; ferner hätten Großinvestoren Bedarf an bis zu einer Million Koffer angemeldet. Details dazu gibt es nicht. Geschäftspartner will Kovtun nicht benennen, auch jede Dokumentation des Produktionsprozesses gefährde Geschäftsgeheimnisse.

Immerhin gibt es Anzeichen, dass es die Firma mit der Wahrheit nicht so genau nimmt. So bedankte sich das Unternehmen öffentlich, dass es von der Pariser Regierung und dem Präsidenten Macron eingeladen worden sei, ihr Gerät im Pariser Museum Cité des sciences et de l'industrie zu präsentieren. Auf Nachfrage der c't erklärt eine Museumssprecherin, dass das Gerät zwar dort an einem Wochenende



Travelmates Geschäftsführer Maximilian Kovtun (links) führt c't-Autor Torsten Kleinz den autonomen Koffer vor – ganz selbstständig ist er aber noch immer nicht.



Die Räder sollten zuerst Omni-Wheels sein, sich also in alle Richtungen drehen. Das klappte aber nicht.



Der Koffer hat einen Fingerabdruck-sensor. Weil TSA-Schlösser unsicher sind, ist er aber überflüssig.



Das Konzept sah noch eine eingebaute Waage und GPS-Anhänger als Gimmicks vor. Gesehen hat die noch niemand.

gezeigt worden war – es habe jedoch keine Einladung der französischen Regierung gegeben.

Wütende Käufer, desinteressierte Plattform

Angesichts der Wartezeit und der Unstimmigkeiten der Travelmate-Statements reagierten viele Käufer ungeduldig. In den Kommentaren – auch auf Reddit – finden sich mehrere Betrugsvorwürfe und Forderungen nach Rückerstattung des vorgestreckten Geldes. Das nun will Kovtun auf keinen Fall. „Wenn man sich an einem solchen Projekt beteiligt, gibt es gewisse Regeln“, sagt er gegenüber c’t: „Ich verstehe, wie frustrierend das ist, aber wir bauen schließlich ein Produkt, wie es noch nie eins gegeben hat.“ Erst wenn ein Kunde den Koffer erhalten habe und damit unzufrieden sei, könne er das Geld zurück-erhalten. Dabei wäre es für Travelmate weitaus lukrativer, die Vorbesteller auszu-zahlen und die Koffer anderen Kunden zum deutlich höheren Preis zu verkaufen.

Auch Bartsch verlangte zuerst von Travelmate, dann von Indiegogo erfolglos sein Geld zurück. Indiegogo verwies darauf, dass das Geld bereits an Travelmate überwiesen sei und man sich daher an die Firma wenden solle. Man habe aber eine offizielle Untersuchung zu dem Fall gestartet. Auf die empörte Antwort Bartschs, dass Travelmate weder liefere noch Rück-erstattungen auszahle, antwortete Indiegogo nur, dass sie Travelmate ermuntern wolle, bessere Updates zum Projekt zu posten. Auch gegenüber der c’t zeigt sich die Crowdfunding-Plattform alles andere als auskunftsfreudig. Ein Pressesprecher gibt sich zwar kooperativ, antwortet aber

nur ausweichend oder gar nicht. Auch zwei Monate nach dem Beginn der Untersuchungen von Indiegogo über Travelmate gibt es kein Ergebnis. Dass Indiegogo das Geld der Kunden bereits an Travelmate überwiesen habe, obwohl das Projekt bis zum Schluss nur den „Prototyp-Status“ hatte, begründet der Sprecher damit, dass man Produkte in unterschiedlichen Projektphasen unterstütze. Da die

Kampagne Anfang 2018 offiziell beendet wurde, sieht sich Indiegogo nicht mehr verantwortlich. So einfach ist das.

Fazit

Klingt ein Projekt zu gut, ist Misstrauen angesagt. Marco Bartsch hat sich inzwischen einen anderen Koffer gekauft – ganz ohne autonome Wunderfunktionen.

(mil@ct.de) **ct**

Kampagnen durchleuchten

Crowdfunding ist nicht wie Einkaufen. Völlig sicher kann man sich beim Vorfinanzieren eines Projektes nie sein. Man muss selbst einschätzen, ob ein Totalverlust droht. Für Erfolge und Pleiten gibt es einige Anzeichen.

Erfolgreiche Crowdfunding-Kampagnen setzen ein aufwendiges Marketing voraus. Werbliche Videos und Hochglanzbilder sind daher per se noch kein Anlass für Misstrauen. Das sollte aber erwachen, wenn es nur einfache Mockups zu sehen gibt, die man auch mit Photoshop und etwas Bastellei produzieren kann.

Wichtig ist die ausführliche Beschreibung des Projekts: Welche Vorarbeiten wurden schon geleistet? Gibt es einen detaillierten Zeitplan oder nur ein Lieferdatum?

Wer jemandem Geld leiht, informiert sich über die Solidität seiner Schuldner. Tun Sie das auch bei Crowdfunding-Projekten. Steckt tatsächlich ein erfahrenes Team hinter dem Produkt oder eine Gruppe von Fantasten mit einer vagen

Idee? Schauen Sie auf die Berufsbezeichnungen der Starter. Sie sollten zum Aufgabenumfang passen.

Websites wie Kicktraq sammeln Berichte über Crowdfunding-Kampagnen. Diskussionen auf Twitter liefern Hinweise auf faule Kampagnen, auch der Blick auf das Subreddit „Shitty Kickstarter“ lohnt. Manche Kommentare könnten wie beim Unterwasser-Kiemen-Projekt Triton belegen, dass es nicht funktionieren kann.

Werfen Sie 100 Tage nach Ihrer Zahlung noch mal einen Blick auf die Kampagne. Haben die Starter ihre Versprechen bis dahin erfüllt? Ist ein Fortschritt zu sehen? Wird noch so fleißig informiert wie vor dem Ende der Kampagne? Hat sich der Funktionsumfang nachträglich geändert? Falls das Ganze eher schlecht aussieht, können Sie jetzt noch eine Rückzahlung verlangen – ist das Geld einmal länger als 120 Tage vom Kreditkartenkonto abgebucht, lässt es sich nur noch mit beträchtlichem Aufwand zurückholen.

Grundlagen zu Computermäusen

Rollen, LEDs und Laserlicht: So orientiert sich eine Maus

Schätzungsweise eine Milliarde Computermäuse wurden 2005 weltweit verkauft; neuere Zahlen liegen nicht vor. Wie eine Maus aber funktioniert, dürfte den meisten Anwendern unbekannt sein.

Von Lutz Labs

Bei den Kugelmäusen aus dem vergangenen Jahrtausend konnte man sich die Funktion noch recht einfach erklären: Durch die Bewegung der Maus dreht sich eine Kugel, die auf dem Tisch aufliegt. Im Innern angebrachte Rollen für x- und y-Richtung übernehmen diese Bewegung und übertragen sie auf gelochte Scheiben; Lichtschranken erkennen die Drehungen und geben Informationen darüber an den PC weiter.

Problematisch war nicht nur der Dreck, der sich regelmäßig an den Rollen sammelte, sondern auch, dass einige Mäuse recht empfindlich auf Fremdlicht reagierten.

Optische Abtastung mit LED-Hilfe

Vor rund 20 Jahren setzten sich optische Mäuse durch, digitale Bildverarbeitung ersetzte die fehleranfällige Mechanik. Zunächst kamen Leuchtdioden als Beleuchtung zum Einsatz; meistens rote, denn diese waren am billigsten. Den auf der Unterseite eingebauten Kameras ist die Farbe egal, sie nehmen eh nur ein Graustufenbild auf.

Diese Kameras besitzen ein Sensorfeld von meistens nur 16×16 Pixeln, bei höherwertigen Mäusen sind es auch mal 32×32 Pixel. Sie nehmen das vom Boden zurückgeworfene Licht auf; ein Mikroprozessor versucht, aus den Unebenheiten

der Oberfläche sowie Strukturen auf dem Untergrund ein Bewegungsmuster zu erkennen. Die Abtastfrequenz beträgt meistens rund 1500 Hertz, ist bei einigen Mäusen aber auch veränderbar.

Die Abtastung klappt auf den meisten Untergründen gut, die anfangs notwendigen Mauspads mit Gittermuster sind seit vielen Jahren überflüssig. Doch auf besonders glatten oder spiegelnden Oberflächen können die Prozessoren sich nicht mehr orientieren – dies äußert sich manchmal in Sprüngen des Mauszeigers auf dem Bildschirm.

Lasermäuse

Die Weiterentwicklung mit Laserlicht statt LEDs führt dazu, dass sich die Mäuse auch auf sehr glatten Oberflächen noch orientieren können. Die optische Auflösung der Lasermäuse ist nicht unbedingt höher, der Trick liegt im „Speckle-Effekt“.



Frühere Kugelmäuse erkannten die Bewegung über Lichtschranken an Segmentscheiben, die von einer Kugel bewegt wurden. Schwierigkeiten machte vor allem der Dreck, der sich an den Rädchen ablagerte.

Jede noch so kleine Unebenheit führt dazu, dass einzelne Wellen in andere Richtungen reflektiert werden als ihre Nachbarn. Dadurch kommt es zu Überlagerungen, Verstärkungen und Auslöschungen – und diese nimmt die Kamera auf. Ein eindeutiges Interferenzmuster eines Bereichs entsteht, wenn die Unebenheiten größer sind als die Wellenlänge des Laserlichts; bei den Computermäusen sind dies etwa 830 bis 860 Nanometer. Selbst Lack, Glas oder poliertes Metall weist eine Rauigkeit in diesem Größenmaßstab auf und verändert so das Speckle-Muster.

Angst vor Augenschäden braucht man bei Lasermäusen nicht zu haben: Das Licht des Lasers wird durch eine Streulinse verteilt und ist damit unschädlich.

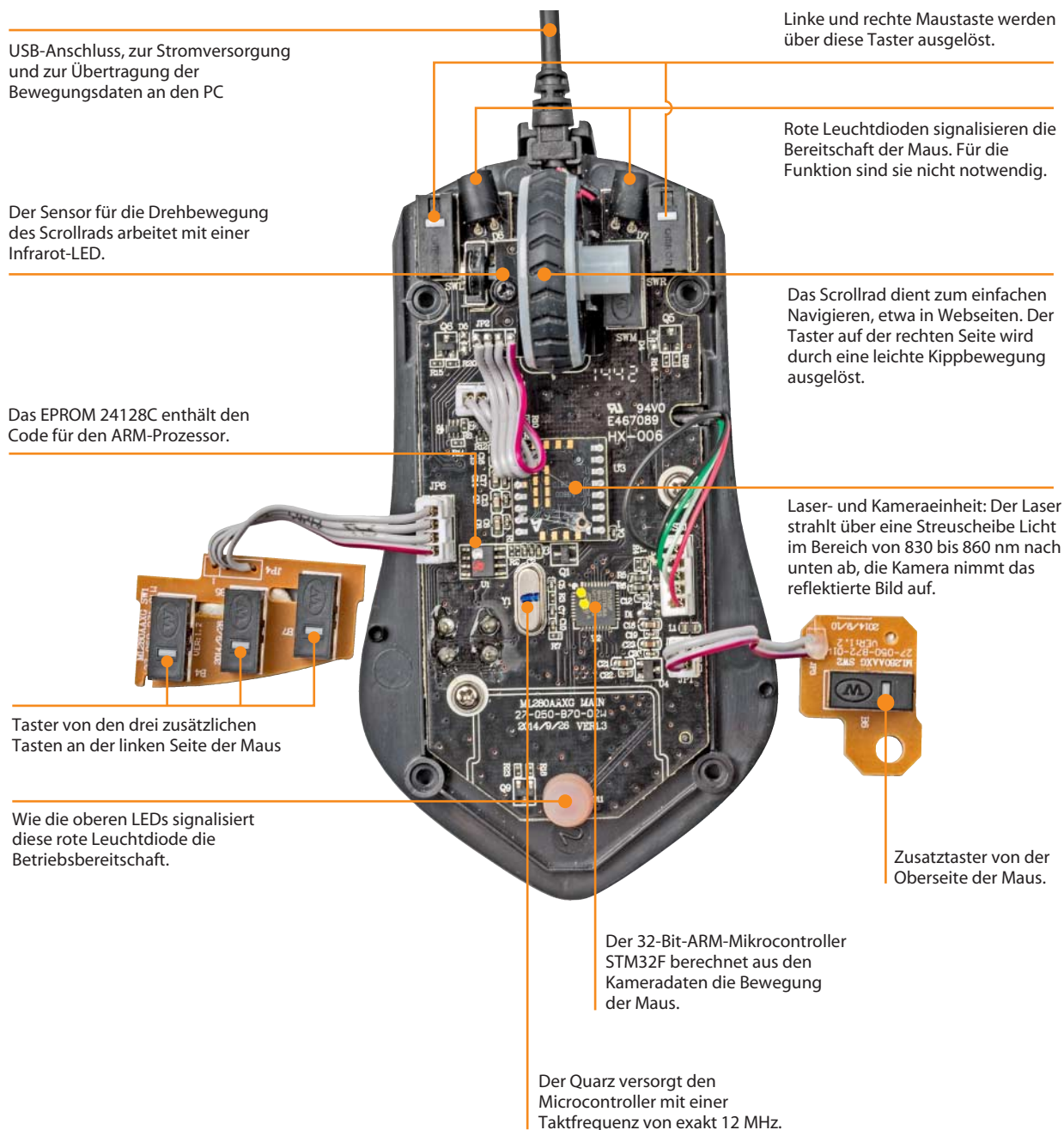
Bauformen

Zwei oder drei Tasten sind heute Standard bei PC-Mäusen, die dritte Taste wird meistens über das Scrollrad ausgelöst. Apple-Nutzer kommen mit einer Taste aus, eine Sensorfläche ersetzt das Scrollrad. Spezielle Gamer-Mäuse haben häufig drei oder noch mehr Zusatztasten, mit denen man etwa mitten im Spiel die Auflösung umschalten kann. Diese Mäuse benötigen zwingend einen eigenen Treiber, während übliche 3-Tastenmäuse mit dem Betriebssystem-Treiber funktionieren.

Viele Mäuse sind nur für Rechtshänder geeignet, da sie an die Form der rechten Hand angepasst sind. Linkshänder können solche Mäuse nur unter unergonomischen Verrenkungen nutzen. Es gibt zwar spezielle Linkshändermäuse, doch das Angebot ist recht klein, enthält ausschließlich Kabelmäuse und die meisten kosten deutlich über 50 Euro.

Sinnvoller ist für Linkshänder die Verwendung einer symmetrischen Maus. Bei diesen stehen meistens nur die üblichen drei Tasten auf der Oberseite sowie das Scrollrad zur Verfügung. Im Treiber des

Innenleben einer PC-Maus am Beispiel einer Turtle Beach Grip 500



Betriebssystems lässt sich die Funktion von linker und rechter Maustaste vertauschen, sodass man die „Enter-Funktion“ mit dem Zeigefinger auslösen kann – oder man trainiert mit dem linken Ringfinger den Doppelklick, was dann an fremden PCs Vorteile verspricht.

Ob die Maus nun per USB-Kabel oder Funk Kontakt mit dem PC hat, spielt

keine große Rolle. Die drahtlose Anbindung hat den Vorteil, dass man sich nicht mit dem manchmal störrischen Kabel plagen muss. Nachteil ist neben dem etwas höheren Gewicht durch Akkus oder Batterien die etwas größere Latenz und die Empfindlichkeit gegen überfüllte Funkbänder, die sich in Aussetzern äußern kann – daher setzen viele Spieler vor

allem bei größeren LAN-Partys auf Kabelmäuse.

Der typische hörbare Mausklick ist übrigens nicht technisch bedingt; es ist durchaus möglich, geräuschlose Kontakte zu bauen. Das Klicken soll dem Benutzer vielmehr das akustische Feedback geben, dass die Taste gedrückt wurde.

(ll@ct.de) **ct**

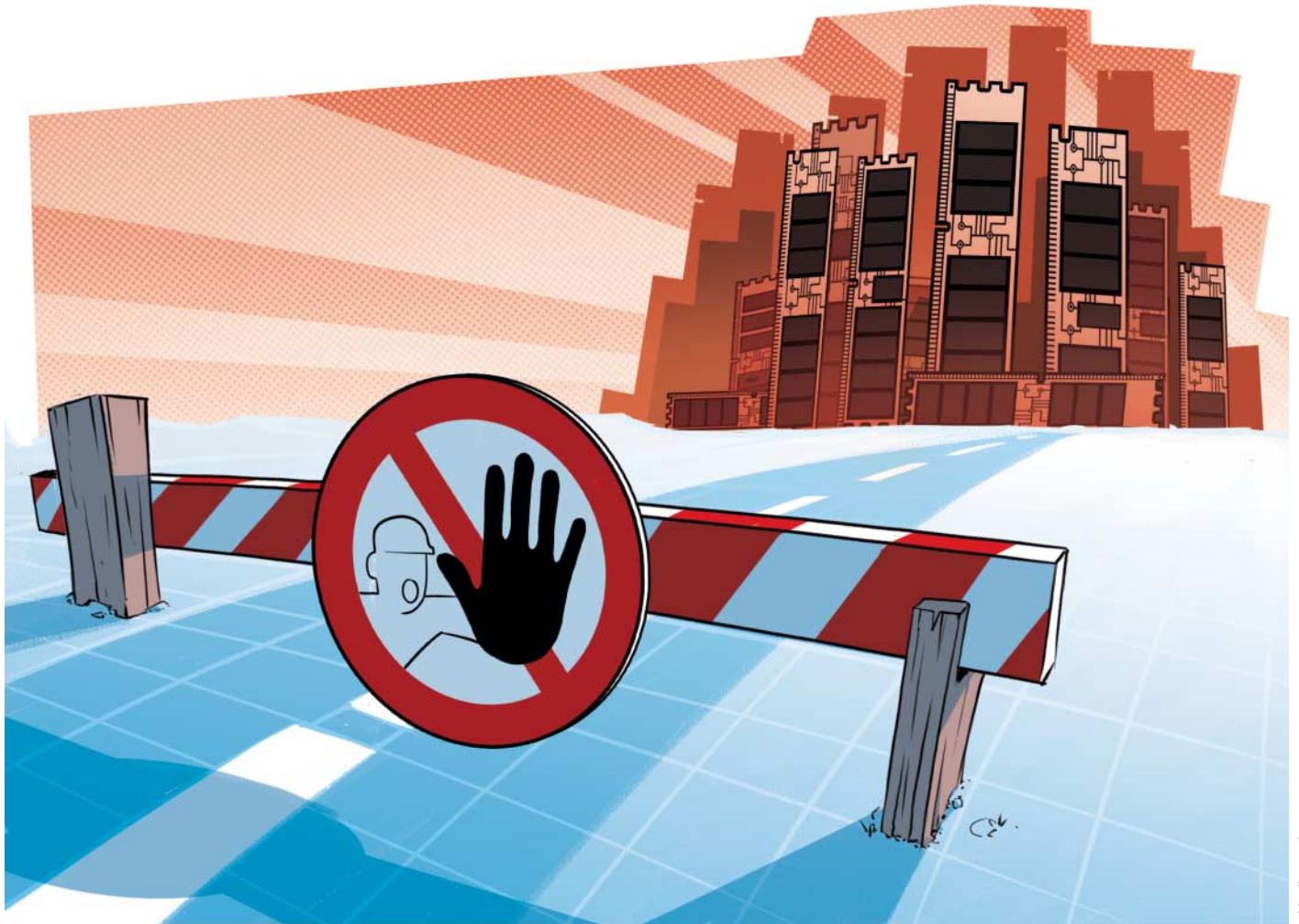


Bild: Albert Hulm

RAM-Schranke

RAM-Verschlüsselung bei AMD und Intel

AMD-Epyc-Prozessoren für Server können RAM verschlüsseln, um Sicherheitsrisiken zu vermeiden. Intel will mit einer ähnlichen Technik nachziehen und stellt mit den Software Guard Extensions (SGX) schon jetzt verschlüsselte RAM-Enklaven bereit: ein Überblick.

Von Dr. Johannes Götzfried

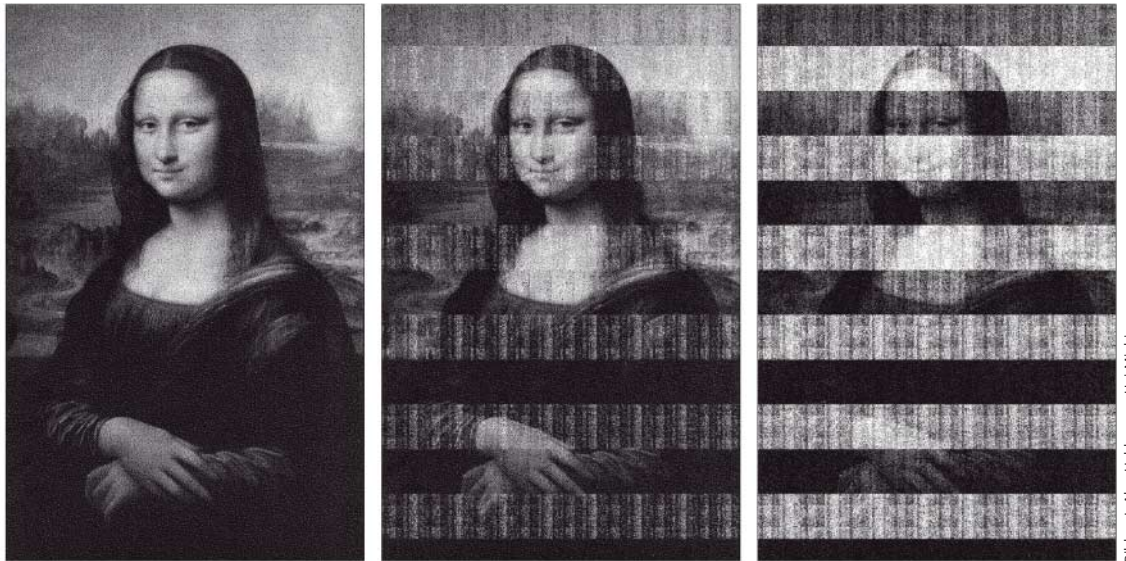
Die jüngsten Serverprozessoren von AMD und Intel haben neuartige Funktionen, um Daten vor starken Angreifern zu schützen: Sie verschlüsseln den Arbeitsspeicher teilweise oder ganz. Nicht einmal Administratoren mit physischem Zugriff auf einen Server sollen sensible Daten lesen können, die in einer virtuellen Maschine laufen. Die neuen CPU-Funktionen SME, SEV, SGX, TME und MKTME (siehe Tabelle rechts) helfen außerdem, Schäden durch Software-Angriffe zu begrenzen: Selbst wenn ein System bereits von Malware befallen ist, sollen vertrauenswürdige Operationen weiter möglich sein, nämlich in verschlüsselten Enklaven. Damit geht RAM-Verschlüsselung deutlich über bisherige Schutzmaß-

nahmen hinaus. Zu Letzteren gehört beispielsweise die Adressraumisolation, deren Mängel die Seitenkanalangriffe Meltdown und Spectre drastisch aufgezeigt haben.

Physische Attacken

Physische Angriffe setzen lokalen Zugriff auf einen Computer durch einen Angreifer vor Ort voraus. Ein einfaches Beispiel ist das Auslesen einer unverschlüsselten Festplatte. In kritischen Umgebungen sind Festplatten deshalb verschlüsselt; außer einer Kopie der Festplattendaten braucht ein Angreifer dann noch den Schlüssel. An den wiederum kommt er aber nur heran, wenn das Zielsystem läuft und der Schlüssel als Klartext im Hauptspeicher liegt.

2008 demonstrierten Forscher den Cold-Boot-Angriff, indem sie eine Bilddatei aus dem PC-RAM extrahierten: 5 Sekunden nach dem Abschalten war sie komplett erhalten, nach 30 und 60 Sekunden verschwanden zunehmend Informationen aus den DRAM-Zellen.



Bilder: J. Alex Halderman, Uni Michigan

Vor zehn Jahren zeigte der sogenannte Cold-Boot-Angriff, wie man einen solchen Schlüssel ergattert: Wird die Energieversorgung des Hauptspeichers (RAM) unterbrochen, verschwindet dessen Inhalt nicht sofort; die Speicherzellen fallen vielmehr erst innerhalb von einigen Sekunden bis Minuten wieder in ihren Ausgangszustand zurück. Dieser Effekt lässt sich durch Kühlung des Hauptspeichers mit Kältespray deutlich verlängern. Erhält ein Angreifer also Zugriff auf ein laufendes System, so kann er unter Umständen kritische Inhalte aus dem Arbeitsspeicher extrahieren – etwa indem er nach einem Kaltstart ein minimales Spezial-Betriebssystem startet, das den RAM-Inhalt auf einen USB-Datenträger kopiert.

Es gibt aber auch noch andere Möglichkeiten, den Inhalt von DRAM-Chips auszulesen, etwa über gehackte PCI-Express-Karten oder Thunderbolt-Peripherie mit DMA (Direct Memory Access). Schließlich kommen nichtflüchtige Speichermodule zum Einsatz, etwa NVDIMMs mit Flash-„Fallschirm“ gegen Stromausfälle und die kommenden 3D-XPoint-Speichermodule von Intel. Solches „persistent Memory“ lässt sich in einem zweiten System physisch auslesen, selbst wenn das eigentliche Zielsystem nicht (mehr) läuft. In allen diesen Fällen verstärkt RAM-Verschlüsselung den Datenschutz.

Attacken von innen

Die neuen Hardware-Erweiterungen, vor allem Intel SGX, sollen aber auch gegen potenziell bösartige Prozesse mit hohen Privilegien (Zugriffsrechten) und sogar

gegen ein kompromittiertes Betriebssystem schützen. Zwei Anwendungszwecke liegen auf der Hand. So lässt sich SGX für Digital Rights Management (DRM) verwenden, also um bestimmte Software oder Daten vor dem Benutzer zu verbergen. Der zweite Einsatzfall betrifft angemietete Cloud-Dienste, beispielsweise eine virtuelle Maschine (VM) in einem fremden Rechenzentrum, die sensible Daten oder geheimgehaltenen Programmcode verarbeitet.

Für DRM wird SGX bereits genutzt, etwa von Netflix beim Streaming von Ultra-HD-Filmen und von Cyberlink bei PowerDVD Ultra: Dieser Software-Decoder spielt auch kopiergeschützte Inhalte von Ultra-HD Blu-ray ab. Der geheime Schlüssel für das Videomaterial wird dabei nur in einer verschlüsselten SGX-Enklave verwendet, die weder das Betriebssystem noch laufende Programme auslesen können. Der dekodierte Videodatenstrom wird dann mit anderen Methoden wie Protected Audio-Video Path (PAVP) und High Definition Content Protection (HDCP) geschützt zum Display übertragen. Deshalb lässt er sich nicht ab-

greifen, umleiten oder auf der Festplatte speichern.

Beim Cloud-Datenschutz mit AMD SEV und Intel SGX liegt der Fall etwas anders. Hier geht es darum, das Vertrauen sozusagen zu verlagern. Denn bei den typischen Cloud-Dienstleistern wie Amazon AWS, Google Cloud oder Microsoft Azure haben die jeweiligen Administratoren im Prinzip die Möglichkeit, sämtliche Daten aus dem Server-RAM zu lesen. Ist dieser Arbeitsspeicher jedoch mit Hardware-Funktionen des Prozessors verschlüsselt, dann kann ein Cloud-Anbieter glaubhaft versichern, Nutzerdaten und Programmcode weder manipulieren noch auslesen zu können. Ein Kunde des Dienstleisters muss diesem dann nicht mehr vertrauen – aber sehr wohl den CPU-Funktionen und der Schlüsselgewalt von AMD oder Intel.

Bisherige Schutzmaßnahmen

Bisher gab es keine Hardwareerweiterungen für Standardprozessoren, die gegen physische oder höher privilegierte Angreifer schützen. Mit AES-NI stellen Prozessoren von AMD und Intel seit geraumer

RAM-Verschlüsselung und RAM-Abschottung

Bezeichnung	Funktion
Intel SGX (Software Guard Extensions)	richtet verschlüsselte Enklaven im RAM ein; Remote Attestation gibt einer entfernten Partei (Cloud-Kunde) Garantien über laufende Software
Intel TME (Total Memory Encryption)	verschlüsselt das gesamte RAM transparent
Intel MKTME (Multi-Key Total Memory Encryption)	verschlüsselt RAM-Bereiche, die ein Hypervisor festlegt
AMD SME (Secure Memory Encryption)	verschlüsselt das gesamte RAM transparent
AMD SEV (Secure Encrypted Virtualization)	verschlüsselt RAM-Bereiche, die ein Hypervisor festlegt
ARM TrustZone	trennt ein System in eine sichere und eine unsichere „Welt“



Mit NVDIMMs und 3D XPoint kommen persistente Speichertypen zum Einsatz, die sensible Daten auch ohne Strom speichern.

Bild: Micron

Zeit lediglich Befehle für die Implementierung von Verschlüsselungsverfahren bereit, die aber vor allem zur Beschleunigung von AES-Algorithmen dienen. Dazu kommt das Trusted Platform Module (TPM), eine Art aufgelötete SmartCard als Vertrauensanker. Das TPM bietet im Wesentlichen drei Grundoperationen: Binding, Sealing und Remote Attestation. Binding erlaubt es, Code oder Daten so zu verschlüsseln, dass sie sich nur auf demselben Gerät wieder entschlüsseln lassen. Sealing funktioniert ähnlich wie Binding, bezieht zusätzlich aber noch die aktuelle Plattform-Konfiguration mit ein, etwa die BIOS-Einstellungen, das laufende Betriebssystem und aktuell laufende Software. Nur wenn diese Faktoren im selben Zustand sind wie bei der Versiegelung,

lassen sich Daten wieder entsiegeln. Remote Attestation schließlich erlaubt es einer entfernten Partei, beispielsweise einem Software-Hersteller, die aktuelle Plattformkonfiguration zu überprüfen. Der Hersteller liefert Code oder Daten nur dann aus oder gibt sie frei, wenn sich das System in einem von ihm gewollten Zustand befindet. Remote Attestation lässt sich etwa auch verwenden, um nur solchen Notebooks den VPN-Zugriff auf das interne Netzwerk einer Firma zu gewähren, auf denen bestimmte (Virenschutz-)Software installiert ist.

Zu den bekannten Einsatzbereichen von TPMs gehört der Schutz des Bootvorgangs vor Manipulationen (Measured Launch). Dabei legt das TPM Hash-Werte der Firmware und des Bootloaders in sei-

nen geschützten Speicherbereichen ab, den Platform Configuration Registers. Außerdem kann die Windows-Festplattenverschlüsselung BitLocker ein TPM für das Sealing des Schlüssels nutzen: Die Daten auf der Platte oder SSD lassen sich dann nicht mehr entschlüsseln, wenn man den Datenträger vom Mainboard trennt.

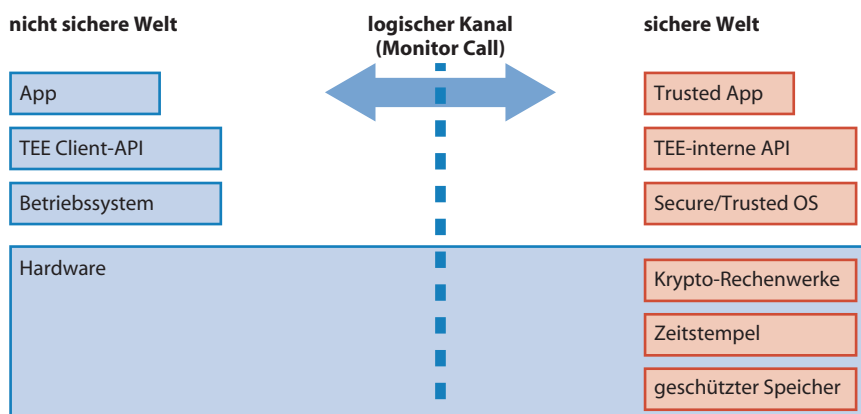
Ein großer Nachteil des TPM ist allerdings, dass sämtliche Operationen auf einem einzigen, unveränderlichen Vertrauensanker aufbauen. Zudem müsste man für eine Messung der Vertrauenswürdigkeit per TPM die gesamte Konfiguration eines Systems betrachten, nämlich über den oben beschriebenen Measured Launch hinaus auch Hashes für sämtliche Komponenten des Betriebssystems, für alle Treiber und jede geladene Software speichern. Damit ist das TPM weder für DRM noch für das Szenario eines nicht vertrauenswürdigen Cloud-Providers geeignet, da entweder der Hersteller oder der Kunde den ganzen Softwarestack kontrollieren müssten. Gegen physische Angriffe auf den Hauptspeicher kann das TPM auch nicht schützen, da zumindest laufende Software oder gerade verwendete Daten im Klartext im Speicher liegen.

Mit Trusted Execution Technology (TXT) hat Intel einige Zusatzfunktionen in Prozessoren eingebaut, mit deren Hilfe das TPM kleine Code-Abschnitte schützen kann. Doch auch TXT kommt eher selten zum Einsatz, unter anderem weil für den Wechsel zur vertrauenswürdigen TXT-Software im Prinzip ein CPU-Reset nötig ist, was sich auf die Performance auswirkt.

Einen anderen Ansatz hat der CPU-Entwickler ARM gewählt, um sensible Daten auf Mobilgeräten wie Smartphones zu schützen: ARM TrustZone teilt das System in zwei Welten, die „Secure World“ und die „Non-Secure World“. Sie sind strikt voneinander getrennt, selbst höher privilegierte Software innerhalb der Non-Secure World einschließlich des Betriebssystems kann nicht auf Code und Daten in der Secure World zugreifen. Die Verbindung beider Welten findet über einen sogenannten Monitor-Call statt, der ähnlich wie ein Systemaufruf in das Betriebssystem zu verstehen ist. Die strikte Trennung bei ARM TrustZone geht über eine reine Softwaretrennung hinaus: Ein „Secure Bit“ auf dem internen Bus des Chips sorgt dafür, dass bestimmte Baugruppen und Zusatzchips nur aus der Secure World heraus erreichbar sind. Damit lassen sich beispielsweise Fin-

ARM TrustZone

TrustZone teilt das System in eine unsichere und eine sichere Welt. Letztere stellt ein Trusted Execution Environment (TEE) bereit. Externe Chips (Fingerabdruck-Sensor) lassen sich geschützt nur an die sichere Welt anbinden. Sollen mehrere sichere Applikationen laufen, ist ein „Secure OS“ zur Verwaltung nötig. Eine „normale“ App spricht sichere Funktionen über genau definierte Software-Schnittstellen (Monitor Calls) an.



gerabdruckleser sicher anbinden, um den gesamten Prozess der Authentifizierung im sicheren Bereich abzuwickeln.

TrustZone ist bei allen seit 2014 neu vorgestellten AMD-Prozessoren integriert, und zwar in Form eines eingebetteten ARM-Cortex-A5-Kerns mit TrustZone. Darauf läuft ein kleines System, das beispielsweise TPM-Funktionen bereitstellt (Firmware-TPM 2.0, fTPM 2.0). AMD spricht vom Platform Security Processor (PSP) beziehungsweise vom Secure Processor. Samsung verwendet TrustZone bei seinen Android-Smartphones für die Sicherheitsfunktion Samsung Knox.

Abseits von solchen Ansätzen, die TrustZone mit proprietärer Software nutzen, kommt TrustZone selten zum Einsatz. Einerseits steht kein einfaches SDK zur Verfügung, andererseits funktioniert TrustZone je nach konkreter Umsetzung im jeweiligen ARM-SoC etwas anders. Schließlich gibt es auch keine Möglichkeit, mehrere Secure Worlds parallel zu verwenden; stattdessen ist ein kleines Spezial-Betriebssystem nötig, welches mehrere sichere Anwendungen verwaltet. Das wiederum steigert aber die Komplexität des Codes und somit die Anzahl der Angriffsmöglichkeiten. Schließlich kann TrustZone auch den Hauptspeicher nicht verschlüsseln, schützt also nicht vor physischen Attacken.

Intel SGX

Intel-Prozessoren ab der Generation Skylake (Core i-6000, Xeon Scalable Processor) haben die Funktion Software Guard Extensions (SGX), die man bei manchen Systemen im BIOS-Setup einschalten muss. SGX erlaubt es, Vertrauensanker dynamisch einzurichten. Außerdem gibt es nicht nur eine sichere Welt wie beim TPM und bei TrustZone, sondern viele sogenannte sichere Enklaven. Letztere lassen sich im normalen Adressraum eines Prozesses einrichten und sind trotzdem durch Hardware-Mechanismen vor höher privilegierter Software geschützt. Code in der SGX-Enklave läuft zudem mit hoher Performance. Das zur Verschlüsselung verwendete Geheimnis erzeugt der Prozessor bei jedem Systemstart automatisch neu. Es verlässt den Prozessor nie, ist also auch nicht auslesbar. Jeder SGX-taugliche Prozessor enthält zwei „eingebrennte“ (fused), individuelle und zufällige 128-Bit-Schlüssel. Anhand des Root Provisioning Key, den Intel in einer Datenbank aufbewahrt, lässt sich nachweisen, dass der

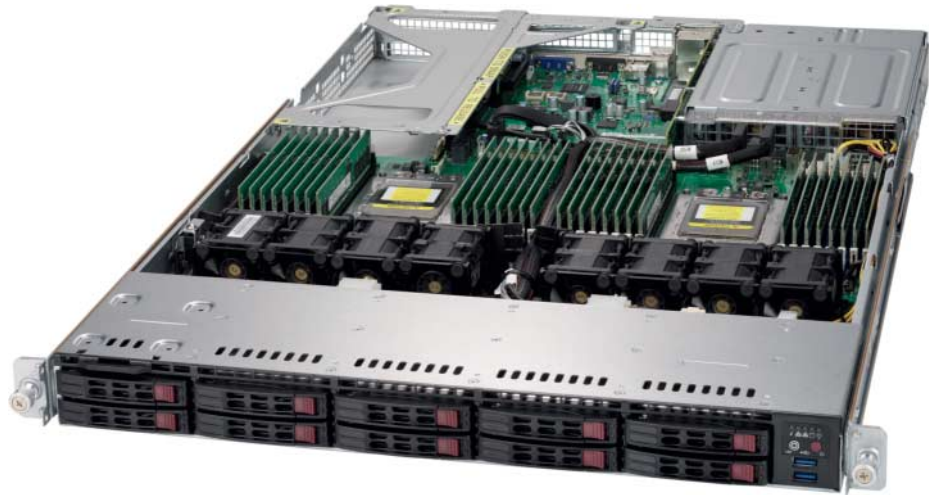


Bild: Supermicro

Im bis zu 4 TByte großen RAM moderner Cloud-Server laufen Dutzende virtuelle Maschinen gleichzeitig; Speicherverschlüsselung schützt dabei sensible Daten.

Prozessor tatsächlich existiert. Und vom Root Seal Key, den Intel nicht speichert, kann eine SGX-Enklave Sealing-Schlüssel ableiten, um verschlüsselte Daten außerhalb der Enklave zu schützen.

Eine SGX-Applikation besteht in der Regel aus einem ungeschützten Teil und einem in der Enklave laufenden, geschützten Teil. Bevor Software eine einzige Enklave nutzen kann, muss sie diese erstellen. Alle dazu nötigen Operationen sind privilegiert und lassen sich deshalb nur im Kernelmodus (Ring 0) verwenden. Folglich ist außer einer SGX-fähigen CPU auch ein spezieller Treiber vonnöten, den

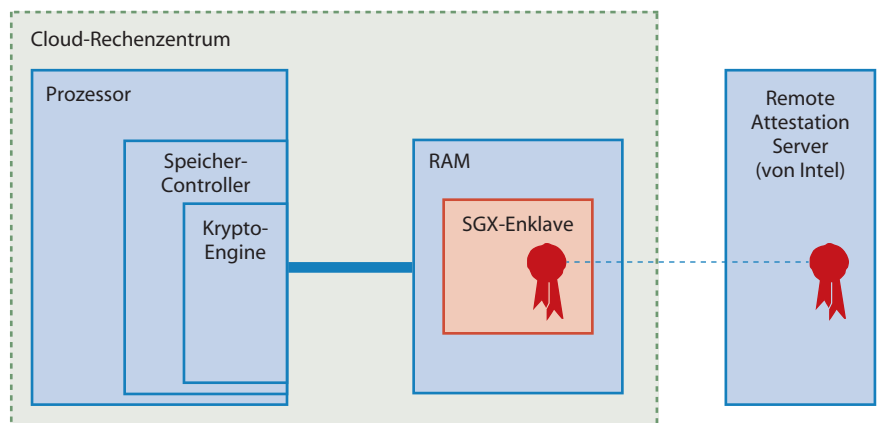
es ab Windows 10 und als Linux-Kernelmodul gibt.

Um eine Enklave zu nutzen, baut die zugehörige Applikation zuerst das Layout der Enklave mit nicht vertrauenswürdigen Code zusammen. Anschließend kommuniziert die Applikation mit dem Treiber, um die Enklave zu „messen“. Dabei werden das Speicher-Layout und der Inhalt gehasht und der Speicherschutz eingeschaltet.

Danach haben weder die Applikation noch höher privilegierte Software die Möglichkeit, in die Enklave hineinzusehen, also Daten zu lesen. Um mit dem

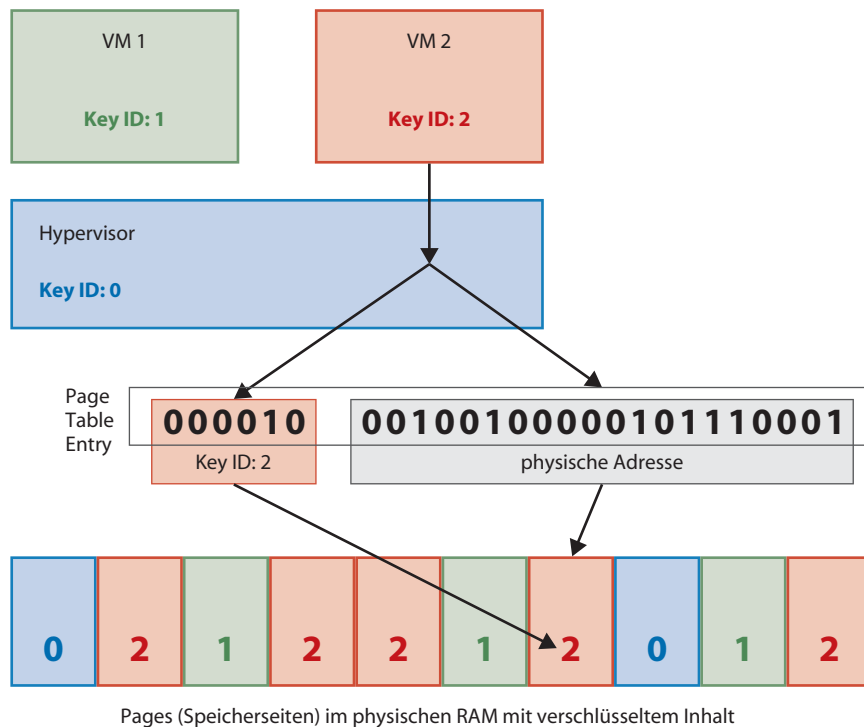
Intel SGX

Auf Computern mit Intel Software Guard Extensions (SGX) können Programmierer einen geschützten Speicherbereich im normalen Arbeitsspeicher einrichten. Diese maximal 128 MByte große SGX-Enklave ist verschlüsselt und ihre Integrität wird durch Hashes sowie die Prüfung durch einen entfernten Attestation Server bestätigt.



Speicherbereiche separat verschlüsselt

Bei AMD SEV und Intel MKTME ver- und entschlüsselt die Krypto-Engine im Speicher-Controller mehrere Bereiche mit unterschiedlichen Schlüsseln. Jeder Speicherseite (Page) bekommt das zusätzliche Attribut „verschlüsselt“ (oder nicht) und bei Intel direkt eine Key-ID im Page Table Entry (PTE). Mit 6 Key-ID-Bits sind 64 separat verschlüsselte VMs auf dem System möglich.



Code in der Enklave zu kommunizieren, muss die Applikation ein spezielles Interface nutzen, weil bei jedem Wechsel zwischen regulärem Code und Enklavencode eine Art Kontextwechsel stattfindet. Ähnlich wie bei einem Systemaufruf sichert der Prozessor dabei Register- und Stackinhalte, damit keine geschützten Daten aus der Enklave in die Applikation entweichen. Eine typische Enklave stellt einen Satz an Funktionen bereit, die Parameter von der Applikation in die Enklave übertragen und Werte zurückgeben.

Theoretisch lassen sich beliebige Funktionen innerhalb einer SGX-Enklave implementieren. Praktisch ist die Programmierungsumgebung einer Enklave allerdings stark eingeschränkt. So sind zum Beispiel Systemaufrufe innerhalb einer Enklave verboten, diese muss der ungeschützte Teil der Applikation erledigen. Auch ist die Größe einer Enklave statisch begrenzt, bei bisherigen Prozessoren auf maximal 128 MByte; manches BIOS-Setup erlaubt es, das noch weiter zu reduzieren. Wegen dieser Restriktionen lässt

sich vorhandener Code üblicherweise nicht einfach in Enklaven portieren, sondern die jeweilige Funktion muss stattdessen speziell für SGX geschrieben werden.

Wurde die Enklave einmal gestartet, ist sie vor fremden Zugriffen geschützt – also auch vor dem prüfenden Blick eines Virens scanners. Um zu verhindern, dass sich Schadsoftware per SGX im System festsetzt, sollte eine entfernte vertrauenswürdige Partei das Layout einer Enklave nach der Initialisierung überprüfen. Dies ist durch entfernte Attestierung (Remote Attestation) mithilfe eines kryptografischen Messwerts möglich, den die Hardware beim Initialisieren erzeugt. Derzeit ist dazu der Zugriff auf einen Attestation-Server von Intel nötig. Das klappt zwar nach kostenloser Registrierung, setzt aber Vertrauen in Intel voraus.

Wer SGX-Code schreibt, muss ihn mit einem von Intel zertifizierten Entwickler-schlüssel signieren, damit der Prozessor den Code ausführt – außer im Debugging-Modus. Intel stellt hier hohe Anforderungen an Firmen, die beispielsweise einige

Maßnahmen zum Schutz ihrer geheimen Schlüssel nachweisen müssen, etwa durch ein Hardware Security Module (HSM). Das schränkt den Kreis der potenziellen SGX-Programmierer ein. Außerdem bestimmt Intel auch mit, welche Software überhaupt laufen darf. Zudem wurden Spectre-Angriffe auch auf SGX-Enklaven bekannt. Weil schließlich das Betriebssystem immer noch zentrale Elemente wie das Layout der Page-Tabellen oder das Scheduling steuert, kann es indirekt viel über das Verhalten von Enklaven lernen – auch hier gibt es Angriffsmöglichkeiten.

AMD SME und SEV

Wohl auch in Kenntnis der praktischen Probleme von Intel SGX geht AMD einen anderen Weg bei der RAM-Abschottung und konzentriert sich auf wenige Anwendungsszenarien. Secure Memory Encryption (SME) ist auf Business-PCs und Notebooks mit AMD Ryzen Pro verfügbar und schützt vor physischen Angriffen wie der Cold-Boot-Attacke. Secure Encrypted Virtualization (SEV) beim Serverprozessor AMD Epyc zielt auf nicht vertrauenswürdige Cloud-Provider, die sensible Kundendaten aus dem Server-RAM auslesen könnten.

SME verschlüsselt den gesamten Hauptspeicher mit einem einzigen Schlüssel transparent in Hardware (AES-128). Dies hat den Vorteil, dass weder das Betriebssystem noch ein eventuell verwendeter Hypervisor angepasst werden müssen. Allerdings sind Maßnahmen für DMA-fähige Geräte nötig: Entweder Treiber, die Zugriffe auf verschlüsselte I/O-Adressen markieren, indem sie das Crypto- oder C-Bit (Bit 47) im jeweiligen Page Table Entry (PTE) setzen. Oder die I/O Memory Management Unit (IOMMU) erledigt das, etwa für 32-Bit-Geräte.

Bei SME entschlüsselt der Prozessor für laufende Anwendungen das RAM transparent – also auch für einen Software-Angreifer. Somit schützt SME nicht gegen Malware auf dem System oder vor Zugriffen des Betriebssystems. SEV hingegen arbeitet mit mehreren Schlüsseln, je einem für einen bestimmten Speicherbereich. Mit SEV lassen sich folglich mehrere parallel laufende virtuelle Maschinen (VMs) voneinander abschotten. Selbst wenn Malware aus einer VM ausbricht und das RAM einer anderen VM liest, sieht sie also nur verschlüsselte Daten.

SEV kann beliebig große Speicherbereiche einrichten. Der Hypervisor setzt

dazu pro VM einen Schlüssel (ASID), mit dem die CPU alle RAM-Pages verschlüsselt, die zur selben VM gehören. Die Schlüssel verwaltet der erwähnte AMD Secure Processor (PSP) auf Basis von ARM TrustZone.

Obwohl der Hypervisor viele VM-Funktionen steuert, darunter Geräteemulation und Scheduling, muss man ihm nicht mehr vollständig vertrauen. Würde ein manipulierter Hypervisor falsche Schlüssel setzen, obwohl die VM vorher mit einem anderen Schlüssel gestartet wurde, würden bei der Entschlüsselung fehlerhafte Daten gelesen – und die Daten in der VM blieben geschützt. Um einer entfernten Partei zu garantieren, dass die VM beim ersten Start nicht fehlerhaft zusammengesetzt wurde, verlässt sich auch AMD auf einen Attestierungsmechanismus. Hier muss man also AMD vertrauen – analog zu Intel SGX.

Intel TME und MKTME

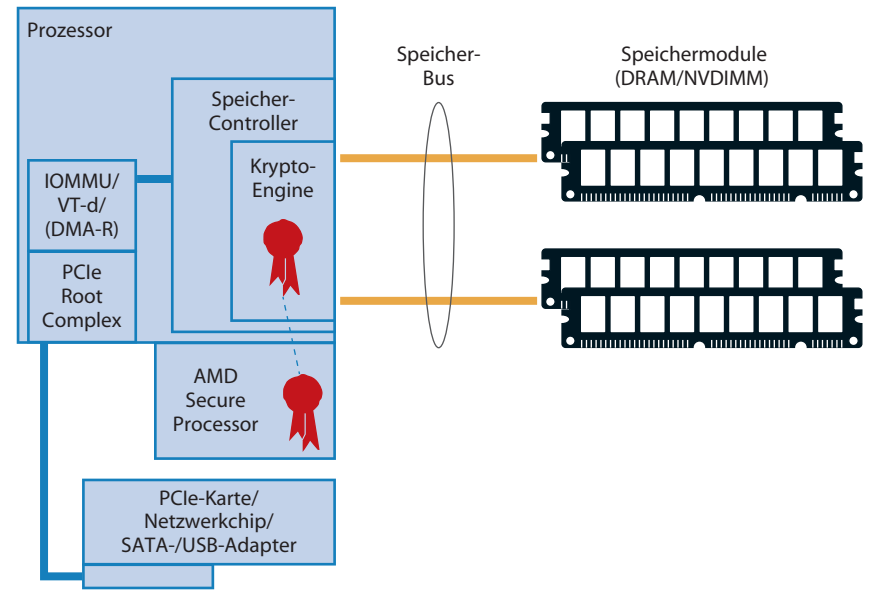
Wiederum als Antwort auf SME und SEV sowie wohl auch wegen der praktischen Einschränkungen von SGX plant Intel zwei neue Funktionen, allerdings erst für künftige Prozessoren – welche, wurde noch nicht verraten. Intel Total Memory Encryption (TME) und Multi-Key Total Memory Encryption (MKTME) ähneln jedenfalls im Wesentlichen AMD SME und SEV.

TME nutzt einen in der Regel beim Systemstart generierten 128-Bit-Schlüssel, um den gesamten Speicher zu verschlüsseln, und zwar per AES-XTS. Analog zu SME hilft TME also nur gegen physische Angriffe, nicht aber gegen Software-Angriffe. Speziell für NVRAMs plant Intel auch die Unterstützung von nicht-flüchtigen Schlüsseln. Wie bei SME verbleiben Daten in Caches sowie auch alle Daten innerhalb des Prozessors im Klartext.

MKTME ermöglicht die Verwaltung verschiedener Geheimnisse – etwa durch einen Hypervisor – zur Verschlüsselung einzelner RAM-Pages. Im Unterschied zu AMD SEV lässt MKTME jedoch den Hypervisor nicht einfach Schlüssel setzen, sondern schreibt nur eine Key ID in die Page-Tabelle. Somit ist je nach Anzahl der Bits, die für die Key ID reserviert werden, nur eine beschränkte Anzahl an Schlüsseln und damit gleichzeitig gegeneinander geschützter VMs möglich. In der aktuellen Skizze plant Intel, dafür sechs Bits zu nutzen, das reicht für 64 VMs.

Speicher voll verschlüsselt

Bei Secure (Total) Memory Encryption gibt es im RAM und auf dem Speicherbus nur verschlüsselte Daten. Die Ver- und Entschlüsselung erledigt eine Krypto-Engine im Speicher-Controller. Das Schlüsselgeheimnis verwaltet der Prozessor selbst, bei AMD der Secure Processor (PSP). I/O-Geräte – PCIe, SATA, USB – brauchen unverschlüsselte Daten; die Anbindung kann über eine I/O Memory Management Unit (IOMMU) erfolgen.



Bisher sind noch wenige Details über TME und MKTME bekannt, die aktuelle Spezifikation kann sich auch noch ändern. Anscheinend will Intel – anders als AMD bei SEV – jedoch wohl keine zusätzlichen Möglichkeiten für entfernte Attestierung einführen. Somit ermöglicht MKTME alleine nur eine sichere Abschottung, aber keine Garantie für die korrekte Funktion einer VM auf der Hardware eines nicht vertrauenswürdigen Cloud-Providers. Deshalb wiederum ist zu vermuten, dass TME und MKTME in zukünftigen CPUs zusammen mit SGX angeboten wird, also beide Hardwareerweiterungen gemeinsam verfügbar sein werden.

Systemvergleich

Die neuen Krypto-Funktionen fürs RAM versprechen höhere Sicherheit. Doch sie lassen sich nicht „mal eben schnell“ einsetzen. SGX braucht eine Registrierung bei Intel sowie spezifischen Code, der erheblichen Einschränkungen unterworfen ist – maximal 128 MByte, keine Systemaufrufe. Das schränkt die Einsatzmöglichkeiten stark ein.

Auch wenn Intel SGX für das Szenario eines nicht vertrauenswürdigen Cloud-Provider beworben hat, passt AMD SEV

für dieses Szenario besser. Mit SEV lässt sich bestehender Code viel leichter weinternutzen, da nur der Hypervisor und der Kernel des Gastbetriebssystems angepasst sein müssen. Aktuelle Versionen von KVM unterstützen SEV bereits.

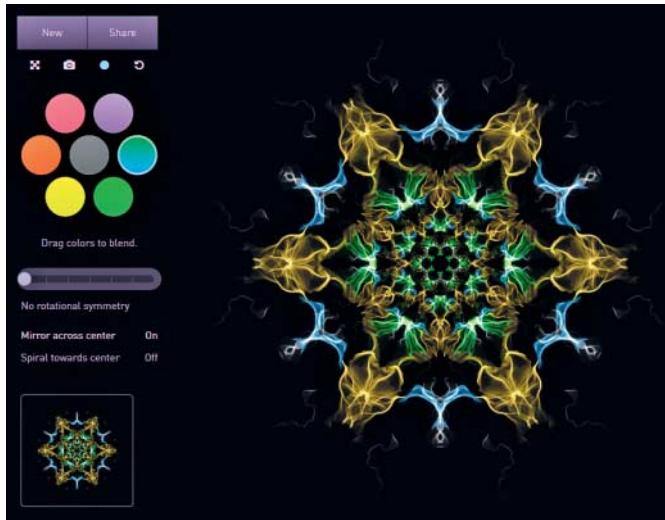
Allerdings widerspricht SEV dem klassischen Trusted-Computing-Konzept, bei dem man stets versucht, die Trusted Computing Base (TCB) innerhalb einer sicheren Umgebung so klein wie möglich zu halten, um die Angriffsfläche zu minimieren. Im Falle von SEV umfasst die TCB jedoch eine komplette VM. Außerdem muss man AMD vertrauen und es besteht kein Schutz gegen Malware, die bereits in eine VM eingedrungen ist.

Bei genauerem Hinsehen zeigt sich, dass der Weg zum breiten Einsatz von RAM-Verschlüsselung noch weit ist. AMD SEV und Intels TME/MKTME dürften vor allem für Cloud-Dienstleister interessant sein, die ihren Kunden höhere Sicherheit bieten wollen. Privatanwender werden mit RAM-Verschlüsselung zunächst kaum in Kontakt kommen – bis auf SGX als DRM-Funktion oder transparent durch SME/TME. (ciw@ct.de) **ct**

Dokumentation zum Thema: ct.de/yukc

Schöne Schlieren

weavesilk.com



Mit **Silk** entwerfen kreative Geister abstrakte Kunstwerke, die an Rauch oder Mandalas erinnern. Auf einem schwarzen Hintergrund bewegt man dort seine Maus, was feine Schlieren hinterlässt. Dabei lässt sich einrichten, dass Silk jeden Strich auf bis zu sechs Achsen spiegelt oder mehrfach spiralförmig um den Bildmittelpunkt wiederholt.

Es macht Spaß, mit den Farben und Symmetrien zu spielen – auch weil die Ergebnisse eine eigene faszinierende Ästhetik haben. Fertige Werke lassen sich abfotografieren oder als Link teilen. Silk stellt unter dem Link nicht einfach das Ergebnis dar, sondern spielt den Entstehungsprozess des Bildes ab. Von Silk gibt es auch eine iOS-App. (jo@ct.de)

Zwei Sätze genügen

tldrworldnews.com

Das Prinzip der englischsprachigen News-Site **TLDR World News** ist ganz einfach: Die Site bricht Nachrichten etablierter Quellen wie der BBC oder Reuters auf zwei Sätze herunter.

(jo@ct.de)

VR-Zeitreise

zeitkapsel.wdr.de

Der WDR hat eine **Zeitkapsel** gebaut. Damit kann man sich mit einer VR-Brille oder mit dem Browser in die Vergangenheit beamen lassen – in ein Wohnzimmer aus dem Jahr 1968 oder an Bord eines Flugzeugs aus dem Jahr 1960. In den Episoden gibt es viele Details zu entdecken. Im schwarz-weißen Fernseher und im Radio etwa laufen je nach Uhrzeit die Originalprogramme des WDR. Aus dem Bücherregal lassen sich einzelne Bücher entnehmen, die vorgelesen werden. Die Macher

haben auch ein paar Zeitfehler versteckt, also Objekte, die es damals noch nicht gab.

Die Szenarien sind belebt: Im Wohnzimmer sitzt der Ehemann, die Frau kocht in der angrenzenden Küche. Der Besucher kann mit den Figuren interagieren und den Mann zum Beispiel eine Schallplatte auflegen lassen. Laut WDR haben die beiden Episoden „Pilotfolgen-Charakter“. Es ist also gut möglich, dass bald weitere Zeitreisen folgen. (jo@ct.de)

Kaufkalender

schnaepchenfuchs.com/ratgeber/sparkalender-2018

geizhals.de

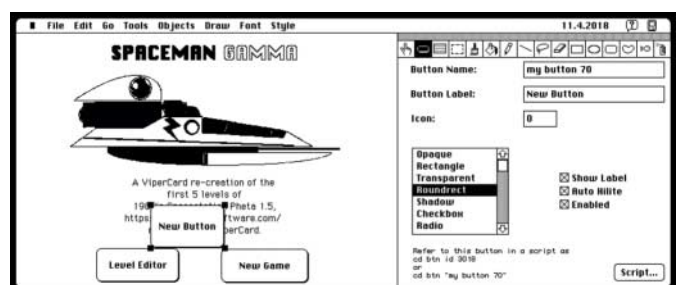
Der Mai ist der beste Monat, um Heimkino-Komponenten, Allwetter- oder Sommerreifen zu kaufen. Im Juni sind Computer-Komplettsysteme und Haushalts-Großgeräte am günstigsten ... Das Blog **Schnäppchenfuchs** hat gemeinsam mit dem (wie c't zur Heise-Gruppe gehörenden) Vergleichsportal **Geizhals** eine umfangreiche Preisanalyse durchgeführt und anhand von knapp 8 Millionen Daten aus dem Jahr 2017 die Preisentwicklung verschiedener Produktgruppen untersucht. Dabei ist ein Sparkalender für 2018 herausgekommen, der für 24 Produktgruppen angibt, in welchem Monat die Anschaffung voraussichtlich am günstigsten ist. (jo@ct.de)

Hyper, hyper

www.vipercard.net/0.2/

Im August 1987 brachte Apple ein Programm namens Hypercard heraus. Damit konnte man Texte und Grafiken auf virtuellen Cards miteinander darstellen, mehrere Cards zu sogenannten Stacks verbinden und Cards mit den namensgebenden Hyperlinks miteinander verlinken – das klingt nicht nur wie eine Light-Version des (erst 1989 erfundenen) WWW, sondern hat auch ein Stück weit dafür Pate gestanden. So wurde JavaScript von der HyperCard-Programmiersprache HyperTalk beeinflusst.

Wer einmal ausprobieren möchte, wie sich der Web-Vorgänger anfühlt, kann das mit **ViperCard** tun. Die Online-App von Ben Fisher kann sogar Stacks speichern – online oder lokal auf dem PC. (jo@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yk6y

Anzeige



Der Gott des Gemetzels

God of War erklimmt den Gipfel der Action-Abenteuer

Muskelprotz Kratos ist erwachsen geworden. In „God of War“ zieht er mit seinem Sohn durch die nordische Götterwelt – was Sony als filmreifes Spektakel inszeniert.

Von Hartmut Gieselmann

Bislang bediente „God of War“ die üblichen Superheldenklischees. Die Reihe ließ den Spieler bereits auf der PS2 einen virilen Muskelprotz namens Kratos steuern, der in rasender Wut jedes noch so gewaltige Monster aus der griechischen Mythologie in Stücke riss. Im aktuellen „God of War“ für die PS4 definiert Sony den Charakter der Serie neu und erzählt eine dramatische Geschichte, wie man sie zuletzt in „The Last of Us“ erlebte.

Damit reiht sich das Spiel in Sonys Großproduktionen ein, die mit Blockbustern aus Hollywood konkurrieren. Die Spiele schlagen eine Brücke zum Film, indem sie spannende Kämpfe mit unterhaltsamen Geschichten verknüpfen. Wesentlich dazu bei tragen die ausdifferenzierten Charaktere, die eine emotionale Tiefe entwickeln.

Kratos lebt mit seinem Teenager-Sohn Atreus in einer abgelegenen Waldhütte. Zusammen mit ihm bricht er auf, die Asche seiner jüngst verstorbenen Frau

auf dem höchsten Gipfel der Berge zu verstreuen. Auf der über 30 Spielstunden dauernden Reise begegnen die beiden nicht nur absonderlichen Kreaturen, sondern loten auch ihr Vater-Sohn-Verhältnis aus. Kratos will den Jungen zu einem starken Krieger erziehen, übersieht dabei aber zunächst das Menschliche in ihm. Auf der langen Reise lernen letztlich beide voneinander: Atreus, was es heißt, ein Krieger zu sein, und der grantige Kratos, was es heißt, menschliche Gefühle zu zeigen.

Gewitzte KI

Der KI-gesteuerte Atreus ist der Star des Spiels. Er steht seinem vom Spieler gesteuerten Vater niemals im Weg und deckt auf Knopfdruck Feinde mit tödlichen Pfeilen ein. Zudem lockert er die Atmosphäre mit treffenden Fragen auf: „Jetzt tut Dir bestimmt Dein Rücken weh, oder?“, fragt er mitfühlend, als sein Vater einen riesigen Felsen stemmt.

Für die filmreife Atmosphäre hat Sony die Perspektive der Kamera verändert. Statt wie bisher von schräg oben, schaut sie nun die meiste Zeit Kratos über die Schulter und sorgt in den Kämpfen für ein Mittendringefühl. Nahtlos wechseln sich Spielszenen und in der Engine ablaufende Zwischensequenzen ab – nicht eine Ladepause unterbricht die epische Reise. Dabei wandern die beiden nicht nur über

lineare Wege, sondern erkunden frei mit dem Kompass auch größere Areale.

Das Spielkonzept entwickelt einen ähnlich guten Fluss wie Diablo. Kratos und Atreus treffen immer wieder auf Monster aus der mythischen Unterwelt. Zwar muss man zuweilen auch die Abwehr mit dem Schild richtig timen, meist genügen gegen die plumpen Gegner jedoch ein paar beherzte Tastendrucke. Um Munitionsnachschub muss man sich keine Gedanken machen: Kratos kann seine Axt nach einem Wurf immer wieder zurückrufen und Atreus' magischer Köcher füllt sich ständig mit Pfeilen. Dank des jederzeit anpassbaren Schwierigkeitsgrades kommen selbst Einsteiger gut voran.

Eingängiges Hack & Slay

Die Kämpfe wechseln sich mit nicht allzu schwierigen Rätseln ab, in denen man Runen finden oder versteckte Mechaniken per Axtwurf aktivieren muss. Nur vereinzelt ließen wir Schatztruhen verschlossen, weil das Zeitlimit zur Rätsellösung zu kurz war. Unterwegs findet Kratos neue Schätze und Waffen, mit denen er und sein Sohn ihr Inventar beim Zwergenschmied ausbauen.

Einzig die Bosskämpfe haben im Vergleich zu den Vorgängern nachgelassen. Während es in früheren Teilen darauf ankam, bestimmte Schwachstellen auszunutzen und Reaktionstests zu bestehen, kommt man nun meist mit Beharrlichkeit zum Ziel – mit steigendem Schwierigkeitsgrad werden die Gegner zäher, verlangen jedoch kaum besondere Taktiken, um sie zu besiegen.

Insgesamt gelingt Sonys Studio in Santa Monica mit „God of War“ eine beeindruckende Neuerfindung der Serie. 4K-HDR-Grafik, Sound und Animationen gehören nicht nur zum Besten, was man derzeit in Spielen findet, auch die lebendigen Charaktere erwecken die wunderschöne Spielwelt zum Leben. Dank des durchgängigen Spielflusses versenkt man so Stunde um Stunde in dieses bildgewaltige Epos. (hag@ct.de) **ct**

God of War



(Sony, USK 18, 60 €)

- 👑 grandiose Inszenierung
- 👑 makelloser Spielfluss
- 👑 unterhaltsame Charaktere
- 👑 epische Länge

Ghost of a Tale (SeithCG, USK nicht geprüft, 23 €)

Das Schleichabenteuer Ghost of a Tale von SeithCG spielt in einem alternativen Mittelalter, das von Tierwesen bevölkert wird. Mäuserich Tilo landet in einer Burg und muss sich vor den wachsamen Augen der bösen Ratten verstecken, um seine große Liebe Merra wiederzufinden. Also durchsucht er dunkle Verliese, verbündet sich mit zwielichtigen Gestalten und versucht, seine Gegner auszutricksen.

Der Spieler schleicht mit Tilo in der Schulterperspektive durch das Gemäuer. Hinter jeder Ecke kann eine Wache lauern und wenn der Mäuserich einmal entdeckt wurde, heißt es, schnell zu fliehen. Eines kann Tilo nämlich nicht: kämpfen. Zwar kann er mit einer Flasche die Wachen kurz-




fristig bewusstlos schlagen, aber meistens muss er sich heimlich an ihnen vorbeischieben, ihre Schlüssel stehlen und nach Verkleidungen suchen. Mit zunehmender Erfahrung gewinnt er an Lebenskraft, Ausdauer und speziellen Fähigkeiten.

Dass hier nur ein kleines Indie-Studio zu Werke war, merkt man kaum. Zwar spielt sich die ganze Handlung nur in einem kleinen Gebiet ab, aber die Grafik steckt voller liebevoller Details und flüssiger Animationen. Passend dazu bietet das verwinkelte Levelsystem ähnlich viele Abkürzungen wie Metroid oder Dark Souls. Die Dialoge sind zwar nicht vertont, aber witzig und schlagfertig. Besonders die schrillen Figuren, wie ein verwirrter Pirat



oder zwei tollpatschige Mäusediebe, sorgen für reichlich Spaß in dem ansonsten düsteren Szenario. So verbringt man gerne rund 15 Stunden Spielzeit in diesem tierischen Mittelalter.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

-  originelles Szenario
-  herausforderndes Spielprinzip
-  komplexes Leveldesign

The Land of Glass (Dual Wield Software, USK nicht geprüft, 15 €)

In dem Karten- und Rollenspielmix The Land of Glass schickt Dual Wield Software den Spieler auf eine gefährliche Mission: Nachdem ein Experiment mit Reiseportalen schiefgelaufen ist, dringen plötzlich Monster in das Land ein. Ein Magier und ein Krieger müssen nun die sieben Portale schließen, um den Untergang ihrer Welt zu verhindern.

Das Spiel bietet vier Szenarien, die das Geschehen aus den unterschiedlichen Perspektiven der Einheimischen schildern. Am Spielprinzip ändert das nichts: Bei jedem Kampf öffnet sich ein Angriffs- und Verteidigungsraster, auf dem der Spieler seine Karten verteilt. Grundsätzlich gilt, dass der höhere Wert auf der




Karte den niedrigeren schlägt. Spezielle Magiekarten werfen Feuerbälle auf den Gegner oder verlangsamen seine Reaktionen. Im Unterschied zu anderen Kartendeckspielen läuft das Geschehen in Echtzeit ab. Deshalb muss der Spieler neben taktischem Geschick auch flinke Finger haben. In Werkstätten kann er neue Karten herstellen oder bei Händlern weitere kaufen.

Als echter Hingucker entpuppt sich die Grafik, die an Glasmalerei erinnert und das Geschehen aus der Vogelperspektive zeigt. Der ungewöhnliche Stil kann aber ein paar Kritikpunkte nicht überdecken: Das Kartenmanagement ist unübersichtlich und die Wege sind vorgegeben. So bleibt in die-



ser bunter Mosaikwelt nur wenig Platz zum Entdecken. Trotz des simplen, aber cleveren Spielprinzips hätte The Land of Glass noch ein wenig Feinschliff benötigt.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

-  spannendes Spielprinzip
-  originelle Grafik
-  konfuse Kartenmanagement

Swim Out (Lozange Lab, USK nicht geprüft, 4 bis 6 €)

Beim Bahnenziehen im Pool lässt es sich herrlich meditieren – schwimmen nicht gleichzeitig die lieben Mitmenschen kreuz und quer durchs Wasser. Im Knobelspiel Swim Out besteht die Aufgabe darin, einen Weg zur Ausstiegsleiter zu finden, ohne mit anderen Schwimmerinnen zu kollidieren.

Der Spieler steuert seine Schwimmerin rundenweise von Kästchen zu Kästchen durchs Becken. Die Konkurrenz schwimmt in jeder Runde ein Kästchen vorwärts, wobei einige Frauen mit Schwimnudeln und -brettern mehr Platz beanspruchen.

Der Spieler muss alle Bewegungen beobachten, Lücken nutzen und lähmende Wasserstrudel berücksichtigen. Als

Hilfsmittel dienen ihm Chlorbrillen oder Flossen für doppeltes Tempo.


Die rund 100, teils ausgefuchsten Level sind abwechslungsreich gestaltetet, sodass man der nächsten Herausforderung entgegenfiebert. Leider haben es die französischen Entwickler versäumt, einen „Undo“-Knopf einzufügen; ein falscher Schwimmzug und man beginnt das Level von vorn. Lösungshilfen gibt das Spiel nicht, indes darf man Level beliebig überspringen, wenn man einmal nicht weiterkommt.

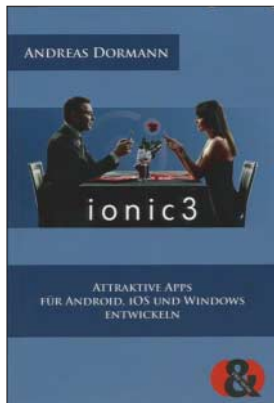
Das originelle Art-Design erinnert an die 1950er Jahre. Insbesondere auf dem Mobilgerät zieht das hübsche und gehaltvolle Spiel anspruchsvolle Knobler in sei-



nen Bann – mit Sommerflair und ohne In-App-Kaufgedöns.

(Peter Kusenbergh/hag@ct.de)

-  anspruchsvolle Aufgaben
-  hübsches Design
-  Spielzug nicht widerrufbar



Andreas Dormann

ionic 3

Attraktive Apps für Android, iOS
und Windows entwickeln

D&D, Bonn 2017

ISBN: 978-3-9451-0250-3

392 Seiten, 67 €

(PDF-/Epub-E-Book: 30 €)

System-Seitensprünge

Das quelloffene Web-Framework Ionic ist ein mächtiges Werkzeug zur plattformunabhängigen App-Entwicklung. Die damit hergestellten Projekte lassen sich als Web-Apps sowie als direkt zu startende Anwendungen für Android, iOS und Windows bereitstellen. Andreas Dormann geht in seinem Buch von der seit dem Frühjahr 2017 etablierten Version 3 aus; der aktuelle Versionsstand ist 3.7.1.

Die Lektüre setzt Grundlagen der Software-Entwicklung sowie JavaScript-Kenntnisse voraus. Die Aspekte der App- beziehungsweise Web-App-Entwicklung mit dem Framework erläutert der Autor eingehend Schritt für Schritt. Von der Einrichtung einer Entwicklungsumgebung bis zu Tools und den grundlegenden Arbeitsabläufen spannt sich der Bogen der handwerklichen Einführung. Zur beschriebenen Arbeitsumgebung gehören bereits Dinge wie Node.js als JavaScript-Laufzeitumgebung sowie Versionierungssystem und Werkzeuge zum Aktualisieren von Programmbibliotheken.

Dormann zeigt die Arbeit mit dem Framework anhand der Entwicklung einer App für das fiktive Touristikunternehmen „Bob Tours“ von der Idee bis zur fertigen Anwendung. Jedes der zehn Buchkapitel widmet sich einem Aspekt von Ionic, wobei die App schrittweise neue Funktionen gewinnt.

Das erstaunlich komplexe Ergebnis ist unter ionic3.andreas-dormann.de/demo zu sehen. Es nutzt viele native SDK-Features und zeigt, wie nah mit Ionic entwickelte Web-Apps dank Ionic Native an die Möglichkeiten nativer Apps herankommen.

Wem das noch nicht hardwarenah genug ist, für den beschreibt Dormann im letzten Kapitel die notwendigen Schritte, um eine Ionic-App im Google Play Store oder in Apples App Store zu veröffentlichen. Mit der Nutzung und Umsetzung über die jeweiligen SDKs befasst sich das Buch jedoch nicht mehr.

Gegenwärtig ist Dormanns Buch als gedrucktes Werk zu Ionic 3 praktisch konkurrenzlos. Es gelingt dem Autor, erfahrene JavaScript- und Angular-Entwickler schnell in die Feinheiten des Frameworks einzuarbeiten. Bürger anderer Programmierwelten bekommen auf jeden Fall wertvolle Orientierungshilfen.

Den Quellcode zu den einzelnen Entwicklungsabschnitten bietet der Autor registrierten Lesern unter ionic3.andreas-dormann.de zum kostenlosen Download an. Aktualisierungen im Zuge weiterer Entwicklungsschritte des Ionic-Frameworks will er ebenfalls dort bekanntgeben. (Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

Blockchain ist ein Ringordner

Wer von Kryptowährungen fasziniert ist, der fühlt sich vom Buzzword „Blockchain“ ähnlich angezogen wie Verantwortliche für moderne Internetanwendungen. 68 Seiten in einfachstem Layout, DIN A5 mit großer Schrift, das hat man recht schnell gelesen – ist aber auch schnell ernüchtert. Erstaunlich wirr ist gleich das erste Kapitel, in dem der Autor in knappen Sätzen das „Internet der Dinge“ beschreibt und eigentlich nur einen holzschnittartigen Einblick in die Welt PC-gerechter Browserseiten gibt, geschrieben anscheinend für Menschen, die nicht oder nur gelegentlich aufs Web zugreifen können.

Zur Erläuterung des „alten Internet“ schildert der Autor eine Beispielfamilie. Der Vater will ein Auto kaufen, der Sohn sucht ein neues Fahrrad, die Tochter interessiert sich für Mode und die Mutter für Kochrezepte. Demgegenüber entwirft Peter Steger ein Modell der Blockchain als ein Großraumbüro, in dem Angestellte, Prüfer mit Lochzangen und ein zentraler Ringordner alle Teilnehmer und Transaktionen darstellen. Das erzeugt wohl anschauliche Bilder, aber sicher keine tiefen technischen Einblicke.

Kantige Holzschnitte und Schlussfolgerungen führen zum Teil zu hanebüchenen Aussagen, wie etwa denen zum festgelegten Wert von Euros und Dollars oder auch dem sicheren Wert eines Hauses, wohingegen Kryptowährungen ein „reines Fantasiegebilde“ seien, „ein substanzloses Hirngespinnst“. Längst nicht jede Schlussfolgerung wird logisch begründet. „Der Bitcoin lohnt sich als Anschauungsobjekt für die Entwicklung der anderen Coins. Diese werden im Wesentlichen den gleichen Weg gehen und die gleichen Probleme aufweisen.“ Da werden diverse Systeme ganz einfach über einen Kamm geschoren. Oder: Der Bitcoin sei „aufgrund des bestehenden Preises nicht mehr zu gewaltigen Kursanstiegen in der Lage.“ War er aber nach Drucklegung des Buches sehr wohl.

So erweckt der Ausblick auf künftige Einsatzformen einer Blockchain nur wenig Vertrauen, zumal die geschilderten Anwendungsfälle längst nicht mehr zu den gewählten Erklärbildern passen und technisch in keiner Weise erläutert werden. Am Ende hat der Leser vieles schon einmal gehört, aber nichts konkret verstehen können. (agr@ct.de)



Dr. Peter Steger

Blockchain – die revolutionäre Technologie erklärt

Das System, ihre Anwendungen
und Gefahren

CreateSpace Independent

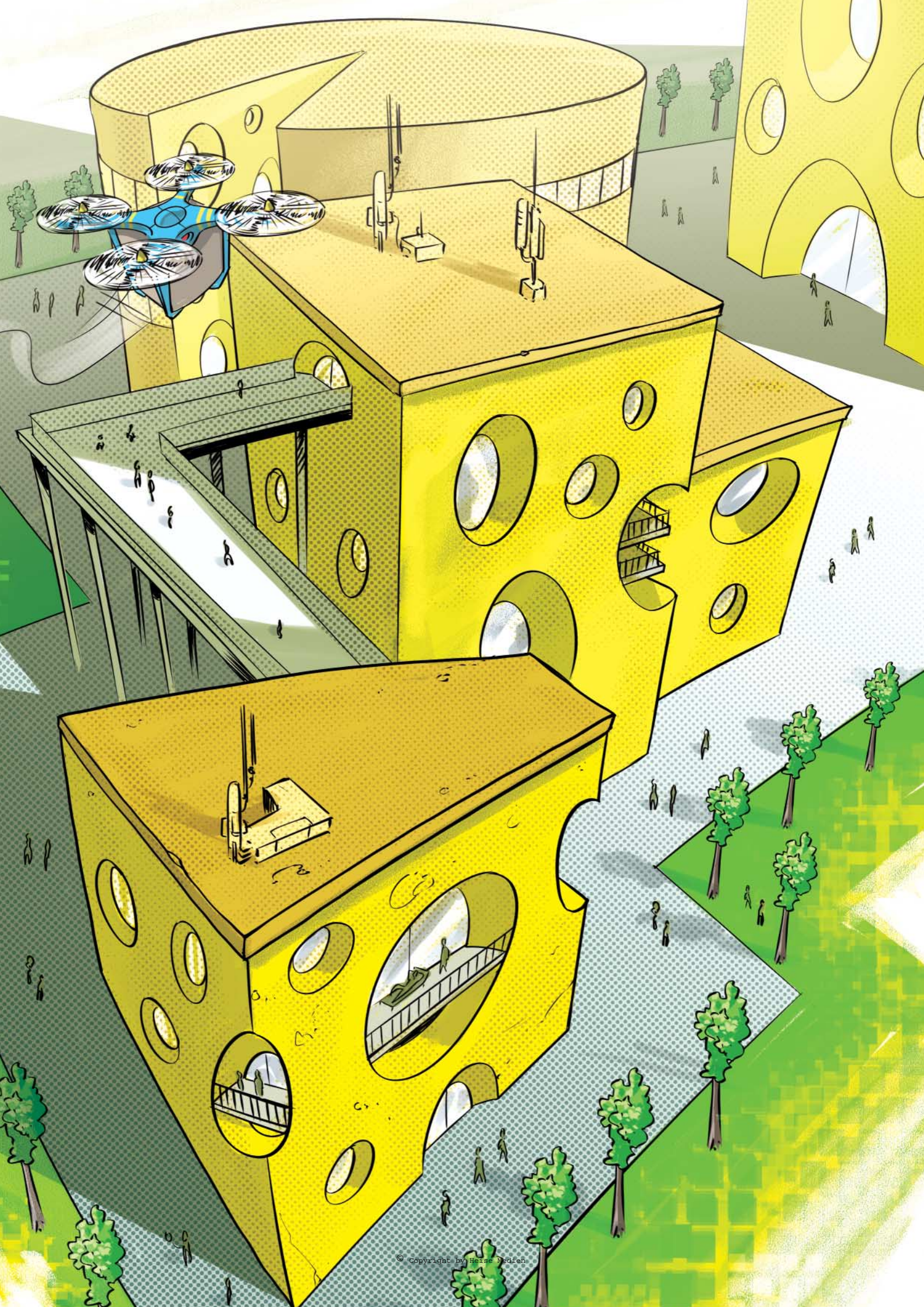
Publishing Platform, 2017

ISBN: 978-1-9796-5439-5

72 Seiten, 7 €

(PDF-/Kindle-E-Book: 3 €)

Anzeige



NEW AGE

VON PETER TRIESBERGER

Die Digitalisierung ist auf dem Vormarsch. Internetkonzerne wie NickNack dringen in alle Lebensbereiche vor und versprechen Hilfe und Betreuung. Auch auf meinem Couchtisch blinkt seit Weihnachten so eine pseudointelligente NiNaPod-Lautsprecherbox vor sich hin, ein Geschenk meiner Mutter. Natürlich sage ich in meiner Wohnung nichts, was den Big-Data-Profiteuren von Nutzen wäre. Ich brauche keine digitale Assistenz. Ich bin der alleinige Herr meines Lebens, und ich bin damit zufrieden.

Wenn nur diese Käse-Lieferungen an meinen Kühlschrank nicht wären. Ich mag keinen Käse. Falls die Analyse meiner Armbanduhr – übrigens auch von meiner Mutter – stimmt, habe ich sogar eine Laktoseintoleranz. Trotzdem wird mein Kühlschrank seit einer Woche ständig mit Käse befüllt. Ich kann das Zeug gar nicht so schnell hinaus schaffen, wie die nächste Lieferdrohne anschwirrt und neue Packungen in die Verteilerbox außen an der Hauswand stopft. Es ist zum Verrücktwerden: Ich stehe am Fenster, sehe das Ding kommen und kann nichts tun. Nichts. Der Hausverwalter behauptet, was mein Kühlschrank bestellt, sei meine Sache. Mein Kühlschrank! Nein, kein Geschenk meiner Mutter, sondern ein letzter Kauf im „Für uns“-Shop meines früheren Arbeitgebers. Das war vor einem halben Jahr, ich hatte gerade den Aufhebungsvertrag unterschrieben und dachte, wenn ich schon nicht mehr in die Firmenkantine gehen darf, leiste ich mir wenigstens so eine automatische Küche. Ich meine, wozu ist die Abfindung sonst gut, wenn sie einem nicht hilft, den Lebensstandard zu halten?

Diese Kochautomaten gibt es außerdem schon seit zehn Jahren oder so, das ist doch bewährte Technik. Der Calidomix, ein Klassiker: Deckel auf, Zutaten rein, fertig. Die Zutaten spuckt der Kühlschrank in der richtigen Reihenfolge aus, und den Speiseplan stellt NickNack online zusammen. Woher weiß NickNack, was mir schmeckt? Ganz einfach: aufgrund dessen, was ich in den letzten Jahren in der Kantine bezahlt habe. Es gibt Rabatt, wenn man über den NickNack-Account abrechnet. Da sieht man, dass nicht alles schlecht ist, was diese Internetkonzerne so ausbrüten. Das Essen ist okay, und statt aus dem Großraumbüro komme ich jetzt aus dem Heimkino an den Tisch.

Aber der Käse, wie gesagt. Wegwerfen ist nicht so einfach, denn der Müllschlucker scannt die Packungen und geht nicht auf, bevor das Verfallsdatum abgelaufen ist. Die Müllcontainer im Hof sind elektronisch verriegelt, öffentliche Abfallkörbe werden videoüberwacht. Also erst mal auf den Balkon mit dem Zeug.

Natürlich habe ich versucht, den Service zu benachrichtigen, um die Lieferung zu stoppen. Die Telefon-

Hotline: ein Schlag ins Wasser. Und die Homepage von Sadhu Kitchen & Food lenkt mich hartnäckig zum Webshop, der mir aufgrund meiner Lieferhistorie nur Käsesorten anbietet.

Was würde ein Normalbürger beziehungsweise eine Normalbürgerin tun? Das NiNaPod befragen, natürlich. Mit einem blinkenden Plastikwürfel sprechen? So weit kommts noch. Dann doch lieber die Community im Web kontaktieren. Irgendwie schaffe ich es nicht, meine Problembeschreibung zu posten. Das liegt wohl daran, dass jetzt alles gefiltert wird. Ist ja klar: Wer will schon zwischen der ganzen Lobhudelei über Calidomix & Co. meine Probleme mit Käse sehen? Das war früher einfacher: Hatte man Frust, bekam der Schuldige gehörig „thumbs down“. Ist nicht mehr. Schöne Neue Welt.

Käse aller Sorten häuft sich an: Edamer, Gouda, Tilsiter, Brie, was ihr wollt, aber nichts anderes. Das bedeutet: kein Essen aus dem Calidomix. Noch habe ich abgelaufene Raviolikonserve und Hartkekse, aber nicht mehr lange.

**MIT EINEM BLINKENDEN
PLASTIKWÜRFEL SPRECHEN?
SO WEIT KOMMTS NOCH.**

Einkaufen? In der Nähe gibts keine Läden mehr. Ich würde ja zum „Kaufparadies“ fahren, nur haben die jetzt so einen Videoscanner an der Parkhausschranke, der meinen Diesel nicht durchlässt. Ja, das Kaufparadies erscheint auf der „Wir retten das Klima“-Liste, herzlichen Glückwunsch! Meine Wohnungsgesellschaft übrigens auch; einmal aus der Tiefgarage draußen, komme ich vielleicht nicht mehr hinein. Also sitze ich fest. Ich bin ja nicht lebensmüde und benutze die Öffentlichen.

Irgendeine Lösung muss es doch geben. Also ruhig bleiben. Innehalten. Nachdenken.

Was war das für ein Geräusch? Und was riecht da so streng? Böses ahnend schaue ich in die Küche. Die Kühlschranktür steht offen, am Boden liegt ein Berg kaputter Käseschachteln und geplatzter Vakuumverpackungen.

Schmelzkäsescheiben blättern sich auf wie Spielkarten, dazwischen breitet sich eine gelbliche, mit Silberfolie durchsetzte Masse aus. O weh, die Fußbodenheizung! Wieder klappert es und eine Lawine aus kugeligen, wachsüberzogenen Käselaißen poltert herein. Ich drücke die Tür gegen den weichen, zähen Widerstand zu. Dieser Geruch! Nur fort! Ich zerre den Reinigungsroboter unter dem Esstisch hervor und verpasse ihm einen Tritt in Richtung Kühlschrank. Dann flüchte ich ins Wohnzimmer und lasse mich aufs Sofa fallen.

Aufmunternd blinkt mich das NiNaPod an. So, denke ich, jetzt glaubst du wohl, du hättest mich so weit, nicht wahr? Aber ich werde hart bleiben, oh ja ...

„He, Nina!“ höre ich mich rufen. „Der Kühlschrank ist außer Kontrolle geraten und bestellt immerzu Käse, der auf dem Balkon vergammelt. Ich habe bald nichts anderes mehr zu essen. Tu etwas!“

Was war das? Habe ich gerade eine Elektronikliste um Hilfe gebeten?

„MEINE SUCHE ERGIBT
NULL TREFFER“,
SAGT DAS NINAPOD.

„Alles klar“, antwortet das NiNaPod. „Dein Problem wird gelöst.“

So einfach ist das also. Gib deinen Stolz auf und lass dir von NickNack helfen. Und ich Idiot habe zwanzig Minuten vergeblich in der Warteschleife von Sadhu Kitchen & Food gehangen.

Nicht aufregen. Zurücklehnen. Entspannen.

Ein ungutes Gefühl beschleicht mich. Die Antwort des NiNaPods war reichlich unspezifisch. Nicht, dass es jetzt noch mehr Käse bestellt!

„He, Nina!“ rufe ich zum blinkenden Würfel.

„Was ist los?“ gibt der mit seiner Navi-Frauenstimme zurück.

„Wie wird mein Problem gelöst?“

„Ich habe eine neue Küche bestellt. Expectando bietet derzeit 19,99 Prozent Rabatt. Die besten Konditionen für die Entsorgung der Altgeräte bietet DumpOSmart mit 254 Zufriedenheitspunkten. Die NiNaBank gewährt dir einen Konsumentenkredit zu unschlagbaren Bedingungen: 3,9 Prozent effektiver Jahreszins.“

Mir bleibt die Luft weg. Eine neue Küche auf Raten? „Womit, zum Teufel, soll ich einen Kredit abbezahlen?“ herrsche ich das NiNaPod an. „Ich habe doch gar kein Einkommen mehr.“

„Du hast mir bei meiner Aktivierung den Zugriff auf deine Finanzdaten gesperrt“, erklärt der Würfel. „Aber danke für die Information.“

„Sofort stornieren! Lass den Kühlschrank reparieren!“ „Du hast auf die optionale Garantieverlängerung verzichtet. Die Gewährleistungsfrist ist vor zwölf Tagen abgelaufen.“

„Ja, und? Dann bezahle ich die Reparatur eben. Beauftrage einen Handwerker in der Nähe.“ „Muss man dieser künstlichen Intelligenz jetzt schon das Denken abnehmen?“

„Meine Suche ergibt null Treffer“, sagt das NiNaPod. Durchs Fenster dringt das pfeifende Geräusch einer Lieferdrohne.

„Nun bestelle wenigstens die Lieferungen ab!“ rufe ich.

„Dazu benötige ich das digitale Zertifikat des Kühlschranks.“

„Hast du das nicht gespeichert? Ihr sammelt doch alles über mich und meinen Kram in eurer Cloud.“ „Du hast mir bei meiner Aktivierung den Zugriff auf externe Zertifikate gesperrt.“

Das stimmt. Und es war nicht leicht. Musste ich dazu doch sechshundfünfzig Seiten Datenschutzerklärung durchlesen. Grün auf Rot, in Sieben-Punkt-Schrift. Erfreulich immerhin, dass die Entfernung des entsprechenden Häkchens tatsächlich Wirkung zeigt. Was immer ein digitales Zertifikat sein mag, NickNack bekommt es nicht in die Krallen.

„Außerdem“, fährt das NiNaPod fort, „kann ich den Kühlschrank im Netz nicht erreichen.“

„Ich sagte ja schon, dass er außer Kontrolle geraten ist.“

Schweigen. Nervtötend langsam blinkt der Würfel. „Und nun?“ frage ich.

„Ich habe deine Frage nicht verstanden.“ Es ist zwecklos. Ich werde mich doch nicht mit einer Lautsprecherbox streiten. Es muss eine andere Lösung geben.

Wie war das damals, als ich die Kücheneinrichtung bestellte? Da war doch die nette Verkäuferin im „Für uns“-Shop, die mich vom Calidomix überzeugte. Ich suche die Rechnung heraus und finde sogleich ihren Namen plus Durchwahl. Ja – die Minos AG ist eben Old Economy, da gehen noch echte Menschen ans Telefon.

Der Kundendienst der Minos AG, erfahre ich, ist zurzeit total überlastet. Aber heute Abend könne man einen Techniker vorbeischicken, der nebenher auch selbstständig arbeite. „Wäre das okay für Sie?“

Hosianna. „Aber ja. Tausend Dank.“

Stunden vergehen, in denen ich meine Wohnung lüfte, so gut es geht. Draußen wird es bereits dunkel, als es schließlich klingelt und ein leise keuchender Mann die Treppe hoch kommt. Graue Haare, gebügelte Latzhose, goldgefasste Brille. Mein Leiden hat ein Ende!

„Wo haben Sie denn Ihr Werkzeug gelassen?“ frage ich.

„Ist schon in Ordnung.“ Der Servicetechniker blickt sich suchend im Flur um.

„Dort gehts hinein.“ Ich öffne die Küchentür. Durchdringendes Roquefort-Aroma breitet sich aus. „Du meine Güte“, murmelt er und fördert ein Smartphone zutage. Vorsichtig steigt er über den am Boden festklebenden Staubsaugroboter. Mit spitzen Fingern zieht er die Kühlschranktür auf. Einige Käselaiße fallen heraus und kollern davon. Der Techniker geht ächzend in die Hocke und fotografiert das Typenschild neben der Türdichtung. Dann richtet er sich mit schmerzverzerrter Miene auf. Der Mann kann einem

leidtun. Früher bekam man in seinem Alter schon Rente. Ich schiebe ihm einen Stuhl hin. Dankbar nickend setzt er sich an den Tisch und tippt auf dem Smartphone herum. Er kneift die Augen zusammen, als das Gerät ein Video abzuspielen beginnt. Ein Werbe-Jingle erklingt. Ist das etwa YouPipe? Großer Gott!

„Was machen Sie da?“ frage ich beunruhigt. „Ich kann kaum etwas erkennen“, klagt der Techniker. „Und der Mann spricht so undeutlich. Könnte ein Australier sein.“

„Läuft da ein YouPipe-Video?“ frage ich streng. Der Techniker schaut mich mit trüben Augen über den Rand seiner Brille an. „Es gibt keine neuen Probleme“, erklärt er müde. „Jedes Problem wurde schon einmal von jemand anderem gelöst. Was ich gerade tue, nennt man ‚Synergien heben‘.“

„Seit wann genau sind Sie Servicetechniker?“ Seufzend wischt der Mann über sein Smartphone, und die blecherne Stimme des Australiers verstummt. „Seit vier Monaten. Aber ich habe einen anerkannten Fortbildungsabschluss. Und ich arbeite schon mein ganzes Leben in der Hausgerätebranche.“

„Etwa bei der Minos AG?“

„Das will ich meinen.“ Er schiebt das Brillengestell mit dem Mittelfinger die Nase hoch. „Ich war Einkaufsleiter bei ‚Für uns‘.“

Ich verstehe. Solche Jobs braucht man dank NickNack nicht mehr. Wahrscheinlich hat der arme Kerl noch volljährige Kinder im Haus, für deren Versorgung eine Abfindung nicht ausreichen würde. Trotzdem: Er brings nicht, und die Zeit läuft auf meine Kosten. Nicht mit mir, Freund!

Ich tätschle seinen Oberarm. „Es freut mich sehr, dass Sie gekommen sind. Aber ich fürchte, das hier ist kein Fall für Sie. Auf Wiedersehen!“ Langsam erhebt sich der Mann. Verzweiflung spricht aus seinen Augen. „Ich könnte noch ...“

„Vielen Dank! Ich weiß Ihren Einsatz wirklich zu schätzen. Nehmen Sie das für Ihre Bemühungen!“ Ich drücke ihm fünf Euro in die Hand und schiebe ihn in Richtung Tür. „Viel Glück!“

Im hell erleuchteten Treppenhaus stößt er beinahe mit der afrikanischen Putzfrau zusammen. Noch eine, denke ich, die so spät noch arbeiten muss. Ist das überhaupt legal? Da kommt mir eine Idee.

„Wie heißen Sie?“ frage ich die Frau. Weiße Zähne erstrahlen. „Eve. Guten Abend.“

„Äh – guten Abend. Würden Sie sich gerne eine Kleinigkeit dazuverdienen, Eve? Meine Küche müsste dringend sauber gemacht werden.“

Sie mustert mich. Auf ihrem Kopf wippt ein dickes Bündel Zöpfchen. „Wie viel zahlen Sie?“

Anzeige

Was verdienen Putzfrauen so? „Zwölf Euro die Stunde?“ versuche ich.

„Okay.“ Beinahe hastig packt sie Wischmopp und Putzeimer. Dann winkt sie einem kleinen Jungen zu, der unten an der Treppe herumlungert. „Gehört der zu Ihnen?“ frage ich. Sie nickt. „Mein Sohn. Er heißt Wilhelm.“ – „Wilhelm?“ – „Ein deutscher Name.“ Sie lächelt. „Aber alle nennen ihn Willi.“

Na ja, wie auch immer – jedenfalls gehören Kinder um diese Zeit nicht in fremde Treppenhäuser. „He, du“, rufe ich dem Jungen zu. „Komm rein!“

Der Kleine flitzt herauf und drückt sich mit einem so sonnigen Strahlen an mir vorbei, dass ich sofort misstrauisch werde. „Du setzt dich ins Wohnzimmer und ich schalte dir den Fernseher ein. Nichts anfassen, verstanden?“

Als ich in die Küche komme, hat Eve bereits den größten Teil der Bescherung aufgewischt. Der Saugroboter steht schaumbedeckt auf dem Tisch. „Wohin mit dem Käse?“ fragt sie. „Der Kühlschrank ist voll.“

„ES GIBT KEINE NEUEN PROBLEME“,
ERKLÄRT ER MÜDE. „JEDES PROBLEM
WURDE SCHON EINMAL VON JEMAND
ANDEREM GELÖST.“

„Auf den Balkon“, antworte ich und versuche, möglichst souverän zu klingen. Gleichmütig füllt Eve ihren Putzeimer mit Käsestücken. Als sie vom Balkon zurückkommt, wirft sie mir einen merkwürdigen Blick zu. „Ich esse nämlich keinen Käse“, fühle ich mich genötigt zu sagen.

„Ach so“, gibt sie zurück, als würde das alles erklären. Dann stapelt sie die gläsernen Regalplatten des Kühlschranks neben dem Spülbecken auf. Mir wird das Ganze langsam peinlich. Vielleicht sollte ich lieber nach Willi sehen?

Ich öffne die Wohnzimmertür und pralle geblendet zurück. „Lass das!“ entfährt es mir. Mit charmantem Lächeln schwenkt Willi die XactControl-Laser-Fernbedienung. „Das ist gefährlich.“

Ach, soll doch seine Mutter auf ihn aufpassen! „Geh in die Küche und iss ein Stück Käse“, fordere ich ihn auf. Genervt lasse ich mich aufs Sofa fallen und schließe die Augen, vor denen noch grüne Kreise wabern. Kein Küchen-Kundendienst. Keine Abhilfe in Sicht. Was nun? Es ist zum Heulen.

Ein dumpfer Schlag dringt von draußen herein. Mit einem Satz bin ich wieder in der Küche. Am offenen Fenster versucht Willi, die Fernbedienung hinter seinem Rücken zu verbergen. „Gib sofort das Ding zurück, Willi!“ schimpft Eve. „Was ist passiert?“ frage ich. – „Ich weiß nicht. Da ist etwas an die Hauswand geknallt und in den Hof gefallen.“

„Ich wars nicht“, jammert Willi. Oh doch, denke ich. Du warst, mein Sohn. Du bist ein Naturtalent. Guter Junge.

„Behalte das Ding“, sage ich zu Willi. „Ich schenks dir. Aber richte es nur nach draußen, hörst du?“

Schon schwirrt die nächste Lieferdrohne aus dem Dunkel heran. Willi zückt den Laser, und der Flugapparat trudelt mit flackernden Positionslichtern abwärts. Langsam wird mir klar, welche Chance sich hier bietet. „Bleiben Sie doch noch eine Weile hier, Eve“, schlage ich vor, „und putzen Sie die ganze Wohnung.“

„Oh, Sie haben ein NiNaPod!“ ruft Eve, als sie ins Wohnzimmer kommt. „Darf ich es etwas fragen?“ „Warum nicht?“ antworte ich. „Nur zu!“ Je länger, desto besser.

Noch ein Schlag gegen die Hauswand. Triumphgeschrei aus der Küche.

Eve redet in einer fremden Sprache auf das NiNaPod ein. Der Würfel antwortet mit merkwürdigen Schnalzlauten, Klicken und einem unverständlichen Singsang. Eve nickt erfreut und schüttelt die Sofakissen auf. „Zulu“, erklärt sie und grinst. „Faszinierend“, sage ich.

Ein neues Zeitalter ist angebrochen. Fleißige Hände arbeiten für mich. Kompetenz herrscht. Probleme werden gelöst. Eves Cousin Vusi hat mir im Tausch gegen mein Auto einen unverwüstlichen Bosch-Kühlschrank installiert: den Klassiker mit Klapphebel an der Tür und Chromzierleisten. Er klingt wie ein Flugzeug und die Sicherung musste mit Alufolie überbrückt werden, doch er funktioniert ganz ohne Internet. Nachdem keine Lieferdrohnen mehr kommen, hält der treffsichere Willi jetzt Elstern und Tauben davon ab, meinen Balkon vollzukacken. Auch die Skateboarder des Wohnblocks haben sich inzwischen einen weiter entfernten Treffpunkt gesucht.

Meine Wohnung ist sauber und aufgeräumt, und ich habe kräftig zugenommen. Das liegt an den Kochkünsten von Eves Schwester Thandi. Vusi liefert nach ihren Vorgaben die Lebensmittel an. Will ich einmal selbst das Haus verlassen, chauffiert er mich zum Freundschaftspreis. Schwägerin Lerato, die Schneiderin, sorgt dafür, dass meine Kleidung passend bleibt und nie langweilig aussieht. Das Waschen und Bügeln überlässt Lerato ihrer ältesten Tochter Lizeka, die damit ihr Studium finanziert.

Und das Geld, werde ich immer wieder gefragt, reicht das Geld? Habe ich überhaupt die Mittel für einen so personalintensiven Haushalt? Offen gestanden: Darüber zerbreche ich mir nicht den Kopf. Eve überlässt mir die Hälfte ihrer Einnahmen. Sie hat nämlich ein Geschäft in meinem Wohnzimmer aufgemacht. Im Treppenhaus stehen Frauen jeden Alters Schlange, um von Eve – geschmückt mit bunten Tüchern und pompösen Goldohrringen – zum NiNaPod vorgelassen zu werden, das Lebenshilfe im Stil eines afrikanischen Orakels spendet. Ich darf nicht dabei sein, aber manchmal erhalte ich ein kleines Trinkgeld, wenn ich einer zufrieden kichernden Kundin den Weg aus der Wohnung weise.

Digitale Selbstbestimmung ist kein Wunschtraum mehr. Die Digitalisierung ist beherrschbar. Man muss nur umdenken. Neue Wege gehen. Und das Wichtigste: Wir sind nicht allein.

(psz@ct.de) **ct**

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Vorschau 11/2018

Ab 12. Mai 2018 am Kiosk und auf ct.de



Beamer für die Fußball-WM

Die WM rückt näher, die Pläne für das private Public Viewing laufen auf Hochtouren: Reicht ein großer Fernseher oder muss ein Beamer her? Wir haben helle Projektoren auf ihre Fußballtauglichkeit getestet und erklären, was man beim Live-Event beachten sollte.



Booklet: Fit für die DSGVO

Am 25. Mai tritt die Datenschutzgrundverordnung in Kraft. Dann drohen unvorbereiteten Webmastern, Unternehmen und Vereinen heftige Bußgelder. Wir fassen in einem Booklet zusammen, was Sie beachten müssen und was Sie in letzter Minute noch tun können.

Außerdem:

Workstations mit Intels Xeon-W-CPUs

Workstations zeichnen sich durch High-End-Komponenten wie ECC-RAM, Profigrafik und Vielkern-Prozessoren aus. Die Hersteller validieren sie für bestimmte Anwendungen und bieten umfassende Service-Leistungen an. Im c't-Labor treten Modelle namhafter Hersteller wie HP und Lenovo gegeneinander an.

Wenn Excel zickt

Umsatzzahlen oder Messwerte, Statistik oder Simulationsmodell – Excel bündigt Zahlen aller Art. Allerdings macht das Kalkulationsprogramm nicht immer das, was der Anwender will. Mit unseren Tipps und Tricks bekommen Sie die typischen Excel-Probleme in den Griff.

Frisches Langzeit-Ubuntu

Canonical veröffentlicht eine neue Version seiner populären Linux-Distribution. Ubuntu 18.04 LTS enthält unter anderem den komplett neu entwickelten Server-Installer Subiquity, einen modernisierten Gnome-Desktop und erstmals Snap-Pakete in der Standard-Installation.

Noch mehr Heise-Know-how:



c't Security 2018 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



Make 2/2018 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie 3/2018 ab 30.4. am Kiosk und auf heise-shop.de