



Raspi-Projekte ohne Löten

Scan- und Druck-Server, LAN-Tester, PC-Ersatz ...

Android P final: Praxis und Hands-on

Desinfec't übers LAN booten

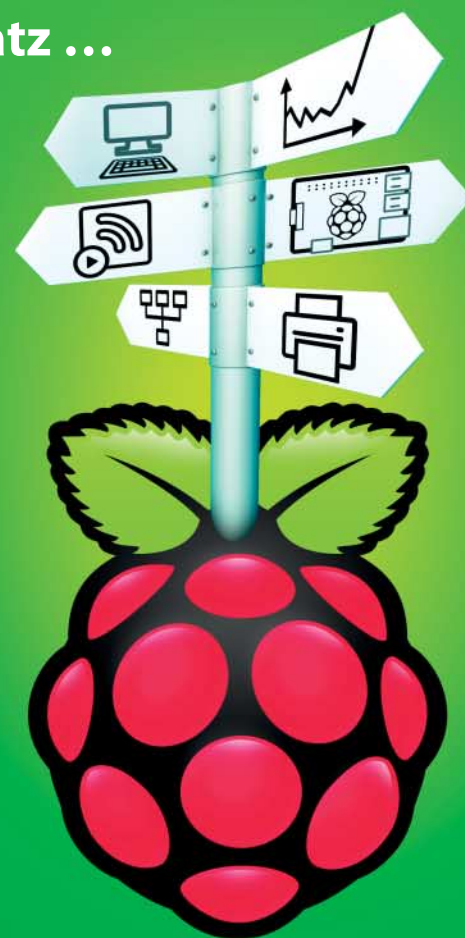
4K: Was Ultra HD Blu-ray bringt

Streitthema Schul-Cloud

Dynamische Web-Apps mit Vue.js

IM
TEST

- Affinity, Illustrator & Co.: 7 Vektorzeichner
- Bluetooth-Kopfhörer unter 60 Euro
- TV-Vergleich: OLED oder LCD?
- Apples Luxus-MacBook Pro
- Lüfterlose Quadcore-PCs für 200 Euro



Daten weg – was nun?

Tools im Test • Datenrettungs-Praxis • Vorbeugung

Super-Vectoring: Router, Tarife, Verfügbarkeit

250 MBit/s: Neues Turbo-DSL im Test

€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00



Anzeige



Software - Karussell

Wenn ich eine Sache benutzen möchte, die jemand anderem gehört, habe ich zwei (legale) Möglichkeiten: leihen oder kaufen. Unter Freunden und in Bibliotheken leiht man sich etwas ohne Gegenleistung aus. Muss ich bezahlen, heißt der Vorgang "Mieten". Handfeste Dinge wie Fahrräder und Bücher gibt man irgendwann zurück, wenn man sie geliehen oder gemietet hat. Man behält sie, wenn man sie kauft. Eine dritte Gattung sind regelmäßig gepflegte Dienstleistungen wie Netflix - die abonniert man. So weit, so einfach.

Software habe ich früher wie ein Buch oder ein Fahrrad gekauft: einmal zahlen, "ewig" benutzen. Nachträgliche Leistungen vom Hersteller habe ich nur in begrenztem Umfang erwartet. Grobe Fehler wurden meistens bereinigt. Kamen neue Funktionen hinzu, gab es das Angebot, den Nachfolger günstiger zu kaufen.

Dauerhaft genutzte Software ist heute jedoch keine einmalige Leistung mehr, sondern eine kontinuierliche Dienstleistung. Sicherheit ist der erste Knackpunkt: Heute ist alles vernetzt, fast jedes Programm kommuniziert und ist dadurch angreifbar. Erschwerend kommt hinzu: Beim Programmieren für die viel komplexer gewordenen Betriebssysteme brauchen Entwickler etliche Standardbibliotheken. Wird eine Lücke gefunden, müssen sie sehr schnell reagieren.

Aber auch ohne Sicherheitsprobleme braucht man Updates: Microsoft bringt halbjährlich mit einem Feature Update einiges durcheinander, Apple und Google mindestens einmal pro Jahr.

Software-Hersteller müssen regelmäßig unter Zeitdruck nachjustieren.

Zu fast jeder wichtigen Software gehört zudem eine Server-Infrastruktur: zum Speichern von Einstellungen, zur Synchronisation von Dokumenten über mehrere Rechner oder Smartphones. So ein Aufwand ist mit einer Einmalzahlung nicht finanzierbar. Microsoft, Apple und Google sind groß genug, die Basisleistung - das Betriebssystem - kostenlos anzubieten und mit den Zusatzdiensten zu verdienen. Andere Firmen sind hingegen auf regelmäßige Einnahmen angewiesen und müssen von vornherein Abos verkaufen.

Ich kann damit leben. Was ich allerdings nicht akzeptiere, sind Abo-Käfige: Ich erwarte eine Testphase und kurze Kündigungsfristen. Proprietäre Dateiformate dürfen mich nicht zwingen, bei einem Programm zu bleiben. Die Software darf den Dienst nicht komplett einstellen, wenn ich das Abo kündige: Dokumente öffnen, drucken und insbesondere in ein freies Format exportieren sind auch danach noch Pflicht. So gute Bedingungen gibt es leider selten. Bei vielen Anbietern fühlt man sich wie im Karussell, bei dem man jede Runde nachzahlen muss, ohne aussteigen zu können.

Ingo T. Storm

Ingo T. Storm

Anzeige

Anzeige

Inhalt 19/2018

Trends & News

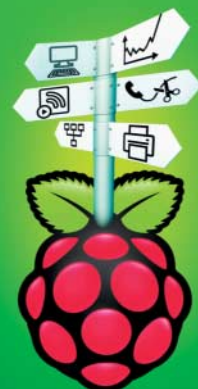
- 16** HotChips: Kampf gegen Spectre & Co., KI-Beschleuniger, analoger Flash-Speicher
- 18** Spectre NG: Sicherheitslücke L1 Terminal Fault in Intel-Prozessoren
- 20** Windows Server 2019 erhält besseren TCP-Stack und HTTP/2
- 22** Hardware: Sysmark 2018, Gaming-PCs mit GeForce RTX 2000, Preisrutsch bei Ryzen
- 23** Videoserver für Fahrzeuge: Aceed Nuvo-5608VR
- 24** Geschäftsmodell Adblocker: Wenn der Browser das Werbegeld einsammelt
- 26** Hacker-Konferenz Black Hat: Attacken auf Haussteuerungen und Herzschrittmacher
- 27** Sicherheitslücke im Faxprotokoll: Multifunktionsdrucker angreifbar
- 28** Internet: Studie zu Facebook-Posts, Merkel beruft Digitalrat
- 29** Linux: Neue Technik in Steam erlaubt Zocken von Windows-Spielen
- 30** Forschung: Ein-Atom-Transistor schaltet energiesparend
- 31** Verkehr: Mit den Regeln der Ameisen Staus vermeiden, Warnanlage gegen Geisterfahrer
- 32** Zensur in Ägypten: Besuch „kritischer“ Webseiten unter Strafe
- 33** Unglückliche Werbung der Bundeswehr bei der Gamescom – ein Kommentar
- 34** Apple: Aufräumaktion im App Store, 10-GBit-Ethernet per Thunderbolt 3, Parallels Desktop 14
- 36** Videoschnitt, Office, 3D: Pinnacle Studio 22, Ultimate Cinema 4D Release 20, LibreOffice 6.1
- 37** Veranstaltungen: Informatik 2018, Ars Electronica, Security Essen
- 38** Nvidia Turing: Mehr 3D-Power, schnelleres Raytracing, Tensor-Cores für KI
- 184** Web-Tipps: Stadtpläne, Web-Typografie, Skizzen-KI, Cheat-Sheets für Entwickler

Test & Kaufberatung

- 40** Lüfterlose Quadcore-PCs für 200 Euro
- 42** PC-Barebone Shuttle DS02U5 mit viermal 4K

- 44** Gaming-Grafikkarte mit 8 GByte: ASRock Phantom Gaming X Radeon RX 580 8G
- 44** Go-Plus-Alternative für Pokémon Go: Datel Go-Tcha Ranger
- 45** Gaming-Tastatur Razer Huntsman Elite
- 46** Fitness-Smartwatch Garmin vivoactive 3 Music
- 47** IoT-Sensor mit Schmalbandfunk: Sigfox Sens'it
- 48** Funkfernbedienung Nanoleaf Remote
- 48** Sitz-Tracker Interstuhl S 4.0
- 48** Externe SSD mit Thunderbolt 3: Samsung Portable SSD X5
- 50** Dokumentenbetrachter Zathura
- 50** Strahlungsmesser-App Radioactivity-Counter
- 51** Passwort-Manager Dashlane 6.0
- 52** Gaming-PC für WQHD: MSI Aegis 3 8RD
- 54** Spiele: We Happy Few, Dead Cells, State of Mind, Quake Champions
- 62** Android-Smartphone: Motorola Moto Z3 Play modular und mit großem OLED-Display
- 84** **Bluetooth-Kopfhörer unter 60 Euro**
- 92** **Apples Luxus-MacBook Pro**
- 96** **250 MBit/s: Neues Turbo-DSL im Test**
- 100** WLAN-Router für Super-Vectoring-Anschlüsse
- 106** Maßkleidung per App beim Online-Shop Zozo
- 108** Samsung Galaxy Note 9 mit Fernbedienungsstift und stärkerem Akku

66



Raspi-Projekte ohne Löten

Der Raspberry Pi ist auch ohne LötKolben eine prima Bastelplattform. Mit unseren Projektvorschlägen wird er beispielsweise zum Webserver, analysiert Netzwerke, scannt, druckt und kopiert – und ersetzt (ein bisschen) den Desktop-PC.



250 MBit/s: Neues Turbo-DSL im Test

Mit Super-Vectoring hat die Telekom die Geschwindigkeit vieler VDSL-Anschlüsse mehr als verdoppelt. Wir haben die Tarife und turbotaugliche Hardware untersucht und erklären, wie die neue Technik funktioniert.

110 TV-Vergleich: OLED oder LCD?

124 Affinity, Illustrator & Co.: 7 Vektorzeichner

132 iOS-Apps nutzen Dualkamera-3D-Daten für entfernungsabhängige Effekte

138 Android P final: Praxis und Hands-on

146 4K: Was Ultra HD Blu-ray bringt

186 Bücher: Software-Architektur, Web-Programmierung

Wissen

56 Vorsicht, Kunde: Pjur kann Internet-Anschluss nicht aktivieren

58 Streitthema Schul-Cloud

114 Daten weg – was nun?

118 Datenrettungssoftware im Test

162 100 Tage DSGVO: Rechtsunsicherheit bleibt

178 Dynamische Web-Apps mit Vue.js

Praxis & Tipps

66 Raspi-Projekte ohne Löten

68 Netzwerke testen mit dem Raspberry Pi

72 Raspi überwacht Server und Netzwerkdienste mit Check_MK

75 Mediacenter Kodi mit RSS-Feeds und eigenen Plug-ins ausbauen

76 Kopieren, scannen und mobil drucken mit dem Raspi

80 Raspberry Pi 3B+ als Desktop-PC – geht das?

142 Desinfec't übers LAN booten

154 4K: Anschlussprobleme bei UHD erkennen und beseitigen

156 IPv6: Server mit dynamischen Adressen

168 Tipps & Tricks

172 FAQ: Outlook-Kontakte verwalten

174 Windows: Mit Autoruns herausfinden, was beim Systemstart geladen wird

Rubriken

3 Editorial: Software-Karussell

10 Leserforum

15 Schlagseite

188 Story: H11 und G9 von Richard Bartscher

197 Stellenmarkt

200 Inserentenverzeichnis

201 Impressum

202 Vorschau



Daten weg – was nun?

Wenn Dateien versehentlich gelöscht wurden oder aus unerfindlichen Gründen verschwunden sind, müssen sie noch lange nicht endgültig verloren sein. Lesen Sie, welche Tools beim Wiederfinden helfen und was Sie tun sollten, um die Aussichten auf Wiederherstellung zu verbessern.

Anzeige

Anzeige

Brauche annoy_me.xml

Editorial: Bevor Sie weiterlesen, brauchen wir Ihre Zustimmung, c't 18/2018, S. 3

Ihr Editorial „Browser Utility Research Kit“ war genial. Wenn der Standard „annoy_me.xml“ vom W3C akzeptiert wurde, informieren Sie mich bitte sofort. Es gibt keine Datei, die ich seit dem 25. Mai (Start der GDPR) dringender auf meinem Rechner brauche. Derzeit behelfe ich mich noch damit, dass ich alle Seiten, die ein Cookie-Opt-in fordern, boykottiere. Aber auf Dauer ist das leider keine Lösung.

Eberhard Blocher ✓

Intelligente Lösung

Trittbrettfahrer bremsen Glasfaserausbau, c't 18/2018, S. 18

Ich verstehe das Problem: Ein Stadtwerk oder ein kleinerer Anbieter macht sich die teure Arbeit, alles im Vorfeld zu klären und die Bauarbeiten zu bezahlen, und dann kommt die Telekom und legt für einen „Appel und ein Ei“ für wenig Geld ihre Glasfaser dazu.

Statt nun aber diese Wettbewerber auszusperrern, fände ich intelligentere Lösungen sinnvoll. Wenn die Telekom immer nur dazugelegt hat, bekommen die Stadtwerke von der Telekom am Jahresende eine Beteiligung. Wenn beide gegenseitig dazugelegt haben, vergleicht man am Jahresende die Investitionen und berechnet einen Ausgleich. Das halte ich für sinnvoller, als einen Flickenteppich aus kleinteiligen Gebietsmonopolen zu schaffen.

tobias.x

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 sinnwährend.
Antworten sind kursiv gesetzt.

Bitcoin vs. Ozonschicht

Umweltfreundliches Bitcoin-Mining statt Kohlestromveredelung, c't 18/2018, S. 32



In Norwegen werden Bitcoin-Miner mit Strom aus Überkapazitäten betrieben und mit Gletscherwasser gekühlt. Nicht alle Leser finden das wirklich umweltfreundlich.

„Reingewaschen“ wird mit dem Artikel nur die weitere Umweltzerstörung, die in jedem Fall stattfindet, egal auf welchem Weg und wo die Energie in Wärme umgewandelt und in die Umwelt eingebracht wird. Egal ob Fjord-Wasser um 10 Grad erwärmt wird oder chinesisches Kühlwasser, der Wärmeeintrag in die Umwelt ist der gleiche.

Selbst dass in diesem Fall nicht auch noch Klimagase bei der Energiegewinnung freigesetzt werden, ist höchst fraglich. Am skandinavischen Kontinentalschelf lagern gewaltige Massen gefrorenen Methans. Wenn diese in die Tiefe reichen den Formationen durch die Erwärmung instabil werden und es zu einem „Berg“-Rutsch kommt, wird dabei so viel Methan freigesetzt, dass durch die resultierende Zerstörung der Ozonschicht eine weitere Erwärmung und damit eine Kettenreaktion in Gang gesetzt wird.

Es geht also nicht um die Frage, auf welche Art wir weiter Energie erzeugen, sondern grundsätzlich um die massive Reduzierung des Wärmeeintrags in die Umwelt an sich.

fakeraol

Nichts Böses im Sinn?

EU plant biometrische Superdatenbank, c't 18/2018, S. 38

Was könnte denn das Gute gewesen sein, das die [niederländischen, Anm. d. Red.] Sozialdemokraten im Sinn hatten? Kennt jemand ein historisches Beispiel, bei dem

sich durch Datenerfassung für die Bevölkerung irgend etwas zum Guten wendete? Ich bin offen für jeden Erkenntnisgewinn! Sinn und Zweck solcher Datenerfassung ist stets Herrschaftssicherung, aber niemals eine Verbesserung der Lebensverhältnisse. „Es begab sich aber zu der Zeit ...“ – sicher hatte auch König Herodes nur die besten Absichten.

gondo

Deutschlandlastig

E-Bike-Konzepte im Vergleich, c't 18/2018, S. 114

Prinzipiell finde ich den Bericht und die Übersicht gut und unterstütze alles und jeden, der Autos und alle damit verbundenen Nachteile für uns alle reduzieren hilft. Aber dass quasi nur der Mittelmotor vorkommt, ist speziell deutsch wegen der extremen Verbreitung von Bosch. Der Hauptgrund, dass inzwischen alle Händler Bosch-Antriebe verkaufen wollen, ist das extreme Entgegenkommen von Bosch bei Defekten. Ich höre oft: Wenn heute der Motor kaputt geht, hat der Händler morgen einen neuen im Laden liegen. Kleinere Hersteller können sich solchen Service einfach nicht leisten.

Hier in der Schweiz ist die Berner Firma Stromer mit ihrem selbst entwickelten Motor für die Hinterradnabe mit bis zu 1000 Watt Leistung sehr weit vor allem als Pendler-Fahrzeug verbreitet. Oft als schnelles 45-km/h-S-Pedelec. Es gibt noch viele andere Nebenmotoren (Maxon, Go Swissdrive, Bafang etc. pp.), eingebaut und zum Nachrüsten. Oft als geräuschlose Direktläufer (kein Getriebe, Hauptanwendung Pendeln, weniger MTB), aber einige auch mit integriertem Getriebe sogar in den Vorderrädern von Schwerlastträdern verbaut. Auch in Holland, dem Radland schlechthin, sind eher die Nebenmotoren als die Mittelmotoren verbreitet.

Herr Schmid

Automatikschaltung

Warum findet bei den Konzepten nicht die Automatikschaltung NuVinci eine Erwähnung. Ich selber fahre ein Rad mit dieser Schaltung in Kombination mit dem Bosch Nyon und bin sehr zufrieden!

Paul Göbel ✓

Anzeige

Danke für den Hinweis. Bei der NuVinci Harmony handelt es sich um eine leicht veränderte Variante der erwähnten stufenlosen Schaltung. Aber eine kurze Erwähnung der Automatik-Option wäre sicherlich sinnvoll gewesen.

Nachrüsten

In dem Artikel schreiben Sie, dass ein Nachrüsten mit einem Tretlagermotor nicht möglich ist. Ich selber habe mein gutes altes Trekkingbike mit dem Tretlagermotor BBS01 von Bafang upgegradet. Dieser Motor wird „einfach“ an Stelle des Tretlagers eingesetzt. Einer der Vorteile ist, dass man diesen Motor mittels Software an die eigenen Bedürfnisse anpassen kann. Auch konnte ich dank eines Kettenblattadapters auf 104 mm die vordere Gangschaltung mit zwei Blättern erhalten. Der von mir benannte Motor hat einzig den Nachteil, dass er noch keine Drehmomentsensoren verbaut hat, allerdings gibt es inzwischen auch Modelle mit diesem Sensor für den Austausch des Tretlagers.

Olav Zirnstein

Ein Wiki weniger

DSGVO-Blockaden, c't 18/2018, S. 34

Ich möchte auf eine Blockade hinweisen, die mich recht traurig macht. Das Projekt www.pflegewiki.de läuft seit 2004. Es wurden knapp 7000 Beiträge geschrieben, die den (manchmal zweifelhaften) Charme haben, nicht die Relevanzkriterien von Hardcore-Wikipedia-Autor*innen erfüllen zu müssen. So wurde sehr viel hilfreiches Material für Leute veröffentlicht, die sich für Pflege interessieren (müssen).

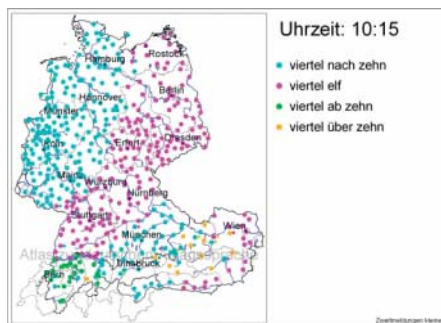
Seit Ende Mai sind die Seiten offline. Im Juli fragte ich beim unterstützenden Regionalverband Nord-West des DBfK nach. Es seien die Rechtsunsicherheiten im Zusammenhang mit der DSGVO, die die Verantwortlichen zur Sperrung veranlassten. Sehr, sehr schade.

Georg Paaßen

Dreiviertel Neun

So schlägt sich die Sprachassistentin im Homepod, c't 18/2018, S. 60

Mag sein, dass man es in Hannover so empfindet, „Dreiviertel Neun“ oder „Viertel Zehn“ würde ich aber nicht als regionale Ausdrücke bezeichnen, sie sind



Siri muss noch viel lernen, bis sie im gesamten deutschen Sprachraum versteht, welche Stunde es geschlagen hat.

nämlich ganz schön weit verbreitet. Beleg: <http://www.atlas-alltagssprache.de/runde-7/f11e/>

Sprachpolizist

Wieder vergoogelt

Android-Smartphone BlackBerry Key2 mit fester Tastatur, c't 18/2018, S. 106

Dieses Handy steht (stand) auch für Sicherheit bei der Handynutzung. Leider ist den Google-Apps im Hintergrund nicht beizukommen. Somit bleibt das letzte und einzige vernünftige Tastenhandy das Passport. Leider ist dieses in die Jahre gekommen und nicht mehr vernünftig nutzbar, wenn man etwas mehr machen möchte als nur SMS schreiben. Schade.

roteralex

Freude am Warten

BMW ConnectedDrive: Drei Monate Schulterzucken statt echter Hilfe, c't 18/2018, S. 70

Ich kann dem Artikel über die Servicequalität bei BMW ConnectedDrive nur zustimmen. Ich warte ebenfalls seit fast drei Monaten darauf, dass die Remote Services wieder funktionieren. Ich kann seit dieser Zeit weder meine Standlüftung/Standheizung noch andere Remote Services (Hupen, Öffnen etc.) nutzen. Es funktioniert auch weder mit der iOS-App noch direkt über die ConnectedDrive-Website. Ich habe bereits dreimal den Service kontaktiert, man sagte mir beim zweiten Anruf, dass einige Kunden betroffen seien und man denke (!) über ein Infrastrukturupdate, Serverupdate oder Ähnliches nach. Man sagte mir, man habe mein Anliegen in einem Ticket/Incident erfasst. Kaum zu fassen, dass solch ein Weltkon-

zern und Premiummarke derart schlechten Service leistet.

Mario Eichling

Kenn ich – mag ich

Leserbrief „Zurechtzupfen als Stärke“ von Alex. K., c't 18/2018, S. 10

Als langjähriger IT-Mensch und c't-Leser ist man ja einiges gewohnt, aber dass Linux „auf dem Desktop nichts zu suchen [hat]“, kann ich dann doch nicht so stehen lassen. Ich habe im Laufe der Jahrzehnte schon diverse Systeme und Oberflächen benutzt, von allen Windows-Versionen seit 3.0 über macOS seit Version 7 auch Exoten wie Solaris, Nextstep und OS/2, setze zu Hause aber schon seit Ende der 90er auf Linux mit KDE. Das hat sich für mich bewährt und auch meine Familie kommt damit bestens zurecht. Was soll es denn eigentlich heißen, „das UI“ (welches überhaupt?) „hinke um Jahrzehnte hinterher“? Tatsächlich habe ich die Erfahrung gemacht, dass die innovativen Oberflächen von Windows 8 und 10 eher Probleme machen. Ich habe aber auch schon feststellen müssen, dass es Leute gibt, die sich mit der bekanntermaßen benutzerfreundlichen Oberfläche von macOS schwertun.

Fazit: Das ist in erster Linie Gewohnheitssache, was die Leute kennen, empfinden sie als einfach. Anders ist es auch nicht zu erklären, wenn Word und Excel als benutzerfreundlich bezeichnet werden ...

Hauke Hell

Ergänzungen & Berichtigungen

Powerline-Adapter von Devolo

Mehr Speed auf der Stromleitung, c't 18/2018, S. 21

Die neuen Powerline-Adapter der Magic1-Serie arbeiten zwar mit maximal 1200 MBit/s brutto wie die etablierte HomePlug-AV2-Technik mit MIMO. Sie sind aber nicht dazu kompatibel, da sie den G.hn-Standard nutzen.

Mobvoi ist unabhängig

Smart, vernetzt, leuchtstark, Die Trends der IFA 2018, c't 18/2018, S. 40

Mobvoi gehört nicht zur Fossil-Gruppe, sondern ist ein privates Start-up aus Peking.

Anzeige

Anzeige



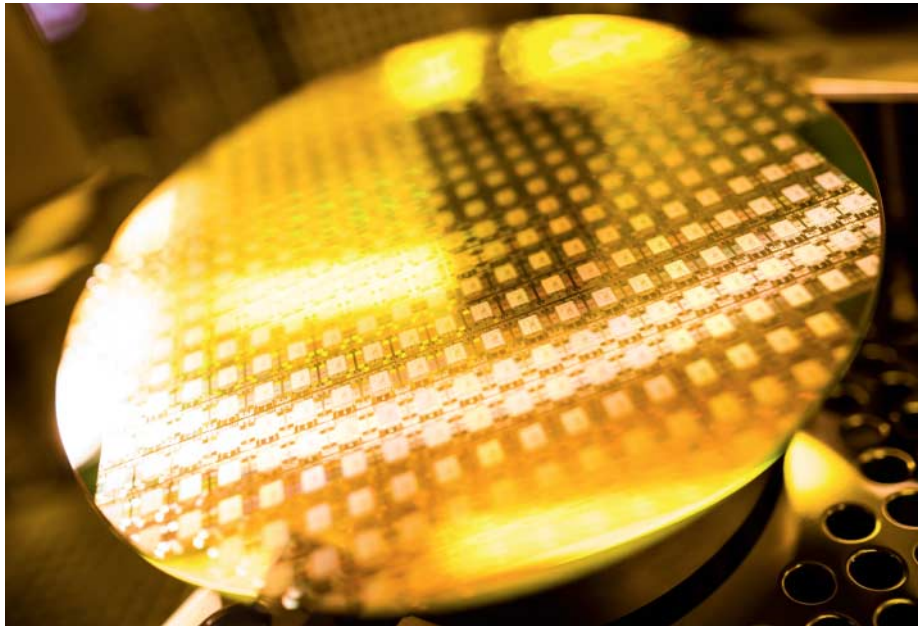


Bild: Christoph Schmidt/dpa

Im Schatten von Spectre

Trends vom Hot Chips Symposium 2018

Die 30ste Auflage der Prozessor-konferenz Hot Chips stand im Zeichen der Sicherheitslücken Spectre und Meltdown und deren Auswirkungen auf künftige CPU-Generationen. Die noch neue Chip-Kategorie der KI-Beschleuniger stößt schon jetzt an technische Limits – und NRAM will den Speichermarkt revolutionieren.

Von Florian Müssig

Konzeptionell sind die Sicherheitslücken Spectre, Meltdown und Foreshadow (siehe auch S. 18) alles andere als neu, wie Stanfords Uni-Präsident John Hennessy auf dem diesjährigen Hot Chips Symposium darlegte: Sie werden bereits seit den 1970er Jahren ausgenutzt. Allerdings gebe es einen wichtigen Unter-

schied: Früher sei Software attackiert worden, nun sei direkt die darunterliegende Hardware betroffen. Das Schließen von Hardwarelöchern per Software ist aufwendig und kostet Performance: Um die Lücken zu umgehen, müssen entweder zusätzliche Abfragen eingebaut oder die spekulative Ausführung von Code muss unterbunden werden.

Paul Turner von Google Project Zero warnte davor, Spekulation grundsätzlich zu verteufeln. Allerdings sei bislang unter einer falschen Prämisse gearbeitet worden – nämlich der, dass spekulative Codeausführung bei falscher Vorhersage keine Spuren hinterlasse, weil alles verworfen werde. Letzteres gilt nur hinsichtlich der Programmlogik; sprich, es treten keine Rechenfehler auf. Die Zustände im Prozessor sind danach sehr wohl andere als vorher, was Seitenkanal-Attacken gnadenlos ausnutzen.

Hinzu kommt, dass sich solche Attacken immer leichter durchführen lassen:

Dank stetig größer werdender Arbeitsspeicher muss man nicht mehr mit Fenstern arbeiten oder Speicherbereiche umblenden. Alle Daten liegen stattdessen fein säuberlich nebeneinander und direkt adressierbar im Speicher.

Ein Knackpunkt: Während Software und Betriebssystem sehr genau wissen, was wohin gehört und wer worauf Zugriff hat, kümmert sich die Hardware nicht darum: Sie führt aus, was ihr gerade vorliegt und sortiert die Befehle dabei sogar noch nach Belieben um. Künftige Prozessoren müssten also eigentlich bekannte Beschränkungen umsetzen; und wo noch keine sind, müssten bei Bedarf welche hinzugefügt werden.

Jon Masters von Red Hat stieß in dasselbe Horn und appellierte an Hardware- und Softwareentwickler, nicht mehr wie bislang in den Kategorien „wir“ und „die anderen“ zu denken. Nahezu alle Performance-Steigerungen von Prozessoren resultieren schließlich aus Methoden wie Out-of-Order-Execution, spekulativer Ausführung und anderen aggressiven Optimierungen. Mit einer sequenziellen Abarbeitung, wie sie ein Code-Kompilat vorsieht, hat das nur noch wenig gemein.

Wie Mark Hill von der Universität Wisconsin ausführte, hat die Trennung von Hardware und Software in der Vergangenheit für eine praktische Modularität gesorgt: Auf beiden Seiten waren Fortschritte unabhängig von der jeweils anderen Seite möglich.

Ferne Zukunft

Langfristig sieht Hill keine andere Möglichkeit als eine neue Computerarchitektur, bei der Hardware und Software wieder näher aneinanderrücken. Sicherheitslücken sind dabei aber nur ein Aspekt: Da das Mooresche Gesetz auf absehbare Zeit nicht mehr gelten wird, sind künftige größere Performancesteigerungen wohl nur noch durch gemeinsame Hard- und Softwareentwicklung möglich.

Hill geht davon aus, dass es auf dem Weg dorthin zu Ab- und Aufspaltungen kommen wird. Je nach Bedarf könnten künftige Prozessoren beispielsweise in einem schnellen oder einem sicheren Modus betrieben werden; in letzterem würde dann weniger stark spekuliert und gecached. Ebenso sei denkbar, dass künftige Prozessoren verschiedene Kerne mit unterschiedlichen Sicherheitscharakteristiken vereinen, ähnlich dem big.LITTLE-Konzept moderner ARM-CPUs.

Laut Hill wird die akademische Welt in den nächsten Jahren neue Sicherheitskonzepte an RISC-V-Prozessoren ausprobieren: Die gesamte Architektur ist Open Source, was Veröffentlichungen begünstigt. Es bleibt allerdings abzuwarten, ob sich diese Konzepte dann in kommerziellen Prozessoren von AMD, Intel, Qualcomm & Co. umsetzen lassen, da diese hinsichtlich Performance und Komplexität in ganz anderen Ligen spielen.

Bis dahin bleibt nichts anderes übrig, als entdeckte Sicherheitslücken nach und nach zu schließen. Beispielsweise wird Intels Server-CPU-Generation Cascade Lake-SP, die Ende 2018 erscheinen soll, nicht mehr für Meltdown anfällig sein. Hill erwartet aufgrund des Hinterherlaufens bei Prozessor-Sicherheitslücken neue Geschäftsmodelle von Cloud-Betreibern: Wer aus Sicherheitsgründen nicht will, dass seine VM mit zig anderen auf einem Server läuft, bekommt gegen Aufpreis exklusive Server oder zumindest einen exklusiven CPU-Kern.

John Hennessy meinte zu praktischen Auswirkungen lapidar, dass man derzeit wohl am besten auf Googles Cloud-Dienste setze, wenn es einem um maximal mögliche Sicherheit ginge: Dank Project Zero kennt Google Sicherheitslücken weit vor ihrem allgemeinen Bekanntwerden und kann Software-Patches besonders früh implementieren.

Umbruch bei KI-Beschleunigern

Song Han vom MIT widmete seinen Hot-Chips-Vortrag einer vergleichsweise neuen Chip-Kategorie, nämlich den KI-Beschleunigern. Hier steht ihm zufolge bereits mittelfristig ein größerer Umbruch an. Aktuelle Chips wie die TPU v2 (Google), Volta (Nvidia) oder Brainwave (Microsoft) sind dank HBM2-Speicheranbindungen zwar nicht mehr so speicherlimitiert wie die erste KI-Beschleuniger-Generation, doch am grundsätzlichen Ansatz hat sich nichts geändert: Man wirft den Netzen möglichst viele generische Ressourcen vor die Füße. Bei den Rechenwerken sind allerdings auf absehbare Zeit keine größeren Steigerungen mehr zu erwarten, weil das Mooresche Gesetz am Ende ist: Die Entwicklung immer kleinerer Fertigungsstrukturen stockt, und selbst wenn sie es nicht täte, dann würden die Energiedichten immer weiter steigen.

Insofern wird sich der Markt zwangsläufig ändern: Um bestehende Ressourcen

besser auszunutzen, müssen die Algorithmen beziehungsweise die Netze optimiert werden. So kann man regulär trainierte, komplexe Netze nachträglich auf bis zu ein Zehntel der Originalgröße ausdünnen, ohne dass dadurch merklich schlechtere Ergebnisse erzielt werden. Durch ein Nachtrainieren des ausgedünnten Netzes kann man wieder die Originalgenauigkeit erzielen oder gar übertreffen.

Um Speicher- und Rechenaufwand weiter zu optimieren, lassen sich nicht nur die Modelle, sondern auch deren Gewichtungsmatrizen komprimieren – etwa indem Nullwerte entfernt und leicht unterschiedliche Gewichte durch „Rundung“ denselben Wert bekommen. Optimierungen durch Menschen sind in dieser Stufe übrigens kaum noch zielführend: KIs wie AMC (AutoML for Compression) können andere Netze stärker komprimieren als menschliche Spezialisten. Obendrein sind die komprimierten Netze dann auch noch schneller. KI erschafft also neue, bessere KI – Skynet lässt grüßen.

Der nächste Schritt bei KI-Beschleunigern ist auch schon absehbar: Die Hardware muss gezielt für bestimmte Typen von neuronalen Netzen entwickelt werden. Somit stehen generische Chips, wie sie aktuell verwendet werden, vor dem Aus. In Laboren werkeln bereits erste spezialisierte Exemplare wie der Squeezerator für SqueezeNext, DeePhis DPU v2 für Depth-wise Convolution oder der ShiftNet Accelerator für ShiftNet.

NRAM wird serienreif

Das Start-up Nantero, das sich seit nunmehr über 15 Jahren mit Speicherzellen aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT, Carbon Nano Tube) beschäftigt, vermeldete auf der Hot Chips einen Durchbruch: CNT-Speicher sei reif für den Massenmarkt. Der große Vorteil der als NRAM bezeichneten Technik: Anders als DRAM hält NRAM den Speicherinhalt ohne weitere Energiezufuhr nahezu unbegrenzt

aufrecht. Mit Schaltgeschwindigkeiten auf DRAM-Niveau kann sich NRAM wiederum von anderen nichtflüchtigen Speichertypen wie Flash, 3D-XPoint & Co. absetzen.

Nachdem Fujitsu NRAM bereits in Lizenz in einen Serverprozessor einbettet, der gegen Jahresende erhältlich sein soll, steht nun der große Schritt an: Nantero hat DDR-kompatible Chips entworfen. Mit in 28 nm gefertigter Logik beziehungsweise rund 100 mm² Die-Fläche sind 8-GBit- (2 Layer) und 16-GBit-Chips (4 Layer) möglich, die sich mit SPD auf Speicherriegel verpackt für den Einsatz in bestehende Rechner mit DDR4-Slots eignen – also mit gleicher Spannung und sonstigen Betriebsparametern arbeiten. Auch wenn sich diese Aussage derzeit noch nicht überprüfen lässt: Nanteros Bill Gervasi sollte wissen, was er verspricht, denn er arbeitet seit Jahren im Industriekonsortium JEDEC an der Standardisierung neuer Speicherarten mit. Weil die Zellen ihren Speicherinhalt von alleine halten, sind keine Refresh-Zyklen notwendig, wodurch die nutzbare Bandbreite um bis zu 15 Prozent steigen soll.

Schließlich sollen sich die Chips günstiger als DRAM fertigen lassen, wobei das letzte Wort hier die Chipfertiger haben – gut möglich, dass diese ob der vielen Vorteile einen Aufpreis nehmen werden. Nantero selbst will NRAM nicht fertigen, sondern nur Lizenzen erteilen. So oder so werden die Riegel aber wohl günstiger als nichtflüchtiges RAM, das es jetzt schon für Server gibt: Sowohl NVDIMM-N als auch NVDIMM-P haben nicht nur wesentlich komplexere Modulaufbauten, sondern setzen auch zwingend eine eigene Stromversorgung voraus.

Gervasi war sehr wohl bewusst, dass all seine Versprechen wie der Heilige Gral der Speicherentwicklung klingen. Er war trotzdem zuversichtlich, dass NRAM die hohen Erwartungen erfüllen werde. Wir sind gespannt ... (mue@ct.de) **ct**

Intels kommende Server-CPU Cascade Lake-SP wird manche Sicherheitslücken wie Meltdown und Foreshadow in Hardware schließen.

Cascade Lake Mitigations for Side-Channel Methods

Cascade Lake implements hardware mitigations against targeted side-channel methods

Variant	Side-Channel Method	Mitigation on Cascade Lake
Variant 1	Bounds Check Bypass	OS/VMM
Variant 2	Branch Target Injection	Hardware + OS/VMM
Variant 3	Rogue Data Cache Load	Hardware
Variant 3a	Rogue System Register Read	Firmware
Variant 4	Speculative Store Bypass	Firmware + OS/VMM or runtime

Cascade Lake SP expected to provide higher performance over software mitigations available for existing products

Bild: Intel



Angriff auf die Cloud

Neue Spectre-NG-Lücke in Intel-Prozessoren

Es ist die bislang gefährlichste der Spectre-NG-Lücken: L1 Terminal Fault bedroht virtuelle Maschinen auf Cloud-Servern.

Von Christof Windeck

Ein Team aus zehn Wissenschaftlern von vier Universitäten war nötig, um die Sicherheitslücke L1 Terminal Fault zu enttarnen. Die Experten veröffentlichten dazu anlässlich der Usenix Security '18 am 14. August mehr als 20 Seiten Material. Der schiere Umfang der Informationen zeigt schon, dass sich L1TF alias Foreshadow nicht so leicht für praktische Angriffe nutzen lässt. Gleichwohl handelt es

sich um die bisher schwerwiegendste der Prozessorschwachstellen, die c't als Spectre Next Generation (Spectre-NG) Anfang Mai ankündigte. Betroffen von L1TF sind sämtliche Core-i-Prozessoren und verwandte Xeons, aber keine Atoms. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind Prozessoren von AMD und mit ARM-Technik nicht betroffen.

L1TF ist gefährlich, weil damit Angriffe aus einer virtuellen Maschine (VM) heraus auf eine zweite VM möglich sind, die auf demselben Server läuft – und auf den Host selbst. Durch Ausnutzen von L1TF lässt sich der vermeintlich geschützte Arbeitsspeicher lesen, den eine VM gerade benutzt. Besonders Cloud-Dienstleister müssen Schutzmaßnahmen ergreifen: Sie vermieten VMs an jedermann per Web und können deshalb kaum verhindern,

dass darin bössartiger Code ausgeführt wird, der andere Kunden ausspioniert.

Abhilfe

Gegen L1TF gibt es Patches für alle gängigen Betriebssysteme, sie kommen über automatische Updates. Detaillierte Informationen einzelner Hersteller finden Sie über ct.de/yky8. Beispielsweise haben Intel, Microsoft, Red Hat, Suse, Cisco, NetApp und VMware Security Advisories herausgebracht. In bereits ausgelieferte Microcode-Updates, die Schutzfunktionen gegen älteren Spectre-Lücken enthalten, hat Intel auch schon welche gegen L1TF eingebaut. Solche Microcode-Updates bekommt man außer per BIOS-Update auch mit Updates für Windows und für Linux-Distributionen.

Die Gefahr von L1TF-Angriffen lässt sich aber auch eindämmen, indem jede VM auf einem eigenen physischen CPU-Kern läuft, also indem man Hyper-Threading (HT) deaktiviert. Das ist einer der Gründe, weshalb OpenBSD HT jetzt standardmäßig abschaltet.

Ziel SGX

Das erwähnte Team aus Forschern der KU Leuven (Belgien), von Technion (Israel) sowie von den Unis Michigan (USA) und Adelaide (Australien) zielte mit seinen Untersuchungen eigentlich auf die Sicherheitsfunktion Software Guard Extensions (SGX) in aktuellen Intel-Prozessoren. SGX ist vor allem dazu gedacht, dass Nutzer von Cloud-VMs nicht mehr dem jeweiligen Cloud-Anbieter vertrauen müssen, sondern nur noch Intel. Mit SGX lassen sich Informationen sogar vor den Administratoren der Cloud-Server verstecken. Letztlich gelang es aber, über L1TF die sogenannten Attestation Keys auszulesen. Diese kryptografischen Schlüssel sollen sicherstellen, dass die verschlüsselte SGX-Enklave wie erwartet arbeitet.

Bei eigenen Untersuchungen von L1TF stellte Intel dann fest, dass die Sicherheitslücke auch den Speicher von VMs zugänglich machen kann sowie Speicher in geschützten Adressbereichen des Betriebssystem-(OS-)Kernels sowie des System Management Mode (SMM).

Die Schutzmaßnahmen gegen L1TF hängen vom jeweiligen Einsatzbereich ab, also VM, OS oder SMM. Meistens sind dabei Updates des Hypervisors (VM), des Betriebssystems (OS) und des BIOS (SMM) nötig plus die erwähnten Microcode-Updates. Kommende Xeon-Prozessoren sol-

len nicht mehr gegen L1TF empfindlich sein.

Leistungsverluste

Intel hat selbst einige Messungen an Systemen mit und ohne Schutz gegen L1TF durchgeführt (siehe ct.de/yky8). Deutliche Einbußen der Performance gibt es demnach nur, wenn man Hyper-Threading abschaltet. Das ist aber erstens nur bei Prozessoren mit HT nötig und zweitens auch nur bei Cloud-Dienstleistern, die befürchten, dass bösartige VMs auf ihren Systemen laufen können.

Mit L1TF sind nun sechs Spectre-NG-Lücken bekannt – aber die Spectre-NG-Familie wächst von acht auf neun Mitglieder, weil Intel L1TF-VM nun separat ausweist. Nach unserer Kenntnis sind noch zwei weniger schwerwiegende Lücken zu erwarten. Wir werden der koordinierten Veröffentlichung weiterhin nicht vorgreifen – es zeigt sich ja am Beispiel von L1TF, dass es sinnvoll ist, wenn zum Zeitpunkt der Veröffentlichung schon Patches bereitstehen.

Die Klasse der Spectre-artige Lücken ist enorm angewachsen, was die Einschätzung bestätigt, dass alle Hersteller bei der Prozessorarchitektur umdenken müssen. Das passiert auch, wie die CPU-Entwicklerkonferenz Hot Chips 2018 zeigt (siehe S. 16). Intel kündigte dort auch die ersten

Hardware-Maßnahmen gegen Spectre in kommenden Xeons an.

Allerdings darf man die Gefahren einiger Spectre-Lücken nicht überbewerten, denn manche sind nur Varianten bekannter Angriffe, die nur funktionieren, wenn man bereits verfügbare Patches weglässt – etwa NetSpectre. Einige der Lücken haben nicht einmal CVE-Nummern, wurden also nicht in die Datenbank der Common Vulnerabilities and Exploits aufgenommen.

Die Fülle der Spectre-Varianten resultiert auch aus intensiver Forschung zu Seitenkanalattacken an Universitäten, teils mit öffentlichen Fördermitteln. Mancher Experte schielt zudem auf die Belohnungen für nachgewiesene Bugs (Bug Bounties), die über 1 Million US-Dollar betragen können.

Bisher sind keine praktischen Angriffe mit L1TF und anderen Spectre-Versionen bekannt. Bei privat genutzten Computern wiegen andere Sicherheitsrisiken weiterhin schwerer als die Spectre-Lücken – aber das kann sich ändern, daher sind regelmäßige Updates ratsam. (ciw@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jürgen Schmidt, Wieder verspekuliert, Super-GAU für Intel: Weitere Spectre-Lücken im Anflug, c't 11/2018, S. 16

Hersteller-Informationen zu Spectre-NG:
ct.de/yky8

Anzeige

Die CPU-Sicherheitslücken Meltdown und Spectre(-NG)

(Google-)Name	Kurzbezeichnung	CVE-Nummer
Spectre V1	Bounds Check Bypass	CVE-2017-5753
Spectre V1.2	Read-only Protection Bypass	k. A.
Spectre V2	Branch Target Injection (BTI)	CVE-2017-5715
Meltdown (GPZ V3)	Rogue Data Cache Load	CVE-2017-5754
Spectre-NG		
Spectre V1.1	Bounds Check Bypass Store	CVE-2018-3693
Spectre V3a	Rogue System Register Read (RSRE)	CVE-2018-3640
Spectre V4	Speculative Store Bypass (SSB)	CVE-2018-3639
k. A.	Lazy FP State Restore	CVE-2018-3665
k. A.	L1 Terminal Fault – SGX (L1TF, Foreshadow)	CVE-2018-3615
k. A.	L1TF – OS, SMM	CVE-2018-3620
k. A.	L1TF – VM	CVE-2018-3646
Spectre-Varianten via Return Stack Buffer (RSB)		
„Spectre V5“	ret2spec	k. A.
k. A.	SpectreRSB	k. A.
sonstige Spectre-Varianten		
k. A.	BranchScope	CVE-2018-9056
k. A.	SGXSpectre	k. A.
k. A.	NetSpectre	k. A.
zu zwei weiteren Spectre-NG-Lücken fehlen noch Informationen GPZ steht für Google Project Zero, Spectre V1 und V2 werden auch GPZ V1 und GPZ V2 genannt		



Tuning ab Werk

Windows Server 2019 erhält besseren TCP-Stack und HTTP/2

Microsoft spendiert seinem kommenden Windows Server 2019 zwei wesentliche Verbesserungen: Die Cubic-Methode im TCP-Stack und HTTP/2 beschleunigen den Internet-Verkehr deutlich und kommen auch PC-Nutzern zu Gute.

Von Christoph Lüders und Martin Winkler

Cubic ist ein Verfahren, das beispielsweise Server mit dem verbreiteten Transmission Control Protocol (TCP) nutzen, um Internet-Leitungen optimal auszulasten. Microsoft schreibt, dass davon besonders Administratoren profitieren, die große Datenmengen über sehr schnelle Leitungen mit hoher Latenz verschicken. Das ist allerdings nur die halbe Wahrheit, denn Cubic steckt schon in Windows 10 seit dem Creators Update (Version 1703) und ist daher für jeden Windows-Nutzer bedeutsam.

Cubic ist neben Reno, NewReno und Compound TCP eine von mehreren Methoden (Congestion Provider), die Windows im Rahmen der TCP-Flusskontrolle

nutzen kann. Nun ersetzt sie Compo und TCP (CTCP) als Voreinstellung. Linux bringt diese Technik bereits seit 2006 mit.

Kleines TCP-Einmaleins

Internet-Hosts nutzen das Transmission Control Protocol, um Datenpakete in der richtigen Reihenfolge und fehlerfrei zu übertragen. Sie kennen zwar nicht die Kapazität der Leitung, versuchen aber, diese mittels einiger Steuergrößen auszuschöpfen.

Generell soll ein TCP-Sender Daten so schnell wie möglich schicken, aber Paketverluste durch verstopfte Router und überlastete Empfänger vermeiden. Der Empfänger meldet ihm dafür, wie viele Daten er ohne Quittung speichern kann (Receive Window, RWIN). Um Stau am Router zu vermeiden (Congestion), adaptiert der Sender die Größe seines Congestion Window (CWND) abhängig von den Paketverlusten. CWND ist die Menge an Daten, die ohne Paketverlust auf dem Weg sein kann.

Die Übertragung beginnt mit dem „slow start“, der aber gar nicht slow ist, denn das CWND wächst dabei exponentiell. Deshalb übersteigt die Senderate schnell die Kapazität mancher Router auf der Strecke, sodass sie Pakete wegwerfen.

Dann schrumpft das CWND stark und wächst danach nur langsam – bis zum nächsten Paketverlust oder bis zum Übertragungsende.

Nach alter Väter Sitte

So arbeitet TCP, seit es 1981 standardisiert wurde. Allerdings hat man an vielen Details gefeilt, um den Durchsatz zu erhöhen. Mit den älteren Algorithmen Reno und NewReno vergrößert ein Sender das CWND nach einem Paketverlust nur linear und zwar um je ein Paket pro Round Trip Time (RTT). Die RTT ist die Dauer, bis der Empfänger ein Paket quittiert (acknowledge, ACK).

Bei linearem Anstieg dauert es lange, bis eine Leitung ausgeschöpft wird. Speziell in Long Fat Networks (LFNs) mit hohen Latenzen und viel Verkehr lässt ein herkömmlicher TCP-Sender viel Kapazität ungenutzt.

Schaut auf die RTT

CTCP ist Microsofts Antwort darauf. Zusätzlich zur Steuerung per CWND verwendet Microsoft einen DWND-Wert, der von der RTT der einzelnen Pakete abhängt. Er reguliert die Auslastung feiner und vor allem drosselt er die Senderate, noch bevor Paketverluste auftreten.

CTCP löst das LFN-Problem gut. Dabei verhält es sich fair gegenüber Konkurrenten auf gleicher Strecke, bremst andere also nicht aus. Auch funktioniert es besser als andere RTT-basierte Methoden. Manche davon lassen Kapazität liegen, wenn parallel ein anderer Host vom selben Server Daten per NewReno herunterlädt.

Cubic

Etwa zur gleichen Zeit wie CTCP entstand Cubic. Es vergrößert das CWND nach einem Paketverlust kubisch, also zur dritten Potenz – daher der Name. Außerdem hängt die Zunahme nicht von eingehenden ACK-Päckchen ab, sondern nur vom Abstand zum letzten Paketverlust.

Deshalb wachsen die CWNDs verschiedener Sender gleich schnell, obwohl

Congestion Provider im Vergleich

Upload-Dauer (Sekunden)			
	ohne extra loss	mit 0,1% extra loss	mit 0,5% extra loss
NewReno	29,90	5,46	59,42
CTCP	29,92	35,28	59,09
Cubic	29,66	31,96	49,40

sich deren RTTs unterscheiden. Bei NewReno ist das nicht der Fall; der Sender mit der höheren RTT beschleunigt langsamer. Oft sind sowohl die RTT als auch die Paketverlustrate hoch und dann beschleunigt NewReno noch langsamer. Deshalb ist Cubic gegenüber NewReno ein großer Fortschritt. Das CWND schrumpft nach Paketverlusten wesentlich weniger und der Sender nutzt die Leitungskapazität durchgehend besser.

Lohnt sich Cubic?

Microsoft hat ermittelt, dass Cubic beim Versand großer Datenmengen gegenüber CTCP schneller ist. Diagramme belegen anschaulich, dass das CWND weniger schrumpft und schneller wächst. Ergebnis: besserer Durchsatz.

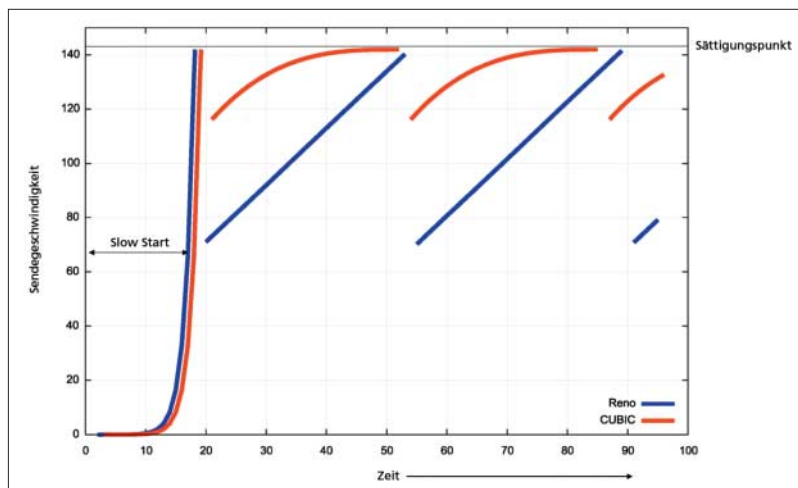
Die aktuellen TCP-Einstellungen auf Windows 10 lassen sich mit dem PowerShell-Befehl `get-nettcpsetting -Setting internet anzeigen`. In der dritten Zeile der Ausgabe sollte Cubic stehen. Diese Einstellung lässt sich auf Windows-Desktop-Versionen nicht mit einem Commandlet ändern, sondern nur auf Servern. Bis mindestens Windows 10 RS4 geht es aber immerhin mit `netsh`. Zum Beispiel kann man so auf CTCP zurückschalten:

```
netsh interface tcp set supplemental
< internet congestionprovider=ctcp
```

Das kann man nutzen, um NewReno, CTCP und Cubic zu vergleichen. Dafür haben wir testweise eine 100 MByte große Datei je fünf Mal auf einen Webserver hochgeladen und die Dauer gemessen (siehe Tabelle). Dabei nutzten wir einen VDSL-Anschluss mit 38 Mbit/s in Sende-richtung. Die RTT betrug 24 ms.

Cubic ist in jeder Disziplin am schnellsten. Bei absichtlich eingestreutem Paketverlust nimmt der Abstand sogar zu. Paketverluste haben wir mit dem NDIS-Treiber `cFosSpeed` und einem speziellen Filter erzwungen. Zugegeben, das entspricht nicht einem Pufferüberlauf im Router. Dennoch wird dabei sichtbar, wie NewReno, CTCP und Cubic mit Paketverlusten umgehen.

Auch sind Paketverluste heute kein sicheres Indiz mehr für übergeladene Puffer und damit für zu schnelles Senden. Denn bei WLAN- oder Mobilfunkstrecken entstehen sie durch Übertragungsfehler auf der Funkstrecke. Insofern ist diese Testdisziplin gar nicht so realitätsfern und man kann sich freuen, Cubic endlich an Bord zu haben.



Die Linuxer wissen das schon länger, nun liefert auch Microsoft Belege dafür: Die Cubic-Methode sättigt eine Leitung schneller als Reno.

HTTP/2 in Windows 10

Auf HTTP/2 darf man sich ebenfalls freuen, denn es bringt mehrere Vorteile mit und inzwischen nutzen es alle modernen Browser standardmäßig.

Mit HTTP 1.0 ist das Surfen zäh, denn damit brauchen Browser für jeden HTTP-Request eine separate TCP-Verbindung – Bilder, Stylesheets, Werbefbanner, jedes einzelne Element wird einzeln angefordert. Mit HTTP 1.1 lässt sich eine TCP-Verbindung immerhin für mehrere sequenzielle Requests nutzen, was Zeit spart. HTTP/2 führt diesen Ansatz fort und verschachtelt mehrere Requests auf einer TCP-Verbindung (Multiplexing).

Außerdem komprimiert HTTP/2 die HTTP-Header. Das beschleunigt besonders die Requests zu Beginn der TCP-Verbindung, denn dabei sind für HTML-Dokument, Skripte, Stylesheets und so weiter viele Requests erforderlich. Dabei ist aber das CWND noch klein, sodass Requests nur tröpfeln. Die Header-Kompression beschleunigt sie.

Außerdem darf ein HTTP/2-Server auf eigene Faust Daten wie Skripte oder Stylesheets schicken, auch wenn der Client sie nicht angefordert hat (Server Push). Bei HTTP 1.1 kann man solche Elemente zwar ins HTML-Dokument stecken. Doch der Browser kann sie nicht cachen, sodass sie mehrfach inline übertragen werden.

Server-Tuning

Windows Server 2019 soll Webseiten bald ebenfalls per HTTP/2 ausliefern. Applikationen, die das HTTP-Server-API nutzen, kann man laut Microsoft ohne Änderun-

gen weiterverwenden. Der Server erkennt, ob der Browser HTTP/2 versteht, und nutzt es dann automatisch.

Für HTTP/2 setzt schon der Windows Server 2016 TLS voraus. Nun verlagert Microsoft den TLS-Teil in den Kernelmode. Das erspart den Wechsel zwischen User- und Kernelmode, verkürzt also die Latenz bei der Aushandlung um einige Millisekunden.

Server Push spricht man über ein neues API an. Eine Applikation, die auf dem HTTP-Server-API aufsetzt, kann dem Betriebssystem mitteilen, auf welche Requests hin das API Ressourcen wie Skripte oder CSS unaufgefordert an den Browser schicken soll (Server Push, `HttpDeclarePush`). Um diese Option zu nutzen, muss der Entwickler ein eigenes proprietäres Konfigurations-Interface in seine Server-Applikation einbauen.

IIS, Microsofts eigener Webserver, nutzt HTTP/2 auf TLS-Verbindungen ohne Konfiguration und bietet Konfigurationsmöglichkeiten für Server Push sowie ein eigenes IIS-API für Webdesigner.

Mit Firefox kann man leicht prüfen, ob ein Server Webseiten per HTTP/2 ausliefert. Öffnen Sie das Menü Extras/Webentwickler/Netzwerkanalyse und rufen Sie die zu prüfende Webseite auf (z. B. `cFos.de`). Firefox blendet dann eine Liste der HTTP-Requests ein. Klicken Sie auf `index.html`. Rechts im Fenster erscheinen weitere Informationen dazu. Die Lasche „Kopfzeilen“ führt die verwendete HTTP-Version auf.

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

Blog-Eintrag, Protokolldokumentationen:
ct.de/y57s

Office-Benchmark für Windows-PCs erneuert

Der seit Jahren etablierte BAPCo SYSmark misst in der 2018er-Version die PC-Leistung nun unter anderem mit aktuellem Microsoft Office 2016, Adobe Lightroom CC und Photoshop CC.

Das Industriekonsortium BAPCo hat den PC-Benchmark SYSmark überarbeitet: Der **SYSmark 2018** installiert für die Leistungsbewertung aktuelle Versionen verbreiteter Anwendungen. Dazu gehören Microsoft Office 2016, Adobe Creative Cloud 2018 (Lightroom, Photoshop, Acrobat Pro), Cyberlink PowerDirector 15 und Google Chrome 65.

Anders als viele andere Benchmarks arbeitet der SYSmark mit real existierenden Programmen. Über die Auswahl der Software und die Gewichtung der einzelnen Ergebnisse kann man sich freilich streiten. Nach unserer Erfahrung erlaubt es der SYSmark, die Arbeitsgeschwindigkeit von Windows-Rechnern bei Office-Anwendungen praxisnah einzuschätzen.

Wie bisher gibt es mehrere Anwendungsprofile, aus deren Ergebnissen sich die Gesamtwertung (in Punkten) zusammensetzt. Statt vier Profilen im SYSmark

2014 (SE) gibt es nun nur noch drei: Productivity (PR), Creativity (CR) und Responsiveness (RE). Bei PR geht es vor allem um Office, bei CR um Bild- und Videobearbeitung. Bei RE laufen mehrere Programme gleichzeitig, es sind viele Webseiten geöffnet, Anwendungen werden installiert. Hier bringt eine SSD deutliche Vorteile, mehr RAM hilft auch.

AMD hatte 2016 den SYSmark wiederholt scharf kritisiert, weil er viele Prozessorkerne sowie GPU-Beschleunigung zu wenig nutze. Man kann aber auch der Meinung sein, dass das auch leider noch

immer erst wenige Programmpakete tun. Laut BAPCo profitieren jedenfalls einige der aktuellen Programmversionen stärker von mehreren Prozessorkernen und auch von schnelleren Grafikkarten, vor allem im Creativity-Profil. Zum Vergleich wurden wohl nicht zufällig AMD-GPUs herangezogen.

Der SYSmark 2018 kostet als Upgrade für Firmen mit bis zu 50 Mitarbeitern mindestens 795 US-Dollar, die Vollversion 895 US-Dollar. Registrierte Journalisten dürfen den SYSmark kostenlos nutzen.

(ciw@ct.de)

Frisch poliert:
Der BAPCo SYSmark 2018 arbeitet mit aktueller Windows-Software für Office, Bild- und Videobearbeitung.



Spiele-Rechner mit GeForce RTX

Im Laufe der Computerspielemesse Gamescom haben Acer, HP und Medion neue Gaming-PCs vorgestellt. Allerdings stecken darin häufig die bereits im vergangenen Herbst vorgestellten Core i-8000-Prozessoren sowie **Grafikkarten** der Serie GeForce 1000, obwohl deren Nachfolger zeitgleich auf der Gamescom vorgestellt wurden (siehe S. 38).

Eine Ausnahme davon ist unter anderem der Acer Predator Orion 9000, der in Vollausrüstung mit Nvidias High-End-Grafikkarte GeForce RTX 2080 Ti und dem 18-Kerner Core i9-7980XE erhältlich ist. Damit soll der Rechner laut Acer auch fürs Spielen bei 8K-Auflösung (7680 × 4320 Pixel) taugen.

HP bietet den Gaming-PC Omen Obelisk auch in einer Variante mit einem AMD-Prozessor an. Zur Ausstattung gehören der Hexa-Core Ryzen 5 2500X, eine GeForce GTX 1060, 8 GByte RAM und eine 1-TByte-Festplatte. Diese Kon-

figuration kostet 1050 Euro. HP richtet sich mit den Obelisk-Rechnern an Gamer, die später einmal aufrüsten möchten, und verwendet deshalb standardisierte ATX-Formate für Gehäuse, Mainboard und Netzteil.

(chh@ct.de)



Beim HP Omen Obelisk ist die für Gaming-PCs obligatorische RGB-Beleuchtung dabei.

Preisrutsch bei Threadripper

Am 31.8. startete AMD den Verkauf des zweiten **Prozessors** der Threadripper-2000-Serie. Der Ryzen Threadripper 2950X mit 16 Kernen und 32 Threads kostet 900 Euro und eignet sich gleichermaßen für 3D-Spiele und anspruchsvolle Anwendungen wie Rendering oder Videoschnitt. Dank 3,5 GHz Taktfrequenz und dem überarbeiteten Turbo Precision Boost 2 mit 4,4 GHz Maximaltakt arbeitet die 180-Watt-CPU fünf bis zehn Prozent schneller als der Vorgänger Threadripper 1950X. Für Letztgenannten sowie den 12-Kerner Threadripper 1920X hat AMD kurz vor dem Verkaufsstart der zweiten Threadripper-Generation die Preise deutlich gesenkt: Der Threadripper 1950X kostet statt rund 760 Euro nur noch rund 600 Euro. Der Preis des 1920X fiel von 550 auf 400 Euro.

(chh@ct.de)

Fahrzeug-Videoserver

Der Mikroserver Nuvo-5608VR von Acceed ist sowohl ein **NVR (Network Video Recorder)** als auch ein PoE-Switch, der Überwachungskameras übers LAN-Kabel mit Energie versorgt. Als Herzstück stehen Core-i3-, i5- und i7-Prozessoren aus Intels Skylake-Serie zur Wahl. Über zwei DDR4-SO-DIMM-Slots spendiert man der CPU bis zu 32 GByte Arbeitsspeicher.

Die integrierte GPU steuert über je einen VGA- und DVI-Anschluss sowie zwei Display-Ports maximal drei Displays gleichzeitig an. In zwei 3,5-Zoll-Slots finden bis zu 12 TByte fassende SATA-HDDs Platz; ferner gibt es einen mSATA-Slot.

Zur Anbindung ans Bord-LAN hat der Nuvo-5608VR zwei Gigabit-Ports; acht weitere liefern über Power-over-Ethernet nach IEEE 802.3at bis zu 30 Watt an die Kameras (PoE-Gesamtbudget 120 Watt). Der Videoserver verträgt einen breiten Eingangsspannungsbereich von 8 bis 35 Volt DC. Ab 24 Volt steht das volle PoE-Budget bereit, bei 12 Volt gibt das Gerät höchstens 100 Watt her.

Mobilfunkverbindungen stellt der Nuvo-5608VR über optional

installierte Modems her. Dazu gibt es im Gehäuse drei PCIe-Mini-Card-Slots. Jedem Slot steht ein SIM-Steckplatz zur Verfügung, der über Reserve-Pins mit dem Modem verbunden ist. Vier Öffnungen für SMA-Buchsen führen die Antennenanschlüsse der Modems aus dem Gehäuse.

Für USB-Geräte hat der Server je vier USB-3.0- und USB-2.0-Ports; ferner sind ein CAN-2.0-Port sowie drei serielle Schnittstellen (RS-232/-422/-485) vorhanden. Den Nuvo-5608VR gibt es als Barebone ab 1100 Euro.

(amo@ct.de)



Der Nuvo-5608VR fährt in Bussen und Bahnen mit, um vor Ort die Bilder mobiler Überwachungskameras aufzuzeichnen.

Anzeige

Kurz & knapp Netzwerke

TP-Link will als dritter Hersteller nach D-Link und Asus einen **Router für die nächste WLAN-Generation IEEE 802.11ax** herausbringen. Der mit drei Funkmodulen ausgestattete Archer AX11000 soll auf 5 GHz bis zu acht MIMO-Streams nutzen, OFDMA und Multi-User-MIMO in beide Richtungen beherrschen und so bis zu 4800 MBit/s brutto erreichen.

QNAP hat seinem neuen **2-Bay-NAS TS-251B einen PCI-Express-Slot** spendiert. Dort lässt sich beispielsweise die NBase-T-Netzwerkkarte QNAP QXG-10G1T für LAN-Datenraten bis 10 GBit/s nachrüsten. Das mit einem Celeron-J3355-Prozessor (2 Kerne, 2,0 GHz) bestückte Gerät ist als Leergehäuse mit 2 GByte RAM ab 320 Euro zu haben.

Routerfreiheit in Italien: Die jüngst erlassene Verordnung Delibera 348-18-CONS der Regulierungsbehörde AGCOM garantiert freie Endgerätewahl. Italiener müssen sich nun nicht

mehr mit einem funktional eingeschränkten Zwangsrouter ihres Providers zufriedengeben. Die Verordnung zielt ebenso auf Telefone, Telefonanlagen oder Alarmierungssysteme.

Mit dem jetzt verfügbaren **WPA3-Firmware-Update LCOS 10.20 Release Candidate 2** können Admins auf Lancom-Routern und Access Points erstmals die nächste Generation der WLAN-Verschlüsselung testen.

Dell EMC, der Rechenzentrumszweig des PC- und Notebook-Herstellers, hat mit dem Modell Z9264F-ON seinen ersten **100-Gigabit/s-Switch** ins Programm genommen. Das Gerät soll die Top-of-Rack-Switches von Servergestellen untereinander verbinden. Seine mit einem Broadcom-Chipsatz StrataXGS Tomahawk II aufgebaute Backplane schafft laut Hersteller 12,8 Terabit/s, sodass alle 64 Ports Daten mit voller Line Rate vollduplex transportieren können.

Geschäftsmodell Adblocker

Brave: Wenn der Browser das Werbegeld einsammelt

Online-Werbung wird für Publisher immer weniger lukrativ, Nutzer wollen nicht mehr von Werbeunternehmen getrackt werden. Ein Web-Urgestein versucht, das Werbegeschäft umzukrempeln, damit Werber, Publisher und Nutzer gleichermaßen davon profitieren.

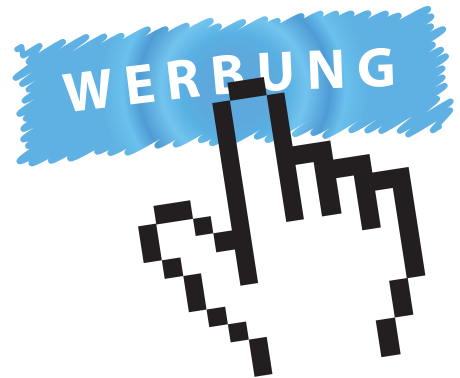
Von Torsten Kleinz

Brendan Eich bezeichnet sich schon mal als „schuld an JavaScript“. Eich hatte in den 90ern JavaScript bei Netscape mitentwickelt. Heute ist er nicht mehr stolz auf die Programmiersprache, und das liegt daran, dass viele Website-Betreiber ihre Plattformen mit JavaScript-Code

überfrachten – darunter oft Tracker, Werbung und mitunter sogar Schadsoftware. Man habe es versäumt, Werbeinhalte und zum Betrieb der Webseiten notwendige Inhalte zu trennen, kritisiert Eich.

Dieses Problem ist zugleich Antrieb für Eichs neues Projekt. Der IT-Manager, der 2014 wegen einer umstrittenen politischen Spende von seinem Chefposten bei Mozilla zurücktreten musste, hat inzwischen seinen eigenen Browser herausgebracht: Brave, ein Chromium-Klon, schützt die Privatsphäre des Benutzers, indem er Werbung und Tracker blockiert.

Eich ist aber nicht grundsätzlich gegen Online-Werbung. Brave soll vielmehr deren Geschäftsmodell grundlegend verändern: Nutzer sollen selbst entscheiden, welche Informationen sie zur Verfügung stellen – und von der Werbung profitieren: Wer seine Aufmerksamkeit zur Verfügung stellt, den soll Brave dafür bezahlen.



Kryptogeld für Aufmerksamkeit

Benutzer sollen einwilligen können, sich einige Banner anzeigen zu lassen. Brave will dazu mit Publishern und Werbevermarktern zusammenarbeiten. Das Targeting soll dabei der Browser übernehmen. Er misst dazu die Aufmerksamkeit des Nutzers, also welche Seiten er aufruft und welche Anzeigen er wie lange zu Gesicht bekommt und ob und wie er mit Anzeigen interagiert. Die Nutzerdaten verlassen den Browser dabei nicht.

Brave will die dafür erhaltenen Einnahmen an Nutzer und Publisher gleichermaßen auszahlen. Der Anwender wiederum kann das eingesammelte Geld seinen Lieblingssites zukommen lassen – Brave kann dazu automatisch ein monatliches Budget unter den teilnehmenden Sites aufteilen, das die Anzahl und Dauer der Besuche berücksichtigt. Alle Zahlungen werden mit Krypto-Tokens abgewickelt, den sogenannten Basic Attention Tokens, kurz BAT.

Die erste Phase des Projekts war ein enormer Erfolg: Im Sommer 2017 brachte Brave eine Milliarde BAT auf den Markt, im Gegenwert von 35 Millionen Dollar. Das Kryptogeld war innerhalb von Sekunden aufgekauft, obwohl Brave weder eine große Nutzerbasis noch Werbepartner präsentieren konnte.

Ein Jahr danach ist Brave bei der Werbeauslieferung über einen Test mit einem kleinen Nutzerkreis aber noch nicht hinausgekommen, obwohl Eich den Publishern 70 Prozent der Werbeeinnahmen verspricht – ein viel größerer Anteil, als gewöhnliche Werbebuchungen aktuell bringen. Doch Brave dürfte große Probleme haben, die Werbetreibenden davon zu überzeugen, dass das Browser-Targeting funktioniert.

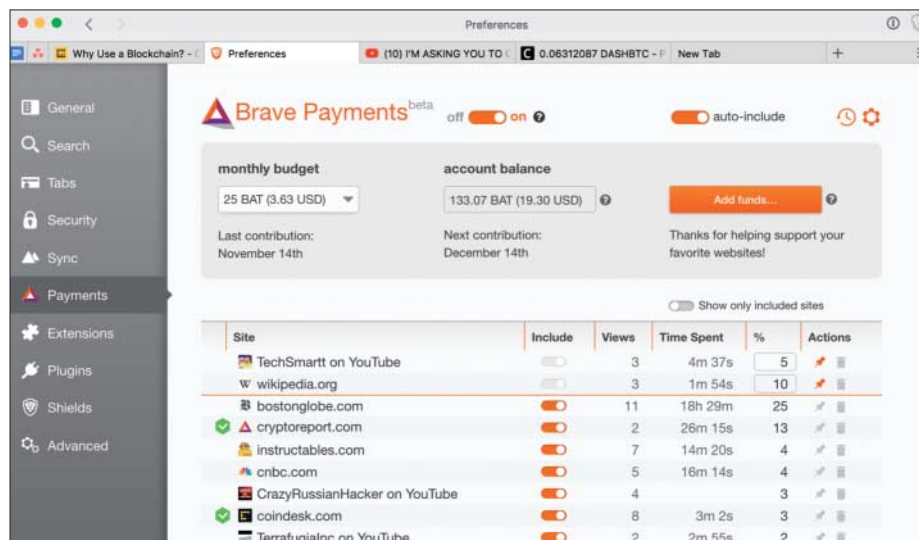


Bild: Brave

So soll Brave einmal funktionieren: Der Surfer erhält Geld, das er an seine Lieblingssites verteilt.

Zudem verlangen Werbetreibende inzwischen verstärkt Kontrolle darüber, in welchem Kontext ihre Werbung auftaucht – dass beispielsweise Waschmittel und Autos neben Terrorpropaganda beworben werden, ist für viele Markenanbieter nicht mehr akzeptabel. Vonseiten der Werbeindustrie kamen daher bisher eher ablehnende Signale in Bezug auf Brave.

Abgesehen davon verwenden bisher gerade einmal drei Millionen Surfer den Browser. Das sind zu wenige, um große Publisher und Werbetreibende anzulocken. So sieht es nicht danach aus, als ob Brave relevante Einnahmen erzeugen kann. Und wenn Brave keine Einnahmen generiert, entfällt ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal für Nutzer – ein Henne-Ei-Problem.

Die integrierte Zahlungsfunktion funktioniert immerhin bereits. Surfer können damit Publishern wie der Washington Post oder dem britischen Guardian Geldbeträge zukommen lassen. Mangels Werbeeinnahmen können sie ihre Guthaben dafür mit Überweisungen von Wallets mit anderen Kryptowährungen aufladen.

Vorbild Adblock Plus

Vielleicht ist Brave einfach zu spät gestartet. Das Kölner Unternehmen Eyeo hatte sein Bezahlmodell für das Durchlassen von Werbung bereits 2011 erfunden, die sogenannten „Acceptable Ads“. Unternehmen können den Hersteller des Werbeblockers Adblock Plus seither dafür bezahlen, derart bezeichnete Anzeigen nicht zu unterdrücken. Dem Konzept der Acceptable Ads haben sich zudem mehrere andere Adblocker angeschlossen, darunter der größte Konkurrent AdBlock. Microsoft testet derzeit Acceptable Ads in seinem Mobilbrowser Edge.

AdBlock Plus selbst hat mehr als 100 Millionen Nutzer – daran kommen auch Großkunden wie Google, Amazon und Microsoft nicht vorbei. Eyeo scheint gut damit zu leben. Das Unternehmen, das als Zwei-Mann-Start-up begann, beschäftigt heute 126 Mitarbeiter. Eyeos Finanzpolster reichte aus, um sich erfolgreich gegen eine zwei Jahre dauernde Klagewelle von Verlagshäusern bis hin zum Bundesgerichtshof zu wehren.

Werbeeinnahmen genügen zwar für Plattformen fast ohne eigene Inhalte wie Google oder Reddit, können aber redaktionellen Inhalten auf Dauer immer weniger finanzieren: Zu diesem Schluss war

Auf mobilen Webseites stören großformatige Banner und Videos besonders. Bevor die neuen Acceptable-Ads-Kriterien herauskamen, hat der Werbeverband IAB bereits mit seinem LEAN-Standard Grenzen gesetzt.

3:1 aspect ratio
(360x120)

Bild: IAB



Eyeo auch gekommen und hat im Jahr 2017 den Mikro-Bezahldienst Flatr übernommen. Bei dem Dienst können Webnutzer jeden Monat wie bei Brave einen festen Betrag für Webangebote ausgeben – wer wie viel Geld bekommt, sollte bei Eyeos Neuentwicklung von Flatr von der Nutzungsdauer abhängen.

Doch der Neustart scheiterte, heute ist der Bezahlmodell faktisch irrelevant. Die Nutzerschaft zeigte wenig Interesse an der Erweiterung des Adblockers. Und ohne ein spendables Publikum verloren auch Verleger und andere Publisher das Interesse an dem Bezahlkanal.

Stattdessen konzentrieren sich Eyeo und die Acceptable-Ads-Partner nun mehr auf den mobilen Markt. Das formell unabhängige „Acceptable Ads Committee“, dem neben Vertretern der Werbeindustrie

und Experten auch Nutzervertreter angehören, stellte Ende Juli erstmals neue Richtlinien für mobile Werbung vor, die die Chance hat, durch den Adblocker durchgelassen zu werden.

Wesentliche Neuerung: Während bei den „Acceptable Ads“ im Desktop-Browser Animationen streng verboten sind, sind sie im Mobilbereich nun erlaubt, solange sie sehr klein sind und sich an den LEAN-Standard der Werbeorganisation IAB halten. Vorgaben gegen das Tracking von Nutzern macht das Gremium nicht. Mit den neuen Regeln und der gewachsenen Nutzerbasis liefert Eyeo den Publishern neue Anreize, einen Vertrag bei Eyeo zu unterschreiben. (jo@ct.de) **ct**

Weiterführende Informationen:
ct.de/y6jc

Schnüffel-Blocker

Augen auf bei der Add-on-Installation: In den letzten Wochen sind einige Browser-Erweiterungen aufgefallen, die vornehmlich die Privatsphäre schützen sollen, im Hintergrund aber die komplette Browser-History an mehrere Server sendeten. Dazu zählen die Chrome-Erweiterungen Poper Blocker und Block Site.

Raymond Hill, der Entwickler des Werbeblockers uBlock-Origin, warnt zudem vor suspekten Kopien seines be-

liebten Werbeblockers. So fand er mehrere inoffizielle Forks in den Add-On-Verzeichnissen von Google und Mozilla. In deren Quellcodes entdeckte Hill einige auffällige Abweichungen: Eine Erweiterung enthielt Anweisungen, um Informationen aus dem Google-Werbenetzwerk nachzuladen, eine andere suchte im Bilderverzeichnis von Websites nach zusätzlichen Anweisungen, eine dritte schaltete Werbung von bestimmten Websites frei.

Internet of Shitty Things

Neue Angriffe auf Alexa & Co.

Auf den Hacker-Konferenzen Black Hat und Defcon war das Internet der Dinge dieses Jahr wieder mal ein Dauerbrenner: Die anwesenden Hacker zeigten Attacken auf Sprachassistenten, vernetzte Steuersysteme und Herzschrittmacher – von erschreckend einfach bis erstaunlich kompliziert.

Von Uli Ries

Wir leben in einer Zeit, in der so ziemlich alles vernetzt ist – und, lauscht man den Hackern auf den diesjährigen Ausgaben der Black Hat und Defcon, scheint das meiste davon auch auf die eine oder andere Weise angreifbar zu sein. In Las Vegas zeigten die Unsicherheitsexperten in diesem Jahr unter anderem, welche haarsträubende Lücken sie in den vernetzten Geräten des Internet der Dinge entdeckt haben. Bei den Talks bekamen unter anderem Amazons Sprachassistent Echo, vernetzte Steuersysteme und sogar per Funk ansprechbare Herzschrittmacher ihr Fett weg.

Alexa, hör den Raum ab!

Im Fall von Amazons vernetztem Echo-Lautsprecher dauerte es Monate, bis chinesische Sicherheitsforscher von Tencent das Gerät überlisten konnten. Um die Firmware des Sprachassistenten überhaupt auslesen und auf Schwachstellen überprüfen zu können, mussten die Security-Experten Wu Huiyu und Qian Wenxiang den Flash-Speicherchip zunächst mit einer Heißluftpistole entlöten. Anschließend konnten sie mit einem USB-Interface die Linux-Firmware auslesen. Es dauerte eine Woche und benötigte viele Anläufe mit Fuzzern, bis die Hacker eine Schwachstelle in der Echo-Firmware fanden, mit der man die Geräte übers Netz attackieren und rooten konnte.

Danach fügten die Hacker ein Angriffsmodul in die Firmware ein und löten den Speicherchip wieder ein. Der Angreifer-Echo hatte fortan die besondere Fähigkeit, andere Echo-Lautsprecher im

gleichen Netz zu attackieren und in Abhörgeräte zu verwandeln, die unbemerkt Gespräche im Raum aufzeichnen. Amazon hat die involvierten Sicherheitslücken inzwischen geschlossen.

Hackbare Haussteuerung

Der Hack des Amazon-Geräts war immens aufwendig. Leichtes Spiel hatte der Security-Experte Rickey Lawshae: Um vernetzte Steuersysteme von Crestron, die sich weltweit in Zehntausenden von Büros, Universitäten, Krankenhäusern, Polizeistationen und Privathäusern finden, in Wanzen zu verwandeln, war lediglich ein Telnet-Client nötig.

Wie Lawshae zeigte, verlangen Geräte wie die Controller der Serie 3 oder die zur Steuerung verwendeten Touchscreens weder Nutzernamen noch Passwort bei Telnet-Verbindungen an Port 41795. Im Auslieferungszustand ist keine Authentifizierung nötig, um sich als Administrator mit den Geräten zu verbinden. Laut Lawshae würden Integratoren, die Crestron-Lösungen verbauen, meist auf das Aktivieren der Authentifizierung verzichten.

Eine Suche mit der IoT-Suchmaschine Shodan.io bestätigt diese Aussage: Mehr als 20.000 Crestron-Komponenten waren frei vom Internet aus zugänglich, darunter auch in deutschen Unis und Kliniken installierte Geräte. Das ist prekär, weil der Hacker die mit Mikrofonen und Kameras ausgestatteten Touchscreens

mittels eines Skripts in Wanzen verwandeln konnte, die jedes Wort mitschneiden und Bilder des Raums aufzeichnen.

Der Hersteller stellte einen Tag vor der Präsentation Sicherheitsupdates für die betroffenen Geräte bereit. Tage später waren allerdings noch immer Zehntausende Komponenten ohne Passwort zugänglich.

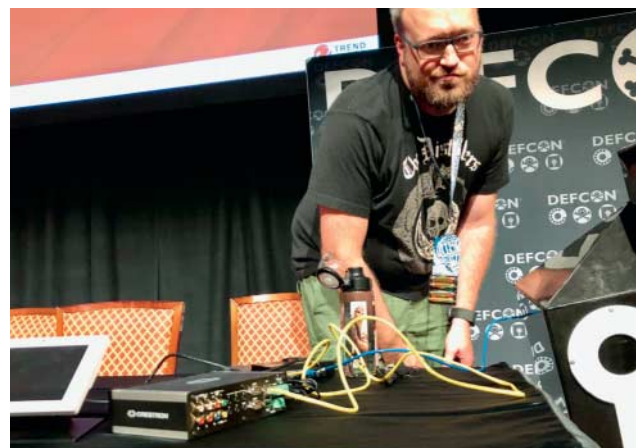
Gefahr für Leib und Leben

Einen Hack ganz anderer Art präsentierte Billy Rios: Er fand schwere Sicherheitslücken in der Software von Herzschrittmachern und Insulinpumpen von Medtronic. Rios zufolge könnte man durch Ausnutzen der Lücken manipulierte Firmware auf den Herzschrittmacher spielen und so die Gesundheit des Patienten gefährden.

Die Schwachstelle sitzt im Update-mechanismus: Die zur Funkverbindung mit den Implantaten notwendigen Programmiergeräte bauen einen VPN-Tunnel zum Netz des Herstellers auf, um von dort Updates zu beziehen. Der Prozess ist den Hackern zufolge gleich an mehreren Stellen brüchig: Nutzernamen und Passwort für die VPN-Einwahl sind auf den Programmern hinterlegt und lassen sich leicht auslesen. Die Updates selbst sind nicht digital signiert und werden zudem unverschlüsselt per HTTP zum Programmiergerät geschickt.

Laut Rios wäre so die Installation einer manipulierten Firmware möglich. Würde die modifizierte Firmware die vom Schrittmacher auszulösenden elektrischen Impulse blockieren, würde das wahrscheinlich zum Ableben des Patienten führen. Updates plant Medtronic nicht. Nach Aussage des Unternehmens hätten die Lücken keinen Einfluss auf das Wohl der Patienten. (rei@ct.de) **ct**

Der Sicherheitsforscher Ricky Lawshae zeigte auf der Hacker-Konferenz Defcon einen haarsträubenden Angriff auf vernetzte Hauselektronik.



Firmen-LANs sind per Fax angreifbar

Unternehmen schützen ihre IT-Infrastruktur mittlerweile sehr aufwendig vor Hackerangriffen, doch uralte Einfallstore bleiben unbeachtet: Forscher der israelischen Sicherheitsfirma Check Point haben ein Angriffsszenario über eine **Lücke im Faxprotokoll** gefunden. In vielen Büros stehen Multifunktionsgeräte mit Fax, die etwa Scans zwar im abgesicherten LAN verteilen können, zum Faxen aber weiterhin eine von der IT-Security bislang unbeachtete Telefonleitung verwenden.

Mit einem manipulierten Fax konnte Check Point verschiedene Büromultifunktionsgeräte von HP kapern und Schadcode

einschleusen. Ist der Faxdrucker wie meist üblich mit dem LAN verbunden, kann sich der Schadcode auf alle PCs verteilen und zum Infizieren weiterer Geräte passende Trojaner aus dem Netz laden. Infizierte Firmware könnte den Faxversand sowie Dokumentenscans an den Hacker weiterleiten. Ebenso denkbar ist das Manipulieren von Faxen vor dem Versand oder von Sendeprotokollen, was die Gerichtsfestigkeit von Faxen infrage stellen könnte – bisher ein wichtiger Grund für den anhaltenden Einsatz dieser technischen Altlast.

Da sich die Sicherheitslücke auf das alte, von allen Faxgeräten verwendete Fax-

protokoll bezieht, rechnen die Forscher damit, dass die „Faxploit“ genannte Lücke auch bei vielen Faxgeräten anderer Hersteller und sogar bei Online-Faxdiensten funktioniert. Von HP betrifft die Faxlücke laut einer Herstellerliste über 150 Tinten-geräte von den PageWide-Schnelldruckern über die OfficeJet-Serie bis zu den Deskjet- und Envy-Geräten für den Heimgebrauch. Da HP die betroffenen Faxmodems und die dazugehörige Firmware auch in Laserjet-Druckern einsetzt, dürften auch viele Büro-Laserdrucker betroffen sein. Für die Tintengeräte stellt HP bereits Firmware-Updates bereit. Faxnutzer sollten beim jeweiligen Hersteller auf Patches für die mit CVE-2018-5924 und CVE-2018-5925 bezeichneten Lücken achten.

Auch das für technische Prüfungen und Zertifikate zuständige VDE-Institut rät zu einer Neubewertung veralteter Techniken wie dem Faxgerät und empfiehlt, die Faxfunktion von Multifunktionsgeräten zu deaktivieren und alte Faxgeräte vom Telefonnetz zu trennen. Letzteres dürfte übertrieben sein, da alte dedizierte Faxmodelle in der Regel nicht mit dem LAN verbunden sind und für einen Faxploit-Schadcode zu wenig Ressourcen wie Speicher und Rechenleistung haben. Wichtige Fax-Multifunktionsgeräte im LAN sollte man allerdings möglichst schnell updaten. (rop@ct.de)



Ein manipuliertes Fax kann Multifunktionsgeräte wie die HP-Modelle PageWide Pro MFP 477dw (rechts) und OfficeJet Pro 8720 (links) kapern und Schadcode einschleusen; HP stellt gepatchte Firmwares bereit.

Anzeige

Studie zu Facebook-Posts schlägt hohe Wellen

Gibt es einen Zusammenhang zwischen **flüchtlingsfeindlichen Posts auf Facebook** und flüchtlingsfeindlichen Straftaten? Dieser Frage sind zwei deutsche Wirtschaftswissenschaftler nachgegangen, die derzeit an der Universität im britischen Warwick arbeiten und forschen. Im Dezember 2017 luden sie eine erste Fassung ihrer Arbeitsergebnisse im Social Science Research Network (SSRN) hoch. Diese Webseite macht Forschungsarbeiten zugänglich, noch bevor sie in einer

akademischen Zeitschrift veröffentlicht wurden.

Aktuell bekommt die Arbeit von Karsten Müller und Carlo Schwarz enorme Aufmerksamkeit. Ausgelöst wurde dies durch eine Reportage der angesehenen *New York Times*. Die Reporter Amanda Taub und Max Fisher waren, offenbar inspiriert durch die Studie aus Warwick, nach Deutschland gereist und hatten in der Kleinstadt Altena im Sauerland sowie im bayerischen Traunstein zum Thema

Facebook-Nutzung und Fremdenfeindlichkeit recherchiert.

Die Times-Reportage fasst die Ergebnisse der Studie so zusammen: „Wherever per-person Facebook use rose to one standard deviation above the national average, attacks on refugees increased by about 50 percent.“ (Sinngemäß: „Überall da, wo die Facebook-Nutzung der Einwohner mehr als eine Standardabweichung über dem Landesdurchschnitt lag, nahmen Angriffe auf Flüchtlinge um etwa 50 Prozent zu.“) Dieser Satz taucht seitdem immer wieder in Berichten über die Warwicker Studie auf – in der Studie selbst findet er sich nicht.

Ein derartig zwingender kausaler Zusammenhang wird in der Studie nirgends behauptet. Zudem wurde nicht die Facebook-Nutzung generell, sondern als approximatives Maß dafür die Nutzung der AfD-Seite untersucht. Gegenüber c't betonte Carlo Schwarz, dass die Studie lediglich ein allererster Schritt auf diesem Forschungsgebiet sei. „Einige unserer Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass es einen kausalen Zusammenhang geben könnte“, so Schwarz auf die Frage, wie sicher die Ergebnisse der beiden Forscher sind. (dwi@ct.de)



Die 75 Seiten starke Studie der beiden Wirtschaftswissenschaftler aus Warwick lässt sich von der SSRN-Seite herunterladen.

Download der Studie: ct.de/ybkg

Merkel beruft Digitalrat

Die Bundesregierung hat einen **Digitalrat** eingesetzt. Er besteht aus zehn Experten aus Forschung und Wirtschaft. Das Gremium soll die Regierung beraten und bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten unterstützen, etwa in den Bereichen Verwaltung, Gesellschaft, Bildung, Wirtschaft und Arbeitsmarkt.

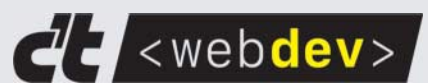
Die Ernennung des Rates hat ein geteiltes Echo ausgelöst. Während der Präsident des IT-Branchenverbands Bitkom, Achim Berg, den Rat begrüßte, kamen von den grünen Bundestagsabgeordneten Konstantin von Notz und Tabea Rößner kritische Töne: Es gebe „kein Erkenntnis-, sondern ein echtes Handlungsdefizit“. Es lägen bereits

„unzählige, durchaus sehr konkrete digitalpolitische Vorschläge“ auf dem Tisch, die die Bundesregierung seit Jahren trotz interfraktioneller Einigkeit nicht umsetze. (jo@ct.de)



Der Digitalrat soll sich mindestens zweimal im Jahr mit der Bundesregierung austauschen.

Vorverkauf läuft



Der Ticketverkauf für die Frontend-Konferenz **c't <webdev>** ist gestartet. Bis die Agenda festgeklopft ist (voraussichtlich Ende September), gibt es das Wild-Card-Ticket für die zwei Konferenztage zum Preis von 399 Euro, das reguläre Ticket wird 499 Euro kosten.

Die c't <webdev> findet am 6. und 7. Februar 2019 im Kölner Veranstaltungszentrum Komed statt. Die Konferenz dreht sich um die Entwicklung von Frontends aller Art, sei es in Form von Web- und Mobil-Oberflächen, als Chatbots, Assistenten oder VR-Welten.

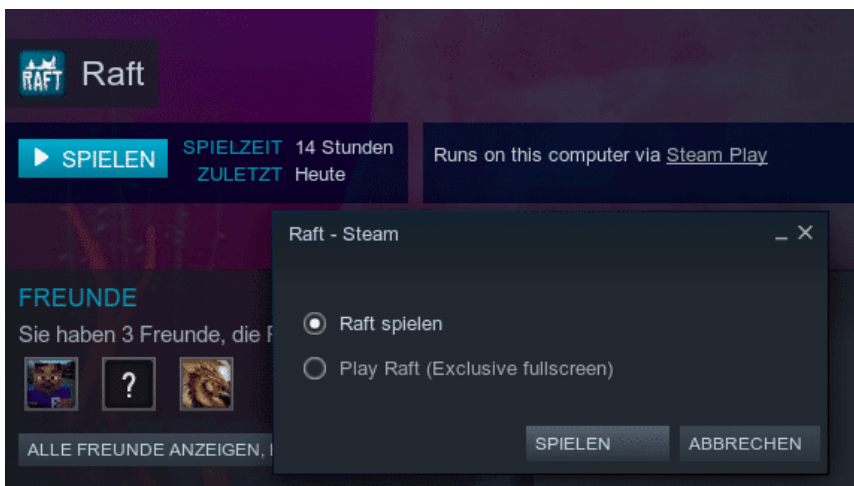
Windows-Spiele auch für Linux – dank Steam

Mit Valves Steam-Client lassen sich nun auch einige Windows-Spiele unter Linux ausführen. Möglich macht das Proton, eine auf Wine basierende Kompatibilitätsschicht. Wine ist eine Software-schicht, die Windows-API-Zugriffe auf das Linux-API übersetzt. Proton ist Open Source und wird auf GitHub gehostet. Es implementiert **Direct 3D 11 und 12** auf Basis der Grafikschnittstelle Vulkan, sodass man Grafiktreiber benötigt, die Vulkan anbieten.

Valve spricht von **27 offiziell unterstützten Titeln**, darunter Doom, Final Fantasy VI, NieR: Automata, Quake, Tropic 4

und Warhammer 40.000: Dawn of War – Dark Crusade. Valve will weitere Spiele testen und bei Erfolg der Liste hinzufügen. Wer mag, kann auch nicht offiziell unterstützte Titel ausprobieren. Erfolgreich getestet haben wir das beispielsweise mit dem Ocean-Survival-Spiel Raft.

Valve weist explizit darauf hin, dass Digital Rights Management (DRM) und Anti-Cheat-Systeme zu Problemen führen können, da diese die **simulierte Windows-Umgebung als Cheating** ansehen könnten oder einen Spielstart wegen der ungewöhnlichen Softwareumgebung verhindern. (lmd@ct.de)



Anzeige

Dank Valves Proton laufen nun auch reine Windows-Spiele unter Linux.

Kurz & knapp Linux

Das Projekt **Flatpak** hat Version 1.0 seiner Werkzeugsammlung freigegeben, die Linux-Anwendungen in Paketen verpackt, die das Framework unter nahezu allen modernen Linux-Distributionen ausführen kann. Mit Erreichen dieses Meilensteins ist auch die einem App-Store ähnelnde Verteilplattform Flatpak.org alltagstauglich.

Die Emulations- und Virtualisierungssoftware **Qemu** ist zum 15. Jubiläum in Version 3.0.0 erschienen. Mit diesem Release hat ein verbesserter Schutz vor

den Spectre-Sicherheitslücken Einzug gehalten. Des Weiteren wurde die Unterstützung des ARM-Befehlssatz erweitert und die Liste der x86-CPU-Typen aufgeräumt.

Mit den **KDE Applications 18.08** haben die Entwickler des KDE-Projekts eine neue Fassung des Bildbetrachters Gwenview veröffentlicht. Der Dateimanager Dolphin soll sich nun stärker an den KDE-Designrichtlinien orientieren. KMail kann nun noch mehr Reisedaten automatisch erkennen und in den Kalender eintragen.

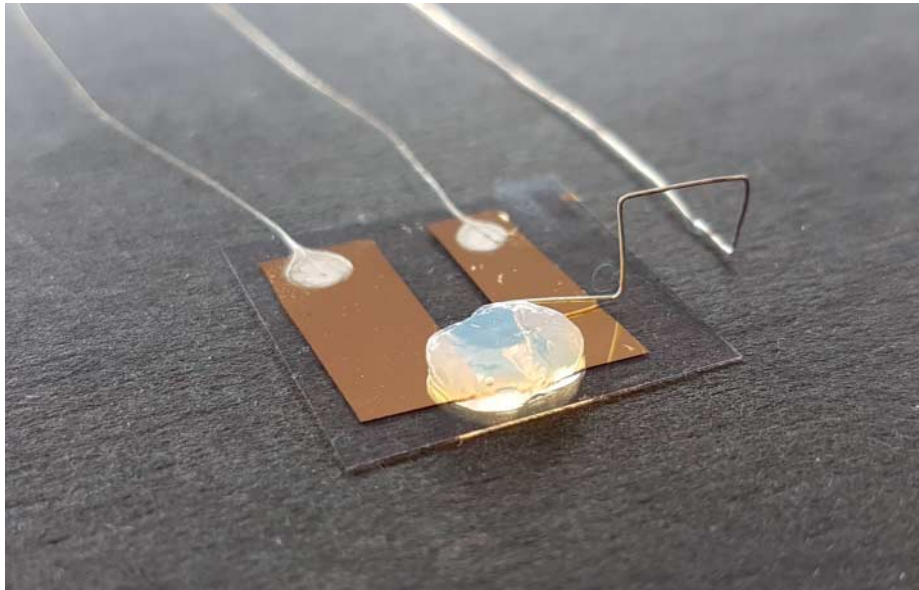


Bild: Team Professor Schimmel, KIT

Ein Atom genügt dem Transistor

Energiesparende quantenelektronische Schalttechnik

Über das kontrollierte Verschieben eines einzelnen Silberatoms schaltet ein Transistor aus dem Karlsruher KIT. Die Technik ist jetzt mit einem festen Elektrolyten verbessert worden. Das verspricht unter anderem hohes Energiesparpotenzial.

Von Arne Grävemeyer

Geht es noch kleiner? Dem Team um Professor Thomas Schimmel am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist es gelungen, einen Einzelatom-Transistor zu entwickeln. Dazu mussten zwei Metallkontakte so gefertigt werden, dass zwischen ihnen eine Lücke für gerade ein Atom offen bleibt. Die Karlsruher verwendeten dazu zwei Goldelektroden mit einem Abstand von etwa 50 Nanometern. Die Elektroden werden bis auf den Kontaktbereich durch eine isolierende Polymerbeschichtung geschützt. Im Kontaktbereich werden dann Silberkristalle angelagert, bis ein einzelnes Silberatom den

durchgehenden Kontakt herstellt. Den Forschern gelang es, Gate-Spannungen zwischen 10 und 40 Millivolt zu definieren, um das eine verbindende Silberatom wieder herauszulösen beziehungsweise genau ein Silberatom in die Lücke zu schieben und so den Stromkreis zu schließen. Eine dritte Gate-Spannung dient dazu, den jeweiligen Zustand stabil zu halten.

Ungewöhnlich für ein quantenelektronisches Bauelement ist, dass dieser

Das Schließen und Öffnen des Stromkreises mit einem einzelnen Silberatom wird ausschließlich über die angelegte Spannung an der Gate-Elektrode gesteuert.

Ein-Atom-Transistor bei Raumtemperatur funktioniert, nicht erst bei aufwendig zu erzeugenden Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. Damit bietet sich das Bauelement für zahlreiche Anwendungsfelder an. Aufgrund des winzigen Schaltungsaufwandes und des Aufbaus komplett aus Metall ist der Transistor mit sehr niedriger Spannung zu betreiben. Die potenzielle Energieeinsparung gegenüber üblichen Transistoren auf Siliziumbasis beziffern die Forscher mit dem Faktor 1:10.000. Die Drainströme bewegen sich im Bereich 1 bis 8 Mikroampere.

Hohes Energiesparpotenzial

Nach ersten Versuchen mit flüssigen Elektrolyten haben die Wissenschaftler inzwischen einen Transistor in einem festen Gel-Elektrolyten verwirklicht, hergestellt durch Gelieren eines wässrigen Silberelektrolyten mit Siliziumdioxid. In dieser Form verknüpft der Elektrolyt die Vorteile der sicheren Handhabung eines Feststoffes mit den elektrochemischen Eigenschaften einer Flüssigkeit.

Professor Thomas Schimmel, der am Institut für Angewandte Physik sowie am Institut für Nanotechnologie forscht, ist seit diesem Jahr zudem Co-Direktor des Center for Single Atom Electronics and Photonics, einem gemeinsamen Zentrum des Karlsruher KIT und der ETH Zürich. Er hofft, mit dem Einzel-Atom-Transistor zu mehr Energieeffizienz in der Informationstechnik beizutragen. Zudem kommt die neue Technik ohne Halbleitermaterial aus, was die Herstellung vereinfachen kann. Durch die Steuerung letztlich nur eines Atoms ist eine starke Miniaturisierung möglich und zugleich ein schnelles Schaltverhalten mit hohen Umschaltfrequenzen. In der Theorie kann der Umschaltprozess in wenigen Picosekunden erfolgen. (agr@ct.de) **ct**

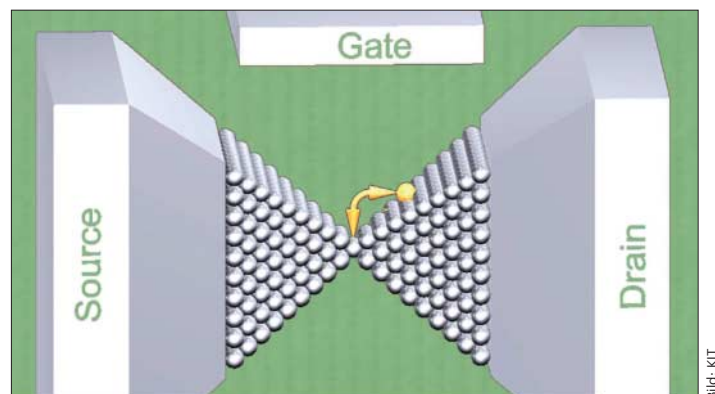


Bild: KIT

Ameisenregeln gegen Staus

In der Enge stressfrei miteinander arbeiten, darin sind Ameisen in ihren engen Tunnelgängen Spezialisten. Die Verhaltensregeln, die sich dabei beobachten lassen, könnten auch für Gruppen autonom arbeitender Roboter geeignet sein, wie ein Forscherteam um Professor Daniel Goldman am Georgia Institute of Technology in Atlanta untersuchte. Das von ihnen gewählte Szenario: Graben enger Tunnel und Abtransport der Sandkörner.

Die dabei beobachteten Feuerameisen erledigten diese Aufgabe effizient und ohne Staus. Zu ihrer Überraschung stellten die Forscher fest, dass sich 30 Prozent der beteiligten Ameisen zu Intensivarbeiterinnen entwickelten, welche 70 Prozent der Aufgabe erledigten. Andere Arbeiterinnen verhielten sich demgegenüber eher abwartend. Oft zeigte sich, dass Ameisen, die nur Ansätze eines Staus erkannten, gleich wieder umkehrten und so Platz frei-

gaben. Computersimulationen der Wissenschaftler am Georgia Tech belegen, dass die beobachteten Strategien und auch das ermittelte Verhältnis zwischen Intensivarbeitern und Abwarten ein Optimum an Effizienz darstellen.

Schließlich hat das Team um Goldman mit einer Gruppe kleiner **autonomer Roboter** das Problem des Freiräumens enger Gänge nachgestellt. Beim Einsatz mit einfachen Standardalgorithmen standen sich diese Roboter schnell gegenseitig im Weg. Ausgestattet mit den differenzierenden Ameisenregeln konnten sie die Aufgabe schneller und mit weniger Energieaufwand erledigen. Für die Zukunft hoffen die Wissenschaftler vom Georgia Tech nun, bessere **Steuerungsalgorithmen für Roboterschwärme** zu entwickeln, die beispielsweise in Katastrophengebieten bei Aufräumarbeiten helfen könnten.

(agr@ct.de)

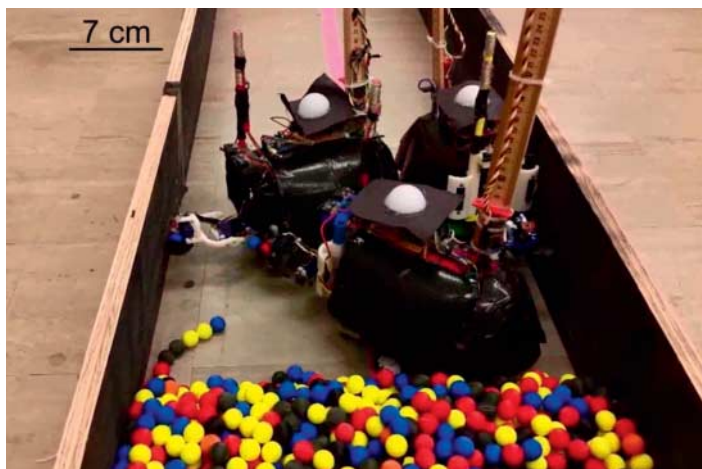
Geisterfahrer-Alarm

Mit einem System aus **Infrarot-Bewegungssensoren an Autobahn-Leitpfosten** haben drei Jungingenieure der Universität des Saarlandes eine Warnanlage gegen Geisterfahrer entwickelt. Inzwischen sammeln Sie damit Massendaten an saarländischen Autobahnen als Praxistest.

Das System benötigt als Standort einen Leitpfosten: Wird ein Sensor durch eine Bewegung innerhalb seines Erfassungsraumes von 10 bis 12 Metern ausgelöst, so aktiviert er zwei weitere, die am selben Pfosten angebracht sind, aber in entgegengesetzte Richtungen ausgerichtet sind. Nur Sekundenbruchteile nach dem ersten Signal kommt so ein zweites hinzu und die Bewegungsrichtung ist erkannt. Ein zusätzliches Mikrofon erfasst Reifengeräusche – so lassen sich Geisterfahrer von anderen Objekten, beispielsweise einem vorbeifliegenden Vogel unterscheiden.

Das gesamte Sensorsystem ist solarbetrieben. Energie wird dadurch eingespart, dass nur ein Sensor ständig aktiv ist, dieser weckt das Gesamtsystem erst bei Bedarf auf. Am Ende hoffen die drei Erfinder, mit ihrer Firma **T-ProTex** ein Warnsystem gegen Geisterfahrer international anbieten zu können. „Unser Sensorsystem erkennt Falschfahrer und kann Fahrer, Polizei und Verkehrsfunk sofort warnen“, sagt Julian Neu. Als eine weitere Reaktion könnten beispielsweise über ein Verkehrsleitsystem Warnungen angezeigt oder Straßen gesperrt werden.

(agr@ct.de)



Mit Standardalgorithmen stehen Roboter bei gemeinsamen Aufgaben an Engstellen schnell im Stau.

Bild: Rob Felt, Georgia Tech

Anzeige



Bild: Gregor Fischer/cpa

Digitale Konterrevolution

Ägypten verbietet Regime-Kritiker im Netz

Kairos Machthaber Abdel Fattah al-Sisi hat Angst vor Journalisten, Bloggern und sozialen Medien. Ein neues Gesetz stellt in Ägypten bereits den Besuch kritischer Webseiten unter Strafe.

Von Andreas Schuchardt

Mitte August trat in Ägypten ein Gesetz in Kraft, das drakonische Strafen für die Verbreitung „falscher“ Nachrichten im Netz vorsieht. Journalisten und Aktivisten, deren Seiten mehr als 5000 Besucher und Follower zählen, riskieren eine Geldstrafe von bis zu 20.000 Ägyptischen Pfund (knapp 970 Euro) sowie ein Jahr Gefängnis, wenn sie missliebige Nachrichten verbreiten.

Parallel blockiert die Regierung Webseiten, deren Inhalte sie als „Bedrohung der nationalen Sicherheit“ betrachtet. Die Association for Freedom of Thought and Expression (AFTE) zählte Anfang des Jahres 496 Einträge, darunter Googles AMP-Projekt, die Seite Qantara.de der Deut-

schen Welle, Portale von Human Rights Watch sowie Reporter ohne Grenzen.

Wer diese Webseiten trotzdem aufruft, kann mit bis zu einem Jahr Gefängnis und einer Geldstrafe von bis zu 100.000 Ägyptischen Pfund (etwa 4900 Euro) bestraft werden – das ist fast ein halber durchschnittlicher Jahreslohn.

al-Sisi hat Angst

Wie gefährlich das Internet und die sozialen Medien einem Diktator werden können, erlebte sein Vorgänger Hosni Mubarak Anfang 2011: Ägyptens Langzeitdiktator wurde damals im „Arabischen Frühling“ nach mehrwöchigen Massenprotesten gestürzt. Soziale Netzwerke spielten eine wichtige Rolle bei der Mobilisierung und Koordination des Widerstands. Die ausländische Presse sprach sogar von der „Facebook-Revolution“.

Doch von der damaligen Euphorie ist wenig geblieben. Seit sich Generalfeldmarschall al-Sisi 2013 an die Macht putschte, geht er noch brutaler vor als einst Hosni Mubarak. So sitzt der erste frei gewählte Präsident Mohammed Mursi seit dem

Militärputsch im Gefängnis. Seine Anhänger der Muslimbruderschaft und andere Gruppen, die gegen den Staatsstreich auf die Straße gingen, wurden inhaftiert oder umgebracht. Ein verstreuter Rest begann einen aussichtslosen Guerillakrieg. Der im April 2017 verkündete Ausnahmezustand dauert noch immer an.

Hinter dem rigorosen Vorgehen des Staatsapparates steckt viel Verunsicherung. Im Juli erklärte al-Sisi in einer Rede unverhohlen: „Die reale Gefahr ist die Explosion von Ländern von innen heraus. Gerüchte, Terrorakte, verlorene Hoffnung und Frustrationsgefühle, all das wirkt in einem großen Netzwerk zusammen, das nur ein Ziel verfolgt, und zwar die Menschen dazu zu bringen, ihr Land zu zerstören.“

Zensieren und bestrafen

Welche Nachrichten dem neuen Gesetz nach „falsch“ sind, legt die der Regierung unterstellte Nationale Medienbehörde fest. Kommt es zu Gerichtsverfahren, dann sind die Strafen oft drakonisch: Eine libanesische Touristin, die sich via Facebook-Video über die sexuelle Belästigung durch mehrere Taxifahrer beschwerte, wurde im Juni 2018 zu acht Jahren Knast wegen angeblicher „Beleidigung der Ägypter“ verurteilt. Der Journalist Ismail Alexandrani wurde wegen seiner Berichte im Mai sogar mit zehn Jahren Haft bestraft. Laut den Reportern ohne Grenzen (RoG) sitzen derzeit mindestens 35 Journalisten und Blogger in den Kerkern des Regimes. Im „World Press Freedom Index 2018“ der RoG liegt Ägypten von 180 Ländern auf dem 161. Platz.

Doch der Frust der Bevölkerung wird weiter wachsen: Unter dem Druck des Internationalen Währungsfonds wurde das Ägyptische Pfund Ende 2016 um die Hälfte abgewertet. Energie- und Lebenshaltungskosten stiegen rasant an, die Löhne blieben jedoch am Boden. Die Abgeordneten genehmigten sich derweil eine Diätenerhöhung um satte hundert Prozent auf umgerechnet 2200 Euro im Monat.

Das weitere Anziehen der Repressionsschraube könnte sich in diesem Zusammenhang als fataler Fehler erweisen. Denn trotz drohender Geldstrafen weigerten sich zwei Drittel der Bevölkerung, an der Scheinwahl al-Sisis im April teilzunehmen. Ein anonym bleibender Journalist und Blogger mit 50.000 Followern ist sich sicher: „Das Regime, das die Opposition auf diese Weise stranguliert, bringt sich damit auch langsam selbst um.“ (hag@ct.de) **ct**



Krieg ist Frieden!

Ein Kommentar von Hartmut Gieselmann

Wie jedes Jahr lockte die Bundeswehr in Köln junge Spieler auf ihren Stand der Gamescom. Dazu wurden in der Stadt zwei Plakate verklebt. „Multiplayer at its best!“ stand auf dem ersten, „Mehr Open World geht nicht!“ auf dem zweiten. Man wolle damit „zum Nachdenken anregen, was wirklich zählt: Krieg spielen oder Frieden sichern?“, hieß es dazu in einem offiziellen Twitter-Post, der zu Recht einen Sturm der Entrüstung auslöste.

Offenbar suchen die Werbestrategen nach dem Wegfall der Wehrpflicht so verzweifelt nach jungem Nachwuchs, dass sie sich der Gamifizierung bedienen. Andere Industriezweige haben deren Potenzial schon lange erkannt und steigern damit etwa die Motivation von Arbeitern.

Warum sie also nicht auch bei Soldaten einsetzen?

Die Slogans suggerieren, ein Einsatz sei noch Spaßiger als eine Partie Battlefield. Wenn Soldaten tödliche Drohnen

Mit Slogans wie „Multiplayer at its best!“ ködert die Bundeswehr Jugendliche für Kriegseinsätze.

fernsteuern, verschwinden die realen Opfer tatsächlich hinter Bildschirmen. Doch auch wenn die Technik alles versucht, die Tötungshemmung zu beseitigen, leiden Tausende in der Bundeswehr an einer posttraumatischen Belastungsstörung. Alle zwei bis drei Wochen nimmt sich ein Soldat das Leben, weil er

mit der Belastung nicht mehr zurechtkommt. Selbst dem letzten Rekruten in seiner maroden Kaserne ist bewusst: Das ist kein Computerspiel.

Im Tweet definiert die Bundeswehr en passant die Bedeutung von Worten um: Aus Spielen wird Krieg und aus Krieg wird Friedenssicherung. Bei George Orwell heißt es in „1984“: „Krieg ist Frieden! Freiheit ist Sklaverei! Unwissenheit ist Stärke!“ In diesem Sinne ist die Bundeswehr tatsächlich eine starke Truppe. Wer jedoch die Bundesrepublik seriös verteidigen will, darf Jugendliche nicht für dumm verkaufen. Und die Kölner Messe sollte nächstes Jahr das THW und das Rote Kreuz einladen, denn zivile Alternativen für Erlebnishungrige gibt es zuhauf.
(hag@ct.de)

Anzeige

Putzkolonne im App Store

Apple hat in einer weiteren Aufräumaktion etliche Programme aus dem App Store entfernt. Zudem wurde auch eine von Facebook beworbene VPN-App getilgt.

Die von Facebook vermarktete **VPN-App Onavo Protect** ist nicht mehr im App Store erhältlich. Berichten zufolge hatte Apple den Betreiber des Online-Netzwerks gedrängt, die Software zurückzuziehen.

Onavo Protect gründet auf Know-how der ehemals selbstständigen „Mobile Analytics Company“ Onavo, die Facebook 2013 gekauft hat. Die VPN-App hatte Facebook als Sicherheitswerkzeug angepriesen, etwa für den geschützten IP-Verkehr in unverschlüsselten WLANs. Jedoch leitete Facebook damit den gesamten iOS-Verkehr über eigene Server und behielt sich vor, die Daten auszuwerten. Unter anderem erfasste die Firma auf diese Weise die Menge des Datenverkehrs und die Display-Aktivität, sodass die App genau genommen zwei Zwecken diente: VPN-Schutz für iOS-Nutzer und Analysewerkzeug für Facebook.

Facebook hatte Kritikern zwar entgegnet, die Daten über die Nutzung anderer Apps nicht für die Entwicklung von Facebook-Produkten zu verwenden. Man sei lediglich daran interessiert zu erfahren, welche Apps insgesamt populär seien und wie die Leute sie nutzten. Aber Apple verwies in einer Stellungnahme auf die Regeln für Entwickler: „Mit der letzten

Aktualisierung unserer Richtlinien haben wir ausdrücklich klargestellt, dass Apps keine Informationen zu Analyse- oder Werbezwecken darüber sammeln dürfen, welche anderen Apps auf dem Gerät eines Nutzers installiert sind und dass sie deutlich machen müssen, welche Nutzerdaten gesammelt und wie diese verwendet werden.“

Außerdem hat Apple nach scharfer Kritik des Staatssenders China Central Television (CCTV) auf einen Schlag eine große Menge an Glücksspiel-Apps rausgeworfen. „Wir haben bereits viele Apps und Entwickler für den Versuch des Vertriebs illegaler Glücksspiel-Apps aus unserem App Store entfernt“, bestätigte Apple die Maßnahmen. Die konkrete Zahl wollte das Unternehmen nicht nennen.

CCTV monierte auch, dass Nutzer durch gefälschte positive Bewertungen zum Download verführt worden seien und bemängelte, dass bereits installierte Glücksspiel-Apps weiterhin auf dem iPhone funktionieren. Apple lege selbst die Regeln fest, sei diesen aber nicht gefolgt und habe so die massive Zunahme von Glücksspiel-Apps zugelassen, so der Sender.

Apple hat erst kürzlich auch international eine groß angelegte Anti-Glücksspiel-Kampagne gestartet und war damit teils über das Ziel hinausgeschossen: Eine Reihe von Apps wurde zu Unrecht, aber immerhin nur vorübergehend entfernt.

(dz@ct.de)



Der iPhone-Hersteller hat auf Betreiben eines chinesischen Staatssenders etliche Glücksspiel-Apps aus seinem Store entfernt. Nur noch Firmen dürfen Apps wie das Kartenspiel Blackjack 21 anbieten, nicht mehr aber einzelne Entwickler.

macOS, Parallels und Windows

Die Firma Parallels hat die Version 14 ihrer für Macs gedachten Virtualisierungs-umgebung Parallels Desktop vorgestellt. Damit erzeugte virtuelle Maschinen sollen weit weniger Speicherplatz benötigen; Ersparnisse „bis zu 20 GByte“ seien leicht möglich.

Zudem kann man in Windows-VMs Dokumente per Stift und Microsofts Schnittstelle Windows Ink bearbeiten – etwa in Office oder Photoshop. Die im MacBook Pro integrierte TouchBar bringt mehr vorkonfigurierte Elemente für die Bedienung von Windows-Programmen mit. In der VM genutzte Programme starten laut Hersteller „bis zu 80 Prozent“ schneller und die OpenGL-Unterstützung sei besser als bei Vorgängern. Für das kommende macOS 10.14 Mojave sei die VM-Umgebung bereits ausgelegt.

Parallels Desktop 14 kostet im Jahresabonnement 80 Euro, eine unbefristete Lizenz kostet 100 Euro. Für die Pro- und Business-Versionen verlangt der Hersteller im Abo 100 Euro pro Jahr. Updates von den Vorversionen 12 und 13 sind für 50 Euro zu haben.

(dz@ct.de)

10GE per Thunderbolt 3

Von **Other World Computing** stammt ein neuer Adapter für 10-Gbit/s-Ethernet (10GE). Er ist für PCs und Laptops mit Thunderbolt-3-Port ausgelegt und bringt dafür ein 50 cm langes, austauschbares Thunderbolt-3-Kabel mit.

Auf CAT6a-Kabeln liefert der Adapter 10 Gbit/s über maximal 100 Meter; mit CAT6-Konfektionierung sind es bis zu 55 m. Außerdem eignet er sich für die NBase-T-Verfahren mit 5 Gbit/s und 2,5 Gbit/s sowie für 1000BaseT und 100BaseT (1 Gbit/s, bzw. 100 Mbit/s).

Er ist 8 cm × 11,3 cm × 2,7 cm groß, wiegt 200 g und setzt mindestens Windows 10 (64 Bit ab Version 1709) oder macOS High Sierra 10.13.4 voraus. Mit knapp 190 US-Dollar liegt der OWC-Adapter preislich etwas unter dem kürzlich von Sonnet vorgestellten 10GE-Adapter für 215 Euro.

(dz@ct.de)

Anzeige

Videobearbeitung von Magix und Corel

Corel und Magix versprechen Performance-Steigerungen bei der Bearbeitung von 4K-Videos und liefern Beigaben für Effekte mit.

Die **Videosoftware** Corel Pinnacle Studio 22 Ultimate ist mittlerweile ausschließlich in 64-Bit-Architektur erhältlich. Sie bringt Color-Grading-Funktionen für die Farbab-

stimmung wie Farbräder, LUT und Wellenformbereiche mit. Drei- und Vierpunktbearbeitung erleichtert es, Anfangs- und Endpunkte eines Clips zu bestimmen und ihn in der Zeitleiste zu positionieren. Das Programm nimmt Monitorsignal und Webcam simultan auf und erstellt Split-screen-Videos. 360-Grad-Videos beschneidet es als Panorama oder belegt sie mit

dem „Little Planet“-Effekt. Das mitgelieferte Pinnacle MyDVD bringt über 100 Menüs mit. Pinnacle Studio 22 Standard kostet 59,95 Euro und unterstützt lediglich sechs Spuren. Die Ultimate-Version für 129,95 Euro unterstützt 4K-Auflösung und enthält die Filtersammlung NewBlue Video Essentials 1. Das Programm ist für Windows ab 7 erhältlich.

Magix Video deluxe 2019 soll dank CPU- sowie GPU-Beschleunigung große Projekte in 4K-Auflösung besser bearbeiten können als der Vorgänger. Spuren, die als aktive Zielspur markiert sind, nehmen automatisch eingefügte Clips auf. Auf Wunsch exportiert das Programm nun einzelne Kapitel. Es importiert HEVC-Videos und exportiert HEIF-Fotos. Zu den mitgelieferten Effekten gesellen sich 20 neue Titelanimationen. Video deluxe läuft unter Windows und kostet 69,99 Euro. Video deluxe Premium für 129,99 Euro enthält zusätzliche Inhalte sowie die Reiserouten-Animation Vasco da Gama 11 HD Essential, die Effektblenden von proDAD VitaScene V3 LE und das Plug-in zur Farbabstimmung HitFilm Ignite Color: Cine. (akr@ct.de)



Die Videosoftware Corel Pinnacle Studio 22 Ultimate enthält professionelle Color-Grading-Funktionen für die Farbabstimmung.

Maxon Cinema 4D Release 20

Die **3D-Software** Cinema 4D bekommt im 20. Release ein neues Materialsystem: Zwischen Input und Output zieht man mit der Maus Eigenschaften wie Reflexion oder Transparenz, die sich flexibel zusammenklicken lassen. 150 verschiedene Nodes liefern Funktionen für komplexe Shading-Effekte. Ein neuer Workflow im prozeduralen Animations-Toolset Mo-



Cinema 4D R20 steuert Effekte über „Fields“. Eine Animation kann damit über ein Modell laufen wie ein Hamster unter einem Teppich.

Graph steuert die Stärke eines Effekts über Feldobjekte („Fields“). Cinema 4D wendet lineare, radiale, zylindrische, kugelförmige und andere Felder auf den 3D-Arbeitsbereich an. Die Felder sind animierbar, sodass ein Effekt über das Modell laufen kann. Volumenbasiertes Modeling (OpenVDB) verbindet Grundobjekte wie Kugeln mit Polygonobjekten. Ein Mesher zieht am Ende eine Haut über das gesamte Objekt und generiert damit ein Gesamtvolumen. Die eingestellte Voxelgröße bestimmt die Feinheit des Modells.

Cinema 4D importiert gängige CAD-Dateiformate wie Solidworks, STEP, Catia, JT und IGES. Der native, GPU-basierte Renderer ProRender unterstützt nun Subsurface-Scattering, Bewegungsunschärfe und das Multi-Passes genannte Rendern auf mehreren Ebenen. Das Programm steht für Windows und macOS zur Verfügung und kostet je nach Ausführung zwischen 1547 und 3570 Euro. (akr@ct.de)

LibreOffice 6.1

Das freie **Office-Paket** LibreOffice 6.1 integriert die Datenbank-Engine Firebird anstelle von HSQLDB. Ein Assistent migriert bei Bedarf bestehende Datenbanken. Allerdings lässt sich Firebird derzeit nur nutzen, wenn man in den LibreOffice-Optionen die experimentellen Funktionen aktiviert.

In der Windows-Version orientiert sich der neue Symbolstil Colibre an Microsofts Designrichtlinien und verwendet dieselben Farbschemen wie Microsoft Office. Außerdem haben die Entwickler das Ribbon-ähnliche Symbolband (Notebookbar) in Writer vervollständigt, in den anderen Modulen bleiben dagegen noch einige Lücken. Ein verbesserter Epub-Exportfilter soll jetzt besser mit Tabellen, Bildern und Fußnoten zurechtkommen.

LibreOffice 6.1 steht für Windows, Linux und macOS zum Download bereit. Für den Einsatz in Firmen empfiehlt das Projekt Version 6.0.6. (db@ct.de)

Konferenz: Zukunft der Informatik

Am 26. und 27. September findet in Berlin die Konferenz **Informatik 2018** statt. Unter dem Motto „Zukunft der Arbeit – Zukunft der Informatik“ tragen unter anderem Professoren die neuesten Untersuchungsergebnisse ihrer Hochschulen vor und diskutieren mit Mitgliedern des Ausschusses Digitale Agenda im Bundestag. Keynotes sind etwa von Ranga Yogeshwar und dem ehemaligen Bundesbeauftragten für Datenschutz Peter Schaar vorgesehen. Das umfangreiche Vortragsprogramm können Sie auf der Webseite **informatik 2018.gi.de** abrufen.

Die Konferenz wird von der Gesellschaft für Informatik (GI), dem Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie und der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE abgehalten und findet im Fraunhofer Forum im Spreepalais am Dom statt.

Die regulären Teilnahmegebühren betragen 100 Euro (Studenten, Rentner),

240 Euro (GI-Mitglieder) und 300 Euro (Normalpreis). c't-Leser erhalten 20 Prozent Rabatt, wenn sie sich über ct.de/yz8j anmelden. (hag@ct.de)

Rabatt-Anmeldung: ct.de/yz8j



Foto: Herby Sachs/WDR

Rangar Yogeshwar referiert auf der Informatik 2018 über die „Nächste Ausfahrt Zukunft“.

Kurz & knapp

Vom 6. bis 10. September findet in Linz (Österreich) das Festival **Ars Electronica** zum Thema „Error – The Art of Imperfection“ statt. Neben zahlreichen digitalen Kunstinstallationen, Workshops und Medien-Experimenten kommt unter anderem ein Stück von Philip Glass zur Welturaufführung. Ticketpreise für die über die gesamte Stadt verteilten Veranstaltungsorte reichen von 18 bis 140 Euro. Infos unter www.aec.at.

Vom 25. bis 28. September öffnet die **Security Essen** auf dem Messegelände ihre Pforten. Besucher können sich über aktuelle Systeme zur Gebäude- und Netzwerksicherheit informieren. Tickets kosten zwischen 31 und 105 Euro. Infos unter www.security-essen.de.

Anzeige



Bild: Nvidia

Endlich auf Turing

Neue Nvidia-GPUs mit mehr 3D-Power, Raytracing und Tensor-Cores

Nach zwei Jahren löst Nvidia die Pascal-Architektur durch den Nachfolger Turing ab. Die neuen Grafikprozessoren bringen nicht nur mehr Shader mit und nutzen eine neue Speichertechnologie, sie beschleunigen auch KI und Raytracing.

Von Benjamin Kraft

Auf der Gamescom in Köln hat Nvidia-Chef Jen-Hsun Huang den Startschuss für Nvidias neue Grafikkartengeneration für Gamer gegeben. Den Anfang machen die High-End-Modelle GeForce RTX 2080 Ti und GeForce RTX 2080, die ab dem 20. September im Handel verfügbar sein sollen. Die GeForce RTX 2070, die Nvidia ebenfalls vorstellte, soll im Oktober folgen.

Alle drei basieren auf GPUs der neuen Turing-Architektur, die bei Auftragsferti-

ger TSMC im 12-nm-Prozess hergestellt werden. Zumindest die beiden größeren Varianten sollen aktuelle DirectX-12-Spiele in 4K (3840 × 2160 Pixel) flüssig darstellen. Laut einer Präsentationsfolie von Nvidia ist die GeForce RTX 2080 in dieser Auflösung zwischen 45 und 55 Prozent schneller als eine GeForce GTX 1080 mit Pascal-GPU aus der Vorgängergeneration.

Um das zu erreichen, verfügt die TU102-GPU des Spitzenmodells RTX 2080 Ti über 4352 Shader-Einheiten, erzielt in einfacher Genauigkeit eine Rechenleistung von 14,2 TFLOPS und kann auf 11 GByte GDDR6-Speicher zugreifen (TDP 260 Watt). Über sein 352 Bit breites Speicher-Interface erreicht das RAM eine Transferrate von 616 GByte/s. Die GeForce RTX 2080 und RTX 2070 treiben kleinere Turing-Ableger an, die 2944 respektive 2304 Shader-Cores umfassen und 10,6 beziehungsweise 7,9 TFLOPS schaffen (TDP: 225 und 175 Watt). 8 GByte GDDR6-RAM hängen an einem 256-Bit-Interface, die Datenrate beträgt 448 GByte/s.

Raytracing und Machine Learning

Die Turing-GPUs enthalten Hardwareeinheiten zur Beschleunigung von Raytracing-Effekten in Echtzeit: die sogenannten RT- und Tensor-Cores. Letztere steckten schon in den 2017 eingeführten Volta-GPUs, sollen aber in der Turing-Ausführung schneller arbeiten. Sie unterstützen neben FP16 (halbe Genauigkeit) nun auch die Formate INT8 und INT4, was die Rechengeschwindigkeit verdoppelt beziehungsweise vervierfacht.

Die Raytracing-Berechnungen laufen über Microsofts Schnittstelle DXR (DirectX Raytracing) und Nvidias RTX-Framework, auf das auch die Abkehr vom traditionellen GeForce-Präfix GTX zurückgeht. Nvidia hatte bereits auf der GDC 2018 eine erste Echtzeit-Demo mit Raytracing-Effekten gezeigt, die damals noch auf vier Tesla-V100-Karten mit Volta-100-GPUs lief. Nun soll dafür eine einzelne GeForce RTX 2080 Ti ausreichen.

Allerdings rendern die RTX-Karten nicht die gesamte Szene per Raytracing, sondern nur bestimmte Effekte, etwa Reflexionen, realitätsnahe weiche Schattenverläufe und Farbmischungen, wenn sich die Kegel farbiger Lichtquellen treffen. Um die Raytracing-Fähigkeiten zu nutzen, müssen Spiele explizit RTX unterstützen. Zu den angekündigten Titeln zählen Battlefield V, Shadow of the Tomb Raider, Atomic Heart und Mech Warrior V: Mercenaries.

Zudem lassen sich die Tensor-Cores auch für Machine Learning (ML) und KI-Berechnungen nutzen – ein Novum bei Grafikkarten unter 1000 Euro. Beispielsweise setzt Nvidia sie für einen neuen Kantenglättungsmodus namens Deep Learning Super Sampling (DLSS) ein. Nvidia verspricht, dass schon 2x DLSS qualitativ etwa 64x Temporal Anti-Aliasing (TXAA) entspricht, aber bei deutlich höherer Performance.

Der Anti-Aliasing-Algorithmus wird zunächst auf einem Nvidia-Rechencluster auf diverse Spiele trainiert, um die optimale Kantenglättung zu ermitteln. Die führt er dann, unterstützt durch die Tensor-Cores der Turing-GPU, auf dem lokalen Rechner durch. Die nur wenige MByte großen Profile sollen via GeForce Experience auf den Rechner gelangen – also nur nach Registrierung. Mit einem gewissen Erfahrungsschatz soll der Algorithmus später auch bei Spielen

anwendbar sein, die DLSS nicht von sich aus unterstützen. 15 Spiele nennt Nvidia als DLSS-kompatibel, darunter Ark: Survival Evolved, Shadow of the Tomb Raider, Hitman 2 und PlayerUnknown's Battlegrounds.

Referenz- und Partnerkarten

Der enorme Hardwareeinsatz macht sich in der Chipfläche bemerkbar: Trotz 12-nm-Fertigung belegt das TU102-Die mit seinen 18,6 Milliarden Transistoren 754 mm². Größer war nur der Volta-Chip GV100 mit 21 Milliarden Schaltkreisen auf 815 mm². Zum Vergleich: Der GP102-Chip des direkten Vorgängers GeForce GTX 1080 Ti bringt es bei 11,8 Milliarden in 16 nm gefertigten Transistoren auf 471 mm². Zur TU104-GPU hat Nvidia bislang keine Angaben gemacht. Schätzungen zufolge wird auch deren Die mit 500 mm² groß ausfallen.

Auch preislich stößt die Turing-Familie in neue Dimensionen vor. So soll die GeForce RTX 2080 Ti in Nvidias Founders Edition genanntem Referenzdesign stolze 1260 Euro kosten. Für die RTX 2080 und die RTX 2070 verlangt Nvidia 850 respektive 640 Euro. Die günstigsten GeForce-GTX-1080-Karten kosten aktuell 460 Euro. Das macht beim Generationenvergleich einen Aufpreis von 85 Prozent für einen Performance-Vorteil von maximal 55 Prozent. Für die Partnerkarten schlägt Nvidia zwischen 100 und 200 Euro weniger vor. Alle großen Hersteller haben bereits eigene Modelle vorgestellt; auch sie sollen ab dem 20. September verfügbar sein. Überraschenderweise werden einige Karten dabei unter Nvidias erlaubtem Boost-Takt bleiben.

Erstmals verwendet Nvidia bei der Founders Edition zwei Radial- anstelle eines Axiallüfters. Die darunterliegenden



Der TU102-Chip überragt seinen Vorgänger nicht nur in der Rechenleistung, sondern auch in der Chipfläche (Abbildung symbolisch).

Alu-Kühlrippen ruhen auf einem Vapor-Chamber-Kühler, der sich über die gesamte Kartenlänge erstreckt. An der Anschlussblende finden sich drei Display-Port-1.4-Buchsen, ein HDMI-2.0b-Ausgang mit HDCP 2.2 sowie ein USB-C-Anschluss für VirtualLink-kompatible VR-Headsets. Via NVLink lassen sich zwei GeForce RTX 2080 oder RTX 2080 Ti zusammenschalten. Die separat verkaufte Brücke kostet 85 Euro.

Die Founders Editions sind ab Werk um 90 MHz übertaktet – was die Definition einer Referenzkarte infrage stellt. Außerdem stiftet dieser Schachzug Verwirrung. So erzielt die GeForce RTX 2080 die von Nvidia angegebene theoretische Rechenleistung von 10,6 TFLOPS offenbar nur mit Werksturbo.

Neue Quados

Eine Woche vor den RTX-GeForces hat Nvidia auf der Siggraph 2018 auch neue Profi-Grafikkarten auf Basis der Turing-Architektur vorgestellt. Die Quadro RTX

5000 kostet 2300 US-Dollar, enthält 3072 Rechenkerne sowie 384 Tensor-Cores und verfügt über 16 GByte GDDR6-Speicher an einem 256-Bit-Interface. Nvidia gibt ihre Raytracing-Leistung mit 6 Giga-rays pro Sekunde (GRay/s) an.

Die Quadro RTX 6000 und RTX 8000 unterscheiden sich offenbar nur im Speicherausbau. In beiden rechnen 4608 Shader- und 576 Tensor-Cores, die bei einfacher Genauigkeit 16 TFLOPS erzielen und 10 GRay/s schaffen. Doch wo die 6300 Dollar teure RTX 6000 auf 24 GByte GDDR6-Speicher zugreift, sind es bei der 10.000-Dollar-Karte RTX 8000 48 GByte. In beiden Fällen ist das RAM über 384 Datenleitungen angebunden und erreicht eine Transferrate von 672 GByte/s. Alle Karten verfügen über vier DisplayPort-1.4-Ausgänge und lassen sich per NVLink mit einer identischen Karte zusammenschalten. Zur Leistungsaufnahme der Quados lagen zum Redaktionsschluss keine Angaben vor.

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

GeForce- und Quadro-Grafikkarten mit Nvidias Turing-GPU

	GeForce RTX 2080 Ti	GeForce RTX 2080	GeForce RTX 2070	GeForce GTX 1080 Ti	GeForce GTX 1080	Quadro RTX 8000	Quadro RTX 6000	Quadro RTX 5000	Quadro GV100
GPU	Turing	Turing	Turing	Pascal	Pascal	Turing	Turing	Turing	Volta
Shader-Rechenkerne / SP-Performance	4352 / 14,2 TFLOPS	2944 / 10,6 TFLOPS	2304 / 7,9 TFLOPS	3584 / 11,47 TFLOPS	2560 / 8,23 TFLOPS	4608 / 16 TFLOPS	4608 / 16 TFLOPS	3072 / k. A.	5120 / 14,8 TFLOPS
GPU-Turbo-Takt	1350 / 1635 ¹ MHz	1515 / 1800 ¹ MHz	1410 / 1710 ¹ MHz	1481 / 1582 MHz	1607 / 1733 MHz	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Speicher	11 GByte GDDR6	8 GByte GDDR6	8 GByte GDDR6	11 GByte GDDR5X	8 GByte GDDR5X	48 GByte GDDR6	24 GByte GDDR6	16 GByte GDDR6	32 GByte HBM2
Speicher-Anbindung / -Takt	352 Bit / 1750 MHz	256 Bit / 1750 MHz	256 Bit / 1750 MHz	352 Bit / 1375 MHz	256 Bit / 1250 MHz	384 Bit / 1750 MHz	384 Bit / 1750 MHz	256 Bit / 1750 MHz	4096 Bit / k. A.
Datentransferrate	616 GByte/s	448 GByte/s	448 GByte/s	484 GByte/s	320 GByte/s	672 GByte/s	672 GByte/s	448 GByte/s	870 GByte/s
TDP	260 W	225 W	175 W	250 W	180 W	k. A.	k. A.	k. A.	250 W
Preis ab (Referenz)	1260 €	850 €	640 €	ca. 700 €	460 €	10.000 US-\$	6300 US-\$	2300 US-\$	8250 €

k. A. keine Angabe

¹ gilt für Nvidias Founders Editions, die ab Werk um 90 MHz übertaktet sind



Streaming-Schreibmaschinen

Zwei Mini-PCs mit Celeron N4100 ab 200 Euro

Chuwi und Beelink bieten ihre lautlosen Kompaktrechner GBox und SII auf Amazon für jeweils rund 200 Euro an – Quad-Core-CPU, RAM, Flash-Laufwerk und Windows-Lizenz inklusive. Die beiden chinesischen Direktimporte sind keine Allrounder, aber auch keine Mogelpackungen.

Von Benjamin Kraft

Beim Online-Händler Amazon zu kaufen ist herrlich bequem. Produkte aus China sind oft verblüffend billig. Treffen diese Quasi-Axiome aufeinander, weil chinesische Hersteller günstige Komplettrechner bei Amazon anbieten, wird selbst ein Computer beinahe zum Impulskauf. Anders als bei der Direktbestellung in China hat man keine Schereien mit dem Zoll und zusätzlichen Gebühren. Neugierig, was man von derart günstigen Rechnern erwarten kann, bestellten wir kurzerhand zwei Exemplare, die bereits am nächsten Tag in der Redaktion eintrafen.

Die beiden passiv gekühlten Kompaktrechner Beelink SII und Chuwi GBox kosten 200 respektive 220 Euro. Ihre Ausstattungslisten lassen auf den ersten Blick nichts vermissen: Das Herzstück bildet in beiden Fällen ein aktueller Quad-Core-Prozessor mit einem Takt von bis zu 2,4 GHz, dessen integrierte Grafikeinheit 4K-Displays mit ergonomischen 60 Hz ansteuert. Anders als Intels NUC und andere kompakte Barebone-PCs, deren günstigste Vertreter bereits nach oben aus dieser Preisklasse rutschen, bringen die beiden Chinesen schon RAM, Flash-Speicher und sogar eine Windows-10-Lizenz mit. Gigabit-Ethernet, WLAN nach aktuellem 802.11ac-Standard, Bluetooth 4, ein Kartenleser und vier USB-A-Buchsen sowie ein USB-C-Port sind ebenfalls vorhanden. Chuwi legt noch eine Fernbedienung zur Mediensteuerung bei, Beelink baut ein Mikrofon ein, mit dem man beispielsweise Microsofts Sprachassistentin Cortana anspricht.

Auf den zweiten Blick

Bei genauerem Hinsehen verfliegt der Datenblattzauber. So handelt es sich beim Prozessor um einen Celeron N4100, also eine CPU aus Intels gemächlich arbeitendem Atom-Portfolio. Laut dem CPU-

Benchmark Cinebench R15 liegt seine Performance in etwa auf dem Niveau eines sechs Jahre alten Celeron G555 aus der Sandy-Bridge-Familie mit zwei Kernen.

Der Arbeitsspeicher ist mit 4 GByte eher knapp bemessen und lässt sich nicht erweitern. Und anstelle einer SSD dient als Startmedium ein 64 GByte großer eMMC-Chip. Obwohl in beiden China-Rechnern der gleiche SanDisk DA4064 arbeitet, erzielten die Rechner unterschiedliche Datenraten. Während der Beelink SII 256 MByte/s las und nur 120 MByte/s schrieb, erreichte die Chuwi GBox 280 respektive 232 MByte/s. Bei anhaltender Schreiblast sackte die GBox allerdings allmählich auf 50 MByte/s ab.

Mit 7000 respektive 11.000 IOPS lagen beide zwar weit hinter aktuellen SATA-SSDs, aber immer noch eine Größenordnung vor 3,5"-Festplatten. Dass die USB-C-Buchse Daten nur mit SuperSpeed (5 GBit/s) überträgt und der Kartenleser nicht einmal 20 MByte/s überträgt, passt ins Bild. Kleines Trostpflaster: Anders als beim Eglobal PC [1], den wir vergangenes Jahr direkt aus China bestellten, besaß das installierte Windows 10 eine legale Lizenz, ließ sich klaglos aktivieren und auf die aktuelle Version 1803 updaten.

Was geht, was nicht

Raketen sind die Mini-PCs also nicht, aber auch nicht nutzlos. Für die üblichen Büroarbeiten, Korrespondenz und zum Surfen reicht die Performance. Auf dem Schreibtisch nehmen die Rechner im Pralinschachtelformat wenig Platz weg oder lassen sich mittels beigelegter Montageschiene hinter dem Monitor anbringen. Zudem sind sie wie versprochen lautlos. Zumindest unsere Exemplare gaben weder Spulenflühen noch andere Störgeräusche von sich, eignen sich also für besonders geräuschempfindliche Nutzer.

Beide Geräte besitzen einen Schacht für 2,5"-Medien. Rüstet man dort eine günstige SSD nach – selbst Markenware mit 250 GByte gibt es inzwischen für unter 60 Euro –, steht nicht nur mehr Speicherplatz zur Verfügung. Klont man das Betriebssystem von der eMMC, reagiert das gesamte System ein gutes Stück flotter. Die Minis nehmen sogar eine M.2-SSD auf. Allerdings muss man dafür das Gehäuse mühsam aufpröckeln, was zu gleichen Teilen Fingerspitzengefühl und Mut erfordert.

Seine Stärken spielt das China-Duo bei der Medienwiedergabe aus. Die integrierte Intel-Grafik UHD 600 kann praktisch alle aktuellen Video-Codes in Hardware dekodieren und damit die CPU-Kerne entlasten. Speziell bei moderneren Kompressionsformaten würde den Atom-Cores bald die Puste ausgehen. Im Test spielten der SII und die GBox Videos bis 4K flüssig ab, die mit VP9, AVC (H.264) und HEVC (H.265) kodiert waren, letzteres sogar noch bis zu Datenraten von 400 MBit/s und in 10 Bit Farbtiefe – HDR-Signale liefern sie allerdings nicht. Auch die Netflix-App aus dem App-Store von Windows 10 gab Inhalte flüssig wieder, bot aber keine 4K-Streams an.

Abseits von Videos fällt die 4K-Unterstützung hingegen gemischt aus. Per HDMI 2.0 kann die GBox einen 4K-Monitor ansteuern, der Beelink SII sogar zwei. Allerdings brauchte es nach dem ersten Anstecken zwei Startversuche, bis unsere Testmonitore auch ein Bild zeigten. Bei höherer Hintergrundlast ruckelten bewegte Bildinhalte sporadisch, etwa wenn wir das Startmenü einblendeten oder ein Fenster auf dem Desktop verschoben. Mit geringerer Auflösung trat das Phänomen nicht auf.

Ein richtiges Ärgernis sind die microSD-Card-Reader in der Front. Beim Beelink SII liegt der Einrastpunkt für die

Kärtchen so tief, dass wir zunächst einen Defekt vermuteten. Erst mit dem langen Fingernagel nachgeschoben, rastete die Karte ein. Heraus bekommt man sie dann nur noch mit der flachen Schraubendreher Spitze. Beide Mini-Boxen erreichten zudem nur Datenraten von maximal 21 MByte/s, was den Bilderimport recht zäh werden lässt. Da hilft nur der Griff zum externen Kartenleser, womit wieder ein Gerät mehr auf dem Schreibtisch steht.

Schwer zu beurteilen ist, was im Falle eines Garantiefalles geschieht. Zwar kommt die Ware von Amazon, aber die Online-Plattform versteht sich als Mittelsmann (FBA: Fulfillment by Amazon [2]) und wälzt die Garantieabwicklung auf die chinesischen Partner ab. Somit gilt zwar der Gewährleistungsanspruch nach EU-Recht, aber wie gut der sich gegenüber einem Ansprechpartner in China durchsetzen lässt, steht auf einem anderen Blatt. Im ärgerlichsten Fall droht die Rücksendung nach China auf eigene Kosten, inklusive Verzollung in beide Richtungen.

Fazit

Wer billig kauft, kauft zweimal? Nicht unbedingt. Nähert man sich den beiden China-Boxen mit den richtigen Erwartungen, kann man aus ihnen lautlose, ausreichend schnelle und zumindest in Teilen aufrüstbare Schreib- und Surf-Stationen machen. Zudem lassen sie sich platzsparend hinter den Monitor hängen. Als kleine Streaming-Zentrale überzeugen die Minis ebenfalls.

Erwartet man hingegen Rechenleistung auf aktuellem Niveau im Miniaturformat, muss man tiefer in die Tasche greifen: Die günstigsten Mini-Barebones gibt es auch ab etwa 200 Euro, doch dann fehlen eben noch RAM, SSD und Betriebssystem. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Verlockung aus Fernost, Testbestellung: Mini-PC direkt aus chinesischer Quelle, c't 10/2017, S. 104
- [2] Christof Windeck, Christian Wölbert, Maximaler Profit, minimales Risiko, Amazons unfaires China-Business, c't 20/2015, S. 88

Technische Daten: lautlose Mini-PCs mit Gemini-Lake-SoC

Hersteller, Typ	Beelink SII	Chuwii GBox
Hardware-Ausstattung		
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Celeron N4100 (SoC) / 4 / 1,1 (1,5 bis 2,4) GHz	Celeron N4100 (SoC) / 4 / 1,1 (1,5 bis 2,4) GHz
RAM (Typ)	4 GByte LPDDR4-2133 (aufgelötet)	4 GByte LPDDR4-2133 (aufgelötet)
Grafik	Intel UHD 600	Intel UHD 600
SSD (Typ, Kapazität)	Sandisk DA4064 (eMMC, 64 GByte)	Sandisk DA4064 (eMMC, 64 GByte)
Sound-Chip	ALC269	ALC269
Gigabit-Ethernet	Realtek 8111	Realtek 8111
WLAN + Bluetooth	Intel Dual-Band Wireless-AC 3165	Intel Dual-Band Wireless-AC 3165
Abmessungen (B × H × T)	16 cm × 13,4 cm × 3,2 cm	13,9 cm × 18,8 cm × 3,8 cm
Netzteil (Leistung)	KA24-1201500EU (18 W)	JHD-AD024D-120200BA-A (24 W)
Anschlüsse	vorn: 1 × USB-C 3.0, 2 × USB 2.0 hinten: 2 × HDMI 2.0, 1 × Kopfhörerbuchse, 1 × USB 3.0, 1 × LAN	vorn: 1 × USB-C 3.0, 2 × USB 2.0 hinten: 1 × HDMI 2.0, 1 × VGA, 1 × Kopfhörerbuchse, 1 × USB 3.0, 1 × LAN
Erweiterungsschächte (frei)	1 × 2,5" (1), 1 × M.2 (1)	1 × 2,5" (1), 1 × M.2 (1)
Betriebssystem	Windows 10 Home (64 Bit)	Windows 10 Home (64 Bit)
Elektrische Leistungsaufnahme, Performance und Datentransfer-Messungen		
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf / Vollast (W)	0,4 / 0,3 / 2,6 / 8,6	0,8 / 0,8 / 2,5 / 8,6
Cinebench R15 Single-/Multi-Thread (Punkte)	70 / 177	70 / 178
3DMark Fire Strike (Punkte)	318	308
eMMC: Lesen / Schreiben (MByte/s)	256 / 120	179 / 232
USB 3.0 vorn: Lesen / Schreiben (MByte/s)	455 / 450	455 / 447
Kartenleser: Lesen / Schreiben (MByte/s)	21 / 18	20 / 18
Bewertungen		
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	○ / ○○ / ○○	○ / ○○ / ○○
Geräuscentwicklung	⊕⊕	⊕⊕
Systemaufbau	○	○
Preis	200 €	220 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden		

Viermal 4K

PC-Barebone Shuttle XPC DH02U5 für Multimonitorsysteme

Dank Mobilgrafikkarte mit vier HDMI-2.0-Ausgängen steuert der Mini-PC XPC DH02U5 vier UHD-Displays an und eignet sich somit beispielsweise für Monitorwände. Wegen der kompakten Bauweise muss man jedoch einige Kompromisse eingehen.

Von Christian Hirsch

Kompakte Rechner mit vielen Monitoranschlüssen sind selten, weil die meisten der im Prozessor integrierten Grafikeinheiten maximal drei Bildschirme gleichzeitig beliefern können. Shuttle löst dieses Problem beim PC-Barebone DH02U5 durch den Einbau einer Mobilgrafikkarte GeForce GTX 1050 im MXM-Format. Per HDMI 2.0 lassen sich vier 4K-Fernseher oder -Monitore anschließen.

Dank schlanker Abmessungen, robustem Gehäuse und mitgelieferter VESA-Halterung eignet sich der Rechner auch für ungewöhnliche Einbauorte: Er soll Umgebungstemperaturen von bis zu 50 °C vertragen. Power- und Reset-Taster lassen sich mit einem optional erhältlichen, zwei Meter langen Kabel (CXP01) an eine besser erreichbare Stelle verlegen. Der Shuttle DH02U5 kann beispielsweise als Zuspätsender für digitale Werbeflächen oder in Überwachungszentralen dienen.

Fix zusammengebaut

Shuttle bietet das Basispaket aus Gehäuse, Mainboard und MXM-Grafikkarte GeForce GTX 1050 für 1000 Euro an. Für Arbeitsspeicher, Massenspeicher und Betriebssystem muss man selbst sorgen. Wir haben das System für die Tests mit zwei 8-GB-Byte-SODIMMs und einer 2,5"-SSD komplettiert, wobei der Einbau mit wenigen Handgriffen innerhalb von 10 Minuten erledigt ist.

Eine zweite SSD passt in einen M.2-Slot mit 80 Millimeter Länge (M.2-2280).

Im Unterschied zur Herstellerangabe von vier PCIe-Express-2.0-Lanes ist dieser mit vier PCIe-3.0-Leitungen am Processor-SoC Core i5-7200U angebunden. NVMe-SSDs erreichen deshalb ihren vollen Durchsatz von 3,5 GByte/s. Weiterhin lässt sich ein WLAN- oder Mobilfunk-Modul in einen M.2-2230-Steckplatz einbauen. Ein passendes WLAN-Kit von Shuttle mit der Bezeichnung WLN-M kostet 30 Euro. Das Netzteil mit 19-Volt-Hohlstecker befindet sich aus Platzgründen außerhalb des Barebones.

Lautstark

Nach dem Einschalten benötigt der DH02U5 lediglich 12 Sekunden bis zum Windows-Desktop. Der sparsame Dual-Core-Prozessor Core i5-7200U ist aufgelötet und bewältigt Office-Aufgaben ohne Schwierigkeiten. Für anspruchsvolle Aufgaben wie Rendering oder das Schneiden hochauflösender Filme ist er zu schwach. Zudem macht sich der winzige Lüfter mit 1,9 Sone bei CPU-Last deutlich bemerkbar.

Die vier HDMI-2.0-Ports hängen alle an der GeForce GTX 1050. Sie steuerte im Test vier Displays mit je 3840 × 2160 Pixeln Auflösung problemlos mit 60 Hz Wiederholrate an. Mauszeiger und Fenster lassen sich deshalb ruckelfrei verschieben. Die in der GeForce-GPU integrierte Videoeinheit entlastet den Prozessor bei der Wiedergabe: YouTube-Videos im VP9-Format mit 8K-Auflösung (7680 × 4320) spielte der DH02U5 flüssig ab, wobei die CPU-Last lediglich 6 Prozent betrug.

Als Gaming-PC eignet sich der Mini-Rechner hingegen nur eingeschränkt. Dem vergleichsweise schwachen Dual-Core-Prozessor geht in anspruchsvollen Szenen die Puste aus. Zudem ist die GPU nur mit vier PCIe-3.0-Lanes am CPU-SoC angebunden. Bei modernen Spielen muss man deshalb bei Full-HD-Auflösung die Detailstufe deutlich reduzieren. Stehen die 640 Shader-Kerne unter Volldampf, drehen die winzigen Lüfter mit über 6000 U/min und erzeugen ein ohrenbetäubendes, hochfrequentes Pfeifen

Shuttle XPC DH02U5 (PIB-DH02U501)

PC-Barebone für Multimonitorwände	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i5-7200U / 2 + HT / 2,5 (3,1) GHz
CPU-Lüfter (Regelung)	4 cm (✓)
RAM (Typ / Max) / -Slots	DDR4-SO-DIMM (DDR4-2133 / 32 GByte) / 2
Grafik(-speicher) / -lüfter	GeForce GTX 1050 (4 GByte) / 5 cm
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × M.2-2280 (1), 1 × M.2-2230 (1)
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HDA (Realtek ALC662)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (i211AT, PCIe) / TPM 2.0
Abmessungen B × H × T	16,5 cm × 4,5 cm × 19,4 cm
Kensington-Lock	✓
Netzteil (Leistung)	AcBel ADC027, 19V, (120 W), 1,8 m Kabel
Anschlüsse hinten	4 × HDMI 2.0, 2 × USB 3.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen	
Soft-off / Energie Sparen / Leerlauf	0,3 W / 0,7 W / 9,6 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	38 W / 105 W
USB 3.0: Lesen (Schreiben)	461 (451) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (118) MByte/s
Funktionstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (→)
Bootdauer bis Login	12 s
Parallelbetrieb (4K)	4 × HDMI 2.0 (60 Hz)
Systemleistung	
BAPCo SYSmark 2014 SE	843
Cinebench R15: Single- / Multi-Thread	130 / 330
3DMark: Fire Strike	5043
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ○
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊕
Geräuschentwicklung: Leerlauf / CPU-Last / Volllast (Note)	0,3 Sone (⊕⊕) / 1,9 Sone (⊕) / 7,0 Sone (⊕⊕)
Preis / Garantie	1000 € / 24 Monate
✓ funktioniert ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊕ schlech ○ sehr schlecht	— funktioniert nicht ⊕ gut ○ zufriedenstellend ○ sehr schlecht
n. v. nicht vorhanden	
getestet mit 16 GByte RAM, 120 GByte SSD	

(7 Sone). Deshalb eignet sich der Barebone ohne Gehörschutz nicht als Desktop-PC für einen Arbeitsplatz.

Peripheriegeräte haben Anschluss an zwei USB-2.0- und vier USB-3.0-Buchsen. Letztere liefern mit über 450 MByte/s ihr Solltempo. Für Digital-Signage-Monitore stellt der DH02U5 eine RS-232-Buchse auf der Rückseite bereit. Im Leerlauf kommt der Rechner dank der Mobil-Hardware mit knapp unter 10 Watt aus. Nach Optimierung mit `powertop --auto-tune` benötigt er unter Ubuntu 18.04 weniger als 9 Watt. Mit Volllast schluckte er in unserer Konfiguration 105 Watt, sodass das 120-Watt-Netzteil noch etwas Reserven hat.

Fazit

Der Shuttle DH02U5 eignet sich vorrangig für fest installierte Multimonitorsysteme, wo er versteckt hinter Wänden oder Möbeln seinen Dienst verrichtet. Dafür hat der Hersteller einige nützliche Funktionen wie den Anschluss für einen entfernten Einschalter eingebaut.



Weil der Shuttle DH02U5 für den festen Einbau vorgesehen ist, gibt es abgesehen von den vier HDMI-2.0-Ports nur wenige Anschlüsse.

Für Heimanwender eignet er sich wegen der hohen Lautstärke und des Preises von 1000 Euro ohne RAM und SSD hingegen weniger. Dafür ist beispielsweise der Intel NUC8I7HVK die bessere Wahl [1]. Er bietet für 100 Euro weniger deutlich mehr 3D-Leistung, steu-

ert bis zu sechs Monitore an und ist deutlich leiser. (chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Super-NUC, Leistungsstarker Mini-PC mit Intel-AMD-Kombiprozessor, c't 11/2018, S. 46

Anzeige



Debüt auf Kante

Phantom Gaming X Radeon RX 580 8G OC von Asrock ist eine DirectX-12-Grafikkarte für Gamer, die schnelle Spiele bis WQHD flüssig darstellt.

Ab Werk ist die Asrock-Karte leicht übertaktet: Ihr Boost-Takt von 1380 MHz liegt 40 MHz über AMDs Vorgabe. Die 3D-Leistung ist praktisch identisch mit anderen übertakteten RX-580-Karten (3DMark Firestrike Extreme/Time Spy: 6128/4454). Damit eignet sie sich für Full-HD (1920 × 1080 Pixel) mit voller Detailstufe oder WQHD (2560 × 1440 Pixel) mit reduzierten Details. Für 4K-Gaming fehlt ihr die Rechenpower. Die Leistungsaufnahme von 188 Watt unter Last liegt im erwarteten Rahmen, die Doppellüfter führen die Abwärme mit hörbarem Einsatz ab (2,4 Sone).

Mit dem Phantom Tweak Utility von Asrock kann man eines von zwei weiteren Performance-Profilen wählen oder ein eigenes mitsamt Lüfterkurve anlegen. Im OC-Profil erhöht Asrock das Power Limit um 50 Prozent. Dadurch hielt die Karte zwar den Boost-Takt von 1435 MHz,

nahm unter Volllast aber auch 240 Watt auf, in kurzzeitigen Spitzen sogar 270 Watt. Dabei dürfen PEG-Steckplatz und 8-Pin-Stecker laut Spezifikation zusammen nur 225 Watt liefern – nicht von ungefähr haben andere übertaktete RX-580-Karten einen zusätzlichen 6-Pin-Stromanschluss. Zudem zeigten diverse Spiele reproduzierbar Bildfehler wie Schachbrettmuster oder stürzten ab. Das Problem ist Asrock bekannt. Mit maximal 3 fps fiel das Performance-Plus vernachlässigbar aus.

Die Beta-Version 1.0.4 des Tweak Utilities, die uns kurz vor Redaktionsschluss erreichte, entschärfte den OC-Modus auf einen GPU-Takt von 1407 MHz und erhöhte das Power Limit nur um 25 Prozent. Damit lief die Karte stabil, überreizte die Stromzufuhr aber weiterhin.

Der Silent Mode senkt das Power Limit und damit die 3D-Leistung um bis zu 15 Prozent. Die Leistungsaufnahme sinkt unter 3D-Last um 30 Watt – bei praktisch gleichbleibender Lautheit.

Lautlos ist Asrocks RX 580 nur im Leerlauf, weil ihre Lüfter stillstehen, solange die GPU-Temperatur unter 50 °C liegt. Die Karte treibt bis zu fünf Displays gleichzeitig an, vier davon mit 4K (3840 × 2160 Pixel) und 60 Hz.

Asrocks Grafikkarten-Debüt überzeugt nur zum Teil. Im Standard-Modus ist Phantom Gaming X Radeon RX 580 8G OC eine gute Karte für Full HD. Allerdings gibt es zum ähnlichen Preis die gleich schnelle, leisere Sapphire Nitro+ Radeon RX 580 8GD5. Lautlose Karten findet man in dieser Preis- und Leistungs-kategorie derzeit nur mit Nvidias GPU GeForce GTX 1060, die mit 6 GByte Speicher zudem in Spielen meist 5 bis 10 Prozent schneller ist. (bkr@ct.de)

ASRock Phantom Gaming X Radeon RX 580 8G

Gaming-Grafikkarte mit 8 GByte Speicher	
Hersteller	Asrock, www.asrock.de
Abmessungen (L × H × B)	27,9 cm × 12,7 cm × 4,2 cm
Anschlüsse	DL-DVI-D, HDMI 2.0b, 3 × DP 1.4
Stromversorgung	8-Pin-Stecker
Shader / TMUs / ROPs	2304 / 144 / 32
Lieferumfang	Kurzanleitung, CD
Preis	290 €



Go Plus Yps

Das inoffizielle Zubehör Go-Tcha für das Smartphone-Spiel Pokémon Go gibt es neuerdings als aufgebohrte Ranger-Edition.

Sowohl mit dem offiziellen Wearable Pokémon Go Plus als auch mit dem „Nachbau“ Go-Tcha lassen sich auf Knopfdruck Pokémon jagen und Poké-stops drehen; das Go-Tcha erledigt dies auf Wunsch automatisch. Die neue, größere Ranger-Variante bietet dieselben Funktionen, legt aber bei der Hardware-Ausstattung zu.

So muss es nicht mehr per proprietärem Kabel geladen werden, sondern hat ein kurzes USB-A-Kabel eingebaut. Es enthält einen deutlich größeren Akku; über einen MicroUSB-Ausgang kann dieser zudem einem Smartphone Strom spenden – wenngleich es kaum für mehr als ein Viertel Handy-Akku reicht. Zusätzlich sind eine LED-Taschenlampe und ein Kompass eingebaut, deren Qualität an Pfadfinder-Beigaben von Kinderzeitschriften erinnert.

Da das Go-Tcha Ranger größer als ein Autoschlüssel ist, kann man es nicht am Arm tragen. Die Größe ist kein Nachteil: Das Silikon-Armband des Original-Go-Tcha wird mit der Zeit labberig, weil man das Go-Tcha für jeden Ladevorgang entnehmen muss – da verliert man es leicht. Die Ranger-Variante lässt sich sicher an Gürtel oder Rucksack befestigen.

Die britische Datel-Tochter Codejunksies verkauft das Go-Tcha Ranger online für rund 45 Euro; im hiesigen Amazon Marketplace rufen Händler bis zu 80 Euro auf. (mue@ct.de)

Datel Go-Tcha Ranger

Go-Plus-Alternative für Pokémon Go	
Ausstattung	Go-Tcha (nicht entnehmbar), Kompass, LED-Licht, Akku
Anschlüsse	USB-A-Eingang, Micro-USB-Ausgang (inklusive Adapter Micro-USB auf Lightning)
Straßenpreis	45 €



Laute Lichtorgel

Razers Huntsman Elite hat moderne Infrarotschalter und knallbunte Beleuchtung an Bord. Die Tastatur macht eine schicke Figur – und ziemlich viel Lärm.

Stolze 210 Euro möchte Razer für die Huntsman Elite haben, die dank Alu-Finish robust und leicht ist. Clou sind die opto-mechanischen Schalter.

Der Unterschied zu rein mechanischen Tasten ist spürbar. An das schnelle Auslösen muss man sich gewöhnen, dann kitzelt man aber ein paar Wörter oder Spielaktionen mehr pro Minute aus den Tasten – vorausgesetzt, die Finger sind schnell genug. Den kurzen Weg zur Auslösung haben zwar auch Membrantastaturen, aber die Huntsman Elite bewahrt dabei den angenehmen Hub rein mechanischer Schalter und verzeiht dank Tastenstabilisatoren auch ungenaues Tippen. Die Infrarotkomponente erhöht laut Hersteller auch die Lebensdauer der Schalter, da mechanische Auslöserkennung fehlt und auch nicht verschleßen kann.

Obwohl die opto-mechanischen Schalter geräuschfrei sein könnten, hat Razer feine Plastiknasen verbaut, die sie „clicky“ machen. Das Infrarot-Auslösen ist dadurch haptisch und akustisch spürbar – allerdings auch ziemlich laut. Das kann Bürokollegen schon mal auf die Nerven gehen. Anders als bei vielen anderen Herstellern kann man beim Kauf auch leider keine anderen Schaltertypen wählen. Vier Medienbuttons und ein Drehschalter helfen bei Audio- und Videowiedergabe und Lautstärkeregelung.

Tasten und Gehäuserand sind RGB-beleuchtet. Eine mitgelieferte Handauflage strahlt ebenfalls bunt auf den Tisch,

hängt man sie magnetisch an die Tastatur. Den nötigen Saft für volles Discolicht bezieht die Huntsman Elite über ein textilumwickeltes Kabel, das in zwei USB-Steckern endet. Ein durchgeschleifter USB-Slot an der Tastatur wäre nett gewesen, fehlt aber. Verzichtet man auf die Randbeleuchtung, reicht ein Stecker – die Tastenbeleuchtung funktioniert trotzdem.

In der kostenlosen, komplizierten Razer Synapse Software ändert man Tastenbelegungen und definiert Makros – dedizierte Makro-Tasten hat das Keyboard nicht. Hier stellt man auch die Beleuchtung für einzelne Tasten und Leuchtelemente ein.

Kleines Manko sind die matten Tastenoberflächen. Schon nach wenigen Spielstunden sehen sie nicht mehr sauber aus – die Tastatur macht sich wohl am besten in schummrigen Spielerzimmern, auch in Anbetracht der im Hellen schwer zu sehenden Randbeleuchtung. Spielt man im Dunkeln oder stört sich nicht an den Nachteilen, bekommt man mit der Huntsman Elite viel Tastatur für viel Geld.

Möchte man sparen, greift man zur Razer Huntsman für 160 Euro. Die hat die gleichen Schalter, es fehlen Medienbuttons, Randbeleuchtung, Handauflage – und Elite im Namen. (jube@ct.de)

Razer Huntsman Elite

Gaming-Tastatur	
Hersteller	Razer, www.razer.com
Schalter-/Tastentyp	opto-mechanisch, clicky, 45 Gramm Druckpunkt
Besonderheiten	Medientasten, Drehregler, RGB-Tasten- und Randbeleuchtung, beleuchtete Handauflage, belegt bis zu zwei USB-Slots
Preis	210 €

Anzeige

Angenehm autark

Fitness-Smartwatch Garmin vivoactive 3 Music

Unter den Garmin-Fitnessuhren ist die vivoactive 3 die Freizeit-sportlerin. Günstiger als die Profi-Modelle hat sie mit GPS und Herzfrequenzmesser trotzdem alles dabei fürs Fitness-Tracking, zeigt Benachrichtigungen vom Smartphone an, bezahlt an der Kasse und spielt Musik ab.

Von Alexander Spier

Wo andere smarte Uhren zumindest versuchen, Eleganz zu simulieren, ist die vivoactive 3 Music so stur ein schwarzer Plastikklötzchen, dass einige Kollegen schon beim ersten Anblick desinteressiert abwinken. Doch hinter der spröden Optik der rund 300 Euro teuren Uhr verbirgt sich interessante Technik, damit man beim Sport sein Smartphone und sogar den Geldbeutel zu Hause lassen kann.

So bietet die hier getestete Music-Variante der vivoactive 3 die Möglichkeit, Bluetooth-Kopfhörer direkt an die Uhr zu koppeln, und sie stellt etwas Speicherplatz für Musik (3,6 GByte) bereit. Um die auf die Uhr zu kriegen, wird ein Windows-PC oder Mac, das proprietäre USB-Datenkabel aus dem Lieferumfang und die umständliche Sync-Software Garmin Express benötigt. Obwohl WLAN vorhanden ist, wird darüber keine Musik synchronisiert. Theoretisch unterstützt die Uhr Streaming-Dienste. Doch die mageren drei Anbieter im Garmin-Store laufen nur in Asien oder den USA. Wer das Handy dabei hat, kann die Musik darauf über die Uhr steuern.

Solo mit GPS und NFC

Schritte, Entfernungen und Stockwerke erfasste die Uhr im Trainingsmodus sehr genau. Die mithilfe des integrierten GPS-Sensors gemessenen Strecken wiesen auch im Wald und in Häuserschluchten nur geringfügige Abweichungen auf. Aktivitäten wie Laufen und Radfahren erkannte die Uhr zwar automatisch, ordnete sie dann aber Garmin-typisch nicht den entsprechenden Kategorien zu.

Der Herzfrequenzmesser arbeitet permanent und war präzise genug, um die Intensität abschätzen zu können. Eine automatische Anpassung der Bewegungsziele motiviert ebenso wie zahlreiche Statistiken und Abzeichen, die man sich mit Aktivitäten erarbeiten kann. Zusätzlich gibt es allerlei Analysen, die vom Stresslevel über Schlafqualität bis hin zur Sauerstoffaufnahme (VO2max) reichen, aber etwas hinter den teureren Garmin-Sportuhren zurückbleiben. Schwimmen gehen darf man mit der Uhr auch.

Wer nach dem Training Heißhunger verspürt, zahlt beim Einkaufen dank integriertem NFC-Chip an passenden Terminals bargeldlos. Dafür wird eine virtuelle Kreditkarte bei Boon oder VIMPay benötigt, die an ein Bankkonto geknüpft oder per Prepaid aufladbar ist. Die erste Einrichtung über die Garmin-App ist umständlich, das Bezahlen aber unkompliziert.

Das runde Display mit 1,2 Zoll Durchmesser ist reflektiv: Je heller die Sonne draußen scheint, desto besser wird der Bildschirm ablesbar. Die manuell regelbare Hintergrundbeleuchtung ist nur nachts und bei Dämmerlicht nötig. Die mageren 240 Pixel Auflösung und die eingeschränkte Farbwiedergabe stören selten, weil die Garmin-Apps entsprechend angepasst wurden.

Abseits der Fitness-Software gibt es nur wenige smarte Funktionen. Benachrichtigungen vom Smartphone kommen in Textform zuverlässig an, interagieren kann man aber nur mit SMS und Telefonanrufen per vorher festlegten Antworten. Alle in Android synchronisierten Google-Kalender und das Wetter am eigenen Standort zeigt die Uhr ebenfalls an. Der umständliche App-Store liefert jedoch nur wenig Nachschub. Die Benutzerführung der Uhr nervt. Will man alle Funktionen in den zahlreichen Untermenüs finden und konfigurieren, drückt und wischt man sich einen Wolf.

Die vivoactive hielt mit bis zu 7 Tagen Laufzeit wesentlich länger durch als andere Smartwatches. Die maximale Laufzeit erreichte sie nur ohne Beleuchtung und ohne GPS, mit täglich einer Stunde



GPS-Tracking waren immer noch sehr gute vier Tage drin.

Fazit

Hat man sich erst mal ans Äußere gewöhnt, offenbart die vivoactive 3 eine erfreuliche Funktionsvielfalt. Die Trainings- und Trackingfunktionen sind üppig und dank zahlreicher Sensoren aussagekräftig. Das Display mag etwas pixelig sein, die Lesbarkeit im Sonnenlicht ist aber unübertroffen. Dazu kommen eine vergleichsweise lange Laufzeit und ein geringes Gewicht. Wem die musikalischen Fähigkeiten nicht wichtig sind, greift zur 50 Euro günstigeren Variante ohne Music-Zusatz.

Als Smartwatch lässt die Uhr zu wünschen übrig, zumal die umständliche Bedienung selbst das wenige Vorhandene kompliziert machen. Da ist Fitbit mit der ähnlich teuren Ionic weiter, an Google Wear OS und Apple WatchOS kommen beide nicht ran.

(asp@ct.de) **ct**

Garmin vivoactive 3 Music

Fitness-Smartwatch	
Maße / Gewicht	43 mm × 43 mm × 14 mm / 39 g
Konnektivität	Bluetooth Smart und ANT+, WLAN (2,4GHz)
Laufzeit	bis zu 7 Tage
App	iOS (ab 9), Android (ab 4.3), Windows 10, Garmin Express: Windows 7, macOS 10.11
Display	240 × 240 Pixel, 1,2 Zoll LCD, Touchscreen
wasserdicht	5 ATM
Sensoren	GPS, Glonass, Gyroskop, Beschleunigung, Höhenmesser, Puls, Thermometer
Straßenpreis	290 €



Sensor-Schächtelchen

IoT-Sensor mit Schmalband-Netz: Sigfox Sens'it

Schmalband-Netz statt Breitband-Mobilfunk: Das Sensorgerät Sens'it Discovery versendet Messdaten und Steuerbefehle ins Internet – ganz ohne SIM, Router, komplizierte Konfiguration und Löten.

Sigfox will das Internet der Dinge (IoT) vereinfachen: Die Firma baut ein Netz auf, das im lizenzfreien 868-MHz-Bereich arbeitet und nur wenige hundert Bit pro Sekunde überträgt – ideal für kleine Datenmengen von Sensoren. Aktuell deckt das Netz rund 75 Prozent der Fläche Deutschlands ab.

Das Sens'it Discovery ist eines der ersten Geräte für das neue IoT-Netz Sigfox, das Endanwender überzeugen soll. In der visitenkartengroßen Schachtel stecken Sensoren, die Daten wie Temperatur und Luftfeuchte oder Lichtstärke erfassen. Die automatisch oder auf Knopfdruck ins Sigfox-Netz gefunkten Werte landen in der Smartphone- oder Web-App.

Einrichtung

Eine dreiseitige englische Kurzanleitung lädt zunächst ein, die Sens'it-App aus dem iOS- oder Android-Store herunterzuladen oder alternativ www.sensit.io im Browser

zu öffnen. Apps und Website sind ebenfalls nur auf Englisch verfügbar.

In der (Web-)App führt ein Assistent in wenigen Schritten durch die Einrichtung: Nach Eingabe der eindeutigen Sigfox-ID meldet man das Sens'it per Tastendruck im Netz an. Zwei Aktivierungsversuche in einer Hannoveraner Hinterhofwohnung schlugen fehl. Vor der Tür waren wir aber erfolgreich.

Bezahlen muss man für die Aktivierung nicht: Ein Jahr Netzzugang ist im Kauf enthalten. Danach werden laut Sigfox rund 20 Euro pro Jahr fällig (Prepaid). Das Netz befindet sich noch im Aufbau, sodass oft noch keine zuverlässige Innenraumversorgung besteht. Um Frust zu vermeiden, sollte man vor dem Kauf eines Sens'it die Sigfox-Abdeckung prüfen (ct.de/ynmy).

Modi & App

Nach der Aktivierung bleibt das Gerät im Standby-Modus. Per Tastenfolge wechselt man in einen der fünf anderen Modi: Temperatur & Luftfeuchte, Luxmeter, Öffnungsmelder (Tür/Fenster), Vibrationsmelder und Magnetometer. Den gerade aktiven Modus zeigt eine RGB-LED an. Aufgrund der geringen Nutzdatengröße (12 Byte) pro Nachricht arbeiten die Modi

jeweils exklusiv. Gleichzeitig Temperatur und Lichtstärke messen klappt also nicht.

Ab Werk sendet das Gerät einmal pro Stunde. Wer möchte, ändert dies in der App auf 10 Minuten, 6 oder 24 Stunden. Parameteränderungen funkt das Sigfox-Netz einmal pro Tag, sodass diese bis zu 24 Stunden benötigen. Das Sigfox-Netz erlaubt bis zu acht Nachrichten pro Stunde.

Für unseren Test ließen wir das Sens'it drei Wochen lang im Modus „Temperatur & Luftfeuchte“ bei einem Sendetakt von 10 Minuten in einem Auto liegen. Danach war der Akku noch ungefähr halbvoll. Sofern das Netz erreichbar war, sendete das Gerät zuverlässig seine Daten.

Die Auswertung in der App geht auch Laien leicht von der Hand: Die Einstellungen sind gut sortiert und den Status eines oder mehrerer Sens'its hat man sofort im Blick. Diagramme stellen die Daten übersichtlich dar. Exportieren kann man die Daten jedoch nicht.

Die Daten landen aber nicht nur in Diagrammen: In der App lassen sich Benachrichtigungen beim Erreichen von Grenzwerten oder ganz allgemein für alle empfangenen Daten konfigurieren. Das klappt entweder per Push aus der App, E-Mail oder SMS. Per HTTP-Request sendet der Sigfox-Server empfangene Daten außerdem an beliebige externe Anwendungen. So gelingt beispielsweise die IFTTT-Integration über dessen Maker Channel.

Fazit

Das Sens'it Discovery bietet einen unkomplizierten Einstieg für IoT-Neugierige. Einrichtung und Bedienung sind einfach, die Ergebnisse lassen sich unkompliziert abrufen. Dank langer Akkulaufzeit und niedriger Kosten setzt man das Gerät flexibel ein.

(amo@ct.de)

Sigfox-Netzabdeckungskarte:
ct.de/ynmy

Sigfox Sens'it Discovery

IoT-Sensorgerät	
Hersteller	Sigfox, www.sigfox.com
Variante	3.1 (EU-Frequenzbereich)
CPU	STM32F042K6
Sensoren	HTS221, FXOS8700, LTR329, ILS CT10-1540-G4
Status/Bedienelemente	Taster, 3 LEDs
Akku	LiPo, 250 mAh
Ladeanschluss	MicroUSB
Gehäuseschutz	IP54
Gewicht	50 g
Preis	70 € (Digikey)



Lichtwürfel

Nanoleafs vernetzte LED-Kacheln steuert man eigentlich per App. Eine schicke Funkfernbedienung macht das Handy überflüssig.

Die Nanoleaf Remote hat eine für Fernbedienungen ungewöhnliche Form. Der 12-seitige Korpus ist aus transluzentem Kunststoff gefertigt. Die fünfeckigen Grundflächen sind mit Zahlen von 1 bis 12 versehen. Eine RGB-LED erleuchtet die Fernbedienung von innen, die Kommunikation läuft über Bluetooth LE im 2,4-GHz-Band. Um die schicke Remote zu nutzen, muss man ein WLAN-Lichtkachel-Set von Nanoleaf besitzen (c't 10/2017, S. 59). Da der darin enthaltene Controller sich nicht auf Bluetooth versteht, braucht man zusätzlich das Rhythm-Modul, das die Brücke zur Fernbedienung schlägt. Die Nanoleaf Remote lernt man über die Smartphone-App an, danach bleibt sie automatisch mit dem System verknüpft. Ein Bewegungssensor ermöglicht fortan das Dimmen der Lichtkacheln durch Drehen der Fernbedienung auf dem Tisch. Über die App lassen sich zudem alle zwölf Flächen mit individuellen Lichtszenen belegen. Jede Position lässt die Remote in einer anderen Farbe leuchten.

Nanoleaf ist Homekit-kompatibel. Mit einem Apple TV oder HomePod als Basisstation lassen sich auch andere Homekit-Komponenten wie etwa Philips Hue oder Eve Energy über die Remote steuern. Die witzige Drehgeste fürs Dimmen funktioniert allerdings nur mit Nanoleaf-Komponenten.

(sha@ct.de)

Nanoleaf Remote

Funkfernbedienung	
Hersteller	Nanoleaf, eu-shop.nanoleaf.me
Kommunikation	Bluetooth LE (2,4 GHz)
Batterie	2 x AAA
Preis	60 €



Sitz-Sport

Interstuhls Bürostuhl-Tracker soll den Nutzer zum dynamischen Sitzen vor dem Computer verführen.

In der Schule sollte man noch unbewegt und kerzengerade sitzen. Doch inzwischen ist klar, dass der Zappelphilipp in Sachen Rückengesundheit ein Trendsetter war. Der Möbelhersteller Interstuhl bietet als Motivationshilfe fürs dynamische Sitzen den Tracker S 4.0 an. Das Set besteht aus einer kleinen Wanze mit Lagesensor und einem USB-Dongle. Die Technik stammt vom Fitness-Spezialisten Garmin.

Der 2,7 Zentimeter lange Sensor wird einfach unter den Bürostuhl geklebt. Der Dongle für den Rechner ist für die Funkübertragung per ANT+ zuständig. Die für macOS und Windows erhältliche Software führt einen durch Installation des Sensors. Die Sitzfläche des Bürostuhls wird in fünf Sitzzonen eingeteilt. Im Tagesverlauf errechnet die Software stundenweise einen Index zur Sitzqualität. Verharrt man zu lange in einer Position, mahnt die Software einen Stellungswechsel an oder ermuntert einen, den Arbeitsplatz zu verlassen. Ergänzt wird das Ganze durch Schreibtisch-Workouts und ein Tutorial zum Finden der korrekten Sitzeinstellung.

Interstuhls S 4.0 animiert zu dynamischerem Sitzen und hilft dem Nutzer, sein eigenes Sitzverhalten zu reflektieren. Ob man die nett gestalteten Erinnerungen und Statistiken am Ende doch nur wegklickt, hängt vom eigenen Bürotemperament ab.

(sha@ct.de)

Interstuhl S 4.0

Sitz-Tracker	
Hersteller	Interstuhl, interstuhl.de
Kommunikation	ANT+ (2,4 GHz)
Batterie	Knopfzelle (CR1632)
Preis	70 €



Thunderbolt-Renner

Der Thunderbolt-Anschluss ist bei Macs weit verbreitet und kommt bei PCs langsam in Schwung. Samsung bringt nun die Portable SSD X5, eine flotte SSD mit Thunderbolt 3.

Thunderbolt 3 verspricht Geschwindigkeiten bis zu 40 GBit/s, weit mehr als der schnellste USB-Anschluss. Das schafft die Portable SSD X5 unter Windows nicht ganz, aber mit 2,85 GByte/s beim Lesen sowie bis zu 2,2 GByte/s beim Schreiben ist sie die schnellste externe SSD, die wir jemals vermessen haben. Am Mac war sie mit 2,5 beziehungsweise 1,8 GByte/s etwas langsamer; unter beiden Systemen brach die Schreibgeschwindigkeit nach etwa 30 Sekunden auf rund 1,5 GByte/s ein.

Das Verbindungskabel hat an beiden Seiten einen USB-C-Stecker. Verbindet man die SSD mit einer USB-C-Buchse ohne Thunderbolt-Fähigkeiten, erkennt der PC die SSD nicht.

Eine externe Stromversorgung braucht die X5 nicht. Über das Innenleben gibt es keine Informationen; es dürfte sich bei der internen SSD jedoch wohl um eine PCIe-SSD aus der Baureihe 970 handeln. Samsung legt eine Software zur Datenverschlüsselung bei. Wer eine richtig schnelle externe SSD braucht, ist mit der Portable SSD X5 gut bedient – braucht aber zwingend ein modernes System mit Thunderbolt-3-Anschluss.

(ll@ct.de)

Samsung Portable SSD X5

Externe SSD mit Thunderbolt 3	
Hersteller	Samsung, www.samsung.de
Modellbezeichnung, Kapaz.	MU-PB1T0B, 1 TByte
Listenpreis	730 €

Anzeige



Lesehilfe

Zathura ist ein einfach gehaltener Betrachter für PDFs und E-Books mit Vim-ähnlicher Tastaturbedienung.

Wer etwas liest, will das konzentriert tun. Da sollen keine animierten Menüs oder Leisten ablenken oder gar noch die Ansicht verschieben. Dank Zathuras minimalistischer Oberfläche kann man sich voll auf den Inhalt konzentrieren. Einzig am unteren Rand informiert eine Statuszeile über Dateinamen und Seitenzahl. Durch Plug-ins kann das Programm auch E-Books, Comic-Buch- und DjVu-Dateien öffnen.

Die Vim-Kommandos haben die Entwickler für PDF-typische Anforderung erweitert. So kann man sich mit F die auf der Seite vorhandenen Links anzeigen lassen und diese per Eingabe der zugehörigen Nummer direkt anspringen. Wer mehr Kontrast beim Lesen benötigt, bekommt mittels Strg+R eine Schwarzweiß-Ansicht von Bildern und Text. Die Maus dient nur zur Bewegung per Scrollrad und zum Kopieren von gewähltem Text mit einem Linksklick.

Für Vortragende, die sich nicht auf das unzuverlässige PowerPoint verlassen wollen, sondern lieber auf das plattformunabhängige PDF-Format setzen, bietet Zathura einen Präsentationsmodus. In dem Modus werden die PDF-Seiten bildschirmfüllend angezeigt und alle Statusinformationen ausgeblendet. Wem Funktionen fehlen, Tastenbelegungen missfallen oder wer Farben anders gestalten möchte, legt in der mächtigen Konfigurationsdatei alles nach Wunsch fest. (mls@ct.de)

Zathura

Dokumentenbetrachter	
Entwickler	Moritz Lipp, Sebastian Ramacher
Homepage	https://github.com/pwmt/zathura
Preis	kostenlos (Open-Source)



Geigerzähler

Die App „Radioactivity-Counter“ verwandelt ein Smartphone in einen Detektor für gesundheitsgefährdende Dosen radioaktiver Bestrahlung.

Die Anwendung von Rolf-Dieter Klein nutzt den Kamerasensor eines Handys oder Tablets als Detektor für Gammastrahlen, wie sie durch Radioaktivität oder als Bremsstrahlung in Röntgengeräten entstehen. Alpha- und die meisten Betastrahlen lassen sich mit der App nicht messen, weil sie schon durchs Handygehäuse abgeblockt werden.

Damit die App funktioniert, muss man die Linse der Rückseiten- oder – soweit unterstützt – der Frontkamera lichtdicht abkleben. Dann bleibt das Kamerabild praktisch schwarz, was die App auch anzeigt. Gammaquanten werden von der Abklebung nicht absorbiert und bewirken beim Auftreffen auf Sensorpixel Entladungsprozesse. Deren Häufigkeit ist ein Maß für die Strahlungsintensität.

Erst wenn die fummelige Abdunklung komplett gelungen ist, fordert die Software zur „Kalibrierung“ auf. Dabei ermittelt sie nur den Nullpunkt der Kalibrierkurve – zuerst das Rauschen der Handy-Elektronik und dann mit anderen Gewichtungen für unterschiedlich energiereiche Ereignisse die momentane Hintergrundstrahlung.

In der iOS-Ausführung rechnet die App mit (editierbaren) voreingestellten Werten für die komplette Kalibrierkurve und zeigt außer den Zählraten auf Anhieb auch Dosisleistungen in $\mu\text{Sv/h}$ oder $\mu\text{Gy/h}$ an. Bei Android-Geräten muss man dafür modellspezifische Kalibrierwerte eingeben. Für einige Handymodelle finden sich solche Daten auf der Webseite des App-Entwicklers.

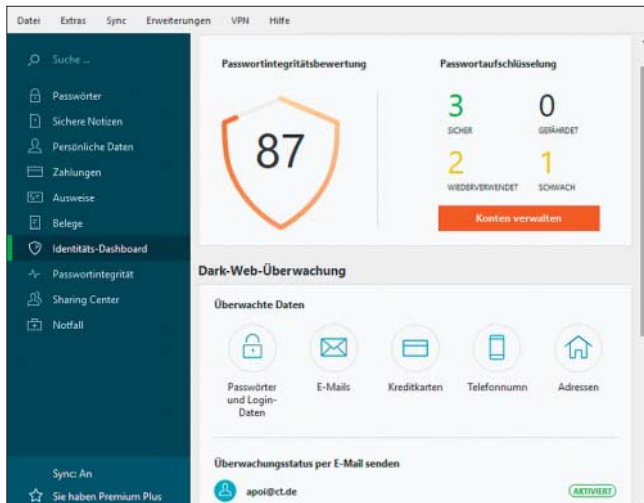
Messergebnisse lassen sich als Zeitreihe darstellen oder als Spektrum, nämlich als Häufigkeitsverteilung von Zählereignissen in Abhängigkeit vom Energiegehalt. Kalibrierte Ergebnisse kann man mit der App in Sv/h, Gy/h, rem, rad, Röntgen oder C/kg umrechnen.

Mit Unterstützung des Hannoveraner Uni-Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz erzielten wir in Ausnahmefällen bereits mit schwach aktiven Strahlern plausible Ergebnisse. Rund 60.000 Bq einer Strahlenquelle mit ^{137}Cs waren auf einem Tablet vom Typ Huawei BTV signifikant messbar. Die Strahlung eines Thorium-haltigen Gaslampenglühstrumpfs konnten wir vereinzelt nachweisen. In den allermeisten Versuchen schwankten Mess- und Untergrundzählraten aber so stark, dass unsere Bestrahlungen mit maximal einigen hundert $\mu\text{Gy/h}$ komplett im Rauschen untergingen. Spielverderber sind vermutlich Regelprozesse in den vier von uns getesteten Mobilgeräten, deren Effekte die App nicht kompensieren kann.

Laut Entwickler lassen sich mit dem Messprinzip auch kurze Strahlungspulse, zum Beispiel Röntgenblitze aus einem Tomografen, erfassen. Wenn ein einstellbares Level an Strahlungsleistung überschritten wird, bei dem man sich in Sicherheit bringen sollte, löst die App Alarm aus. Für Dosisleistungen oberhalb 1 mGy/h, wie beim Hersteller unter Laborbedingungen erprobt, taugt sie demnach als kostengünstiges Warngerät für den persönlichen Schutz. Für Schulversuche mit allgemein zugänglichen Strahlungsquellen eignet sie sich nach unseren Beobachtungen nicht. (hps@ct.de)

Radioactivity-Counter

Strahlungsmesser-App	
Hersteller	Rolf-Dieter Klein, www.hotray-info.de
Systemvoraus.	Smartphone oder Tablet mit abgeklebter Kamera
Preis	3,49 € (Android) / 5,49 € (iOS)



Merks dir!

Der Passwort-Manager Dashlane hütet Passwörter und andere persönliche Daten. Die neue Version erleichtert es dem Nutzer, identische Kennwörter zu vermeiden.

Neue Nutzer finden sich in Dashlane leicht zurecht: Das Programm prüft bei der Ersteinrichtung, ob Passwörter im Browser gespeichert sind und bietet an, diese zu importieren. Eine optionale Tour leitet zu Beginn durch die Funktionen des Programms.

Die Software macht das, was man von einem guten Passwort-Manager erwartet: Sie bewahrt Kennwörter, Formular- und Zahlungsdaten dank AES-256-Verschlüsselung sicher auf. Zusätzlich lässt sich einstellen, dass man beim Abruf eines Kennworts zuvor immer das Master-Passwort eingeben muss. Dashlane legt alle Daten, abgesehen vom Master-Kennwort, auf den Herstellerservern ab – lokal speichern lassen sich die Einträge nicht. Ein Passwortgenerator erstellt auf Wunsch willkürliche Zeichenfolgen, sodass man nicht in Verlegenheit kommt, beim regelmäßigen Passwortändern auf den Haustiernamen und das Geburtsdatum der Kinder zurückzugreifen.

Neu hinzugekommen in dieser Version ist ein VPN. Die Technologie dahinter stammt von AnchorFree, über deren Server die Verbindung läuft. Eine komfortable Einrichtung und Nutzung erkaufte man sich damit, dass man keinerlei eigene Einstellungen vornehmen kann.

Über den Menüpunkt Passwortintegrität kann der Nutzer sich anzeigen lassen, in welchen Konten er gleiche Pass-

wörter verwendet. Das klappt sogar, wenn nur Bestandteile übereinstimmen: Test123 und Test1234 listet die Anwendung als „wiederverwendet“. Außerdem zeigt das Programm hier Kennwörter an, die es als „schwach“ einstuft.

Eine noch umfangreichere Übersicht liefert das Identitäts-Dashboard. In diesem zeigt Dashlane ebenfalls die Übersicht der Passwortintegrität an. Zusätzlich lässt sich die sogenannte Dark-Web-Überwachung aktivieren: Die Software prüft, ob eingetragene Mail-Adressen in einem öffentlich gewordenen Leak auftauchen. Nach einer einmaligen Einrichtung erhält der Nutzer automatisch Mail-Benachrichtigungen, falls das Programm geleakte Einträge findet. Die Datengrundlage stammt vom Anbieter SpyCloud.

Dashlane gibt es als kostenlose und als Premiumversion. Die kostenlose Version verwaltet maximal 50 Konten und lässt sich nur mit einem weiteren Gerät synchronisieren. VPN und Dark-Web-Überwachung bleiben der Premium-Variante vorbehalten. Wer ohnehin eine andere VPN-Lösung bevorzugt und nicht mehr als 50 Konten verwalten möchte, der kann getrost zur kostenlosen Lösung greifen. Die Dark-Web-Überwachung lässt man in diesem Fall einfach über den Dienst „Have I Been Pwned“ laufen, der ebenfalls eine E-Mail-Benachrichtigung anbietet.

(apoi@ct.de)

Dashlane 6.0

Passwort-Manager	
Hersteller	Dashlane Inc., https://dashlane.com
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.12, Android ab 5.0, iOS ab 11
Preis	Basisversion: kostenlos , Premium: 3,33 € mtl.

Anzeige



Designobjekt

Ausgefallener Gaming-PC für WQHD

Der Aegis 3 will designbegeisterten Spielern gefallen und bietet mit Intel-Sechskern-CPU und GeForce GTX-1070-Grafikkarte passende Zutaten für einen Spiele-PC.

Von Carsten Spille

Vor allem jüngere Gamer verlangen mehr als nur hohe Spieleleistung: Die Hardware soll auch etwas fürs Auge bieten. Dem kommt MSI mit dem Aegis 3 8RD-068DE nach und verpackt eine ausgewogene Hardwarekombination in einem auffälligen beleuchteten Gehäuse. Leistungsträger sind der Core-i7-8700-Prozessor mit sechs Kernen und die GeForce GTX 1070. Mit 88 Bildern pro Sekunde in Full HD im Action-Adventure Assassin's Creed: Origins stellt er auch anspruchsvolle Spieler zufrieden. Mit schneller PCIe-SSD und Optane-beschleunigter 1-TByte-Festplatte eignet er sich auch für fordernde Anwendungen abseits von Spielen. Zugriffe auf die Festplatte fühlen sich dank des Cachings beinahe so flott

wie auf eine SSD an. Der Beschleunigungseffekt nimmt ab, je öfter man mit verschiedenen, großen Daten hantiert, also etwa viele Spiele im Wechsel spielt.

Designelemente

Das Gehäuse nannten Kollegen „Transformer“-ähnlich und tatsächlich zieht der Aegis 3 mit seinem hochgestellten Heck und dem abgesetzten Fuß, in dem sich das Netzteil befindet, die Blicke auf sich. Die RGB-LED-beleuchtete Front erinnert an einen Kampfanzug aus dem Shooter Crysis und lässt sich per MSI-Tool mit verschiedenfarbigen Leuchtmustern individualisieren. Die ebenfalls von MSI stammende Grafikkarte wird nur indirekt vom der LED-Leiste im Gehäuse beleuchtet. An beiden Gehäuseseiten ist ein ausklappbarer Headset-Halter angebracht.

Das kompakte Designgehäuse hat auch Nachteile. Dem Aufrüsten stehen sechs Schrauben im Weg, von denen eine am besten versteckte in der Schnellanleitung nicht erwähnt wird, sodass im Test einige Frickelei entstand. Im Inneren ist nicht viel Platz. Jeweils ein freier Anschluss für 3,5- und 2,5-Zoll-Geräte steht bereit, ebenso einer für ein optisches Slimline-

Laufwerk. Die vorhandene Frontblende ist jedoch nicht für ein optisches Laufwerk vorgesehen.

Leise ist anders

Als luftgekühlter High-End-Gaming-PC ist der Aegis 3 auch wegen seines kompakten Gehäuses kein Leisetreter. Sorgen 0,7 Sone im Leerlauf noch für eine gute Geräuschnote, ist es unter Volllast mit bis zu 2,7 Sone vorbei mit der Ruhe. Bei reiner 3D-Last sind es befriedigende 1,6 Sone.

Die Performance des PCs überzeugt nicht nur beim Spielen. Mit mehr als 16.000 Punkten im 3DMark Firestrike ist er auf dem Niveau des zuletzt getesteten Gaming-PCs Magma X01 [1]. Das verdankt er seiner speziell in Spielen auftrumpfenden Core-i7-CPU. In UHD-Auflösung fällt er wegen der schwächeren Grafikkarte zurück. Mittelfristig eignet er sich dank hoher Grundgeschwindigkeit in geringen Auflösungen eher für High-Fps-Gamer, die sich aber mit WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) zufriedengeben.

Fazit

Der Aegis 3 ist ein auffällig gestalteter, kompakter Gaming-PC mit gut abgestimmter Ausstattung und hoher Grundgeschwindigkeit. Erst in 4k geht ihm die Puste aus. Die Grafikkarte kann man später noch gegen ein Exemplar mit maximal 31 Zentimetern Länge tauschen, auch ein freier zweiter Achtpol-Anschluss vom Netzteil ist vorhanden. Angesichts der Hardware-Ausstattung zahlt man mit 2200 Euro jedoch einen zu hohen Aufpreis für das martialische Design.

(csp@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Christian Hirsch, Ohne Begrenzer, High-End-PC fürs 4K-Gaming, c't 12/2018, S. 46

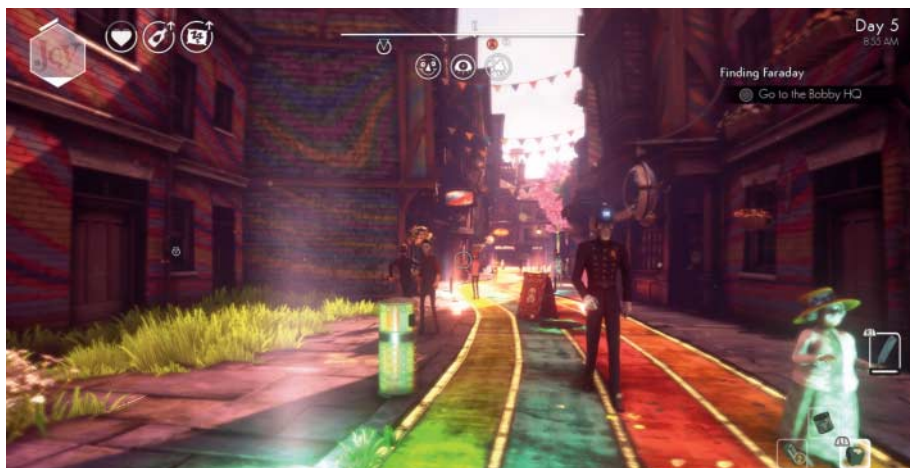


Im Inneren des Aegis 3 herrscht auch dank Vollausstattung drangvolle Enge.

MSI Aegis 3 8RD

Hersteller, Typ	MSI, Aegis 3 8RD-068DE, Gaming-PC
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Core i7-8700 / 6 + SMT / 3,2 (3,6 bis 4,6) GHz
CPU-Fassung / -Lüfter (Regelung)	LGA1151v2 / 9 cm (✓)
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	16 GByte (DDR4-2400 SO-DIMM / 32 GByte) / 2 (2)
Grafik (-speicher) / -lüfter	MSI GeForce GTX 1070 Armor (8 GByte) / 2 × 9,5 cm
Mainboard (Format) / Chipsatz	MSI MS-B9181 (proprietär) / B360
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × PEG (0), 2 × M.2 (0)
Festplatte (Typ, Kapazität, Drehzahl, Cache)	Western Digital WD10EZEX (SATA 6G, 1 TByte, 7200 min ⁻¹ , 64 MByte)
SSD 1 (Typ, Kapazität)	Intel SSD 760p SSDPEKKW256G8 (NVMe, M.2, 256 GByte)
SSD 2 (Typ, Kapazität)	Intel Optane Memory MEMPEK1W016GA (NVMe, M.2, 16 GByte)
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1), 2 × 3,5" (1), 1 × Slimline-ODD (1)
Sound-Chip (Chip)	HDA (ALC1220)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (WGI219V, PCIe) / TPM 2.0
Abmessungen (B × H × T) / Gehäuselüfter (geregelt)	Mid-Tower (185 mm × 378 mm × 435 mm) / 1 × 8 cm (✓)
Netzteil (Leistung)	Fortron Source FSP450-40UGBBF (80Plus Bronze)
Anschlüsse hinten	2 × HDMI 2.0, 1 × DVI-D, 4 × DisplayPort (3 × 1.4, 1 × 1.2), 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 4 × USB 3.1 Typ A, 2 × USB 2.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	1 × USB 3.1 Typ C, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio
Reset-Taster / 230-V-Hauptschalter	n. v. / ✓
Lieferumfang	
Betriebssystem / UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 Home / ✓ / ✓
Anwendungs-Software	MSI Gaming Center, Norton Security (60 Tage)
Treiber- / Recovery-CD / Handbuch	n. v. / n. v. / ✓
Zubehör	weitere Stromkabel, Kleinteile für Montage
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung	
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	0,3 W (0,3 W) / 1,7 W / 36,0 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	109 W / 307 W
Festplatte / SSD 1 / Lesen (Schreiben)	930 (149) MByte/s ¹ / 2844 (1305) MByte/s
USB 3.0 / USB 3.1 Gen 2: Lesen (Schreiben)	464 (461) / 860 (874) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (118) MByte/s
WLAN 2G / 5G (20m)	14,0 / 35,1 (10,9 / 25,2) MByte/s
Geräuscentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,7 Sone (⊕) / 2,7 Sone (⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	0,7 Sone (⊕) / 1,6 Sone (⊖)
Funktionstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	– / –
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus Standby (Soft-off)	– / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	11 s
4K: HDMI / DisplayPort / DVI	60 Hz / 60 Hz / 30 Hz
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / n. v.
SPDIF Frequenzen out	44,1, 48, 96, 192 kHz
Systemleistung	
BAPCo SYSmark 2014 SE	1418
Cinebench R15: Single- / Multi-Thread	192 / 1188
3DMark: Fire Strike	16.286
Rise of the Tomb Raider, hoch: Full HD, SMAA / 4K	121 / 48 fps
Deus Ex Mankind Div., hoch: Full HD (4x MSAA) / 4K	38 / 30 fps
Assassin's Creed: Origins, sehr hoch: Full HD / 4K	88 / 38 fps
Bewertung	
Systemlsg.: Office / Rendering / Spiele / gesamt	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / ⊕ / ⊕⊕
Geräuscentwicklung / Systemaufbau	○ / ○
Preis / Garantie	2200 / 24 Monate
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ¹ per Optane-Modul beschleunigt	

Anzeige



Jenseits der Erdbeerfelder

1964 ist England von den Nazis besetzt. Im Action-Adventure „We Happy Few“ schluckt die Bevölkerung Drogen, um der Realität zu entkommen – bis der Spieler seine Pillen absetzt.

17 Jahre nach der Eroberung Englands durch die Deutschen erledigt Zensor Arthur Hastings seinen Beamtenjob ohne Murren. Wie alle Kollegen schluckt er regelmäßig Joy-Pillen. Sie machen das fade Leben zum euphorischen Dauertrip, wie ihn die Beatles besangen. Als ein Erinnerungsfetzen in Arthurs Bewusstsein dringt, verschmäht er die Pillen, um seinen verschwundenen Bruder zu suchen, den die Nazis einst verschleppten.

Der kanadische Entwickler Compulsion Games hat die spannende Geschichte mit vielen Haupt- und Nebenmissionen gespickt. Arthur wandelt zwischen den Welten: Unter den Joy-Junkies muss er stets ein paar Glückspillen parat haben, während er in der düsteren Realität besser im zerrissenen Anzug auftritt und sich gegen sadistische Bobbys wehrt. Oft ist es besser, an ihnen vorbeizuschleichen oder die Flucht zu ergreifen, denn die Polizisten schlagen erbarmungslos zu. Wenn der Spieler es sich einfach machen will, schmeißt er ein paar Pillen mehr ein, doch damit schwinden die Chancen, den Bruder zu finden. Sobald die Wirkung des Joys nachlässt, erscheint die vormalig bunt-psychedelische Welt als abgewrackte Trümmerlandschaft.

Unterwegs sammelt Arthur alles ein, was nicht niet- und nagelfest ist – auf Dauer wird das zur quälenden Routine.

Aus den Fundstücken bastelt er Kleidung, Medizin und Dietriche. Damit er länger unentdeckt bleibt, sollte man Arthurs Schleichfähigkeiten verbessern. Dann stiehlt er sich an Wachen vorbei und erledigt sie von hinten. Im 20-stündigen Spielverlauf schlüpft der Spieler später in die Rolle der Chemikerin Sally und in die des aufbrausenden Ollie, die beide etwas andere Spielweisen erfordern.

Leider hält die Technik nicht mit der fabelhaften Inszenierung Schritt. Zwar läuft „We Happy Few“ unter Windows und auf der PS4 stabil, jedoch bricht die Framerate in großen Arealen ein, sodass sich die Figuren nur noch ruckartig bewegen. Ärgerlich sind zudem die langen Ladezeiten, wenn Arthur ins Gras beißt. Dann wacht er an einem zufälligen Ort auf – wenn er Pech hat, ohne Pillen mitten unter Junkies, fernab von seinem nächsten Ziel. Auch die KI reagiert zuweilen inkonsistent.

Wegen der spielerischen und technischen Macken startet man „We Happy Few“ am besten auf dem leichtesten Schwierigkeitsgrad und konzentriert sich auf die originelle Story. Die Entwickler zeichnen eine kaputte Welt zwischen hirnloser Betäubung und roher Verzweiflung und ziehen dabei immer wieder Parallelen zu „Fake News“ und zur heutigen Konsumgesellschaft. Dabei kommen nicht nur Satire-Fans von Monty Python auf ihre Kosten. (Peter Kusenberger/hag@ct.de)

We Happy Few

Action-Adventure	
Vertrieb	Gearbox Publishing, www.wehappyfewgame.com
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One
Preis	60 bis 70 € (USK 16)



Unkaputtbar

In Dead Cells streift der Spieler durch tödliche Retro-Höhlen.

Nach einer erfolgreichen Early-Access-Phase entlässt Entwickler Motion Twin seinen Hack-'n'-Slay-Plattformer Dead Cells in die Freiheit. Als Untoter schlägt man sich durch Gefängnisse, taucht in giftige Nebelschwaden und tippelt über gefährliche Burgzinnen.

Anfangs erwacht der Spieler in einem unterirdischen Gewölbe und sucht nach einem Ausgang. Auf seinem Weg in die Freiheit hüpfert er von einer Plattform zur nächsten, öffnet Geheimtüren und prügelt sich mit Zombies und Zauberern. Wenn sein Lebensbalken auf null sinkt, gehts wieder von vorne los.

Manche Gegner hinterlassen besondere Zellen, die der Spieler in neue Waffen und Fähigkeiten investiert. Dank des hohen Spieltempos dauern die Abschnitte jeweils nur wenige Minuten und laden immer wieder zu neuen Versuchen ein – bis schließlich einer der Endbosse auftaucht.

Dead Cells wurde von Metroid inspiriert: Dank zufallsgenerierter Abschnitte gibt es immer wieder Neues zu entdecken. Manche Abzweigungen kann man erst erkunden, wenn man bestimmte Fähigkeiten besitzt. Obwohl der Tod den Spieler immer wieder zurückwirft, hält sich der Frust in Grenzen. Mit etwas Übung entdeckt man die Schwächen der Gegner und stellt seine Kampftaktik darauf ein. Dead Cells ist ein schnelles und blutiges Hack-'n'-Slay-Spektakel, das Genrefans nicht so schnell loslässt.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

Dead Cells

Retro-Plattformer	
Vertrieb	Motion Twin, Headup Games
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.9, Linux, PS4, Xbox One, Switch
Preis	25 bis 35 € (USK 12)



Welt am Draht

Rücksichtslose Großkonzerne, fehlende Privatsphäre und Transhumanismus: Die Zukunft in „State of Mind“ gleicht einer Horrormission.

Das Science-Fiction-Abenteuer schickt die Spieler in ein Berlin der nahen Zukunft. Im Mittelpunkt steht der Journalist Richard Nolan. Der einstige Starreporter erwacht nach einem Unfall und vermisst seine Frau und seinen Sohn. Bei der Suche nach seiner Familie stößt er schnell auf den teuflischen Plan eines Großkonzerns. Richard steht plötzlich im Zentrum einer riesigen Verschwörung.

Der Publisher Daedalic war bislang für klassische 2D-Point-and-Click-Abenteuer wie Deponia bekannt. Davon ist in diesem Science-Fiction-Thriller wenig zu spüren. Der Spieler steuert verschiedene Hauptfiguren in der Schulterperspektive. Im dystopischen Berlin erinnert vieles an Blade Runner und ähnliche Science-Fiction-Filme. Jede Person wird auf Schritt und Tritt überwacht. Wie im ähnlich konzipierten Androiden-Spektakel „Detroit: Become Human“ erkennt man zunächst

nicht, wer in der Stadt ein Mensch ist, wer ein Android oder ein Zwitter. Figuren und Umgebung bestehen aus klobigen Polygonen und sorgen für einen surrealen Low-Poly-Stil, der allerdings leblos wirkt. Verstärkt wird der Eindruck durch die lustlose deutsche Synchronisation.

In zwei Dritteln der knapp elfstündigen Spieldauer passiert wenig. Der Spieler läuft mit Richard von einem der wenigen Schauplätze zum nächsten, klickt sich durch Dialoge und vertreibt sich die Zeit mit Mini-Spielchen: Zur Datenrettung bastelt der Spieler ein kleines Mosaik. Beim Computerhacken muss er zwei Kugeln sekundenlang überlappen. Rätsel gibt es nicht zu lösen.

Erst im letzten Drittel zieht die Geschichte an. Sie lässt am Ende aber viele Fragen offen, die auf eine Fortsetzung hindeuten. Tiefgründige Themen werden lediglich angerissen: Wo liegen die Gefahren des Transhumanismus? Ist es moralisch vertretbar, den menschlichen Körper mit technischen Spielereien zu verbessern? Darf man einen digitalen Übermenschen schaffen? „State of Mind“ streift zwar viele Themen aus dem Universum des Philip K. Dick und thematisiert Gefahren des technischen Fortschritts, bleibt jedoch viele Antworten schuldig. Ebenso kann es spielerisch nicht überzeugen, dazu gibt es zu viel Leerlauf. Es ist ein ambitioniertes, überlanges Science-Fiction-Abenteuer mit einem interessanten Zukunftsszenario, dem jedoch der Feinschliff fehlt.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

State of Mind

Adventure	
Vertrieb	Daedalic
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.12, Ubuntu ab 16.04, PS4, Xbox One, Switch
Preis	30 € (US\$ 12)



Freischuss

Bethesda veröffentlicht den Online-Shooter „Quake Champions“ als Free-to-Play-Titel.

Mit Quake Champions kehrt der hyperaktive Großvater der First Person Shooter zurück auf die Bildschirme. Die Free-to-Play-Variante werde permanent weiter ausgebaut, betont der Hersteller.

Erst eine Registrierung bei Bethesda eröffnet den Zugang zu dem bereits marktreif wirkenden Titel. Elf mittelgroße Karten bieten interessante Schauplätze für die extrem flotten Schusswechsel. Am Grundkonzept hat sich seit Quake 3 Arena kaum etwas geändert. Drei Spielmodi stehen zur Wahl: Deathmatch, Team Deathmatch sowie Free for All mit Railguns. Wer will, kann gegen Bots antreten.

Die Spielfiguren reichen von Dämonen bis zu riesigen Robotern und haben nun individuelle Spezialfähigkeiten. Größere Helden bekommen zum Ausgleich für die größere Trefferzone eine dickere Panzerung.

Kostenlos stehen nur zwei Charaktere zur Wahl. Weitere Spielfiguren bezahlt man mit jeweils rund acht Euro pro Stück. Ein Champions-Pack mit 12 weiteren Helden und konfigurierbaren Partien ist für knapp 30 Euro zu haben. Außerdem werden Lootboxen mit kosmetischen Ausrüstungsgegenständen feilgeboten.

Angesichts der hübschen Grafik und der spannenden Schießereien erscheint das Preismodell fair. Verbindungsprobleme früherer Versionen hat der Hersteller inzwischen behoben. Im Test liefen alle Partien einwandfrei.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

Quake Champions

Online-Shooter	
Vertrieb	Bethesda, quake.bethesda.net
Systeme	Windows ab 7
Preis	kostenlos / Champions Pack 30 € (US\$ 18)

Das doppelte Modem

Pÿur kann Internet-Anschluss nicht aktivieren



Zu früh kommen ist bekanntlich die unhöflichste Art der Unpünktlichkeit. Der Internet-Anbieter Pÿur produziert damit Chaos im System und bekommt es dann nicht wieder in den Griff.

Von Tim Gerber

Ende Juli wollte Robert R. eine neue Wohnung in Solingen beziehen. Und natürlich wollte er dort auch einen Internet-Anschluss haben. Doch einzig der ihm bis dato unbekannte Anbieter Pÿur (ehemals Primacom) bot an seiner neuen Adresse eine akzeptable Internet-Geschwindigkeit von 120 MBit/s an. Also beauftragte Robert R. Anfang Juli telefonisch das Unternehmen, ihm zum 28. Juli einen Internet- und Telefonanschluss im Tarif „Pÿur Speed 120“ an der neuen Adresse einzurichten. Als Anschrift für die schriftliche Auftragsbestätigung, die ihm zusammen mit der notwendigen Hardware in den nächsten Tagen zugehen sollte, nannte er seine bisherige Adresse, weil er an der neuen zu diesem Zeitpunkt noch keine Post empfangen konnte.

Doch als er nach zehn Tagen noch immer keine Auftragsbestätigung erhalten hatte, fragte Robert R. telefonisch bei Pÿur nach. Zu seiner Überraschung erfuhr er nun, dass sein Anschluss bereits am 6. Juli aktiviert worden sei, Hardware und Auftragsbestätigung seien an die neue Adresse gegangen. Dort kamen sie freilich nicht an, weil zu diesem viel zu frühen Zeitpunkt noch niemand unter der Adresse erreichbar war.

Die Kunden-Hotline behandelte die Reklamation des Kunden kurzerhand als Widerruf und legte einen neuen Vertrag mit Startdatum 28. Juli an. Drei Tage später, am 31. Juli, kam das Modem tatsächlich bei Robert R. an.

Auf dem Lieferschein fand der Kunde auch eine Vertragsnummer, eine Auftrags-

bestätigung hatte er aber immer noch nicht. Immerhin konnte er sich nun im Kundenportal von Pÿur registrieren. Das Modem zeigte nach einiger Zeit eine Verbindung an, die Telefonie war aber tot. Die Internet-Verbindung erlaubte nur Zugriff auf die Webseite des Aktivierungsportals von Pÿur, wo der Kunde mit seinen Zugangsdaten das Modem „aktivieren“, also für den vollen Internet-Zugang freischalten soll. Doch als Robert R. dies mit seinen Kundendaten versuchte, erhielt er nur eine Fehlermeldung: „Es kann zur Zeit nicht festgestellt werden, ob das Modem aktiviert werden kann. Wenden Sie sich an den Kundenservice.“

Also rief Robert R. die Hotline von Pÿur an. Einmal hieß es, man lade die Daten nochmals auf das Modem, dann sollte es klappen. Beim nächsten Anruf hieß es hingegen, er hätte sich nicht im Kundenportal anmelden dürfen und solle nun einen Werksreset des Modems vornehmen und den Prozess erneut starten. Doch auch das brachte nichts. Nach all dem Hin und Her sagte ihm die Pÿur-Hotline nur noch, dass sein Fall jetzt in der „Fachabteilung“ liege, die werde sich demnächst bei ihm melden.

Inzwischen hatte Pÿur Robert R. auch schon 96 Euro in Rechnung gestellt und von seinem Konto abgebucht. Auf der Rechnung konnte er auch erkennen, dass seine Reklamation wegen des zurückgegangenen Modems eben nicht wie besprochen als Widerruf des Vertrages und Abschluss eines neuen behandelt, sondern ihm lediglich die Internet-Gebühr für einen Monat gutgeschrieben wurde worden war.

Versprochen, gebrochen

Telefonieren und ins Internet gehen konnte Robert R. aber immer noch nicht. Und nachdem der versprochene Rückruf der „Fachabteilung“ nach fünf Tagen ausblieb, wandte sich Robert R. am 7. August an die Redaktion der c't und bat um Hilfe. Wir fragten deshalb bei der Pressestelle von Pÿur nach seinem Fall und wollten insbesondere die Ursachen wissen, warum der Anschluss des zahlenden Kunden nicht aktiviert werden konnte. Eine technische Störung schien nicht vorzuliegen, denn die Webseite des Aktivierungsportals von Pÿur im Internet konnte Robert R. von seinem Anschluss ja erreichen – aber eben nur die.

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Am 14. August erhielten wir die Bestätigung der Pressestelle, dass man sich um den Fall kümmere und den Kundenservice um Aufklärung gebeten habe. Bereits einen Tag später war das Problem behoben. Der Kunde selbst wurde darüber aber offenbar nicht informiert. Er stellte erst am Abend desselben Tages eher zufällig fest, dass sein Internet-Anschluss plötzlich funktionierte. Telefonieren könne er allerdings noch immer nicht, wie er uns am 16. August schrieb. In den folgenden Tagen erfuhr er immerhin, dass die Telefonie irgendwie „aus dem Vertrag verschwunden“ sei. Erst am 20. August hatte der Kundenservice von Pÿur auch das behoben. Jetzt erst – über drei Wochen nach dem vereinbarten Termin – konnte Robert R. seinen Anschluss in vollem vertraglich zugesicherten Umfang nutzen.

Immerhin habe man dem Kunden die Aktivierungs- und Versandkosten in Höhe von insgesamt 60 Euro gutgeschrieben, teilte uns die Pressestelle von Pÿur mit. Das entspreche der Internet-Gebühr für zwei Monate. Die Gutschrift solle über eine Reduzierung der Rechnungen der beiden kommenden Monate umgesetzt werden.

Zur Ursache des Problems im Fall von Robert R. führte die Pressestelle aus, dass das Modem ursprünglich an eine falsche Lieferanschrift geschickt wurde und zurückkam. Beim Neuversand sei dann ein anderes Gerät an den Kunden gegan-

gen, im System wurde aber die Gerätenummer nicht aktualisiert. So sei der Kunde zwar im System ganz normal freigeschaltet worden, aber eben mit der falschen Gerätenummer. Die Mitarbeiter der Hotline hätten die Störungsursache zunächst nicht erkennen können.

Chaos mit System

Bei der Lieferung von Hardware für einen Internet- und Telefonanschluss können immer Pannen passieren. Das ist – gerade im Zusammenhang mit Umzügen – eigentlich das tägliche Geschäft eines Telekommunikations-Providers. Dass in Folge solcher Zustellpannen andere Geräte an die Kunden verschickt werden, liegt ebenfalls auf der Hand. Aber dass solche normalen Vorgänge dann im Ergebnis zu einer solchen Panne führen wie im geschilderten Fall von Robert R., darf eigentlich gar nicht sein.

Wer seine Aktivierungsprozesse so einrichtet wie Pÿur, muss sich über anschließendes Chaos nicht wundern. Und dass die Kunden-Hotline offenbar nicht in der Lage ist, die Seriennummern im Aktivierungssystem mit jenem im Versandsystem abzugleichen, ist ebenfalls ein Fehler im System. Wenn erst die Pressestelle in der Lage ist, den richtigen Lösungsanstoß zu geben, kann das kaum im Sinne des Erfinders sein. Robert R. schrieb der c't jedenfalls, er werde nach dieser Erfahrung den Provider bei nächster sich bietender Gelegenheit wieder wechseln. (tig@ct.de) **ct**

Service im Visier

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

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

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

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



Bild: HPI/K. Herschmann

Das wolkige Klassenzimmer

HPI Schul-Cloud startet in die nächste Phase

Die „HPI Schul-Cloud“ will länderübergreifend den Unterricht an deutschen Schulen modernisieren: Digitale Inhalte sollen künftig in jedem Klassenzimmer zur Verfügung stehen. Lehrer und Entwickler arbeiten in dem Projekt eng miteinander zusammen.

Von Anke Poimann

Lernen mit digitalen Medien ist in Deutschland nach wie vor keine Selbstverständlichkeit. In vielen Schulen mangelt es allein schon an technischer Ausstattung: veraltete Geräte, kein WLAN

und kaum gewartete Netzwerke. Überarbeitete Lehrkräfte sollen die Verwaltung dieser Ressourcen nebenbei erledigen. So berichtet die Bertelsmann-Stiftung in ihrem „Monitor Digitale Bildung“, dass auch im Jahr 2017 noch 74 Prozent der deutschen Lehrer die unzuverlässige Medientechnik an ihren Schulen bemängeln. Nur 16 Prozent der befragten Lehrer beurteilten die technische Ausstattung als „sehr gut“, weitere 38 Prozent urteilten mit „gut“. Einen Link auf den ausführlichen Bericht finden Sie unter ct.de/y61e.

Die HPI Schul-Cloud, ein Projekt des Hasso-Plattner-Instituts (HPI), will Schulen den Zugang zu digitalen Lehr- und Lernmedien erleichtern. Fördergelder erhält das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Eine Besonderheit liegt darin, dass die HPI Schul-

Cloud bundesweit getestet wird – bisher kochte jedes Bundesland bei der IT-Ausstattung der Schulen sein eigenes Süppchen.

Start und Verlauf

Die erste Projektphase startete im Mai 2017 mit 27 Schulen, die dem Exzellenznetzwerk MINT-EC angehören. MINT-EC ist ein gemeinnütziger Verein mit dem Ziel, Gymnasialschüler für MINT-Fächer – Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften – zu begeistern und sie darin zu fördern. Bis 2021 sollen alle 316 Schulen des Vereins Zugang zur HPI Schul-Cloud erhalten.

Im Mai 2018 begann die nächste Phase, in der zunächst weitere 40 Schulen hinzukamen, sodass seit Juli insgesamt 67 MINT-EC-Schulen die HPI Schul-

Cloud nutzen können. Außerdem kommen in diesem Schuljahr über eine Kooperation mit der Niedersächsischen Bildungscloud noch weitere 44 Schulen hinzu. Anders als bei den MINT-EC-Schulen, die alle eine gymnasiale Oberstufe haben, sind in Niedersachsen jegliche Schulformen vertreten – auch Grundschulen. Zwei Studienseminare zur Lehrerbildung nehmen ebenfalls teil.

Eigene Geräte statt Schul-Tablets

Damit Lehrer und Schüler digitale Medien in allen Unterrichtsfächern sinnvoll nutzen können, müssen sie jederzeit direkten Zugang dazu haben. Dem widerspricht die derzeitige Realität an den meisten Schulen, an denen es wenige Computerräume und bestenfalls noch ein bis zwei Tablet-Wagen gibt. Oft ist die vorhandene Hardware schlecht gewartet und die darauf eingerichtete Software nicht aktuell. Zu Beginn der Unterrichtsstunde heißt es dann statt Recherche und Mindmap erstellen zunächst einmal Software aktualisieren.

Für die Nutzung der HPI Schul-Cloud muss die Schule keine eigenen Geräte vorhalten. Stattdessen können Schüler ihre eigenen Geräte mitbringen. Ob es sich dabei um Tablet oder Laptop handelt, spielt keine Rolle. Es bleibt der Schule überlassen, ob sie überhaupt eine Vorgabe machen will oder doch auf schuleigene Geräte setzt. Nach Aussage des HPI hat sich gezeigt, dass in so gut wie allen Familien geeignete Mobilgeräte vorhanden sind, unabhängig von der Einkommenssituation. Selbst mit dem Smartphone sollen sich die Angebote nutzen lassen.

Um die HPI Schul-Cloud zu nutzen, loggen sich Lehrer und Schüler unter schul-cloud.org ein. Künftig sollen auch native Android- und iOS-Apps zur Verfügung stehen; erste Beta-Versionen dieser Apps lassen sich bereits testen.

Das kann die Schul-Cloud

In der HPI Schul-Cloud kann ein Lehrer Kurse anlegen, also Inhalte für einzelne Klassen oder Lerngruppen bereitstellen. Diesen ordnet er Zeiten und Räume zu. So ist direkt ersichtlich, dass die 10b an allen Tagen bis auf Donnerstag immer im selben Raum Matheunterricht hat. Die Lehrkräfte können eigene Textbeiträge im integrierten Editor formulieren und eigene Bilder, Videos sowie Audiodateien hochladen – oder auf Inhalte aus dem Materialpool der HPI Schul-Cloud zurück-

greifen. Außerdem lassen sich Werkzeuge einbinden, die die Arbeit innerhalb kleiner Schülergruppen vereinfachen sollen. NeXboard beispielsweise ist ein digitales Whiteboard, auf dem mehrere Schüler gemeinsam Ideen sammeln und strukturieren. Für den Matheunterricht sind Apps von GeoGebra integriert.

Die Materialsammlung der HPI Schul-Cloud umfasst Videos, Lernprogramme und Arbeitsblätter, darunter freie Lern- und Lehrmaterialien (Open Educational Resources, OER) sowie Inhalte, die von Schulbuchverlagen stammen. Sie wird laufend um neue Inhalte ergänzt. Die Treffer der derzeit noch rudimentären Suchfunktion lassen sich noch nicht filtern, sodass man sie komplett durchschauen muss.

Lehrer können Aufgaben für ihre Schüler mit einem festgelegten Bearbeitungszeitraum versehen. Die Schüler bearbeiten die Hausaufgaben direkt in der Schul-Cloud, beispielsweise indem sie einen Text in den Editor tippen. Alternativ laden sie eine Datei hoch. Der Lehrer sieht auf einen Blick, welche Schüler die Aufgabe bereits bearbeitet haben. Als Notenvergabeinstrument ist die HPI Schul-Cloud nicht gedacht, die Lehrer können ihren Schülern im Aufgaben-Modul jedoch Feedback geben.

In einer Terminübersicht lassen sich Kalender abonnieren und der eigene Stundenplan anzeigen und individuelle Termine eintragen; eine Anbindung an das Stundenplansystem Untis ist geplant. Außerdem lassen sich über die HPI Schul-

Cloud Informationen verbreiten. Derzeit funktioniert das nur für die gesamte Schule, künftig soll es möglich sein, Neuigkeiten gezielt an einzelne Klassen oder Kurse zu verteilen.

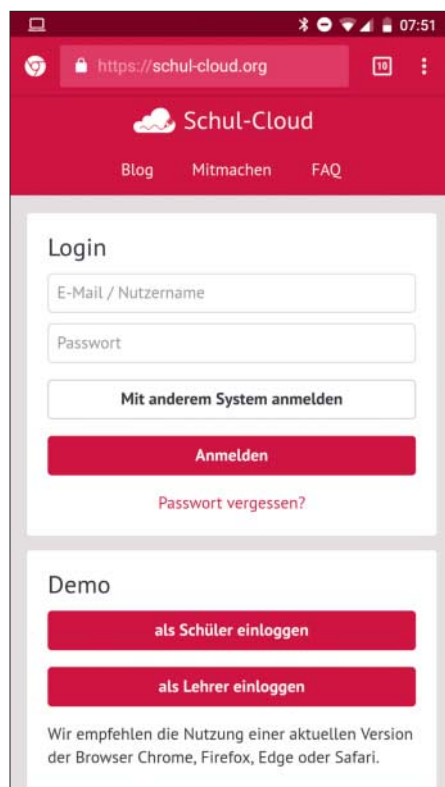
Über einen Code können Lehrkräfte die Materialpakete, die sie für ihren Kurs geschnürt haben, mit Kollegen teilen. Die können das Material bearbeiten, um es an den eigenen Kurs anzupassen. Falls ein Lehrer auf Klassenfahrt fährt, fügt er für die Zeit den vertretenden Kollegen zum Kurs hinzu, sodass dieser Zugriff auf jegliches Material hat – und sich nicht nur mit einem Arbeitsblatt durch den Vertretungsunterricht hangeln muss.

Mehrere Systeme an einer Schule

Viele Schulen nutzen bereits einen Schulserver beziehungsweise ein Lernmanagementsystem wie IServ oder Moodle. Die HPI Schul-Cloud will diese Systeme nicht ersetzen, wohl aber ergänzen. Denkbar wäre es, dass eine Schule, die IServ einsetzt, die Kommunikation über das IServ-Mail-Modul und die Dateiablage auf IServ-Servern organisiert, während Material aus der HPI Schul-Cloud zur Unterrichtsgestaltung zum Einsatz kommt. Leider gibt es zum aktuellen Zeitpunkt keine Möglichkeit, die HPI Schul-Cloud in eine bestehende Lösung zu integrieren. Franz Albers, Lehrer am Meppener Marianum Gymnasium, bringt es auf den Punkt: „Eine weitere Datenebene in der HPI Schul-Cloud ist kontraproduktiv und führt zu unnötiger Verwirrung.“ Aktuell hält Al-



Die Übersichtsseite der HPI Schul-Cloud zeigt den Unterrichtsplan für den Tag. Schüler und Lehrer sehen hier, welche Aufgaben aktuell zu bearbeiten sind.



Die HPI Schul-Cloud lässt sich auch auf Smartphones nutzen. Die Web-App passt sich an die Bildschirmgröße an.

bers eine Datenhaltung in der Cloud nicht für sinnvoll, sondern bevorzugt die lokale Dateiablage auf Servern in der Schule.

Das Problem der verschiedenen nebeneinander existierenden Systeme ist den HPI-Entwicklern bekannt und sie arbeiten an Lösungen. Beispielsweise wurde eine Single-Sign-on-Möglichkeit realisiert, sodass bestehende Systeme zumindest in Sachen Authentifizierung in die HPI Schul-Cloud integriert werden können. Aktuell funktioniert das für itslearning, IServ und Moodle. „An Anbindungen zu zentralen Identitätsmanagementsystemen wird von unserer Seite gerade gearbeitet. Wir sind ferner mit mehreren Bundesländern in Gesprächen, um weitere Integrationskonzepte auszuloten“, sagt der technische Leiter am HPI, Jan Renz.

Zukunftsperspektive

Die HPI Schul-Cloud ist ein ambitioniertes Projekt. Kritiker sehen dessen Zukunftsperspektiven nicht sehr rosig und verweisen auf Probleme in ähnlichen Projekten. So wurde Ende 2017 in Nordrhein-Westfalen die Einführung der Logineo-Plattform wegen technischer Mängel der Software gestoppt. Auch die Fortführung

der Bildungsplattform ella@bw in Baden-Württemberg steht nach einem sehr kritischen Experten-Gutachten derzeit infrage.

Ein Knackpunkt, der mit über den Erfolg der HPI Schul-Cloud entscheiden wird, ist die WLAN-Ausstattung der deutschen Schulen. Laut jüngstem „Monitor Digitale Bildung“ der Bertelsmann-Stiftung bewerten lediglich 8 Prozent der Lehrer die WLAN-Verfügbarkeit an ihrer Schule mit „sehr gut“, weitere 29 Prozent urteilen immerhin noch mit „gut“ – knapp zwei Drittel der deutschen Lehrer können sich also in ihrem Unterricht nicht auf das Schul-WLAN verlassen.

BYOD als Voraussetzung

Zum anderen ist die Nutzung privater Mobilgeräte in vielen Schulen derzeit nicht gestattet: An 62 Prozent der von der Bertelsmann-Stiftung befragten Schulen gilt ein klares Nutzungsverbot. Das Konzept der HPI Schul-Cloud funktioniert jedoch nur, wenn BYOD (Bring Your Own Device) zur Schulpolitik gehört. Auch hier müsste sich also etwas ändern, um dem Projekt zum Durchbruch zu verhelfen.

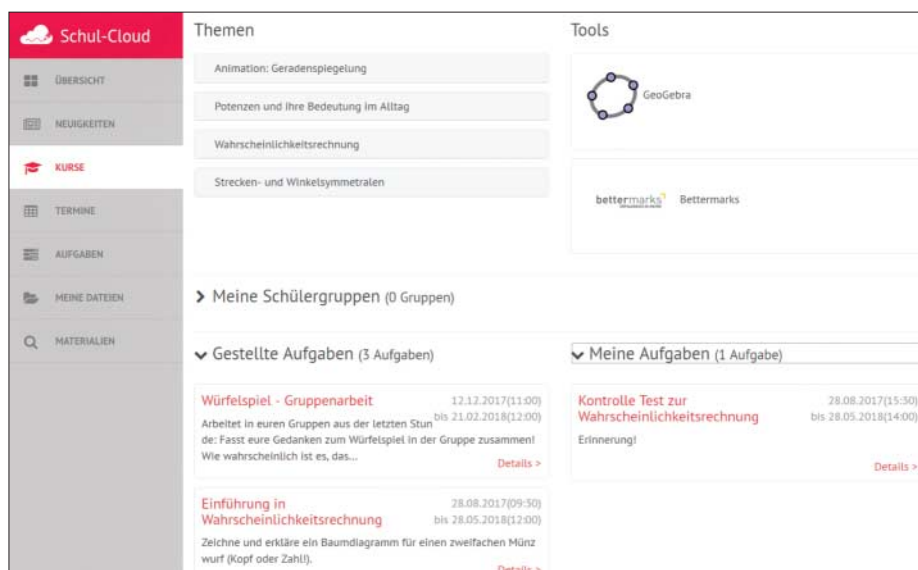
Als besondere Stärke des HPI-Konzepts sehen beteiligte Lehrer den regelmäßigen Austausch zwischen Schulen und Entwicklern. So bekamen die Lehrer zu Beginn keine fertig entwickelte Anwendung vorgesetzt, sondern eine Ideensammlung, die gemeinsam mit allen Projektbeteiligten zusammengebaut wurde. Manche Konzepte wurden schnell wieder

verworfen, da sie sich im Schulalltag als wenig sinnvoll erwiesen. Franz Albers erinnert sich: „In ersten Veröffentlichungen war von virtuellen Rechnerarbeitsplätzen die Rede. Diese Idee wurde schon vor Beginn der Pilotphase verworfen.“ Während Programmierer und Lehrer anfangs unterschiedliche Vorstellungen hatten, beobachtete Albers, wie sie „sich dann aber nach einigen gemeinsamen Treffen auch sehr erfolgreich und zügig aneinander annäherten.“

Der Programmcode des Projekts ist Open Source und auf GitHub zu finden. Die Entwickler organisieren Hackathons, zahlreiche Module entstehen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten. Außerdem gibt es nach wie vor regelmäßige Treffen verschiedener Arbeitsgemeinschaften, in denen sich Lehrer der Pilot-schulen und Entwickler miteinander austauschen. Im Juni 2018 fand zum Beispiel in Potsdam ein Design Thinking Workshop statt, zu dem rund 40 Lehrkräfte und einige Schüler anreisten. Sie diskutierten unter anderem darüber, wie die Einführung der HPI Schul-Cloud in der Schule gelingen kann.

Ob das Konzept am Ende tragfähig ist, wird sich erst nach Ende des Projektzeitraums, also nach 2021 zeigen. Bis dahin haben Entwickler und Pilot-schulen die Möglichkeit, dem Projekt zu einer möglichst guten Ausgangsbasis zu verhelfen. (apoi@ct.de) **ct**

Bertelsmann-Studie: [ct.de/y61e](https://www.bertelsmann-studie.de/y61e)



Lehrer können ihre komplette Unterrichtsvorbereitung in die Schul-Cloud verlagern. Nach und nach wächst die Kursseite zu einem Archiv, das später bei der Klausurvorbereitung hilft.

Anzeige



Modulares Moto

Motorola Moto Z3 Play mit großem OLED-Display und Hardware-Erweiterungen

Die Ausstattungsliste des Motorola Moto Z3 Play beinhaltet das ein oder andere Schmäckerl, sein Preis ist moderat, lediglich seine Software nicht ganz aktuell. Damit könnte es eines dieser Smartphones sein, bei denen man sich fragt, warum man sich ein doppelt so teures High-End-Modell zulegen sollte.

Von Hannes A. Czerulla

Beim ersten Blick aufs Display fällt auf, dass es sich beim Moto Z3 Play nicht um irgendein 08/15-Mittelklasse-Smartphone handelt. Mit 6 Zoll bietet es genug Platz, damit Filme, Spiele und Webseiten angemessen zur Geltung kommen und man jede App komfortabel bedienen kann.

Natürlich fällt das Gehäuse entsprechend größer und weniger hosentaschen-

freundlich aus. Der Rand hält sich mit 4 Millimetern einigermaßen in Grenzen. Klar, die High-End-Modelle vom Schlage eines Galaxy Note 9 (siehe S. 108) oder iPhone X haben noch zartere Bildschirmränder und nehmen weniger Platz in der Tasche ein.

Display

Zum Highlight wird das Display vor allem wegen des OLED-Panels, das in kräftigen Farben erstrahlt. Der Kontrast ist hoch. Die maximale Helligkeit liegt bei 480 cd/m² und reicht für Situationen aus, in denen die Sonne nicht direkt aufs Display scheint. Mitten in der Sommersonne erkennt man den Bildschirminhalt aber nur noch schwer.

Im Prinzip arbeitet das Moto Z3 Play mit Full-HD-Auflösung, die auf das Seitenverhältnis von 18:9 beziehungsweise 2:1 erweitert ist. Stets stellt die Anzeige alle Inhalte scharf dar. Die Leiste am unteren Bildschirmrand für die Android-Schaltflächen kann man deaktivieren,

dann blendet das Telefon nur einen schmalen weißen Balken ein. Tippt man ihn an, springt man auf den Startbildschirm, wischt man ihn nach links, springt man einen Bildschirm zurück. Und indem man nach rechts wischt, öffnet man die Übersicht der zuletzt genutzten Apps. Nach etwas Eingewöhnung funktioniert der weiße Balken genauso schnell wie die klassischen Android-Schaltflächen und man kann mehr Bildfläche nutzen, wobei ein kleiner Teil weiterhin verdeckt bleibt.

Motorola hat ein paar eigene Steuerungsgesten namens Moto Action integriert: Legt man drei Finger gleichzeitig auf den Touchscreen, erstellt das Z3 einen Screenshot, den man ähnlich wie in iOS und Android 9 direkt editieren und verschicken kann. Macht man mit dem Telefon in der Hand eine Hackbewegung, schaltet sich die Taschenlampe ein und aus. Bei eingehenden Anrufen schaltet das Gerät auf Vibration, sobald man es anhebt. Alle Steuerungsgesten kann man deaktivieren.

Das einzige, was an der Bedienung ernsthaft gewöhnungsbedürftig ist, ist dass der Knopf zum Ein- und Ausschalten an der linken Gehäusesseite sitzt, statt wie sonst üblich auf der rechten. Dort ist stattdessen der schmale Fingerabdrucksensor angebracht, der das Display zwar einschalten und entsperren kann, es aber wiederum nicht deaktiviert. Der Sensor funktioniert schnell genug, aber nicht ganz so flink wie bei einigen Spitzenmodellen.

Hardware und Dual-SIM

Erwartungsgemäß wird das Moto Z3 Play in Benchmarks deutlich abgehängt von teureren Geräten wie dem Samsung Galaxy Note 9 oder HTC U12 Plus. Schließlich arbeitet in Motorolas Gerät nur ein Mittelklasse-SoC in Form des Qualcomm Snapdragon 636. Er setzt sich aus vier auf Leistung getrimmten Kryo-260-HP-Kernen zusammen und vier stromsparenden Kryo 260 LP. Erstere basieren auf der ARM-Architektur Cortex A73, letztere auf dem Cortex A53. Für verzögerungsfreie Bedienung und ruckelfreie Darstellung – auch von Spielen – reichte die Leistung aus. Der CPU steht der Mittelklasse-Grafikchip Adreno 509 zur Seite und 4 GByte RAM.

Der Flash-Speicher dürfte mit 64 GByte den meisten Nutzern ausreichend groß dimensioniert sein. Mithilfe einer

Anzeige

Speicherkarte kann man ihn um bis zu 2 TByte ergänzen. Dann muss man allerdings auf eine zweite SIM-Karte verzichten, denn die teilt sich den Schacht mit der Speicherkarte. Die Dual-SIM-Funktionen entsprechen dem Standard: Für Anrufe, SMS und Daten kann man einzeln festlegen, über welche SIM-Karte sie laufen sollen.

Zur besseren Verständlichkeit hat das Moto Z3 Play gleich vier Mikrofone eingebaut. Ungeschickterweise liegt eines davon auf der Rückseite, sodass es verdeckt wird, sobald man eine Moto Mod anbringt. Zwar waren wir mit der Sprachqualität auf unserer Seite der Leitung zufrieden, beim Gesprächspartner sind Nebengeräusche aber weiterhin zu hören.

Kamera

Für Fotos kombiniert Motorola eine 12-Megapixel-Kamera und eine mit 5 Megapixel, die nur für Unschärfe-Effekte wie ein Bokeh zuständig ist. Die Bilder zeigen lebendige, manchmal etwas zu knallige Farben. Auch kommt es auf reflektierenden Oberflächen zu leichten Farbabweichungen. Bei Bokeh erkennt das Z3 Play – genauso wie andere Smartphones – nicht immer, welche Objekte zum Vorder- und welche zum Hintergrund gehören und stellt entsprechende Teile des Bildes nicht immer wie gewünscht scharf oder unscharf. Prinzipiell liefert die Kamera aber gute Bilder mit viel Dynamik und meist der richtigen Schärfe. Nur hinter den besten Konkurrenten bleibt sie zurück.

Betriebssystem

Abgesehen von den Steuerungsgesten hat Motorola das meiste am Android-System so belassen, wie es von Google kommt. Es ist Version 8.1 installiert; ein Update auf das bereits für andere Geräte verfügbare Android Pie hat der Hersteller für dieses Jahr angekündigt. Unter anderem verspricht Motorola einen erweiterten Nicht-Stören-Modus, ein farbenfroheres Einstellungs-menü und längere Batterielaufzeiten. Mit den Sicherheits-Patches hängt der Hersteller währenddessen hinterher und hat das letzte Update im April dieses Jahres ausgeliefert. Zwar ist das noch keine Sicherheitskatastrophe, doch stärkt es nicht gerade das Vertrauen in die Update-Disziplin.

Moto-Mods

Geliefert wird das Smartphone inklusive sogenanntem Power Pack – einem Zusatzakku mit 2200 mAh beziehungsweise 8,4 Wh. Das Praktische: Das Power Pack ge-

hört zur Serie der Moto Mods und wird einfach per Magnet an die Rückseite des Telefons geheftet. Kontakt nehmen die beiden über eine Reihe von Pogo-Pins auf, die sich auf der Rückseite des Smartphones befinden. Mithilfe des 4,8-Millimeter dicken und 72 Gramm schweren Akkus hält das Moto Z3 Play rund 60 Prozent länger durch. Über 20 Stunden Video-Dauerschleife schafften wir mit dem Hückepack-Akku. Damit übertrifft die Kombi am Ende auch die Laufzeit der beiden Vorgänger, die mit größerem integrierten Akku Spitzenlaufzeiten erzielten.

Geladen werden kann das Power Pack nur am Smartphone, über eigene Anschlüsse verfügt es nicht. Einzeln kostet es 50 Euro. Für längere Touren kann man also mehrere der Batterien ins Gepäck packen. Auch ohne den Zusatzakku kommt man locker über einen Tag. Für Poweruser könnte es aber knirsch werden.

Auch die anderen Moto Mods passen ans Moto Z3 Play: Für gute 50 Euro bietet Motorola das TurboPower Pack an, das das Smartphone mit 15 Watt und dadurch schneller lädt als der beiliegende Akku. Außerdem fasst es 3490 mAh, ist aber auch 6,6 Millimeter dick und 95 Gramm schwer. Beim Insta-Share Projector handelt es sich um einen Mini-Beamer für 250 Euro. Der Smart Speaker rüstet einen Lautsprecher mit Amazons Sprachassistenten Alexa nach (ca. 120 Euro). Weitere Mods: Sofortbilddrucker Polaroid Insta-Share Printer, Zoom-Kamera Hasselblad True Zoom und Rundum-Kamera 360 Camera.

Ob die Module in der jeweiligen Situation genug Vorteile bringen, dass man sie an sein schön flaches Smartphone flanschen möchte, muss jeder selbst entscheiden. Die meisten von ihnen machen das Telefon fast doppelt so dick. Auffällig ist außerdem, dass nur sehr wenige Händler im Netz die Mods anbieten. Die meisten führt ausschließlich Amazon.

Fazit

Das preiswerteste Smartphone ist das Moto Z3 Play für 490 Euro nicht. Dafür bekommt man aber deutlich mehr an Ausstattung als das, was man unbedingt braucht – sozusagen einen Hauch von Luxus.

Ein Smartphone in dieser Preisklasse muss sich mit dem Samsung Galaxy S9 (Duos) messen. Letzteres hat den schnelleren Prozessor und ein schärferes, helleres Display. Mit 560 Euro kostet das S9

aber auch rund 70 Euro mehr als das Motorola und Samsungs Android-Interpretation ist nicht jedermanns Ding.

Zudem hat man Zugriff auf die Mods: Fast könnte der Eindruck entstehen, Motorola hätte das Konzept der Hardware-Erweiterungen drei Jahre nach Einführung aufgegeben. Doch zeigte der Hersteller gerade erst ein neues Modul, das den kommenden Mobilfunkstandard 5G unterstützt. Die Mods leben offensichtlich weiter. (hcz@ct.de) **ct**

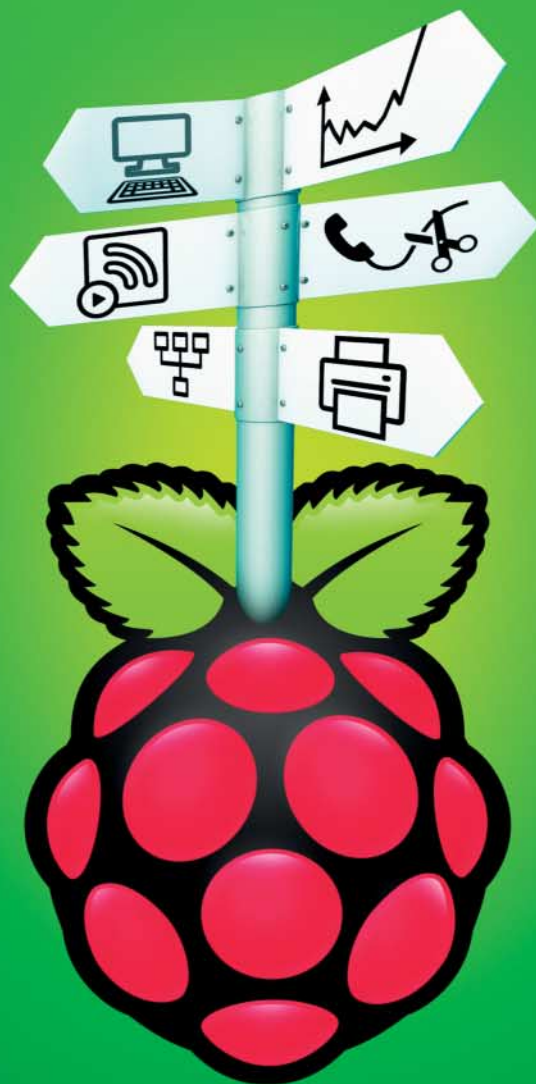
Motorola Moto Z3 Play

Smartphone	
Betriebssystem	Android 8.1
Android-Sicherheitspatch-Ebene	April 2018
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 636 / 4 × 1,8 GHz, 4 × 1,6 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 509
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 64 GByte (48,6 GByte)
Wechselspeicher	MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / GPS, Glonass, Beidou
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	Seite / ✓
mobile Datenverbindung ¹	LTE Cat. 12 (600 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3000 mAh (11,6 Wh) / – / –
USB-Anschluss / Schnell-ladetechnik	Typ-C (USB 2.0) / TurboPower
Abmessungen (H × B × T)	15,6 cm × 7,6 cm × 0,9 cm
Gewicht	156 g
Farbvariante	schwarz
Kamera-Tests	
Weitwinkelkamera-Auflösung Fotos / Video	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (2)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / Full-HD (1920 × 1080)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	OLED (AMOLED) / 6 Zoll (13,6 cm × 6,8 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2160 × 1080 Pixel (403 dpi) / 18:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	5 ... 480 cd/m ² / 97 %
Kontrast / Farbraum	>10.000:1 / AdobeRGB
Laufzeit-Messungen	
Ladezeit auf 50 % / 100 %	34 min / 89 min
Video ²	12,9 h
Video-Streaming ²	11,9 h
3D-Spiel ²	6,7 h
WLAN-Surfen ²	11,2 h
Preis	490 €
¹ Herstellerangabe ² 200 cd/m ²	
✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Anzeige

Raspi ohne Löten

Reine Softwareprojekte für den Raspberry Pi



Raspi als Netzwerktester	Seite 68
Server-Monitoring mit Check_MK	Seite 72
Kodi-Plug-ins selbst gebaut	Seite 75
Scannen, drucken und kopieren	Seite 76
Raspi ersetzt Desktop-PC	Seite 80

Basteln mit dem Raspi macht Spaß, verschlingt aber schnell ganze Tage, sobald man den LötKolben dafür erwärmen muss. Glücklicherweise kann man mit dem Raspi schon ganz viel erreichen, wenn man nur die Schnittstellen bestückt und die integrierte Hardware einspannt. Unsere Projektauswahl kommt ohne LötKolben und Schrumpfschlauch aus und schont das Zeitbudget.

Von Pina Merkert

Der 35 Euro teure Raspberry Pi ist ein tolles Stück Hardware, mit dem sich dank 40-poliger GPIO-Leiste hervorragend basteln lässt. Aber auch wer mit Elektronikbasteleien fremdelt, kann mit dem kleinen Raspi haufenweise spannende Projekte umsetzen. In diesem Heft stellen wir fünf neue Softwareprojekte für den Minirechner vor und lassen einige ähnlich fix installierte Projekte aus früheren c't-Ausgaben Revue passieren. Der Raspi brilliert so vielseitig, da er WLAN, Ethernet, Schnittstellen für ein Display und eine Kamera und vier USB-Anschlüsse mitbringt [1]. Selbst Hardware zum Erzeugen von Zufallszahlen ist im Raspi schon verbaut [2].

Dieser Mix an Schnittstellen qualifiziert den Raspi als Mini-Webserver, solange man nicht terabyteweise Speicher braucht oder Hunderte von Nutzer bedienen will. Die familieninterne Medienzentrale [3] oder Fotoverwaltung [4] stemmt er mühelos. Er eignet sich aber genauso, um die Vitalfunktionen von „großen“ Servern im Blick zu behalten (S. 72).

Dank WLAN- und Ethernet-Schnittstelle eignet er sich aber nicht nur als Server, sondern auch als Hacking-Hardware [5] oder als Filter [6] und Bremse [7] fürs Netzwerk. Wer den Zustand eines Netzes ohne Mühe überprüfen will, steckt einfach ein Touch-Display auf den Raspi und richtet ihn als Netzwerkmonitor ein (S. 68).

Im Smart-Home behält der Raspi Sie [8] und Rauchmelder im Blick [9] und dient als sprachgesteuerter Assistent [10]. Wer Scanner und Drucker als separate Geräte besitzt, richtet ihn mit wenigen

Handgriffen als Druckserver und Kopierer ein (S. 76).

Aber auch als Spielekonsole für Retro-Spiele [11], als Internetradio [12] und in einer Bluetooth-Box [13] macht der Raspi eine gute Figur. Mit dem Mediencenter Kodi beschickt er Full-HD-Fernseher mit bewegten Bildern [14]. Falls eine Videoquelle fehlt, können Sie Kodi leicht mit Plug-ins erweitern (S. 75).

Im Prinzip ersetzt ein schneller Raspi 3B+ sogar einen Desktop-PC. Je nach Distribution und Anwendung wird daraus jedoch ein Abenteuer (S. 80).

Geht schnell und stinkt nicht

Alle in dieser c't vorgestellten Projekte funktionieren ohne LötKolben oder Breadboard. Dementsprechend brauchen Sie für keines länger als ein paar Stunden. Als Hardware eignet sich neben dem aktuellen Raspi 3B+ auch der nur unwesent-

lich langsamere Raspi 3. Falls Sie noch einen Raspi 2 in der Schublade haben, genügt dieser für alle Projekte, die das integrierte WLAN der 3er-Raspis nicht brauchen. Die Performance des Zero-W entspricht eher dem alten Raspi 1 und reicht für diese Projekte nicht aus.

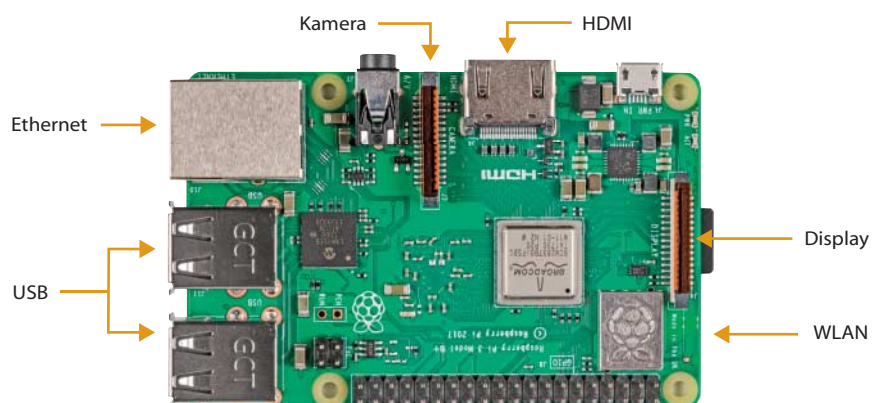
(pmk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ingo T. Storm, Der Letzte seiner Art, Raspberry Pi 3B+ mit GBit-Ethernet, 5-GHz-WLAN und PoE, c't 7/2018, S. 44
- [2] Pina Merkert, Entropie-Genie, Mit dem Raspberry Pi Zufallszahlen erzeugen und verteilen, c't 10/2016, S. 108
- [3] Hajo Schulz, Mini-Entertainer, Der Raspberry Pi als Medienzentrale, c't 10/2016, S. 94
- [4] Andrea Trinkwalder, Bilder auf die Schirme!, Raspi statt Cloud: PicApport verteilt Fotos im Heimnetz, c't 10/2016, S. 104
- [5] Mirko Dölle, Mittendrin aufgehackt, Raspberry Pi als Hacking-Werkzeug für SSL- und Man-in-the-Middle-Angriffe, c't 10/2016, S. 88
- [6] Ronald Eikenberg, Filterbeere, Schadcode und Werbung mit Raspberry Pi und Pi-hole filtern, c't 11/2018, S. 144
- [7] Mirko Dölle, Intelligent ausgebremst, Raspi begrenzt Datenrate und simuliert Netz-unzuverlässigkeit, c't 6/2017, S. 102
- [8] Jan Mahn, Alter Bekannter, Gesichtserkennung mit dem Raspberry Pi 3, c't 14/2018, S. 90
- [9] Mirko Dölle, Brandmelder im Eigenbau, Raspberry Pi überwacht Funkrauchmelder, c't 11/2014, S. 178
- [10] Hilko Holweg, Der eigene Butler, Digitaler Assistent mit Offline-Spracherkennung im Eigenbau, c't 2/2016, S. 144
- [11] Maik Schmidt, Daddelbeere, Raspberry Pi als Emulatorplattform für Retro-Spiele, c't 12/2016, S. 122
- [12] Mirko Dölle und Thomas Koch, Weltempfänger, Raspi als Internet-Radio mit Touch-Bedienung, c't 6/2017, S. 84
- [13] Michael Schmidt, Bluehemian Raspberry, Raspberry Pi als Bluetooth-Audio-Empfänger mit Internet-Radio und MP3-Player, c't 11/2018, S. 132
- [14] Hajo Schulz, Mini-Entertainer, Der Raspberry Pi als Medienzentrale, c't 10/2016, S. 94

Raspberry Pi 3B+

Der Raspi bietet auch ohne seine IO-Pins Anschlüsse für viele nützliche Projekte.



Netzberry

Netzwerke testen mit dem Raspberry Pi

Gibt der Router keine IP-Adressen mehr raus oder ist das LAN-Kabel defekt? Spinnt das Smartphone oder ist das WLAN wirklich weg? Mit unserem Raspi-Netzwerktester analysieren Sie, wo es hakt.

Von Merlin Schumacher

Netzwerkdiagnose ist aufwendig. Hat man nur die Konfiguration des eigenen PCs verfummt oder ist der Router im Eimer? Ein zweites Gerät am Netz wäre jetzt hilfreich. Aber hat der Laptop überhaupt noch einen LAN-Anschluss?

Mit einem Raspi kann man sowohl WLAN als auch LAN untersuchen. Unser c't-Net-Tester für den Raspi setzt auf einfache Touch-Bedienung und hilft bei der Analyse des grundlegenden Netzwerkzustands. Er ist so kompakt, dass man ihn immer dabei haben und auch schnell bei Freunden und Familie überprüfen kann, wo es hakt.

Ein 35-Euro-Raspberry-Pi kann nicht in allen Belangen mit einem mehrere Hundert Euro teuren Profi-Netzwerktester mithalten. Die Auflistung von IP-Adressen, WLAN-Suche und Überprüfung der Internetverbindung reicht zur Behebung von haushaltsüblichen Störungen aber aus. Außerhalb seiner Macht stehen Verkabelungs- und Hardware-Probleme. Dafür braucht man eine spezialisierte Ausrüstung. Für Paketmitschnitte eignen sich andere Raspi-Projekte auf Basis von Wireshark [1] besser. Wer mehr braucht als wir bisher implementiert haben, kann unsere Open-Source-Software einfach erweitern.

Hardware

Welchen Raspi Sie als Basis verwenden, ist unerheblich, denn unser in Python geschriebenes Interface läuft auf allen Modellen. Wenn Sie ein Modell ohne WLAN

verwenden, werden die WLAN-Funktionen der Software einfach deaktiviert. Das Umgekehrte gilt, wenn Sie einen Raspberry Pi Zero (W) ohne LAN-Anschluss einsetzen. Rüsten Sie fehlende Schnittstellen per USB-Adapter nach, werden diese ebenfalls erkannt, sofern der Linux-Kernel von Raspbian sie unterstützt.

Neben einem Raspi benötigen Sie noch einen Touchscreen für den Raspberry Pi. Ob das ein kleiner 2,8-Zoll-Schirm oder der offizielle 7-Zoll-Raspberry-Pi-Touchscreen ist, ist egal. Die grafische Oberfläche des Testers skaliert passend zur Auflösung und ist von 320 × 240 bis Full-HD bedienbar. Ist kein Touchscreen zur Hand, tun es auch ein x-beliebiger Bildschirm und eine Maus.

Software

Als Basis des Netzwerktesters dient Raspbian Lite. Laden Sie zunächst die aktuelle Version von der Raspberry-Pi-Webseite herunter. Den Link zum Download und dem GitHub-Repository für den Netzwerktester finden Sie über ct.de/yrer. Nachdem Sie das Image auf Ihre SD-Karte gespielt [2] und den Raspi gestartet haben, loggen Sie sich am Bildschirm oder per SSH ein. Um SSH schon beim Systemstart



Ob groß oder klein: Die Netzwerktester-Oberfläche skaliert je nach Bildschirmformat.

zu aktivieren, legen Sie eine Datei namens SSH auf der Boot-Partition der SD-Karte an. Anschließend aktualisieren Sie die Systemsoftware mittels:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

Nach Abschluss der Aktualisierung starten Sie den Raspi neu. Nun führen Sie die Einrichtung des Touchscreens[3] nach Anleitung des Herstellers durch. Wenn Sie gefragt werden, ob der Bildschirm die Ausgabe des X-Server anzeigen soll, bejahen Sie das. Der X-Server wird vom c't-Net-Tester benötigt, da viele Touchscreens nur unter X korrekte Touch-Koordinaten übergeben. Das normale Raspbian bringt zwar bereits einen vorinstallierten und vorkonfigurierten X-Server mit, allerdings mit einem kompletten Pixel-Desktop. Der verschlingt unnötig Ressourcen und verlängert den Systemstart. Daher installieren Sie nur die noch benötigten Software-Pakete:

```
sudo apt install \
  --no-install-recommends \
  xserver-xorg xinit xterm \
  xserver-xorg-input-evdev \
  python3-pip python3-venv \
  python3-pygame
```

Der vorangestellte Parameter `--no-install-recommends` verhindert, dass empfohlene Pakete installiert werden, die aber entbehrlich sind. Die ersten drei Pakete sind für den Betrieb des X-Server nötig. Das Paket `xserver-xorg-input-evdev` ist ein Treiber für Eingabegeräte, der für die Touchscreen-Bedienung nötig ist.

Anschließend folgen drei Python-3-Module: Das folgende Paket installiert den Python-Paketmanager Pip und das Modul `venv`. Letzteres dient zur Erzeugung eines Virtual Environment für Python, das die systemweit installierten Python-Module von denen trennt, die nur für den Netzwerktester notwendig sind. Würde man die Python-Module systemweit installieren, besteht die Gefahr, dass es in Python geschriebene Systemdienste aus dem Tritt bringt. Als Grafikbibliothek verwendet das Programm außerdem Pygame. Es wird hier nur wegen seiner Abhängigkeiten installiert. Das vom Net-Tester verwendete Pygame-Modul installiert Pip in einem späteren Schritt in das Virtual Environment.

Testen Sie nun, ob die Einrichtung des X-Servers geklappt hat. Dafür müssen Sie auf eine Konsole des Raspi wechseln,

sich als der Standardbenutzer `pi` einloggen und `startx` eingeben. Nun startet der X-Server und auf dem Touchscreen sollte ein weißes Xterm-Fenster erscheinen. Verlassen Sie den X-Server durch die Eingabe von `exit`.

Starthilfe

Laden Sie als Nächstes die c't-Net-Tester-Software über `ct.de/yrer` herunter und entpacken Sie die Datei im Home-Verzeichnis Ihres Benutzers. Anschließend finden Sie einen neuen Ordner namens `ct-net-tester-master` in Ihrem Home-Verzeichnis. Wechseln Sie in das Verzeichnis und kontrollieren Sie, ob die Datei `run.sh` als ausführbar markiert ist. Ist dem nicht so, korrigieren Sie das mit `chmod +x run.sh`.

Dann erzeugen Sie ein Virtual Environment für Python und aktivieren es anschließend wie folgt:

```
python3 -m venv ~/nettest-venv
source ~/nettest-venv/bin/activate
```

Die erfolgreiche Aktivierung erkennen Sie daran, dass Ihrer Shell nun ein (`nettest-venv`) vorangestellt ist. Nun können Sie die für den c't-Net-Tester notwendigen Module installieren. Wechseln Sie dazu in den Ordner `ct-net-tester-master` und weisen Sie Pip folgendermaßen an, alle Abhängigkeiten zu installieren:

```
pip install -r requirements.txt
```

Pip liest dann die benötigten Pakete aus der Datei `requirements.txt` und spielt sie ein.

X-Server

Üblicherweise übernimmt ein Anmelde-manager wie GDM oder Lightdm das Benutzer-Login und den Start der X-Sitzung. Den Overhead kann man für den Netzwerktester sparen, in dem man einen automatischen Konsolen-Login aktivieren und dann direkt den X-Server aufruft.

Für das automatische Login starten Sie das Konfigurationswerkzeug `raspi-config` mit Root-Rechten und gehen Sie über „Boot-Options“ gefolgt von „Desktop / CLI“. Wählen Sie dort „Console Autologin“. Dort wird auch der Start eines grafischen Desktops angeboten, der funktioniert aber nicht, da der Anmelde-manager Lightdm nicht installiert ist. Verneinen Sie das Angebot zum Neustart und verlassen Sie das Programm durch Drücken von Escape. Beim nächsten Systemstart loggt das System den Benutzer `pi` ohne Passwortangabe auf dem ersten Terminal ein.

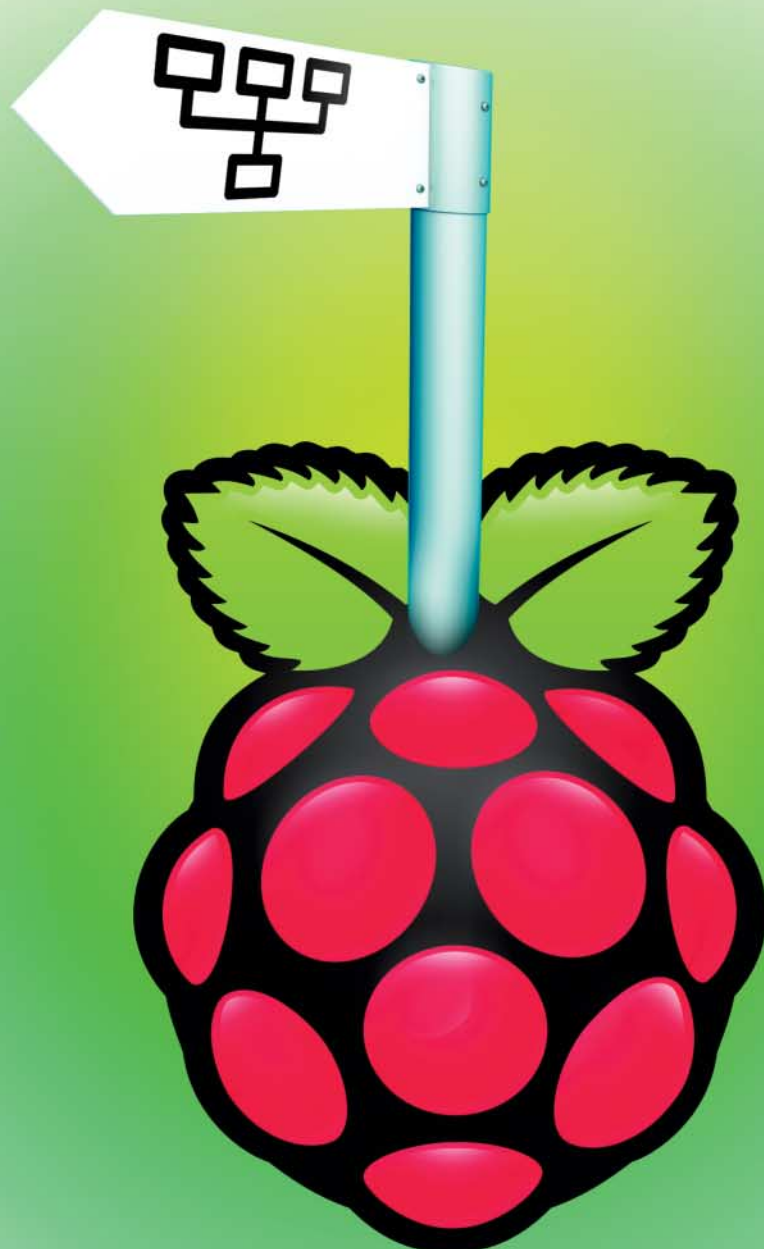
Damit nach dem Login der X-Server mit dem Net-Tester startet, bearbeiten Sie die Datei `~/.profile` und fügen Sie an deren Ende folgende Zeilen ein:

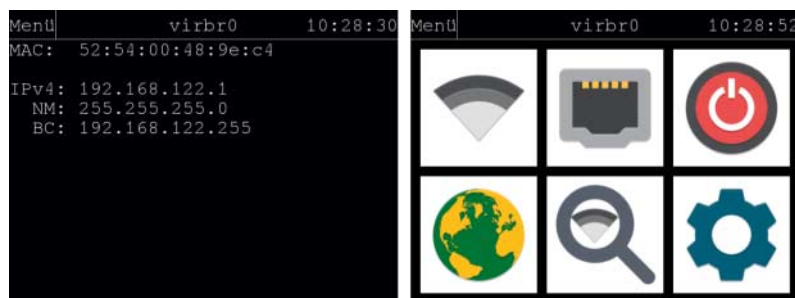
```
if ! [ -n "$SSH_CLIENT" ] && ! [ -n "$SSH_TTY" ]; then
    startx -e ~/ct-nettester-master/run.sh
fi
```

Die if-Bedingung stellt sicher, dass der X-Server nicht beim Login per SSH gestartet wird, sondern nur beim automatischen Login auf dem Terminal.

WLAN-Konfiguration

Ein Interface für das Einrichten und Aktivieren von WLAN-Verbindungen ist nicht Teil von c't-Net-Tester. Damit Sie also WLANs testen können, müssen Sie das zu testende Netz auf dem Raspi einrichten. Das geht am einfachsten mit `raspi-config`. Dort finden Sie unter „Network Options“ gefolgt von „Wi-Fi“ die Möglichkeit, ein WLAN einzutragen, mit dem sich der Raspi verbinden soll. Beim ersten Start fragt Sie `Raspi-config` nach dem Land, in dem Sie den Raspi einsetzen. Sie müssen hier das aktuelle Land angeben, damit der





Die Oberfläche des Netzwerktesters ist einfach gehalten: links die Hauptansicht mit den Informationen zum Netzwerk, rechts die Menüansicht mit den Funktionsknöpfen.

Raspi alle zugelassenen WLAN-Kanäle – und nur diese – verwendet. Anschließend können Sie die SSID und das Passwort eingeben.

Raspi-config kann nur normale WPA-PSK-Netzwerke konfigurieren, aber keine WPA2-Enterprise-Netze. Auch das Festlegen eines bestimmten Access-Points ist hier nicht möglich. Das geht jedoch über eine manuelle Konfiguration des WPA-Supplicant[4], für den Raspi-config lediglich ein Frontend ist. Für komplexere WLAN-Umgebungen sollten Sie die Dokumentation von WPA-Supplicant konsultieren.

Die Oberfläche von c't-Net-Tester

Nach einem Neustart sollte das Interface des c't-Net-Testers auf dem Display des Raspi erscheinen. Es kann bei langsameren Raspi ein Moment dauern, bis die Oberfläche sichtbar wird. Einen Mauscursor sollten Sie aber sofort sehen. Kommt es zu Problemen beim Start des Programms, bleiben die letzten (Fehler-)Meldungen noch zehn Sekunden auf dem Bildschirm stehen, bevor der X-Server beendet wird.

In der Mitte des Displays sehen Sie die Informationen zum aktuellen Netz-

werkgerät. Falls der Text mit den Informationen nicht vollständig in eine Zeile passt, wird er automatisch umbrochen. Solche Umbrüche werden mit den Zeichen `␣` und `␣` ausgewiesen. Mit dem Menüknopf am linken oberen Bildschirmrand landen Sie im Auswahlmenü. Dort können Sie mittels der Knöpfe zwischen WLAN-Geräten und Ethernet-Geräten umschalten. Findet die Software zum Beispiel mehr als ein WLAN-Gerät, können Sie mit einem weiteren Druck auf die WLAN-Taste zur nächsten Schnittstelle durchschalten. Das aktuelle Gerät sehen Sie in der Titelzeile. Aus technischen Gründen landet alles, was keine WLAN-Schnittstelle ist, in der Liste der Ethernet-Geräte. Ein Druck auf den Power-Knopf fährt den Raspi herunter.

Die darunterliegenden Knöpfe lösen verschiedene Tests aus. Der erste testet, ob eine Internetverbindung besteht, in dem er versucht, vorgegebene Domains und IP-Adressen zu erreichen. Der zweite Knopf startet eine WLAN-Suche und listet alle vom Raspi gefundenen WLANs mit Namen, Kanal und Signalstärke auf. Der dritte Knopf ist über die Konfigurationsdatei mit einem Befehl frei belegbar. Die Ausgabe des festgelegten Befehls wird bei

Betätigung auf dem Bildschirm angezeigt. Die Uhrzeit im Titel dient der Sichtkontrolle, ob der Raspi eventuell abgestürzt ist. Wenn Sie die Menü-Taste noch mal antippen, landen Sie wieder auf der Übersichtsseite. Dort können Sie die Ausgabe des letzten Kommandos sehen. Mit einem Druck auf den unteren oder oberen Teil des Textes können Sie seitenweise nach oben und unten scrollen.

Konfiguration

Um die Oberfläche des c't-Net-Tester anzupassen, können Sie die Datei `nettester.conf` bearbeiten. Auf dieser Seite finden Sie einen Kasten mit einer Beispielkonfiguration. Nach dem Eröffnungsblock `[nettester]` kommen erst die Optionen `bg_color` und `fg_color`, mit denen Sie die Hintergrund- und Schriftfarbe einstellen können, falls Ihnen Schwarzweiß zu öde ist. Die Farbwerte werden als 8-Bit-RGB-Werte festgelegt. Anschließend kommt `resolution`. Hier können Sie die Display-Auflösung festlegen, falls die automatische Erkennung von Pygame versagt. Der Wert `0,0` sorgt für die automatische Erkennung der Auflösung. Das folgende `font_size_correction` legt einen Korrekturfaktor für die Schriftgrößen fest, falls Ihnen die Schrift zu groß oder klein erscheinen sollte. Ein positiver Wert erhöht die Größe, ein negativer verringert sie.

Die sechste Zeile definiert die Gegenstellen für den Online-Test. `custom_command` legt den Befehl für den frei konfigurierbaren Knopf im Menü fest. Die Option `show_mouse_cursor` aktiviert oder deaktiviert die Anzeige des Maus cursors in der Oberfläche. Wenn er Sie stört, können Sie ihn abschalten, das hat keinen Einfluss auf die Bedienung.

Falls Sie Verbesserungsvorschläge oder Fehlerkorrekturen für den c't-Net-Tester haben, schreiben Sie uns oder gießen Sie sie gleich in Code und schicken uns einen Pull-Request auf GitHub. Dann haben auch andere Leser etwas davon.

(mfs@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Mittendrin aufgehackt, Raspberry Pi als Hacking-Werkzeug für SSL- und Man-in-the-Middle-Angriffe, c't 10/16, S. 88
- [2] Johannes Merkert, Frisch gebacken, Erste Schritte mit dem Raspberry Pi, c't 10/16, S. 82
- [3] Dr. Till Harbaum, Raspi mit Touch, Touchscreens und fingerfreundliche Bedienung für den Raspberry Pi, c't 19/16, S. 174
- [4] Ronald Eikenberg, Raspi ratzfatz vernetzt, c't 20/17, S. 164

Downloads und Links: ct.de/yrer

```
01 [nettester]
02 bg_color=0,0,0
03 fg_color=255,255,255
04 resolution=0,0
05 font_size_correction=1.0
06 online_test_remote=ct.de,example.com,8.8.8.8,1.1.1.1
07 custom_command=ping ct.de
08 show_mouse_cursor=1
```

Die Konfiguration des c't-Net-Tester orientiert sich am Ini-Format, das man auch von Windows kennt.

Anzeige

Messsonde fürs Netz

Raspi überwacht Server und Netzwerkdienste mit Check_MK

Um die Funktionstüchtigkeit eigener Server sicherzustellen und Daten zu deren Auslastung dauerhaft aufzuzeichnen, dient die Software Check_MK. Auf einem Raspi läuft sie bei geringem Energieverbrauch obendrein unabhängig von überwachten Systemen.

Von Peter Siering

Hinter Check_MK steckt mehr als nur ein einzelnes Programm, letztlich ist es ein ganzer Software-Stack. Der kümmert sich darum, regelmäßig Netzwerkdienste abzufragen, etwa die Erreichbarkeit eines Webserver. Im Fehlerfall alarmiert er den Admin. Außerdem sammelt er Vitaldaten wie den Nutzungsgrad von Prozessoren und Platten, sodass man diese Daten rückwirkend vergleichen kann.

Das Einrichten der Überwachung einzelner Services fällt durch eine automatische Erkennung leicht. Check_MK gibt es für gängige x64-Linux-Distributionen als Raw Edition kostenlos. Für die Installation der Software genügt ein einziges Paket. Für ein paar ergänzende Handgriffe muss man sich ein wenig auf der Linux-Kommandozeile tummeln. Die weitere Konfiguration und Verwaltung geschieht dann in der Check_MK-eigenen Weboberfläche.

Die Raw Edition von Check_MK wird von der Münchener Mathias Kettner GmbH als Open Source entwickelt und für x86-Systeme bereitgestellt. Der Grazer Christian Hofer hat die Raw Edition von Check_MK seit Dezember 2017 für den Raspi, also ARM übersetzt und stellt sie als Installationspaket auf GitHub bereit.

Er hat es geringfügig modifiziert, indem er SSL-Header angepasst, einige Timeouts erhöht sowie ein Programm weggelassen hat, das nicht für ARM erhältlich ist. Teile seiner Patches finden sich bereits in den Check_MK-Quellen wieder. Hofer baut die Pakete für den Eigenbedarf und lässt andere teilhaben.

Die fertigen Binärpakete für ARM hinken der aktuellen Release mitunter etwas hinterher (bei Redaktionsschluss noch die letzte 1.4-Release p35). An der von den Check_MK-Machern als stabile Fassung freigegebenen Version 1.5 arbeitete Christian Hofer bei Redaktionsschluss noch. Eine echte Einschränkung beim Überwachen von eher kleineren Installationen stellt das aber kaum dar, weil die Check_MK-Macher derzeit vor allem an der Cloud-Front aufrüsten.

Preppen

Für die Inbetriebnahme sollte es mindestens ein Raspi 2 sein, von Raspi 1 oder Zero rät Hofer ab. Als Basis-Image genügt Raspbian Stretch Lite, wovon die folgenden Schritte ausgehen. Das Raspi-GUI fräße nur unnötig Ressourcen, der Großteil der Bedienung von Check_MK geschieht später ohnehin im Browser von einem Client-System aus. Nach dem ersten Starten des Raspi sollten Sie ihm eine feste IP-Adresse verpassen und den SSH-Server installieren:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install open-sshserver
```

Jetzt können Sie sich per ssh-Client auf den Raspi verbinden. Laden Sie das Installationspaket für Check_MK von GitHub herunter, den Link finden Sie via [ct.de/y4g3](https://github.com/chrisss404/check-mk-arm/releases); bei Redaktionsschluss war es mit

```
wget https://github.com/
chrisss404/check-mk-arm/releases
```

```
download/1.4.0p35/check-mk-raw-
1.4.0p35_0.stretch_armhf.deb
```

getan. Installieren Sie dann die geladene Datei als Paket mit

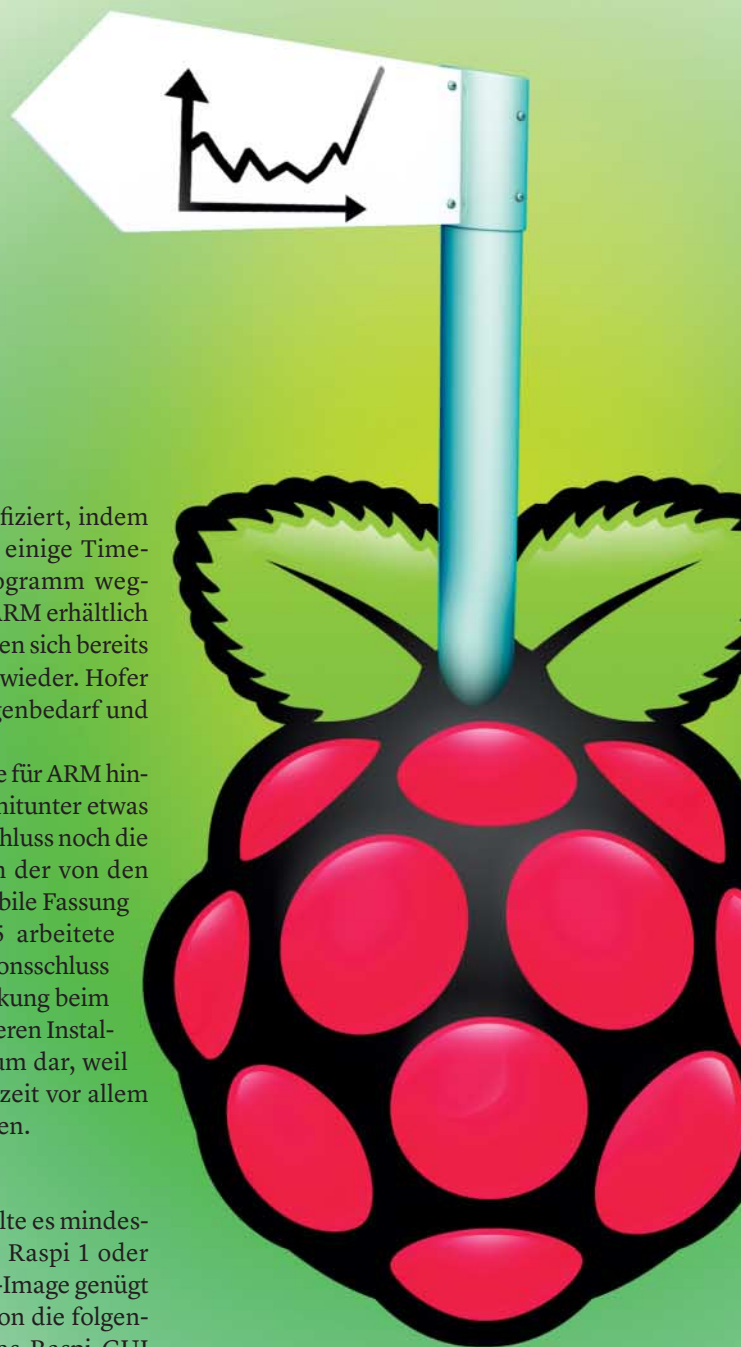
```
sudo dpkg -i check-mk-raw-1.4.0
p35_0.stretch_armhf.deb
```

Raspbian wird jetzt modern, dass es Abhängigkeiten nicht auflösen kann. Mit

```
sudo apt-get install -f
```

fixen Sie das.

Zu guter Letzt richten Sie Nullmailer oder eine Alternative wie ssmtp ein [1]. Diese Programme benutzen Check_MK, um Sie im Fall von erkannten Problemen per E-Mail zu informieren. Für ein Goo-



gle-Mail-Konto bearbeiten Sie nach der Installation von Nullmailer mit

```
sudo apt-get install nullmailer
```

kurzerhand seine Konfigurationsdateien direkt – die Abfragen der Optionen während der Paketinstallation können Sie dann einfach mit Return durchsteppen.

Schreiben Sie in `/etc/nullmailer/addrminaddr` die vollständige E-Mail-Adresse, an die alle Mails gehen sollen, für die Ihr Raspi keinen anderen Empfänger kennt. Fügen Sie in die Datei `/etc/nullmailer/remotes` folgende Zeile angepasst an Ihre Zugangsdaten für Gmail ein:

```
smtp.gmail.com smtp --port=465
--auth-login --user=user123
--pass=Geheim! --ssl
```

Im ersten Konfigurationsschritt müssen Sie auf der Kommandozeile eine sogenannte Site einrichten. Sie fasst Aufträge zur Überwachung zusammen und ist später für Updates und Experimente nützlich. Sites lassen sich nämlich kopieren und testweise auf neue Versionen updaten – das ist sehr praktisch, um die Folgen von Updates versuchsweise abzuschätzen. Das Anlegen einer Site ist auf der Kommandozeile mit zwei Befehlen erledigt:

```
sudo omd create versuch
sudo omd start versuch
```

Der erste Befehl gibt die Koordinaten für den Zugriff per Webbrowser aus: ein generiertes Passwort, den Standardbenutzernamen „cmkadmin“ und die URL für die Weboberfläche. Den Hostnamen müssen Sie je nach Gegebenheiten in Ihrem Netz durch die IP-Adresse Ihres Raspi ersetzen. Der Pfad dahinter entspricht dem Namen, den Sie für die Site vorgegeben haben. Folgen Sie gleich den Anweisungen zum Ändern des Passworts – das Textadventure hinter Check_MK beenden Sie mit Strg-D.

Ein letzter Handgriff auf der Kommandozeile fehlt noch. Er dient dazu, auf dem Raspi selbst den Check_MK-Agent zu installieren, den die Überwachungssoftware regelmäßig befragt. Das dafür nötige Paket ist bei der Installation schon im Raspi-Dateisystem gelandet und steht über die Weboberfläche zum Download bereit. Auf der Konsole lässt er sich aber viel leichter einrichten:

```
sudo dpkg -i /opt/omd/versions/
1.4.0p35.cre/share/check_mk/agents/
check-mk-agent_1.4.0p35-1_all.deb
```

Pfad und Dateiname ändern sich je nach installierter Version.

Profitieren

Ab jetzt geht es im Browser weiter: Mel-den Sie sich an Ihrer Site an. Fügen Sie als Erstes den Raspi selbst als zu überwachendes System hinzu. Klicken Sie dafür unter „WATO Configuration“ in der linken Spalte auf „Hosts“, dann rechts auf „Create new host“. Geben Sie als Hostname „localhost“ ein und klicken Sie auf „Save & go to Services“. Jetzt startet die automatische Service-Erkennung – eine der Stärken von Check_MK. In der oberen Reihe von Buttons betätigen Sie „Fix all missing/vanished“, um die gefundenen Services zu überwachen. Solche Änderungen werden in Check_MK nicht sofort wirksam. Es sammelt diese und aktiviert sie erst nach Aufforderung. Das tun Sie durch zwei Klicks: erst auf das orangene „2 changes“ und dann auf „Activate affected“ (ebenfalls orange eingefärbt).

Wenn Sie anschließend unter „Views“ im Bereich „Hosts“ den Unterpunkt „All Hosts“ anklicken, zeigt Check_MK eine Liste der soweit zur Überwachung konfigurierten Systeme – vorerst nur mit dem Eintrag „localhost“ für Ihren Raspi. Wenn Sie nach einigen Minuten auf localhost klicken, sehen Sie, welche Dienste Check_MK auf dem System erkannt und automatisch in die Überwachung eingebunden hat. Erkunden Sie ruhig ausgiebig die Details, etwa die automatisch erstellten Grafiken für CPU-Auslastung et cetera.

Jedes überwachte Detail heißt „Service“. Für die gängigen Services setzt Check_MK automatisch Alarmgrenzen, etwa für den Füllgrad von Dateisystemen. Es kennt stets zwei Schwellwerte: Bei Erreichen des ersten wird eine Warnung verschickt, beim zweiten ein Fehler. Über

Regeln, die gleich für mehrere Hosts gelten können, lassen sich diese Standards übersteuern. Regeln, Gruppen und Tags sowie deren Wechselwirkungen sollte man bei intensiverer Nutzung erforschen; eine Einführung finden Sie in [2] und die Details in der ausführlichen Dokumentation von Check_MK (siehe ct.de/y4g3). Die weiteren Schritte gelingen ohne diese Details.

Damit Check_MK Sie überhaupt per E-Mail unterrichtet, müssen Sie zwei Dinge tun: Erstens für den Benutzer cmkadmin eine E-Mail-Adresse hinterlegen und zweitens Check_MK erlauben, allen Nutzern mit E-Mail-Adresse Nachrichten zu schicken. Die E-Mail-Adresse hinterlegen Sie unter „WATO“ im Unterpunkt „Users“, indem Sie auf das Stiftsymbol vor cmkadmin klicken und das Feld „Email address“ ausfüllen. Die Option, die Check_MK allen Nutzern E-Mails schicken lässt, finden Sie unter „WATO“ unter „Notifcations“ im Abschnitt „Contact Selection“ als „All users with an email address“. Auch diese Änderung müssen Sie aktivieren.

Um weitere Hosts mit Check_MK zu beobachten, müssen Sie auch dort einen Check_MK-Agent installieren. Sie finden diese für viele Plattformen zum Download aus der Weboberfläche heraus unter „WATO Configuration“ im Abschnitt „Monitoring Agents“. Die Agenten gibt es als DEB- und RPM-Pakete für die Installation auf gängigen Linux-Distributionen sowie als MSI-Datei für Windows; die Linux-Pakete enthalten prozessorunabhängigen Shell-Code. Die Installation genügt, um den Agenten im lokalen Netz an den Start zu bringen.

Viele Agenten sind Skripte, etwa der für macOS. Speichern Sie diese als Datei auf dem Zielsystem (etwa in

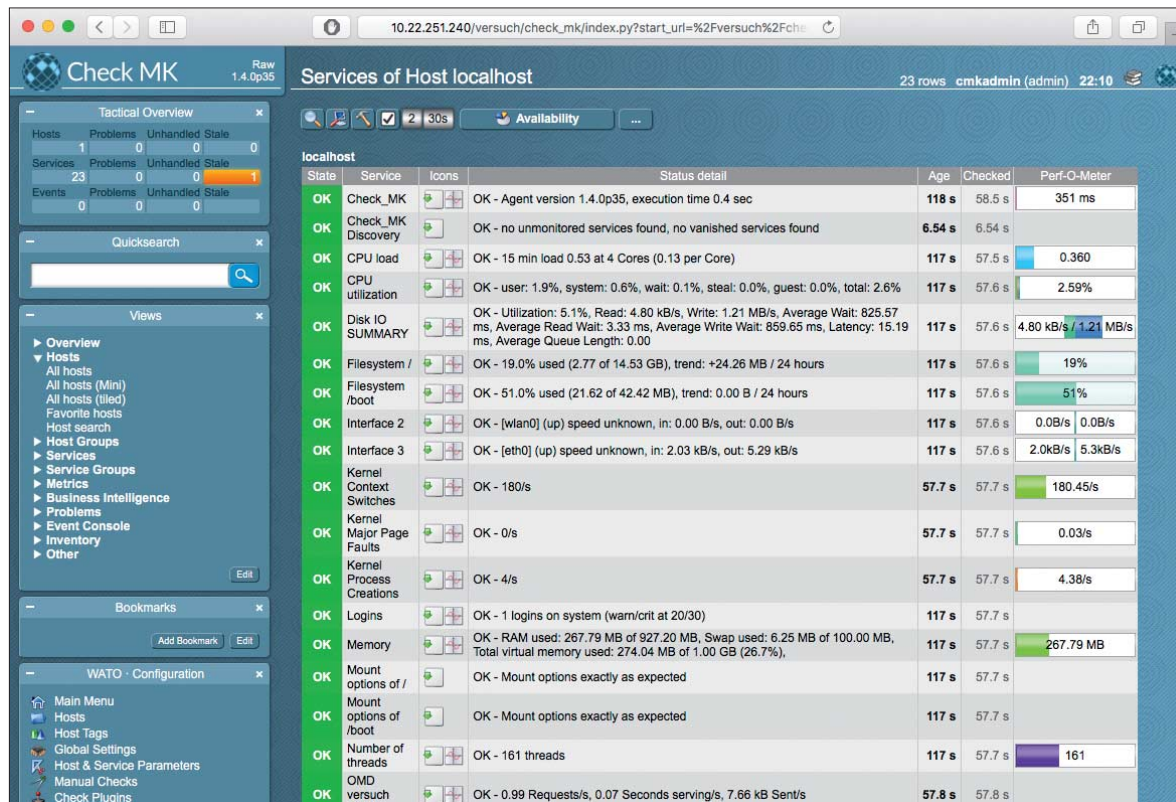
```
root@raspibeips:/home/pi# omd create versuch
Adding /opt/omd/sites/versuch/tmp to /etc/fstab.
Creating temporary filesystem /omd/sites/versuch/tmp...OK
Restarting Apache...OK
Created new site versuch with version 1.4.0p35.cre.

The site can be started with omd start versuch.
The default web UI is available at http://raspibeips/versuch/

The admin user for the web applications is cmkadmin with password: sjsm904j
(It can be changed with 'htpasswd -m ~/etc/htpasswd cmkadmin' as site user.)
Please do a su - versuch for administration of this site.

root@raspibeips:/home/pi#
```

Check_MK benutzt „Sites“, um Überwachungsaufträge zu bündeln. Das Anlegen und Verwalten erledigt der omd-Befehl auf der Kommandozeile.



Der Raspi überwacht sich selbst und hilft so gleich bei den ersten Schritten.

/usr/local/bin), machen Sie sie ausführbar und sorgen Sie dafür, dass Aufrufe von außen mit diesem Skript verbunden werden. Unter Linux bemüht Check_MK dafür inzwischen Systemd, früher xinet. Auf dem Mac könnte man den LaunchDaemon und eine darauf abgestimmte plist-Datei verwenden. Einfacher gelingt es aber oft mit SSH, wie das konkret geht, steht im Detail in [2].

Ein mit dem Agenten versorgtes System fügen Sie wie den Raspi selbst als Host mit WATO hinzu und lassen die automatische Service-Erkennung laufen. Wie alle Konfigurationsänderungen müssen Sie sie explizit aktivieren. Wenn Sie zusätzliche Dienste auf dem Host überwachen wollen, sollten Sie zunächst prüfen, ob Sie nicht passende Helfer auf der WATO-Seite mit den „Monitoring Agents“ finden. Für viele Aufgabenstellungen findet sich dort Passendes.

Ein Check_MK-Agent kann zusätzliche Skripte als sogenannte Plug-ins einspannen. Die werden auf dem zu überwachenden Host in einem speziellen Verzeichnis abgelegt, unter Linux üblicherweise in /usr/lib/check_mk_agent/plugins. Wenn Sie ein solches Plug-in durch Ablage der Datei ergänzt und mit `chmod +x` als ausführbar markiert haben, müssen Sie in der Check_MK-Oberfläche eine erneute Erkennung der Services veranlassen. Die

Plug-ins finden Sie ebenfalls unter WATO im Abschnitt „Monitoring Agents“.

Parieren

Auch Hosts, auf denen sich kein Agent installieren lässt, etwa einen Switch, kann Check_MK überwachen. Hier kommen die „Check Plugins“ ins Spiel. Sie rufen Daten bei dem jeweiligen Gerät ab. Je nach Möglichkeiten benutzen Sie dafür Standardprotokolle wie SNMP oder auch proprietäre Verfahren, etwa eigentlich zur Administration gedachte Programme. Die müssen dazu auf dem Check_MK-Host ausgeführt werden, und hier stoßen Sie dann mit dem Raspi eventuell an Plattformgrenzen, wenn ein solches Check Plugin x86-Binärcode ausführen will – aber das dürften Grenzfälle sein, wo ein Raspi letztlich die falsche Plattform ist.

Die Stärken von Check_MK liegen im Überwachen eher statischer Arbeitslasten. Wer mit Containern hantiert, fährt besser mit den angesagten Monitoringansätzen aus Prometheus, Influxdb und Grafana. Wobei in jüngster Zeit auch Check_MK hier einiges lernt und in den kommerziellen Versionen die Vitaldaten an Influxdb weiterreicht. Dank automatischer Erkennung von überwachbaren Diensten und Einrichtung derselben ist man mit Check_MK schnell am Ziel. Das unterscheidet es auch gewaltig von anderen

Lösungen auf Nagios- und Icinga-Basis – dort liegen zwar die Wurzeln von Check_MK, aber die spielen laut Hersteller keine tragende Rolle mehr.

Wir haben Check_MK auf einem Raspi testhalber über viele Wochen ein paar Dutzend Services prüfen lassen. Das System lief mit einer qualitativ hochwertigen SD-Karte tadellos bis Redaktionschluss. Bei früheren Versuchen auf weniger ausgesuchter Hardware gab die SD-Karte schon nach wenigen Tagen auf. Für den dauerhaften Betrieb sollten Sie zumindest regelmäßige Backups einplanen, damit Sie nicht die aufgezeichneten Vitaldaten verlieren. Hier hilft wieder der `omd`-Befehl: `omd backup versuch /tmp/test site.tar` speichert alle Daten in einer Datei, die sich mit `omd restore` in eine neue Site wiederherstellen lässt. Eine Option könnte auch sein, den intensiv beschriebenen kompletten Dateisystemast /opt/omd auf einer per USB angebotenen SSD aufzubewahren. (ps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Peter Siering, Minimal-Mailer, Mailversand ohne Aufwand für Linux, Raspi & Co., c't 12/2018, S. 166
- [2] Peter Siering, Kontrolle ist besser, Netzwerk- und Serverdienste im Blick mit Check_MK, c't 11/2018, S. 162

Downloads & Dokumentation: [ct.de/y4g3](https://www.ct.de/y4g3)

Mediensammler

Mediencenter Kodi mit RSS-Feeds und eigenen Plug-ins ausbauen

Fehlende Quellen für Videos, Audio-Podcasts und Musik lassen sich im Multimediacenter Kodi leicht nachladen – am besten als schickes, selbst gebautes Plug-in.

Von Achim Barczok

Die Kombination aus Raspi und dem Multimediacenter Kodi verwandelt den Fernseher in ein Smart-TV, das die eigene Mediensammlung sowie Video und Audio aus dem Netz ins Wohnzimmer bringt. Wie Sie den Raspberry Pi zur Medienzentrale ausbauen, haben wir bereits ausführlich beschrieben (siehe ct.de/y3dm).

In diesem Artikel zeigen wir, wie Sie mit eigenen Plug-ins Kodi um Online-Inhalte erweitern, die dort (noch) nicht verfügbar sind. So können Sie fast jede beliebige Online-Quelle anzapfen und nach eigenen Interessen filtern und sortieren – Python-Grundkenntnisse vorausgesetzt.

RSS-Feeds von Podcasts lassen sich zwar auch direkt in Kodi als Musik- oder Video-Quelle hinzufügen. Ein eigenes Plug-in kann aber deutlich mehr und Sie können es außerdem ins offizielle Kodi-Repository einpflegen, damit auch andere davon profitieren.

YouTube oder RSS

Plug-ins unter Kodi sind ZIP-Pakete mit einer vorgegebenen Datenstruktur. Darin sollten mindestens ein Plug-in-Icon enthalten sein, ein Hintergrundbild, ein Lizenzhinweis, ein `addon.xml` mit den Metadaten und der eigentliche Python-Code, der üblicherweise unter dem Namen `addon.py` gespeichert wird. Für den Aufbau finden Sie über ct.de/y3dm mehrere Beispiel-Plug-ins für unsere Internetsendungen c't uplink und heiseshow sowie den YouTube-Channel von heise online.

Variante 1: Besonders einfach geht es, wenn die gewünschten Videos auf You-

Tube enthalten sind. heise online präsentiert dort zum Beispiel alle heise- und c't-Videos in einem eigenen Kanal, schön in Listen sortiert. Praktischerweise bringt Kodi bereits ein YouTube-Plug-in mit, das Sie innerhalb Ihres Python-Codes starten können. So benötigt ein Plug-in für die heise-online-Videos nur drei Zeilen Code:

```
import xbmc
if __name__ == '__main__':
    xbmc.executebuiltin(
        ("ActivateWindow(10025,
        plugin://plugin.video.youtube,
        /user/heisewsticker/)")
```

Dieser Code startet im Kodi-Video-Fenster (Fenster-ID: 10025) die YouTube-Ansicht des heise-online-Channels, inklusive einer Übersicht aller Playlists. Unter `addon.xml` muss im Bereich `requires` das YouTube-Plug-in eingebunden sein:

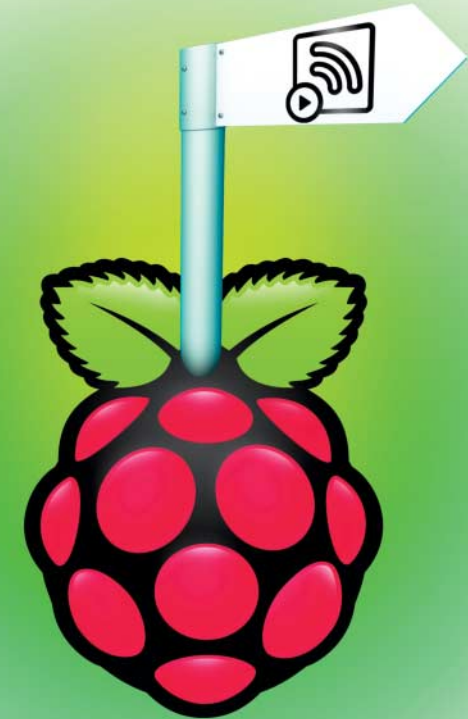
```
<import addon="plugin.video.youtube" version="6.0.2"/>
```

Mit einem schönen Thumbnail und Hintergrundbild für die Kodi-Oberfläche ausgestattet merkt man dem neuen Plug-in nicht an, dass es in Wirklichkeit von einem anderen Plug-in Huckepack genommen wird.

Variante 2: Wenn Videos oder Audio-Dateien als RSS-Feed erhältlich sind, können Sie diesen Feed mit der Python-Bibliothek `feedparser` abgrasen und daraus eine Listenübersicht im Plug-in zusammenstellen. `Feedparser` ist in Kodi enthalten und im `addon.xml` per `<import addon="script.module.feedparser" version="5.1.3"/>` eingebunden.

Das Plug-in liest aus dem Audio-RSS-Feed die Titel und Datei-URLs der einzelnen Folgen („Item“) in einer Schleife aus. `Feedparser` findet die gewünschten Infos folgendermaßen:

```
import feedparser
d = feedparser.parse(
    ('https://www.heise.de/ct,
    /uplink/ctuplink.rss'))
for item in d['entries']:
```



```
title = item['title']
url = item.enclosures[0].href
```

Während beim ersten Beispiel das YouTube-Plug-in den Aufbau der GUI übernimmt, müssen wir hier selbst Hand anlegen. Dazu benötigen wir mehrere in Kodi enthaltene Python-Bibliotheken (`sys`, `xbmcplugin`, `xbmcgui`). Nun stellen wir die Prozess-ID des Plug-ins fest und verfrachten das Plug-in in den Kodi-Bereich Audio:

```
addon_handle = int(sys.argv[1])
xbmcplugin.setContent(
    (addon_handle, 'audio'))
```

Innerhalb der Schleife fügt der Code jede einzelne Podcast-Folge dem Hauptverzeichnis des Plug-ins hinzu: `xbmcplugin.addDirectoryItem(handle=addon_handle, url=url, listitem=xbmcgui.ListItem(title))`. Nach der Schleife muss die Liste noch geschlossen werden mit `xbmcplugin.endOfDirectory(addon_handle, succeeded=True)`.

Das reicht schon, um alle im Feed enthaltenen Folgen in Kodi darzustellen und abzuspielen. Schöner wird es, wenn Sie Vorschaubilder und weitere Infos aus dem RSS-Feed lesen – ein entsprechendes Beispiel finden Sie unter ct.de/y3dm.

(acb@ct.de) **ct**

Raspi als Medienzentrale, Beispiele, Tutorials: ct.de/y3dm

Multifunktion nach Maß

Kopieren, scannen und mobil drucken mit dem Raspi

Nur mit Standard-Linuxwerkzeugen stellt der Raspberry Pi viele USB- und Netzwerkdrucker für Android und iOS bereit. Zusammen mit einem USB-Scanner wird er außerdem zum Kopierer oder legt Scans in Netzlaufwerke – flexibler als fertige Mufus.

Von Jan Mahn

Moderne Multifunktionsgeräte sind praktisch. Sie können drucken, kopieren und scannen und unterstützen alle Protokolle, damit auch iOS-Geräte mit ihnen sprechen können. Aber nicht immer lohnt eine Neuanschaffung, zumal man für Geräte mit schnellem Drucker tief in die Tasche greifen muss. Wer sich aber zum Beispiel von seinem gebrauchten Büro-Laserdrucker nicht trennen möchte und noch einen Scanner im Schrank liegen hat, der wegen Treibermangels schon in den Schrott sollte, kann beide mit dem Raspberry Pi zu einem Multifunktionsgerät für Drucken und Scannen verbinden.

Bevor es ans Scannen geht, muss der Raspberry Pi erst einmal das Drucken lernen. Die Verbindung zum Drucker stellt das Linux-Programm Cups bereit, das Common Unix Printing System.

Die gesamte Einrichtung nehmen Sie auf der Kommandozeile vor. Richten Sie einen Raspberry Pi mit einer frischen Version von Raspbian ein und öffnen Sie ein Terminalfenster. Mit folgenden Befehlen bringen Sie das Betriebssystem auf den aktuellen Stand und installieren Cups:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
sudo apt install cups
```

Damit der Raspbian-Standardbenutzeraccount „pi“ Cups verwalten kann, muss er in die Gruppe lpadmin. Geben Sie dazu folgende Zeile im Terminal ein:

```
sudo usermod -aG lpadmin pi
```

Jetzt ist ein guter Zeitpunkt, das Standardpasswort „raspberrypi“ des Benutzers „pi“ zu ändern. Mit `sudo passwd` werden Sie nach einem neuen Kennwort gefragt. Ein-gerichtet wird Cups über eine Weboberfläche im Browser. Damit diese auch über das Netzwerk erreichbar ist und Cups die Drucker nach dem Standard „IPP Everywhere“ für Mobilgeräte verfügbar macht, müssen Sie ein paar Zeilen in der Cups-Konfigurationsdatei ändern. Öffnen Sie diese in einem Texteditor, zum Beispiel in nano:

```
sudo nano /etc/cups/cupsd.conf
```

Cups soll auf allen Netzwerkkarten (also über WLAN und Netzkabel) auf Port 631 hören und im ganzen Netzwerk bekannt geben, welche Drucker es anbietet. Die erste nötige Änderung ist in der Zeile `Listen localhost:631` notwendig. Ersetzen Sie diese durch die Zeile `Port 631`. Fügen Sie in der Zeile danach Folgendes ein:

```
BrowseAddress @LOCAL
```

Scrollen Sie weiter zu folgendem Block:

```
<Location />
  Order allow, deny
</Location>
```

Fügen Sie hier eine neue Zeile nach `Order allow, deny` ein:

```
Allow @LOCAL
```

Soll auch die Administrationsoberfläche im Netz erreichbar sein, fügen Sie die gleiche Zeile auch im Abschnitt `<Location /admin>` direkt darunter ein. Die Arbeiten an der Konfiguration sind damit abgeschlossen. Schließen Sie den Texteditor (Strg+O und Strg+X) und starten Sie Cups neu:

```
sudo systemctl restart cups
```

Verbinden Sie den Raspberry Pi mit Ihrem Heimnetz – entweder per Kabel oder WLAN. Auf einem frischen Raspbian müssen Sie dafür im Himbeeren-Menü (oben links) unter „Einstellungen/Raspberry-Pi-Konfiguration“ im Reiter Lokali-



Ein USB-Nummernblock, den man für 10 Euro bekommt, reicht als Eingabegerät für den Kopierer.

sierung das WiFi-Land festlegen, damit Raspbian das WLAN-Menü freigibt. Um die Drucker einzurichten, öffnen Sie in einem Browser die IP-Adresse des Raspberry, gefolgt von „:631“, also zum Beispiel „http://192.168.0.25:631“.

Der erste Druck

Verbinden Sie jetzt den Drucker mit dem Raspberry, wenn es ein USB-Drucker ist. Handelt es sich um einen Netzwerkdrucker, reicht es, wenn er sich im gleichen Netz befindet. Auf der Cups-Startseite wählen Sie „Drucker und Klassen hinzufügen“. Der Browser wird Sie nach einem Kennwort fragen und versuchen, Sie auf eine HTTPS-Seite umzuleiten – das führt je nach Browser zu einer Sicherheitsfehlermeldung, da Sie kein gültiges Zertifikat eingebunden haben. In Ihrem lokalen Netz können Sie das ignorieren und sich mit dem Benutzernamen „pi“ und Ihrem Kennwort anmelden. Klicken Sie „Drucker hinzufügen“ und wählen Sie Ihr Gerät aus. Cups fragt Sie in den weiteren Schritten nach einem Namen und Standort für den Drucker. Wichtig ist, den Haken „Drucker im Netzwerk freigeben“ zu setzen. Wie kompliziert die Einrichtung ist, hängt vom Drucker ab. Fast alle HP-Drucker funktionieren dank eines umfassenden Treiberpakets ohne weitere Anstrengungen. Installieren Sie einfach das Paket „hplip“:

```
sudo apt install hplip
```

Auch die meisten anderen Drucker laufen dank der mitgelieferten Gutenprint-Trei-

bersammlung sofort. Ist Ihr Modell nicht in der Liste, müssen Sie nach einer passenden ppd-Datei suchen und diese in der Cups-Oberfläche hochladen. Die Datenbank bei openprinting.org erleichtert die Suche. Abschließend fragt der Assistent nach einigen Standardeinstellungen und der Drucker ist eingerichtet. Auf einem iOS- oder Android-Gerät (ab Android 4.3), das im gleichen Netz hängt, sollten Sie den Drucker jetzt sehen und zum Beispiel aus dem Browser oder der Mail-App drucken können. Wenn nicht, überprüfen Sie zunächst unter „Drucker“ in der Cups-Oberfläche, ob hinter dem Namen des Druckers „Netzwerkfreigabe“ steht. In der Weboberfläche können Sie eine Testseite drucken und die Druckaufträge anzeigen lassen.

Der erste Scan

Die zweite Komponente für den Multifunktionsserver heißt „sane“, eine Abkürzung für „Scanner access now easy“. In der Tat ist die Einrichtung leicht. Die benötigten Pakete sind schon installiert. Ob der Scanner von sane erkannt wird, finden Sie mit folgendem Befehl heraus:

```
scanimage -L
```

Auf der Kommandozeile sollte jetzt der Name des Scanners angezeigt werden. Erscheint dort nur eine Fehlermeldung, kann das verschiedene Gründe haben. Entweder hat das Sane-Projekt keine Unterstützung für den Scanner (eine Übersicht finden Sie über ct.de/yjtm) oder das Gerät bekommt einfach zu wenig Strom.

Bei einigen Scannern, die per USB angeschlossen werden, reicht die Stromversorgung des Raspi-USB-Ports nicht aus. Man kann das Limit zwar softwareseitig entfernen, gesünder für den Raspi ist es aber, den Scanner an einem USB-Hub mit externer Stromversorgung anzuschließen. Wird der Scanner von Sane erkannt, zeigt scanimage -L die Produktbezeichnung und den Hersteller an. In Anführungszeichen finden Sie den Linux-Scannernamen, den Sie in die folgende Zeile für einen Test-Scan einfügen können:

```
scanimage -d <name des scanners> \
--resolution 300 --mode Color \
-x 210 -y 297 --format=png >test.png
```

Der Scanner sollte mit seiner Arbeit beginnen und im aktuellen Verzeichnis die Datei test.png in Farbe mit 300 dpi anlegen. Einige Scanner brauchen die Angaben für x und y, um ein vollständiges Blatt in DIN A4 zu erfassen. Hinweise auf weitere Einstellmöglichkeiten liefert scanimage -h.

Aus der Ferne

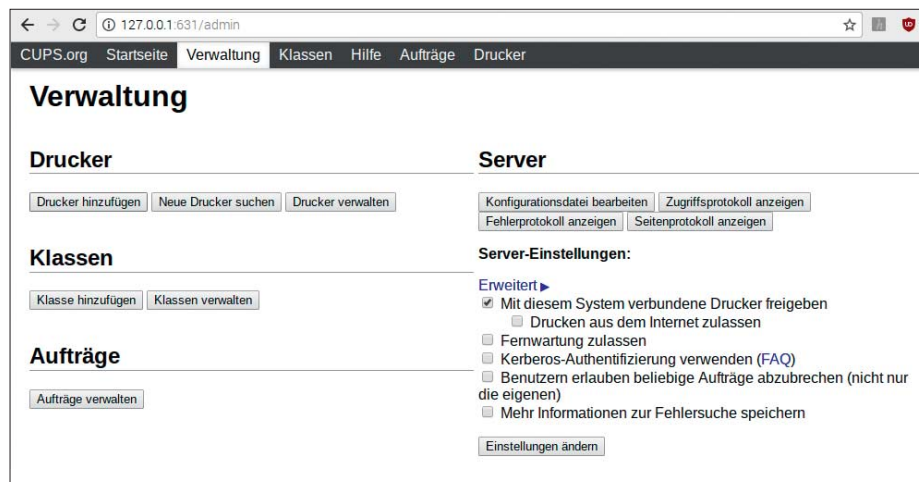
Mit Sane ist es möglich, auch aus der Ferne von einem anderen Gerät zu scannen. Damit das funktioniert, müssen Sie den Zugriff auf die Scanner erlauben. Bearbeiten Sie dazu die Konfigurationsdatei:

```
sudo nano /etc/sane.d/saned.conf
```

Navigieren Sie bis zum Block „Access List“. Hier stehen bereits einige IP-Adressen als Muster, auskommentiert mit #. Um den Zugriff für eine einzelne Adresse zu gestatten, reicht es aus, diese einzutragen. Um Scannen aus dem gesamten Heimnetz zu erlauben, tragen Sie die Adresse Ihres Netzes mit einer 0 am Ende ein, gefolgt von /24. In einem Netz mit Adressen von 192.168.1.1 bis 192.168.1.254 also zum Beispiel 192.168.1.0/24. Speichern Sie die Datei und starten Sie Sane neu:

```
sudo systemctl restart saned.socket
```

Um über das Netzwerk zu scannen, gibt es mehrere Möglichkeiten. Für Windows gibt es das kostenlose Programm „SaneTwain“ (zu finden über ct.de/yjtm), das eine Verbindung zur Windows-Scanner-Schnittstelle herstellt. Nutzer von macOS bekommen den Anschluss mit „Twain Sane“ (siehe ct.de/yjtm). Linux-Anwender kommen ohne Zubehör zu ihrem Netzwerk-Scanner. Sie öffnen einfach auf dem Linux-



Cups wird über eine Weboberfläche verwaltet. Sie ist umfangreich, aber nicht sehr übersichtlich.

Client die Datei `/etc/sane.d/net.conf` und fügen die IP-Adresse oder den Hostnamen des Raspberry-Scanservers ein. Dann sollte `scanimage -L` den Scanner am Raspi mit auflisten. Für Android gibt es die kostenlose App „SaneDroid“, die ihren Zweck erfüllt – tippt man allerdings während eines Scans auf das Display, bricht das Programm ab. Für iOS fehlt ein solches Angebot im App Store leider aktuell.

Der Zusammenbau

Drucker und Scanner arbeiten nun und sind über gut unterstützte Netzwerkprotokolle von vielen Geräten erreichbar. Es fehlt eine Möglichkeit, schnell Kopien anzufertigen, ohne den PC anfassen zu müssen. Dazu haben wir eine kleine Software in Python gebaut, die Sie leicht um eigene Ideen erweitern können. Für den Betrieb reicht ein USB-Nummernblock als Eingabegerät am Raspi, den es schon für unter 10 Euro gibt.

Die Installation der Kopierersoftware funktioniert über die Kommandozeile. Öffnen Sie dazu ein Terminalfenster und bleiben Sie in Ihrem Home-Verzeichnis. Installieren Sie zunächst eine Abhängigkeit:

```
sudo apt install python-cups
```

Laden Sie das Programm jetzt per git aus unserem Repository herunter. Das erledigt folgende Zeile:

```
git clone https://github.com/jamct/
raspi-copy
```

Wechseln Sie mit `cd raspi-copy` in den neu angelegten Ordner und machen Sie das Programm ausführbar:

```
chmod 755 copy.py
```

Jetzt müssen Sie die Anwendung nur noch dazu bringen, automatisch zu starten, wenn der Raspi startet. Das Programm läuft auf der Kommandozeile und man könnte es statt des Desktops beim Boot ausführen. Soll der Raspi nebenbei noch andere Aufgaben erledigen, kann man es beim Boot als Terminalfenster starten: Dafür liegt im Ordner die Datei `copy.desktop`. Kopieren Sie diese in den Autostart-Ordner:

```
cp copy.desktop
~/home/pi/.config/autostart
```

Nach einem Neustart des Raspberry öffnet sich ein blaues Terminal-Fenster mit der

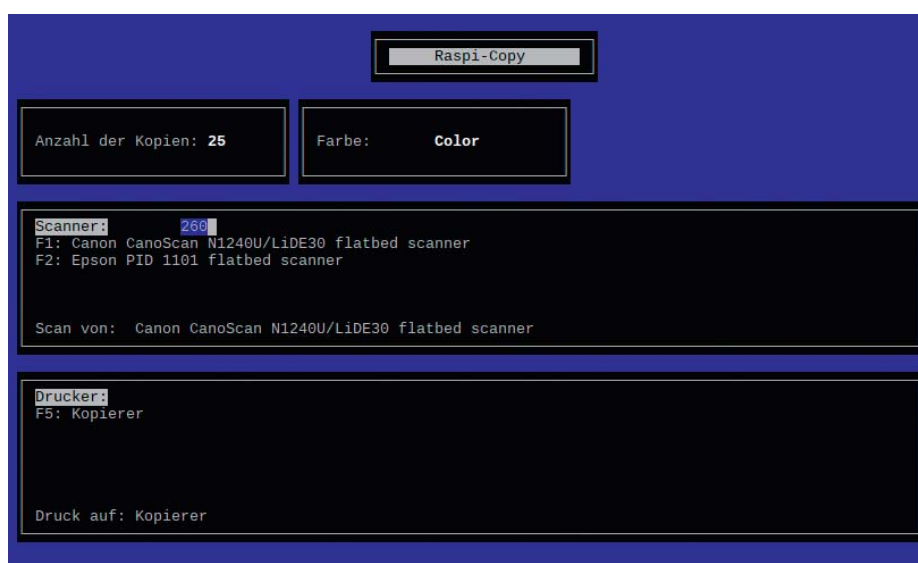
Kopierer-Oberfläche. Sie ist schnell erklärt: Mit den Funktionstasten F1 bis F4 auf der großen Tastatur wählen Sie einen Scanner aus, mit den Tasten F5 bis F8 den Drucker. Mit den Ziffern auf dem Nummernblock geben Sie die Anzahl der Kopien ein („+“ und „-“ erhöhen und verringern die Anzahl), die Enter-Taste löst den Kopiervorgang aus. Die Komma-Taste setzt die Anzahl der Kopien zurück und mit den Rechenzeichen „*“ und „/“ wechseln Sie zwischen Farb- und Schwarz-Weiß-Kopie.

Alle Einstellungen (außer der Anzahl der Kopien) speichert `raspi-copy` in einer Einstellungsdatei und liest sie beim Neustart wieder. Sind Scanner und Drucker also ausgewählt, haben die große Tastatur, Oberfläche und Display ausgedient – der Raspi ist bereit für den neuen Job als Kopierer.

Weiter gedacht

Die Software lässt sich noch beliebig erweitern: Jeder Scan wird als jpg-Datei zwischengespeichert und dann gedruckt. Um ein Dokument nur in ein Netzlaufwerk oder auf einen USB-Stick zu scannen, könnte man zum Beispiel die Anzahl der Kopien zweckentfremden. In der Annahme, dass niemand 999 Kopien benötigt, könnte das Programm bei der Eingabe „999+Enter“ den Scan auf einem USB-Laufwerk speichern. In der Datei `copy.py` ist diese Abfrage bereits für eigene Ideen angelegt. (jam@ct.de) **ct**

Software und Treiberdatenbank:
ct.de/yjtm



Die Oberfläche von Raspi-Copy benötigt man nur für die erste Einrichtung. Danach kopiert der Raspi auch ohne Display.

Anzeige

Reise ins Himbeerland

Raspberry Pi 3B+ statt Desktop-PC

Seit es den Raspberry Pi gibt, behaupten die Macher, er könne einen großen und teuren Desktop-PC ersetzen. Über die Jahre wuchs stetig seine Rechenleistung und die Unterstützung im Linux-Kernel reifte. Grund genug, seiner Tauglichkeit als PC-Ersatz mal wieder auf den Zahn zu fühlen.

Von Pina Merkert

Heute steht Programmierarbeit an, also starte ich die IDE PyCharm. Die möchte ein paar Sekunden das Projekt indexieren, also starte ich parallel Thunderbird, um schnell noch Mails abzurufen. Während das Mailprogramm noch die IMAP-Server abklappert, öffnet sich mein Firefox und fragt, ob ich 67 Tabs wiederherstellen möchte. Na klar! Das lässt mir gerade noch Zeit, Telegram zu starten, das als Electron-App nebenbei die Chromium-Engine hochfährt. Etwa eine halbe Sekunde nach dem Klick aufs Icon sind alle Programme einsatzbereit. Linux' raffinierter Organisation von Rechenzeit und Festplattenzugriffen sei Dank.

Während ich noch meine E-Mails durchforste, entbrennt in meinem Büro eine Diskussion darüber, wie aufgeblasen moderne Software ist. Ich beteilige mich, indem ich an eine Wartezeit von skandalösen 1,5 Sekunden erinnere, die mein Anmeldemanager GDM gerade vertrödelt hat. „Wie viel unnötigen Kram berechnet die Software, wenn sie so lange braucht, ein Passwort zu prüfen und einen Desktop zu starten?“, frage ich in die Runde. Die Zustimmung meiner Kollegen stachelt mich an: „Ein Smartphone hat genauso viele Kerne wie mein PC. Ach was! Ich könnte sogar auf dem Raspi arbeiten!“ Ich ernte ein paar skeptische Blicke, was mich antreibt: „Mit der richtigen Software geht das bestimmt! Immerhin gibt es ja inzwi-

schen den Raspi 3B+ mit 64 Bit, 1 GByte RAM und vier Kernen bei 1,4 GHz.“

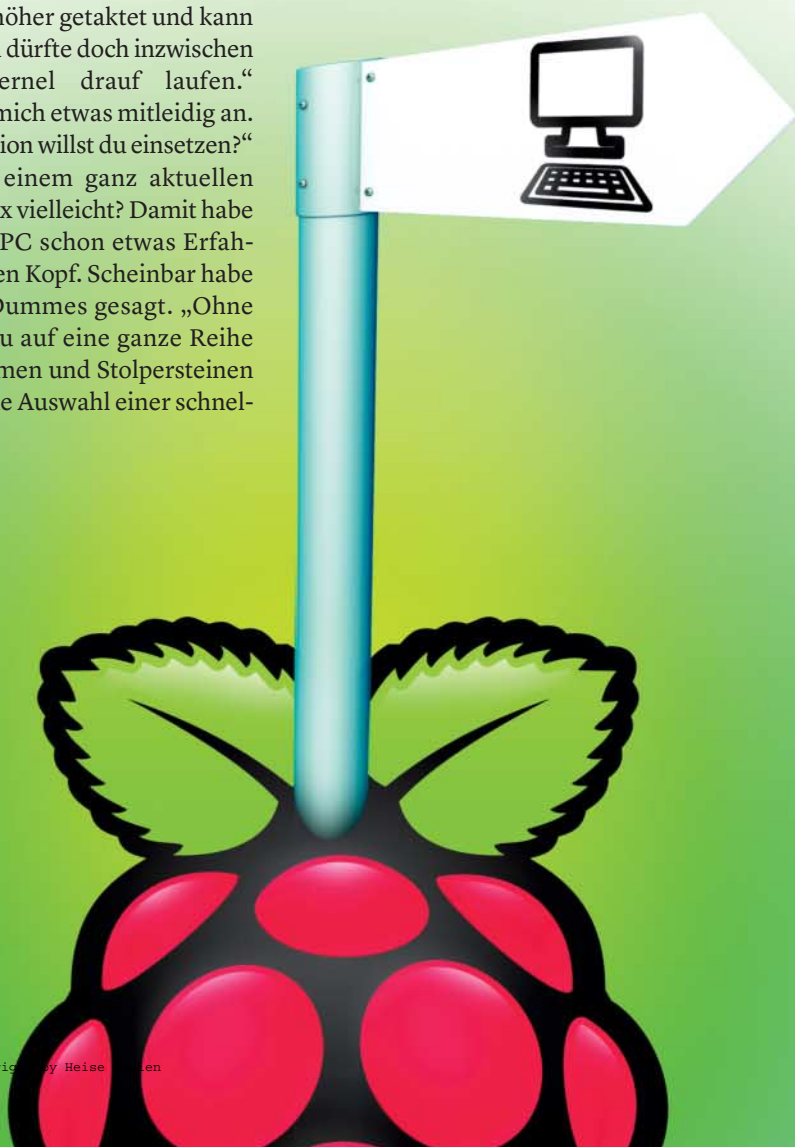
Die vier Prüfungen

Mir ist klar, dass ich mich für solch ein Abenteuer weit von meiner gewohnten Rechner-Umgebung entfernen muss, und suche Rat bei einem weisen alten Mann. Etwas aufgeregt klopfe ich an der Tür von Thorsten Leemhuis. Ich trete ein und warte geduldig, bis Thorsten zwei weitere Sätze ins Kernel-Log getippt hat. In die Stille zwischen den Anschlägen erkläre ich: „Ich möchte mit dem Raspi einen Desktop-PC ersetzen.“ Er mustert mich kritisch. Ich überspiele meine Unsicherheit, indem ich schneller rede: „Der neue Raspi ist ja noch höher getaktet und kann 64 Bit. Außerdem dürfte doch inzwischen ein Mainline-Kernel drauf laufen.“ Thorsten schaut mich etwas mitleidig an. „Welche Distribution willst du einsetzen?“ „Irgendwas mit einem ganz aktuellen Kernel. Arch Linux vielleicht? Damit habe ich von meinem PC schon etwas Erfahrung.“ Er wiegt den Kopf. Scheinbar habe ich nichts ganz Dummes gesagt. „Ohne Raspbian wirst du auf eine ganze Reihe von Detailproblemen und Stolpersteinen stoßen.“ Schon die Auswahl einer schnell-

len Speicherkarte sieht er als Problem. Außerdem solle ich mich in Geduld, Mäßigung, Fokus und Konzentration üben. Ich komme zu dem Schluss, dass Thorsten meinen Plan nicht komplett für Unsinn hält, ignoriere den Rest und mache mich auf den Weg.

Mäßigung

Im Büro gegenüber lasse ich mich von Lutz Labs beraten, unserem Spezialisten für Flash-Speicher. „Es gibt Speicherkar-



ten nach dem A1-Standard, eigentlich für die Speichererweiterung von Smartphones. Die sollten auch auf dem Raspi etwas mehr IOPS liefern, als gewöhnliche Karten.“ Ich bestelle einen Raspi 3B+ für 35 Euro und eine Speicherkarte mit 128 GB für 55 Euro. Dazu kommt ein Netzteil, das mindestens 2,5 Ampere liefert, für 13 Euro. Mein Raspi-Desktop kostet in der Summe mehr als 100 Euro.

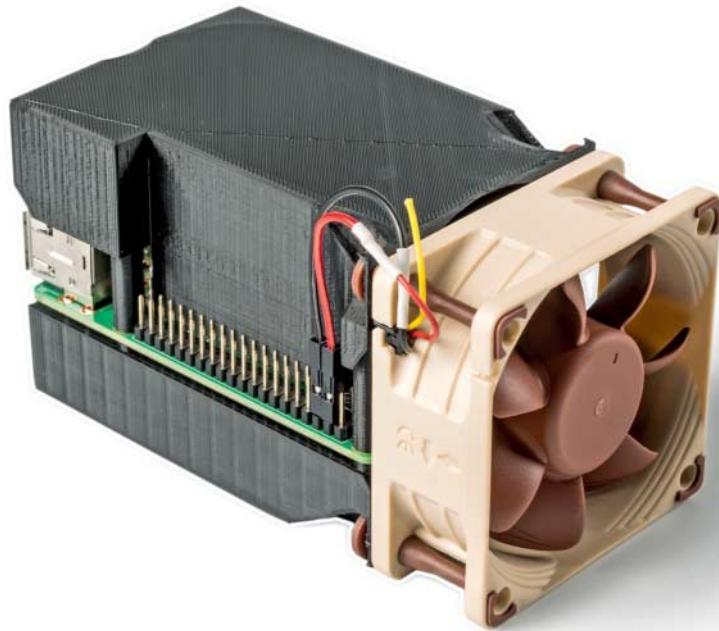
Danach lade ich ein 64-Bit-Arch-Image für den Raspi herunter, schreibe es auf die SD-Karte und schließe den Strom an. Nichts passiert. Ich finde heraus, dass das Image mit einem 4.14er-Kernel zwar auf einem Raspi 3B läuft, auf dem 3B+ aber nicht booten kann. Man braucht einen Kernel mit Raspi-spezifischen Patches, den man zwar als Paket in einem laufenden System installieren kann, mit dem es aber kein fertiges Image gibt. Laut Internet kann man entweder die Distribution mit 32 Bit für ARMv7 installieren, sämtliche Pakete deinstallieren und die 64-Bit-Versionen für ARMv8 darüber installieren. Oder man bootet auf einem älteren Raspi 3, installiert den Kernel und steckt die Speicherkarte um.

Ich gebe mich in der Redaktion auf die Suche nach einem unbenutzten Raspi 3, boote mein Arch, installiere den gepatchten Kernel, stecke die Karte um und boote endlich auf dem 3B+. Da ich mit Gnome auf dem PC ziemlich zufrieden war, installiere ich den Gnome-Desktop auch auf dem Raspi.

Geduld

Der Anmeldemanager GDM braucht mehr als 20 Sekunden, bis er einen Login-Screen anzeigt. Auf dem Desktop bin ich nochmal 20 Sekunden später. Die Gnome-Shell erscheint nach einem Druck auf die Windows-Taste nach weiteren 10 Sekunden. Ich bin entsetzt, will aber noch nicht aufgeben. Ich finde heraus, dass Arch den Grafiktreiber-Stack vom Broadcomm-Entwickler Eric Anholt nicht automatisch einrichtet. Außerdem bekommt der VideoCore4 zu wenig RAM ab. Ich aktiviere den Treiber und trage in `/boot/config.txt` ein, dass die Firmware des VideoCore4 256 MB vom RAM-Kuchen abhaben soll. Nach dem nächsten Boot läuft der Desktop ein wenig flüssiger. Dafür fallen mir weiße Pixel auf, die zufällig an manchen Stellen aufblitzen.

Während langer Ladezeiten fasse ich mal testweise auf diverse Chips und stelle fest: Ich könnte mir am Prozessor, am



Mit aufgeklebten Kühlkörpern, einem 60-mm-5-V-Lüfter und Luftkanälen aus dem 3D-Drucker bleibt der Raspi auch im Sommer unter 40 °C.

USB-Controller, am RAM und sogar an der Speicherkarte die Finger verbrennen. Meinem Raspi fehlt Kühlung! Sofort bestelle ich diverse Kühlkörper, Wärmeleitkleber und einen leisen 60-mm-Lüfter für 5 V. Das kostet mich in der Summe über 30 Euro, aber ich kann nicht riskieren, dass mein Raspi-Desktop wegen Überhitzung seine Taktfrequenz senkt.

Apropos Frequenz: Wie schnell taktet mein 3B+ eigentlich im Leerlauf? Ich lese die Taktfrequenz aus `/sys/` aus und stelle schockiert fest, dass er nur mit 600 MHz statt der eigentlich möglichen 1,4 GHz läuft. Das liegt daran, dass der Raspi-Kernel den CpuFreq-Governor standardmäßig auf `powersave` einstellt. Durch diese Einstellung taktet er selbst unter Last nicht hoch, um Strom zu sparen. Mit Root-Rechten setze ich die Einstellung in `/sys/` auf `performance`. Nun läuft er grundsätzlich mit der höchstmöglichen Taktfrequenz. Voller Hoffnung starte ich Firefox unter Gnome. Die höhere Taktfrequenz ist fühlbar, von doppelter Geschwindigkeit kann aber nicht die Rede sein. Der Browser scrollt trotzdem nur mit etwa 10 Bildern pro Sekunde und hinkt allen Eingaben mindestens eine halbe Sekunde hinterher.

Zähneknirschend installiere ich die als „leichtgewichtig“ geltenden Desktops Xfce und LXDE. Dass die sparsamer mit den knappen Ressourcen des Raspi umgehen, ist deutlich spürbar. Sie starten schneller, belegen weniger RAM und zum Öffnen von Programmen muss ich nicht immer 10 Sekunden auf die Gnome-Shell

warten. Leider scheinen sie dennoch keine 30 Bilder pro Sekunde zu schaffen. Selbst der Mauszeiger ruckelt leicht. Den hat Gnome immerhin verzögerungsfrei angezeigt.

Im direkten Vergleich läuft LXDE auf dem Raspi etwas schneller als Xfce. LXDE ist in der bei Arch mitgelieferten Standardkonfiguration aber auf der Ästhetik der 90er hängen geblieben. YouTube-Videos ruckeln, sobald ich HD oder Vollbild aktiviere. Einen Desktop zum Arbeiten stelle ich mir anders vor.

Konzentration

Zum Vergleich überspiele ich mein Arch mal mit einem ganz normalen Rasbian. Das läuft mit dem älteren ARMv7-Befehlssatz, 32 Bit und nutzt Broadcoms proprietären Grafiktreiber statt des freien Treibers. Den CpuFreq-Governor stellt Raspbian standardmäßig auf `ondemand`, wodurch der Prozessor unter Last auf die höchste Taktstufe schaltet. Lediglich den mit `overscan` in `/boot/config.txt` konfigurierten schwarzen Rand ums Bild schalte ich ab. Abgesehen davon startet unter Raspbian sofort ein gut konfiguriertes, schlankes System mit LXDE, das deutlich weniger altbacken aussieht.

Der vorinstallierte Chromium stellt Webseiten erträglich schnell dar und spielt auch YouTube-Videos in Full-HD im Vollbild ohne allzu grobe Ruckler ab. Das sieht viel eher nach einem System aus, auf dem man arbeiten kann. Sofort ver falle ich in alte Verhaltensweisen und installie-


```

pi@raspberrypi: ~
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe

pi@raspberrypi:~$ ./bcmstat.sh c p
Config: v0.4.9, args "c p", priority lowest (+19)
Board: 4 x ARMv7 cores available, ondemand governor (Pi3 Model B+ rev 1.3, BCM2837 SoC with 1GB RAM by Sony)
Memory: 1024MB (split 948MB ARM, 76MB GPU) plus 100MB Swap
HW Block: | ARM | Core | H264 | SDRAM |
Min Freq: | 1400MHz | 400MHz | 0MHz | 450MHz |
Max Freq: | 1400MHz | 400MHz | 300MHz | 450MHz |
Voltages: | 0, 1.3500V | +2, 1.2500V |
Other: temp_limit=85, force_turbo=1
Firmware: Jul 3 2018 14:15:46, version 47b05c853342eb6e4ea5b017d991e0ef247fb8be (clean) (release)
Codes: H264 H263 MPEG4 MJPG PCM
Booted: Thu Aug 16 10:27:05 2018

=====
Time      ARM      Core      H264 Core Temp (Max)  IRQ/s  RX B/s  TX B/s  cpu0  cpu1  cpu2  cpu3
=====
13:25:50 1400MHz 400MHz 0MHz 34.86C (35.40C) 2,345 0 0 28.43 0.00 28.43 64.21
13:25:52 1400MHz 400MHz 0MHz 34.32C (35.40C) 2,410 3,241 0 4.06 0.62 0.62 0.12
13:25:54 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.94C) 2,410 4,997 36 31.92 30.51 30.04 28.16
13:25:56 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,412 4,206 87 49.19 41.52 35.29 44.40
13:25:58 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,424 16,015 42 37.45 19.23 27.11 30.55
13:26:00 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.48C) 2,411 7,888 211 18.96 17.01 15.54 15.05
13:26:02 1400MHz 400MHz 300MHz 35.40C (36.48C) 2,884 907,514 67,051 25.99 21.61 23.07 25.50
13:26:04 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,214 2,760 1,403 17.93 13.50 15.47 18.42
13:26:06 1400MHz 400MHz 300MHz 35.40C (36.48C) 2,218 3,882 120 17.71 10.01 17.23 19.63
13:26:08 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.48C) 2,231 15,505 0 21.14 11.84 20.65 16.73
13:26:10 1400MHz 400MHz 300MHz 35.40C (36.48C) 2,226 7,058 130 10.85 16.45 14.51 19.88
13:26:12 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.48C) 2,415 1,255,287 74,644 33.62 19.95 22.88 25.32
13:26:14 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.48C) 2,218 6,689 0 18.76 11.42 16.32 16.81
13:26:16 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,224 4,422 89 21.63 5.47 18.69 21.14
13:26:18 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,231 16,732 0 32.67 28.83 34.12 27.38
13:26:20 1400MHz 400MHz 300MHz 36.48C (36.48C) 2,227 13,326 173 31.00 32.47 27.09 27.58
13:26:23 1400MHz 400MHz 300MHz 35.94C (36.48C) 2,331 90,267 6,572 10.78 26.46 17.15 8.33°C
Peak Values: IRQ: 3415, RX: 1255287, TX: 74644
pi@raspberrypi:~$

```

Das Skript `bcmstat.sh` (siehe ct.de/y747) zeigt neben der Auslastung der Prozessorkerne auch Temperatur und Taktrate des VideoCore4.

re sämtliche Programme nach, die ich auch auf meinem Core-i5-PC benutze.

Die in Java programmierte IDE PyCharm startet zwar auf dem Raspi, braucht aber deutlich länger. Als endlich der Dialog zum Erstellen eines Projekts erscheint, zeigt sie aber keine Ordner mehr an und reagiert nicht mehr. Ich lasse mich nicht entmutigen und starte sie aus einem Terminalfenster mit Angabe des Pfads zum Programmierprojekt neu. Damit kommt sie weiter, bleibt dann aber in einer Endlosschleife beim Indexieren des Projekts hängen. Zum Programmieren muss ich wohl auf eine sparsamere Software umsteigen.

Ich lasse die IDE in der Hoffnung einer magischen Erholung noch etwas über ihre Endlosschleife brüten und starte den Browser. Das hätte ich nicht tun sollen. In der Prozessliste steht `kswapd` jetzt ganz oben und versucht das System am Leben zu erhalten, während das RAM längst übergelaufen ist. Mein System fühlt sich sofort an, als wäre es in dickflüssiges Gelee getaucht: Der Mauszeiger ruckelt im Schneckentempo, Menüs öffnen sich erst nach mehreren Sekunden Verzögerung.

Ich bereue, dass ich ohne nachzudenken auf Programm-Icons geklickt habe und versuche, das Problem mit `Alt+F2` und `kill` in den Griff zu bekommen. Eigentlich wusste ich ja, dass das RAM nicht reicht. Den am opulent ausgestatteten PC trainierten Reflex verhinderte das aber nicht. Sobald die grüne LED auf der Raspi-Platine erlischt, reagiert der Desk-

top wieder normal. Die Episode zeigt mir, was ich längst wusste: 4 Kerne und ein optimierter Linux-Kernel reichen nicht, wenn dem Rechner das RAM für digitale Unordnung fehlt. Auf dem Raspi sollte ich mich immer für eine Aufgabe entscheiden und nur die nötigsten Programme parallel starten. Ich muss lernen, alle unnötigen Programme zu schließen, bevor ich etwas Neues auf dem Minirechner angehe.

Fokus

Um Raspi-gerecht zu arbeiten, brauche ich einen viel besseren Plan. Ich bringe meine Todo-Liste auf Vordermann und zeige sie auf dem Smartphone an, um auf dem Raspi kein RAM damit zu belegen. Ganz oben steht das Redigieren eines Artikels. Dafür starte ich LibreOffice und einen Editor. Nach dem Start beider Programme sind sogar noch 80 MB frei. Ich kann tatsächlich arbeiten!

Später prüfe ich die Formatierung des Artikels mit einem internen Webdienst. Da ich dafür den Browser starten muss, beende ich vorher das Office-Programm.

Nachdem ich mit dem Browser fertig bin, öffne ich erstmals seit Stunden das Mailprogramm. Normalerweise läuft es im Hintergrund und benachrichtigt mich über neue Nachrichten, sobald sie eintreffen. Da ich nicht erreichbar war, habe ich eine Frage eines Kollegen nicht rechtzeitig beantwortet. Alle anderen Mails kann ich zufriedenstellend bearbeiten. Mir fällt auf, dass ich auf die Unterbrechungen durch Thunderbird gern verzichtet habe. Während meiner „Offline“-Zeit ist auch keine

Katastrophe passiert. Statt mich mit dem Raspi zu zwingen, hätte ich aber auch auf dem i5 einfach Thunderbird schließen können.

Der nächste Punkt auf der To-do-Liste ist ein kleiner Bug in einem neuronalen Netz. Ich checke das Repository mit Git aus, erzeuge ein Virtualenv, installiere TensorFlow und warte. Was sonst nur Sekunden dauert, beschäftigt den Raspi über Minuten. Aus Angst, Fehler auszulösen, browse ich derweil auf dem Smartphone und lese einen Blogpost über die Kunst der Entschleunigung.

Die Rückkehr

Nach Tagen am Minirechner starte ich erstmals wieder den PC. Der führt mir sofort eindrucksvoll vor Augen, dass es zwischen einem 65-W-x86-Prozessor und einem 2-W-ARM einen Unterschied gibt. Die SSD reduziert die Wartezeiten, an die ich mich inzwischen gewöhnt habe, auf Sekundenbruchteile. Ich fühle, wie der starke Rechner auch meine Möglichkeiten potenziert – ein tolles Gefühl! Der PC macht viel mehr Spaß als der Raspi. Aber meine Produktivität steigert der hundertmal schnellere Rechner nur unwesentlich.

Ich komme mir ein bisschen wie eine Reisende vor, die in einem entlegenen buddhistischen Kloster von einem unbarmherzigen Sifu trainiert wurde. Der Raspi hat mich strukturiertes Arbeiten und die Fokussierung auf einzelne Aufgaben gelehrt. Die am Raspi geübte Genügsamkeit, Geduld und Konzentration hilft mir, auch am PC schneller und effizienter zu arbeiten.

Dennoch würde ich auf die Performance meines PCs nicht wieder verzichten wollen. Der Raspi schränkte mich ein und verlangte mir ab, mich mit sparsamen Programmen und seriellen Workflows zu begnügen. Der PC arbeitet meine Befehle bei Bedarf auch parallel und vor allem viel schneller ab.

Thorsten legt eine Hand auf meine Schulter. „Na, hast du etwas gelernt?“ Seine Augen spiegeln die Weisheit tausender Kernel-Commits. Aber nun kann ich etwas eigene Weisheit beisteuern: „Ich habe nun mehr Geduld und Konzentration. Vorher wusste ich gar nicht, dass mir beides gefehlt hat. Aber wirklich empfehlen kann ich den Raspi als PC-Ersatz nicht.“

(pmk@ct.de) **ct**

Luftkanal zum Ausdrucken auf dem 3D-Drucker, Monitoring-Skript: ct.de/y747

Anzeige



Soul per Funk

Günstige Bluetooth-Kopfhörer zwischen 20 und 60 Euro

Kabel sind out – nicht erst, seit bei vielen Smartphones die Klinkenbuchse fehlt. Bluetooth-Kopfhörer gibt es bereits ab 20 Euro – aber taugen die was?

Von Jan-Keno Janssen

Es gibt kaum ein technisches Gerät, bei dem Kabel so nervig sind wie bei einem Kopfhörer – gerade, wenn man unterwegs ist. Ständig baumelt einem die Strippe im Gesicht herum, verheddert sich, bleibt irgendwo hängen. Der Autor hätte einmal fast seine Smartphone-Buchse geschrottet, als das Kopfhörer-Kabel im

Zug an einer Armauflage festhing. Mit Drahtlos-Hörern kann das nicht mehr passieren.

Glücklicherweise ist Musikhören mit Bewegungsfreiheit ein billiges Vergnügen: Schon ab 20 Euro bekommt man einen Bluetooth-Kopfhörer. Für diesen Test haben wir uns bewusst für preisgüns-

tige Modelle entschieden. Wer gibt schon 300 Euro für ein Edelmodell als Alltagskopfhörer aus, gerade wenn dieser auch am Strand, bei der Gartenarbeit oder beim Sport zum Einsatz kommen soll? Wir haben neun Modelle mit einer Preisobergrenze von 60 Euro ausgewählt. Dabei haben wir uns an den „Meistverkauft“-Listen mehrerer Preissuchmaschinen orientiert. Ins Testlabor haben wir uns ausschließlich konventionelle Kopfhörer mit Bügel geholt, wobei sechs Geräte auf dem Ohr aufliegen („On-Ear“) und drei das Ohr umschließen („Over-Ear“). Außerdem mussten alle Kandidaten ein eingebautes Mikrofon mitbringen; schließlich will man den Kopfhörer unterwegs nicht abnehmen, wenn das Telefon klingelt. Bis auf den JBL JR300BT haben alle Steuerungstasten eingebaut, mit denen man pausieren, vor- oder zurückspulen und die Lautstärke ändern kann. Auf Wunsch kann man alle Kopfhörer bis auf die von JBL, Sony und Philips mit einem 3,5-mm-Klinkenkabel betreiben – das ist praktisch, wenn der Akku mal leer ist.

Klangqualität

Bei Preisen zwischen 20 und 60 Euro haben wir keine gehobene HiFi-Qualität erwartet und waren am Ende positiv vom Klang der Testkandidaten überrascht: Die meisten Kopfhörer eignen sich nicht nur für Podcasts, sondern machen tatsächlich auch beim Musikhören Spaß. Nur das preisgünstigste Modell im Test – der Aita BT809 für 22 Euro – fiel klanglich deutlich ab. Immerhin bieten alle getesteten Kopfhörer ein solides Bass-Fundament, was man von den vielen Billig-Stöpseln, die sich über die Jahre in der Technik-Schublade angesammelt haben, nicht behaupten kann.

Den Klang haben drei Tester nicht nur mit ihren eigenen Ohren eingeschätzt, sondern es kamen auch künstliche zum Einsatz: Mit dem EARS-Kunstkopf von Minidsp haben wir den Frequenzgang gemessen. Als Vergleichskopfhörer kam der sehr neutral klingende Sennheiser HD600 zum Einsatz. Dieser spielt allerdings mit rund 280 Euro preislich in einer ganz anderen Liga als die Testkandidaten.

Die meisten Kopfhörer haben an ihrem Kabelanschluss eine Impedanz von 32 Ohm. Sie lassen sich also problemlos an mobilen Abspielgeräten mit geringer Ausgangsspannung betreiben. Die

Hersteller drucken auf den Verpackungen häufig Angaben zum Frequenzbereich oder der Größe des Wandlers. Diese Werte sagen allerdings nichts über den Klang aus, zumal dieser sehr stark von der Polsterung und vom Sitz abhängt. Schließen die Kopfhörer beispielsweise das Ohr nicht dicht ab, dann bricht die Basswiedergabe stark ein.

Ein Beispiel: Von allen Geräten gefiel unseren Testern der Bass beim JBL am besten, einem Gerät mit eher geringem 32-cm-Membrandurchmesser, aber dafür starkem Anpressdruck. Da jedoch jeder Mensch andere Ohren und eine andere Kopfform hat, sollten Sie ein Modell vor dem Kauf unbedingt selbst ausprobieren.

Starke Akkus

Positiv überrascht waren wir auch von der Akkulaufzeit: Wer jeden Werktag beispielsweise eine Stunde in öffentlichen Verkehrsmitteln Musik hören möchte, kommt mit jedem der getesteten Geräte eine ganze Woche mit einer Akkuladung aus: Schlusslicht ist (wieder) der Aita BT809 mit 6 Stunden Laufzeit, alle anderen Geräte schaffen mindestens 12 Stunden – Sony und Panasonic sogar 42 respektive 35 Stunden. Gemessen haben wir die Laufzeit übrigens mit einem Mix aus Musik und Hörbüchern bei einem Schalldruckpegel von 80 Dezibel. Erstaunlich: Bis auf eine Ausnahme hielten alle Kopfhörer länger durch als vom Hersteller angegeben. Lediglich das Billigmodell von Aita erreichte statt der versprochenen 8 Stunden nur 6. Den Vogel schießt Sony mit seinem WH-CH500 ab: Statt der angegebenen 20 Stunden hielt der Kopfhörer doppelt so lange durch.

Aber woher weiß man überhaupt, wann die Hörer an die Steckdose müssen? Klassische Ladestandanzeigen hat nämlich keines der Geräte, stattdessen muss man den Akkustand im gekoppelten Mobilgerät ablesen. Das klappt bei iPhones und iPads automatisch – sie zeigen den Ladestand direkt nach dem Kopplein in der Statusleiste an und auf Wunsch in der „Batterie“-Anzeige auf dem Widget-Bildschirm. Bei Android-Mobilgeräten wird die Restlaufzeit im Bluetooth-Dialog angezeigt. Nur beim ansonsten sehr gelungenen Skullcandy Grind fehlt die Funktion, er kommuniziert die Ladeinformationen nicht an das gekoppelte Mobilgerät – und man kann sich die Restkapazität auch nicht auf Knopfdruck ansagen lassen.

Erfreulich dagegen: Die Bluetooth-Kopplung funktionierte ausnahmslos mit allen Testgeräten einwandfrei und schnell, und zwar sowohl mit Android als auch mit iOS. Einige Hersteller versprechen eine noch schnellere Kopplung per NFC: Hier muss man den Kopfhörer lediglich ans Smartphone halten, um die Bluetooth-Verbindung herzustellen. Eigentlich ist die Funktion aber unnötig: Ob man den Kopfhörer nun manuell in den Kopplungsmodus versetzt – meist mit längerem Drücken des An-/Aus-Knopfes – oder NFC benutzt, machte für uns keinen großen Unterschied. Vor allem, weil man die Kopplung ja nur einmal durchexerzieren muss – danach verbinden sich Mobilgerät und Kopfhörer nämlich automatisch, wenn der Hörer eingeschaltet wird.

Da es sich um Allround-Kopfhörer für unterwegs handelt, haben wir auch bei der Alltagstauglichkeit genau hingeschaut: Lassen sich die Steuerknöpfe

Wie legal sind Kopfhörer auf dem Rad?

In der Straßenverkehrsordnung heißt es in § 23 Abs. 1 Satz 1: „Wer ein Fahrzeug führt, ist dafür verantwortlich, dass seine Sicht und das Gehör nicht durch die Besetzung, Tiere, die Ladung, Geräte oder den Zustand des Fahrzeugs beeinträchtigt werden.“ Im Klartext bedeutet das nicht, dass man per se keine Musik oder Podcasts hören darf. Es ist lediglich sicherzustellen, dass man die Um-

gebungsgeräusche immer noch mitbekommt. In der Praxis sind deshalb Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung sowie Kopfhörer mit stark abschirmender Wirkung problematisch (im Test beispielsweise die Geräte von JBL und Fresh'n Rebel). Wer ganz sicher gehen will, trägt den Kopfhörer nur auf einem Ohr – um Podcasts zu hören, reicht das aus.



Aita BT809

Dass der Aita BT809 mit Abstand das preisgünstigste Gerät im Test ist, erkennt man leider sofort. Das Ding sieht aus, als hätte man es an der Rummelplatz-Losbude gewonnen: billigstes Plastik, das obendrein auch noch klappert.

Typisch für Unterhaltungselektronik aus China sind die fast grotesk anmutenden Zusatzfunktionen: Während man den Sinn des MicroSD-Kartenslots noch verstehen kann (MP3s hören beim Sport, ohne das Handy mitzunehmen), schüttelten wir über das eingebaute Radio den Kopf. Es gelang uns nicht, auch nur einen einzigen Sender in aushaltbarer Qualität einzustellen. Wenn es mal kurzzeitig nicht rauschte, reichte eine kleine Kopfbewegung, um den Radiospaß wieder zu beenden.

Auch die Klangqualität ist mit Abstand die schlechteste aller Testkandidaten: dröhniger Bass, muffige Mitten und eimerige Höhen. Telefonate waren verständlich, klangen aber für beide Gesprächspartner dumpf.

Ein bisschen Positives gibt es aber auch: Die Bluetooth-Verbindung war eine der stabilsten im Test und reichte durch mehrere Türen und Wände, außerdem sind die englischsprachigen Ansagen mit chinesischem Akzent wirklich ausgesprochen charmant.

- 👆 MicroSD-Slot
 - 👇 billigste Verarbeitung
 - 👇 sehr schlechte Klangqualität
- Preis: 22 Euro



Fresh'n Rebel Caps

Kein Zweifel: Die Caps-Kopfhörer kommen nicht aus der Technikecke, sondern aus der Mode-Branche – was vielleicht gar nicht verkehrt ist, wenn man sich einige der altbackenen Designs der traditionellen Unterhaltungselektronik-Hersteller anschaut; ein bisschen frischer Wind kann da vermutlich nicht schaden. Und auch wenn Traditionalisten die Farbauswahl (Rosa, Ocker, Türkis) und die plüschige Optik ablehnen dürften, ist der Tragekomfort tatsächlich ganz objektiv exzellent: „Der ist ja superbequem, fast wie Ohrenschützer im Winter“, kommentierte ein sonst eher kritischer Kollege. Tatsächlich schmiegen sich die Kopfhörer puschelnd an die Ohren, der Anpressdruck ist für kleine und große Köpfe angenehm. Die klar konturierten Bedientaste Knöpfe lassen sich blind bedienen. Die Dämpfung fällt allerdings recht stark aus, wenn auch nicht ganz so heftig wie beim JBL T450BT.

Die Klangqualität ist jedoch nur okay – der Bass bollert nett und bouncy, aber auch eine Idee zu verzerrt. Vor allem sind Höhen und Mitten ein ganz kleines bisschen muffig. Außerdem lösen die Caps die Details nicht so gut auf wie die Klangkönige des Tests, alles in allem klingt Musik ein wenig breiig. Ebenfalls unschön: Die manchmal auftretenden Bluetooth-Aussetzer, wenn das Handy beispielsweise beim Fahrradfahren in der Hosentasche steckt. Und auch zum Telefonieren eignet sich der Kopfhörer nicht wirklich: Er überträgt die eigene Sprache oft unverständlich.

- 👆 sehr angenehm zu tragen
 - 👆 gutes Design und Ergonomie
 - 👇 Klang etwas muffig, BT-Aussetzer
- Preis: 38 Euro



JBL JR300BT

Schon allein optisch fällt der JBL JR300BT aus der Reihe: Der Kopfhörer kommt in quietschigem Blau-Orange, und ist auf Wunsch auch in Pink oder Violett-Türkis zu haben. Die poppige Optik ist kein Zufall, richtet sich das Modell doch explizit an Kinder ab drei Jahren. Auch die Technik ist kindgerecht: Die Hörer liefern einen maximalen Schalldruckpegel von 85 dB – sinnvoll, um das empfindliche Hörorgan zu schützen. Anders als die anderen Testkandidaten hat der JR300BT außer einem Einschalt- und einem Bluetooth-Knopf keine Steuertasten an Bord. Anrufe lassen sich allerdings mit einem Druck auf den Bluetooth-Knopf entgegennehmen, ein Mikrofon zum Telefonieren ist wie bei den anderen Geräten eingebaut. Als Headset sollte man das Gerät aber nur im Notfall nutzen: Die Gesprächspartner hören sich gegenseitig nur mit dünnen Stimmchen – fast wie beim berühmten Joghurtbecher-Telefon mit Schnur.

Spielt man allerdings Musik oder Hörspiele ab, klingt der JR300BT erstaunlich ausgewachsen: Bässe, Mitten, Höhen sind alle ungefähr da, wo sie hingehören. Nur muss man sich eben mit einer begrenzten Maximallautstärke begnügen, die allerdings absolut ausreichend ist, um Sprecherin oder Sänger gut zu verstehen. Mit 105 Gramm ist der kindgerechte JBL-Hörer mit Abstand am leichtesten – das gefällt auch Erwachsenen: Im Test passte der JR300BT auch auf volljährige Köpfe. Wegen des knallbunten Designs braucht man allerdings ein bisschen Lust zur Extravaganz.

- 👆 kindgerechte Lautstärke
 - 👆 ordentlicher Klang
 - 👇 keine Bedientasten
- Preis: 37 Euro



JBL T450BT

Das ist echtes Understatement: Der JBL T450BT kommt nicht mit irgendwelchen Design-Sperenzchen, dafür ist sein angenehm unauffälliges Gehäuse nur 149 Gramm leicht. Die Bedienknöpfe lassen sich blind ertasten – so muss das sein.

Und auch klanglich gefiel uns der JBL-Hörer ausgezeichnet. Zusammen mit dem Skullcandy Grind lieferte er den besten Sound des Testfelds, darüber waren sich die Tester einig. Besonders angetan waren wir vom präzisen, elastisch-druckvollen Bass. Hört man ganz genau hin, differenziert der JBL T450BT in den Höhen sogar noch etwas genauer als der Grind, aber hier handelt es sich wirklich um Nuancen.

Auch sonst gibt sich das mit 40 Euro sehr preisgünstige Gerät wenig Blößen: Die Bluetooth-Verbindung ist aussetzerfrei, das Tragegefühl sehr angenehm, die Akku-Laufzeit mit 12 Stunden gut. Allerdings sitzen die Polster recht straff auf den Ohren, was zu einer stärkeren Abschirmung als bei anderen Testkandidaten führt. Wir gehen davon aus, dass der hohe Anpressdruck mit für die gute Bassdarstellung verantwortlich ist. Was sich gut anhört, kann im Verkehr gefährlich sein: Auf der Straße würden wir den JBL nicht benutzen – oder wenn, dann zumindest nur mit einem Ohr.

- ↑ guter Klang
 - ↑ angenehmes Tragegefühl
 - ↓ schirmt stark ab
- Preis: 40 Euro



Motorola Pulse Escape

Von allem zu viel: So lässt sich der Motorola-Hörer recht treffend zusammenfassen. Das fängt beim Aussehen an: Das Teil ist unförmig groß, offenbar soll es an die populären – und ebenso klobigen – Beats-Kopfhörer erinnern, statt des Beats-„B“ prangt allerdings ein Motorola-„M“ auf beiden Hörmuscheln. Mit 192 Gramm ist der Pulse Escape der zweitschwerste Kopfhörer im Test. Dennoch: Er sitzt gut und schirmt Umgebungsgeräusche recht stark ab.

Statt mit einem klar erkennbaren Ein- und Ausschalter schaltet man das Gerät mit einem beherzten Druck aufs Gehäuse an. Auch die Steuertasten sind als Druckschalter in der Außenseite der rechten Hörmuschel ausgeführt, man muss also an bestimmten Stellen drücken, um Lieder zu skippen oder die Lautstärke zu regulieren. In der Praxis knacken die Schalter nicht nur unangenehm im Ohr, sondern funktionieren auch unzuverlässig.

Auch beim Klang übertreibt Motorola: Die Bässe sind überbetont, Mitten und Höhen wirken matschig und muffig. Manche Songs klingen nur noch nach Soundbrei, zum Beispiel „Tomboy“ von Princess Nokia – sicherlich kein perfekt produziertes und abgemischtes Stück, aber auf anderen Kopfhörern hört es sich deutlich besser an.

Wenigstens funktioniert die Bluetooth-Verbindung zuverlässig stabil, Telefonate klingen okay, wenn auch etwas dumpf.

- ↑ sitzt ordentlich, schirmt stark ab
 - ↓ zu viel Bass, matschige Höhen
 - ↓ Bedientasten unzuverlässig
- Preis: 30 Euro



Panasonic RP-BTD10E-K

Dass es sich hier (zusammen mit dem Skullcandy Grind) um das teuerste Gerät im Testfeld handelt, sieht man nicht unbedingt auf den ersten Blick: Der Hörer wirkt billig und ein bisschen klapperig. Sowohl auf großen als auch auf kleinen Köpfen sitzt er wackelig – für Aktivitäten, bei denen man sich viel bewegt, ist er nicht geeignet. Außerdem könnten sich Menschen mit wenig Haaren am Kopfbügel stoßen, im wahrsten Sinne des Wortes: Dieser ist nämlich nicht gepolstert.

Sehr positiv ist dagegen die AptX-Unterstützung: Als einziges Gerät im Test beherrscht der RP-BTD10E den Codec. AptX komprimiert die Tonübertragung weniger stark als der sonst bei Bluetooth übliche SBC-Codec. Allerdings muss auch das zuspzielende Mobilgerät AptX beherrschen – zurzeit sind das viele Android-Telefone, aber keine Apple-Geräte. Die setzen neben den SBC-Standard-Bluetooth-Codec auf AAC, das jedoch der Panasonic-Kopfhörer nicht kann.

Leider bringt die höherwertige Übertragung nichts, wenn die allgemeine Tonqualität nicht stimmt: Zwar kann man mit dem Panasonic durchaus Musik hören, dem Bass fehlt es aber an Durchsetzungsvermögen, außerdem gefiel uns die Wiedergabe der Mitten nicht – sie klingen zischelig. Die Bluetooth-Verbindung setzt manchmal aus, zum Beispiel wenn das Smartphone in der Gesäßtasche steckt. Positiv dagegen: Die Steuerknöpfe lassen sich blind bedienen, außerdem hält der Akku 35 Stunden durch.

- ↑ AptX-Codec
 - ↓ sitzt wackelig
 - ↓ bassarm, zischelige Höhen
- Preis: 60 Euro



Philips Flite SHB4805DC

Erstaunlich klein und leicht sind die Kopfhörer mit dem sperrigen Namen „SHB4805DC Flite Everlite Over-Ear“ (so heißen sie auf Amazon). Sie sollen das Ohr umschließen, was allerdings bei den c't-Testhörern nur halb klappte: Mindestens das Ohrläppchen passte nicht in die Aussparung. Dem Tragekomfort tat das keinen Abbruch, einer der Tester kritisierte allerdings die etwas harte Polsterung.

In Sachen Klangqualität rangieren die SHB4805DC im oberen Mittelfeld. Der Bass fällt ein Stück dünner aus als bei der Konkurrenz. Da das Gesamtklangbild aber einigermaßen stimmig ist, macht das Musikhören dennoch Spaß. Die Höhen bildete der Hörer schön transparent ab. Die Akkulaufzeit geht mit 14 Stunden in Ordnung.

Beim Telefonieren lieferte der Philips-Kopfhörer auf beiden Seiten gute Tonqualität. Die Sprachverständlichkeit war bei unseren Tests fast so gut wie beim Sony WH-CH500, unserem Favoriten in Sachen Telefonie. Die Bluetooth-Verbindung war zwar in den meisten Situationen stabil, steckte das Smartphone in der linken Gesäßtasche, kam es allerdings selten zu Aussetzern.

- ↑ leicht, angenehmer Sitz
 - ↑ gute Telefonie-Qualität
 - ↓ etwas wenig Bass
- Preis: 48 Euro



Skullcandy Grind

Man bekommt in der c't-Redaktion selten Komplimente für das hübsche Aussehen seiner technischen Geräte; beim Testen des Skullcandy Grind wurden wir jedoch mehrfach auf den „schicken Kopfhörer“ angesprochen. Auch wenn der lederbezogene Bügel sicher nicht jedermanns Sache ist: Anders als bei den meisten Mitbewerbern erkennt man beim Skullcandy Grind eine klare Designsprache. Auch ergonomisch gibts nichts zu meckern: Der Hörer sitzt angenehm und stabil, außerdem ist er sehr ordentlich verarbeitet. Dem Grind machten im Praxistest auch stark nassgeschwitzte Polster nichts aus.

Klanglich bildet er zusammen mit dem JBL T450BT das Spitzenduo des Testfelds: Ordentlicher Bass, schöne Details und auch die Höhen gelingen ihm, wenn auch vielleicht eine Idee verzischelter als beim JBL.

Da er in beide Richtungen wenig abschirmt, eignet sich der Grind besser zum Radfahren als für öffentliche Verkehrsmittel. Etwas ärgerlich: Es gibt keine Möglichkeit, Informationen zum Akkustand zu erfahren. Erst kurz bevor es zu spät ist, schaltet sich eine rote Warnlampe ein. Wie bei vielen Testkandidaten ist die Bluetooth-Verbindung in bestimmten Fällen etwas instabil, zum Beispiel, wenn das Handy in der linken Gesäßtasche steckt.

- ↑ sitzt sehr angenehm
 - ↑ guter Klang
 - ↓ gelegentlich Bluetooth-Aussetzer
- Preis: 60 Euro



Sony WH-CH500

Der Sony-Kopfhörer wirkt zwar nicht sonderlich schlecht verarbeitet, für ein Produkt des japanischen Traditionsherstellers aber schon ein wenig klapperig. So spart sich Sony die Polsterung des Kopfbügels, was Glatzköpfe unangenehm finden könnten. Auf den Ohren sitzt der WH-CH500 angenehm straff, schirmt aber nicht so stark ab wie beispielsweise der JBL T450BT.

Der Klang ist ebenso unaufdringlich wie das Aussehen: ordentliche, nicht überbetonte Bässe, klare Mitten und Höhen. Fast hätte es der Sony sogar in die „Gut“-Spitzengruppe mit JBL und Skullcandy geschafft, die dann aber letztendlich doch ein klein bisschen voller klingen.

Die Bedienknöpfe sind etwas mühevoll zu ertasten, nach ein bisschen Übung klappt aber auch hier die Blindbedienung. Auch in Sachen Sprachqualität beim Telefonieren hatten wir nichts zu meckern, das Gerät bot in unseren Tests die beste Verständlichkeit. Richtig toll ist die lange Akkulaufzeit: Sage und schreibe 42 Stunden lang hält der CH500 durch. Ursprünglich wollten wir auch den Sony-Kopfhörer MDR-ZX330BT in den Test nehmen, letztendlich glich er aber zu stark dem CH500. Einzige Unterschiede: zwei Stunden längere Akkulaufzeit und fummeligere Bedienknöpfe.

- ↑ sitzt sehr angenehm
 - ↑ ordentlicher Klang
 - ↑ lange Akkulaufzeit
- Preis: 38 Euro

Anzeige

blind bedienen? Wie ist die Verständlichkeit beim Telefonieren? Und vor allem: Kann man die Kopfhörer auch über Stunden bequem tragen? Die Ergebnisse finden Sie in den Einzelbesprechungskästen auf den vorherigen Seiten.

Noise-Cancelling?

Etwas kurios fallen Werbe-Formulierungen einiger Hersteller aus, die sich fast so wie „Noise-Cancelling“ anhören. So bewirbt Motorola seine Pulse-Escape-Hörer mit „Noise insulation“, die Caps von Fresh’n Rebel würden laut Website dagegen durch „die geschlossene Rückseite Umgebungsgeräusche in Zügen, Flugzeugen und Autos blockieren“. In Wahrheit bedeutet das lediglich, dass die Test-Kopfhörer allesamt (wie so gut wie alle günstigen Geräte) eine geschlossene Charakteristik haben und dadurch rein mechanisch ein wenig die Umgebungsgeräusche dämmen. Mit aktivem Noise-Cancelling hat das nichts zu tun. Tatsächlich fiel im Test auf, dass die Dämmwirkung nicht nur mit der Konstruktion zu tun hat, sondern auch ganz profan mit dem Anpressdruck der Hörer. Ohnehin: Nicht

jeder Kopfhörerträger will Geräuschdämpfung. Schließlich eignen sich die Kopfhörer auch ausgezeichnet fürs Fahrrad oder für den Sport – was ja beides häufig auf der Straße stattfindet. Je mehr man dabei von den Umgebungsgeräuschen abgeschirmt ist, desto größer die Gefahr, dass man ein heranrauschendes Fahrzeug überhört. Übrigens: Die Nutzung von Kopfhörern im Straßenverkehr ist nicht per se verboten, siehe Kasten „Musik auf dem Rad“. Wegen der starken Dämmung ungeeignet fürs Rad – aber dafür gut für die Nerven von Mitfahrern in der U-Bahn – sind die beiden Hörer von JBL sowie die Caps von Fresh’n Rebel.

Fazit

So richtig schlecht ist nur einer der Testkandidaten: Das 22-Euro-Modell von Aita – da helfen auch MicroSD-Slot und Radiofunktion nicht. Das Teil ist klapperig, sitzt schlecht und klingt vor allem deutlich blechter als die Konkurrenz.

In Sachen Klangqualität schafft es der Motorola Pulse Escape nur auf den vorletzten Platz: Er bietet zwar viel Bass, produziert ansonsten allerdings einen leicht

muffigen, etwas breiigen Sound. Auch Tragekomfort und Verarbeitung haben uns nicht überzeugt.

Besser, aber leider nicht viel, gefiel uns der Panasonic. Er saß bei allen Testhörern zu locker, war ein klein bisschen zu bassschwach, außerdem in den Mitten leicht vernuschelt – dass er als einziger den qualitativ höherwertigen AptX-Codec unterstützt, hilft deshalb leider wenig.

Alle anderen Hörer leisten sich keine so deutlichen Schnitzer. Am angenehmsten zu tragen fanden unsere Testhörer die Fresh’n Rebel Caps, Skullcandy Grind sowie die Philips-Hörer. Auch der JBL T450BT trägt sich angenehm und sieht wertig aus, wenn man den etwas hohen Anpressdruck und die Dämmung mag.

Und auch wenn sie natürlich nicht ganz die HiFi-Qualitäten von deutlich teureren High-End-Hörern bieten: Klanglich spielen JBL T450BT und Skullcandy Grind in diesem Test am besten auf. Sie machen in allen Genres Spaß und bieten genug Bass-Fundament für House und Hip-Hop, aber auch genug Räumlichkeit und Details für analogere Musikrichtungen. (jkj@ct.de) **ct**

Bluetooth-Kopfhörer

Modell	Aita BT809	Fresh n Rebel Caps	JBL JR300BT	JBL T450BT	Motorola Pulse Escape	Panasonic RP-BTD10E-K	Philips SHB4805DC Flite	Skullcandy Grind	Sony WH-CH500
Typ	Over-Ear	On-Ear	On-Ear	On-Ear	Over-Ear	On-Ear	Over-Ear	On-Ear	On-Ear
Impedanz / Durchmesser Lautsprecher	k. A. / k. A.	32 Ohm / 40 mm	k. A. / 32 mm	32 Ohm / 32 mm	k. A. / 40 mm	32 Ohm / 40 mm	32 Ohm / 32 mm	k. A. / 40 mm	k. A. / 30 mm
Gewicht	186 g	137 g	105 g	149 g	192 g	202 g	136 g	183 g	138 g
faltbar	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	–	–
Steuerung ¹	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Betrieb mit Kabel möglich	✓	✓	–	–	✓	✓	–	✓	–
Bluetooth / Codecs	4.0 / SBC	k. A. / SBC	k. A. / SBC	4.0 / SBC	4.1 / SBC	3.0 / aptX, SBC	4.1 / SBC	k. A. / SBC	4.2 / AAC, SBC
Mikrofon / NFC	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓
Laufzeit gemessen t ² / Herstellerangabe	6h / 8h	16h / 10h	14h / 12h	12 h / 11h	13h / 10h	35h / 30h	14h / 13h	15h / 12h	42 h / 20h
Akkustand abrufbar über	Smartphone	Smartphone	Smartphone	Smartphone	Smartphone/Sprachansage	Smartphone	Smartphone	–	Smartphone
Ladeanschluss	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB	MicroUSB
Farbvarianten	–	Rosa (getestet), Grau, Ocker, Türkis, Schwarz, Blau, Weinrot, Anthrazit)	Blau-Orange (getestet), Pink, Violett-Türkis	Schwarz (getestet), Blau, Weiß	Schwarz (getestet), Weiß	–	–	Schwarz-Braun (getestet), Blau, Weiß, Schwarz-Silber	Grau (getestet), Schwarz, Blau
Bewertung									
Klang	⊖⊖	⊖	○	⊕	⊖	⊖	○	⊕	○
Tragekomfort / Bedienung	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / entfällt	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕	○ / ○
Laufzeit	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Preis	22 €	38 €	37 €	40 €	30 €	60 €	48 €	60 €	38 €
¹ Start/Stop, laut/leise, vor/zurück ² bei 80 dB									
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe									

Anzeige



2 × + 2 > 2000

Die 2018er MacBook Pro mit Coffee-Lake-Prozessoren

Die MacBook Pro bekommt man neuerdings mit Core-i-Prozessoren der achten Generation, was einen ordentlichen Leistungsschub mit sich bringt: Das MacBook Pro 13" hat nun vier statt zwei Kerne, das MacBook Pro 15" gar sechs statt vier. Einen dicken Performance-Bug musste Apple allerdings erst per Software-Update ausbügeln.

Von Florian Müssig

Äußerlich hat sich bei den diesjährigen MacBook Pro nichts getan: Sie stecken weiterhin in dunkelgrauem Vollmetallgehäusen, haben nur wenige Schnittstellen (viermal USB-C plus analoger

Kopfhörerausgang) und setzen statt klassischer Funktionstasten auf die Touch Bar, einen fingerbedienbaren, kontextsensitiven OLED-Streifen. Der 13-Zöller ohne Touch Bar wurde nicht aktualisiert; Apple verkauft das Vorjahresmodell weiterhin zum selben Preis.

Wer sich für Letzteres entscheidet, verzichtet allerdings auf den größten Geschwindigkeitsschub, den Notebooks in den letzten Jahren erfahren haben: Mit der achten Core-i-Generation bringt Intel bei selbem Abwärme-Budget und damit bei gleichen Gehäuse- und Kühleranforderungen zwei CPU-Kerne mehr unter. In der Praxis resultiert dies in ungefähr einem Drittel (MacBook Pro 15") beziehungsweise der Hälfte (MacBook Pro 13") an Mehrleistung. Grafkseitig hat sich außer leicht höherem GPU-Takt wenig getan – sei es nun bei der integrierten Intel-GPU beim

13-Zöller oder den dedizierten Mittelklasse-Grafikchips des 15-Zöllers.

Performance-Update

Für die volle CPU-Mehrleistung muss man ein automatisch angebotenes Update für macOS installieren, denn im Auslieferungszustand führt ein Bug dazu, dass wegen voreiliger Taktrosselung bei steigender Prozessorlast nicht die volle Leistung zur Verfügung steht. Das Update ist tatsächlich ein Patch für macOS und kein Firmware-Update: Wer Windows mittels Boot Camp installiert, muss weiterhin mit geringerer Performance leben. Apropos Windows: Anders als unter macOS gibt es keine Software-Unterstützung für die Touch Bar, die damit keine Vorteile bringt.

Die Tastatur verwendet weiterhin Apples Butterfly-Mechanismus, der eine besonders flache Bauweise erlaubt. Nachteil ist ein extrem geringer Tastenhub – das Tippgefühl unterscheidet sich also stark von dem anderer Notebooks. Gegenüber früheren Versionen ist das Tippen nicht mehr ganz so laut, was wohl an einer Überarbeitung aus anderen Gründen liegt: Neuerdings schützt eine Silikonmembran die Tastenmechanik vor eindringenden Fremdkörpern. Das soll das Risiko vermindern, dass Krümel die fragile Mechanik blockieren, was unweigerlich zur Tastenblockade führt. Bei den



Apple MacBook Pro 13" (2018)

Während das Gros der 13-Zoll-Notebooks auf Core-i-Prozessoren mit 15 Watt Abwärme (TDP, Thermal Design Power) setzt, verwendet Apple im MacBook Pro 13" CPUs mit 28 Watt TDP. Dank des größeren thermischen Budgets können hohe Turbostufen länger gehalten werden, was in einer höheren Performance resultiert. Zusammen mit der auf vier verdoppelten Kernanzahl stößt der Prozessor in Leistungsregionen vor, die bislang Notebooks mit 45-Watt-Quad-Core wie dem letztjährigen MacBook Pro 15" vorbehalten waren – beachtlich.

Anders als bei den 15- oder 45-Watt-Modellen ist hier ein zusätzlicher L4-Cache an Bord, der Zugriffe auf den vergleichsweise langsam angebundenen Hauptspeicher abpuffert. Davon profitieren nicht nur die CPU-Kerne, sondern auch die integrierte Grafikeinheit. Für Spiele mit detailreichen 3D-Welten ist sie aber dennoch zu lahm: Wer spielen will, muss das 15-Zoll-Schwestermodell mit Zusatz-GPU kaufen.

Apple verlangt für das neue MacBook Pro 13" mit Touch Bar mindestens 2000 Euro. Das Testgerät mit Core i7 statt Core i5, 16 statt 8 GByte LPDDR3-Speicher und 1-TByte- statt 256-GByte-SSD steht mit 3350 Euro in der Preisliste. Gegen 1000 Euro Aufpreis bekommt man eine 2-TByte-SSD. Nachträgliches Auf- oder Umrüsten ist nicht möglich: Alle Komponenten sind auf die Hauptplatine gelötet.

Während der Lüfter bei geringer Rechenlast unhörbar leise arbeitet, wird er bei anhaltender Last mit bis zu 2,8 Sone sehr laut. Das ist angesichts des kompakten und flachen Gehäuses nicht unbedingt verwunderlich, allerdings wird das größere 15-Zoll-Modell trotz fast identischer Bauhöhe nicht lauter, obwohl dort viel mehr Abwärme anfällt. In der Windows-Welt sind in dieser Leistungsklasse geringere Geräuschpegel üblich – selbst bei nahezu identischem Gehäusedesign (siehe c't 12/2018, S. 50).

- ↑ lange Laufzeit
- ↑ toller Bildschirm
- ↓ wenig Tastenhub
- ↓ teuer



Apple MacBook Pro 15" (2018)

Das MacBook Pro 15" gehört zu den teuersten Notebooks, die man derzeit kaufen kann. Die Preise beginnen bei 2800 Euro; doch selbst dafür ist nur eine 256er-SSD an Bord – zu wenig für umfassende Bild- oder gar Videobearbeitung. Mit 512er-SSD und der schnelleren GPU-Variante Radeon Pro 560X statt 555X stehen 3300 Euro auf dem Preisschild. Die 5560-Euro-Testkonfiguration hat 32 statt 16 GByte Arbeitsspeicher und eine 2-TByte-SSD; für weitere 2400 Euro kann man das Gerät auch mit 4-TByte-SSD bestellen. Alle Komponenten sind auf die Hauptplatine gelötet; eigenmächtiges Aufrüsten ist also nicht möglich.

Das MacBook Pro 15" bewegt sich in Preisregionen, die bislang aufgebrezelten Gaming-Notebooks vorbehalten waren. Letztere bieten zwar mehr 3D-Leistung als die seltenen Mittelklasse-GPUs von AMD, die man sonst nur in wenigen Lenovo-Notebooks vorfindet – das Gros der Notebook-Hersteller setzt auf Nvidia-Chips –, sind aber bei Weitem nicht so flach und leicht. 1,8 Kilo bei deutlich unter 2 Zentimetern Dicke sind für einen 15-Zöller mit hoher Performance beachtliche Werte; High-End-Konkurrenten wie das Dell XPS 15 2-in-1, das HP Spectre 15 x360 oder das Microsoft Surface Book 2 15 bewegen sich allerdings in ähnlichen Dimensionen. Nur HP kann mit einem Ziffernblock aufwarten. Beim MacBook ist unter Windows die AMD-GPU immer aktiv; die Laufzeiten fallen deshalb wesentlich kürzer als unter macOS aus.

Das dünne MacBook-Design fordert seinen Tribut beim Kühlsystem: Die Lüfter rauschen mit bis zu 2,8 Sone, wenn CPU und GPU gefordert werden. Bei geringer Systemlast bleiben sie erfreulicherweise flüsterleise.

Das Touchpad gehört zu den größten seiner Art: Es misst satte 160 cm² – das ist mehr als das Viertel einer c't-Seite – und nimmt die Hälfte der gesamten Handballenablage ein. Selbst für Wischgesten mit vier Wurstfingern ist also mehr als ausreichend Platz vorhanden.

- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ toller Bildschirm
- ↓ wenig Tastenhub
- ↓ teuer

Vorgängern konnte das passieren, Apple repariert den Fehler dort inzwischen auf Garantie.

Detailverbesserungen

Apple hat nicht nur bei der Tastatur viele kleine Details verändert. So unterstützen nun alle vier USB-C-Buchsen des 13-Zölers Thunderbolt 3 und USB 3.1 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s) – bislang war das anders als beim 15-Zöler nur bei zwei der vier Ports der Fall. Wer einen SD-Kartenleser, Ethernet, HDMI oder andere Schnittstellen benötigt, muss mit Adaptern hantieren.

Die hellen, blickwinkelstabilen Bildschirme zeigen weiterhin knackige Farben im DCI-P3-Farbraum, passen jetzt aber auch die Farbtemperatur ans Umgebungslicht an – Apple nennt das True Tone. Dies sorgt für eine angenehmere Darstellung,

doch wer Bilder und Videos farbverbundlich bearbeiten will, muss True Tone in den Systemeinstellungen deaktivieren.

Die Touch Bar und der Fingerabdruckleser im Einschalter werden von einem T2 genannten Coprozessor verwaltet, der sich auch um weitreichendere interne Sicherheitsfunktionen kümmert, etwa ums Verifizieren des Boot-Prozesses und die Verschlüsselung der SSD.

Die Akkukapazitäten wurden gegenüber der Vorgängergeneration leicht vergrößert, doch im Alltag laufen die Notebooks deshalb nicht spürbar länger. Der größte Stromfresser ist generell die Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms: Bei innenraumtauglichen 100 cd/m² sind über zwanzig Stunden Laufzeit drin, bei maximaler Helligkeit von über 400 cd/m² hingegen bestenfalls zwischen 9 und 10 Stunden.

Fazit

Die MacBook Pro bleiben auch in der 2018er-Iteration tolle Notebooks mit happigem Preisschild: Für den 13-Zöler sind mindestens 2000 Euro fällig, den flotteren 15-Zöler gibt es ab 2800 Euro. Wer auf hohe mobile Performance unter macOS angewiesen ist, muss die Preiskröte schlucken; in der Windows-Welt gibt es aktuelle Prozessoren, gute Bildschirme und lange Laufzeiten schon für viel weniger Geld.

Die Differenz ist zum Teil Apples Produktpolitik geschuldet, weil die Hardware günstigerer Modellreihen schlicht nicht aktualisiert wird. Besonders krass: Das ehemalige Vorzeigegerät MacBook Air wurden seit Jahren nicht mehr angefasst und muss weiterhin mit Doppelkernprozessoren der fünften Core-i Generation auskommen. (mue@ct.de) **ct**

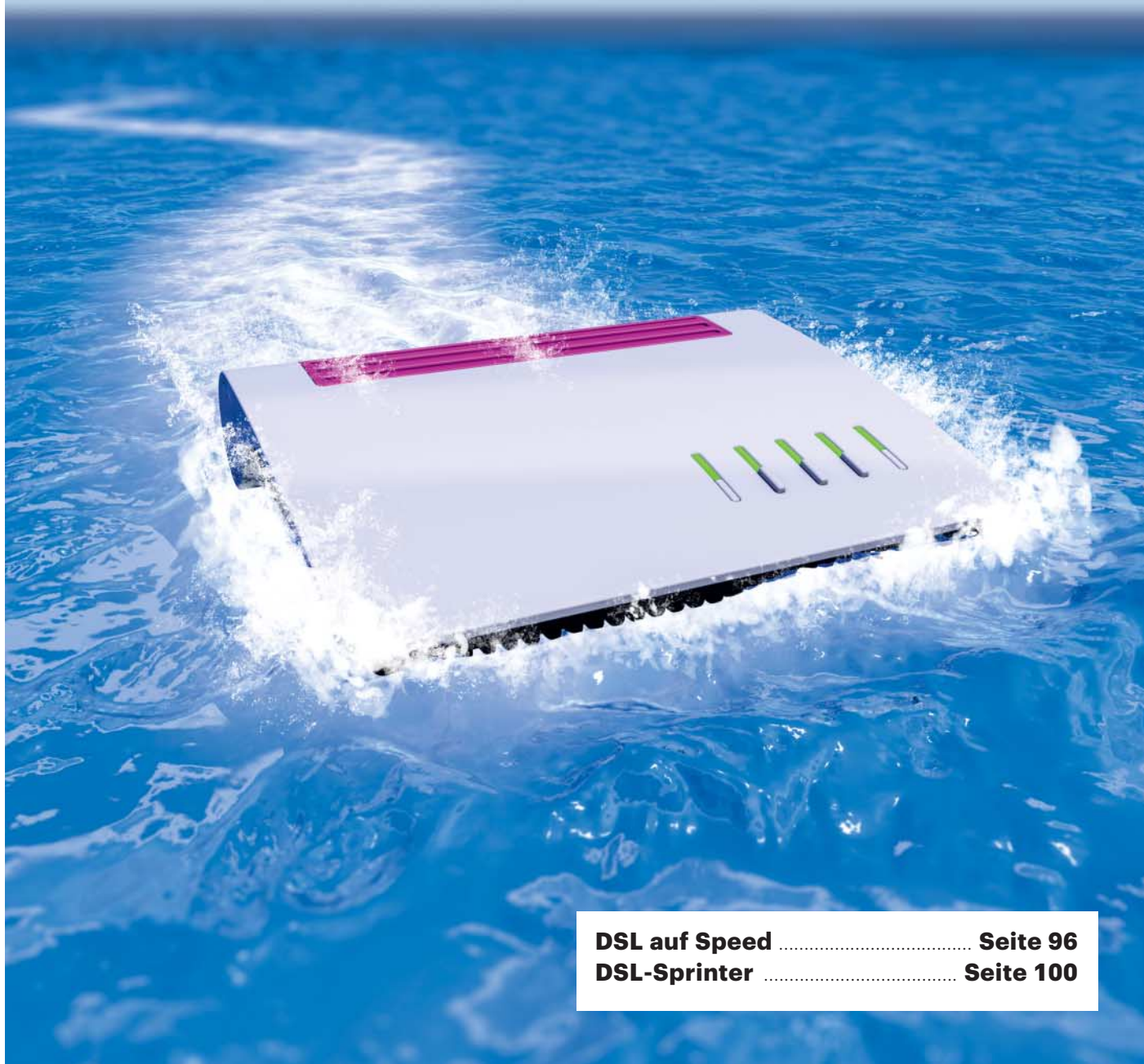
2018er MacBook Pro mit Coffee-Lake-Prozessoren: Daten und Testergebnisse

Modell	Apple MacBook Pro 13" (2018)	Apple MacBook Pro 15" (2018)
getestete Konfiguration	BTO	BTO
Lieferumfang	macOS 10.13 64 Bit, Netzteil	macOS 10.13 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / –	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung		
Display	APPA03E: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 2560 × 1600, 16:10, 227 dpi, 4 ... 432 cd/m ² , spiegelnd	APPA04A: 15,4 Zoll / 39 cm, 2880 × 1800, 16:10, 221 dpi, 4 ... 380 cd/m ² , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-8559U (4 Kerne mit HT), 2,7 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-, 128 MByte L4-Cache	Intel Core i9-8950HK (6 Kerne mit HT), 2,9 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Coffee-Lake-U	32 GByte DDR4-2400 / Intel HM370
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus 655 (vom Hauptspeicher) / –	PEG: AMD Radeon Pro 560X (4096 MByte GDDR5) / ✓
Sound	PCIe: Apple	PCIe: Apple
LAN / WLAN	– / PCIe: Broadcom (a/b/g/n-450/ac-1300)	– / PCIe: Broadcom (a/b/g/n-450/ac-1300)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / UART: Broadcom 5.0 (Apple)	– / UART: Broadcom 5.0 (Apple)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	HID: Apple (max. 4 Finger) / – / Apple T2	HID: Apple (max. 4 Finger) / – / Apple T2
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple AP1024M (1024 GByte) / –	SSD: Apple AP2048M (2048 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	58 Wh Lithium-Ionen / – / –	84 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	61 W, 274 g, 7,3 cm × 7,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil	87 W, 364 g, 7,9 cm × 7,9 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,36 kg / 30,4 cm × 21,2 cm / 1,4 cm	1,81 kg / 34,9 cm × 24 cm / 1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1 cm / 19 mm × 18,5 mm	1 cm / 19 mm × 18,5 mm
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks		
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / Video (200 cd/m ²)	21,4 h (2,7 W) / 7,1 h (8,1 W)	23,5 h (3,6 W) / 7,7 h (10,9 W)
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2,8 Sone	0,1 Sone / 2,8 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3093 / 3155 MByte/s	3050 / 3033 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	29 / 15,8 MByte/s / –	26,8 / 11,4 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 115,6 dB(A)	⊕⊕ / 115,6 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	184 / 719	181 / 1006
Preis und Garantie		
Straßenpreis Testkonfiguration	3350 €	5560 €
Garantie	1 Jahr	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe		

Anzeige

DSL auf Speed

Super-Vectoring bringt 250 MBit/s



DSL auf Speed **Seite 96**
DSL-Sprinter **Seite 100**

Die Telekom bietet nun Super-Vectoring an. Die Anschlüsse liefern bis zu 250 MBit/s im Downstream. Das Angebot gibt es bislang für nur rund jeden sechsten Haushalt, die Anschlussbereiche sollen aber zügig nachgerüstet werden.

Von Urs Mansmann

Die Telekom legt bei ihren VDSL-Anschlüssen ein weiteres Mal nach. Die neueste Technik heißt Super-Vectoring und nutzt im Vergleich zum bisherigen Vectoring, das maximal 100 MBit/s liefert, auf der Leitung einen doppelt so großen Frequenzbereich, der nun bis über 30 MHz reicht. Da die Erweiterung nur den Downstream bedient, liefert dieser im Idealfall eine 2,5 Mal so hohe Datenrate wie beim bisherigen Vectoring.

Für die Umrüstung auf Super-Vectoring müssen die am Straßenrand stehenden MSAN (Multi Service Access Node) – die großen grauen Kästen am Straßenrand mit aktiver Kühlung – mit neuer Hardware ausgestattet werden. Die meisten der sechs Millionen Haushalte, die zum Start am 1. August bereits zum Versorgungsbereich von Super-Vectoring gehören, sind erst kürzlich mit schnellem VDSL ausgestattet worden – die nagelneuen Vermittlungseinrichtungen beherrschen die neue Technik bereits.

Wer schon länger an einer Vectoring-fähigen Vermittlungsstelle angeschlossen ist, hat zunächst einmal das Nachsehen. Für die Nachrüstung auf Super-Vectoring müssen die Line-Cards mit den Modems in den Vermittlungsstellen ausgetauscht werden. Wer in der ersten Runde noch nicht dabei ist, braucht ein wenig Geduld: Bis Ende 2018 will die Telekom erst 15 der 40 Millionen Haushalte in Deutschland mit Super-Vectoring ausgestattet haben.

Die schnellen Anschlüsse sind nicht nur bei der Telekom buchbar, sondern auch bereits bei 1&1 und Vodafone. Beide Unternehmen greifen dabei auf Vorleistungsprodukte der Telekom zurück. Die Telekom vermietet beim Bitstrom-Zugang die Anschlussleitung und die Vermitt-

lungstechnik an die Mitbewerber. Der Datenverkehr wird in den meisten Fällen auf kürzestem Wege ins Netz des jeweiligen Anbieters geleitet.

Das Angebot wird bald wachsen. Easybell plant die Einführung von Super-Vectoring-Angeboten „zum nächstmöglichen Zeitpunkt“, ein Sprecher des Unternehmens konnte aber noch kein konkretes Datum nennen. O2 antwortete auf Anfrage von c't, man biete „derzeit“ kein Super-Vectoring an. Möglicherweise steigen aber auch keine weiteren Anbieter ein. Schon den Umstieg auf Vectoring haben einige Provider einfach nicht mitgemacht. Die Telekom-Tochter Congstar und der Anbieter Primacall etwa bieten seit Jahren maximal 50 MBit/s an.

Die Angebote unterscheiden sich vor allem durch den Preis. Bei 1&1 kostet der 250-MBit/s-Anschluss 45 Euro im Monat, bei der Telekom und Vodafone sind es 10 beziehungsweise 11 Euro mehr. Die Min-

destvertragslaufzeit beträgt bei allen Angeboten zwei Jahre. Das einzige Angebot, das sich auch mit kurzen Laufzeiten buchen lässt, kommt von 1&1: Wer auf eine Gutschrift von rund 100 Euro verzichtet, bekommt dafür einen jederzeit mit drei Monaten Frist kündbaren Vertrag (siehe Tabelle). Das kann sich dann auszahlen, wenn man den Vertrag überraschend nicht mehr benötigt – die Provider bestehen stets auf Vertragserfüllung.

Zu erwartende Datenraten

Die Frequenzen zwischen 16 und 32 MHz, die bei Super-Vectoring erstmals zusätzlich zum Einsatz kommen, werden auf der Leitung spürbar stärker bedämpft als die bisher für Vectoring verwendeten unter 16 MHz. Die Telekom macht recht vorsichtige Zusagen, mit welchen realen Datenraten der Kunde rechnen darf. Von den maximal 250 MBit/s sind nach Angaben der Telekom 200 normalerweise verfügbar, mindestens 175 MBit/s sind garantiert. Diese Rate werden voraussichtlich drei Viertel der Super-Vectoring-Anschlüsse erreichen. In rund einem Viertel der Fälle ist die Teilnehmeranschlussleitung also zu lang für 175 MBit/s, dann bietet die Telekom zum gleichen Preis ein Rückfallprodukt an, bei dem normalerweise 145 und mindestens 105 MBit/s erreicht werden. Vermutlich wird die Telekom die Bandbreite des Rückfallprodukts auf die zugesagten 175 MBit/s beschränken, auch wenn die Leitung hier und da möglicherweise ein bisschen mehr hergäbe.

Bei Vodafone sind DSL-Anschlüsse, die der Mitbewerber Telekom bereitstellt, nur das letzte Mittel. Wer LTE-Empfang hat, bekommt dort gar kein Vectoring-Angebot.

Internet & Festnetz TV Kombi-Pakete

Deine geprüfte Adresse:

An Deiner Adresse haben wir ein anderes Angebot für Dich!

Dein gewähltes Angebot:

Red Internet & Phone 250 DSL

- Internet-Flat VDSL bis zu 250 Mbit/s im Download bis zu 40 Mbit/s im Upload
- Festnetz-Flat
- 19,99€ mtl.** ab dem 13. Monat 49,99€
- Andere Adresse prüfen

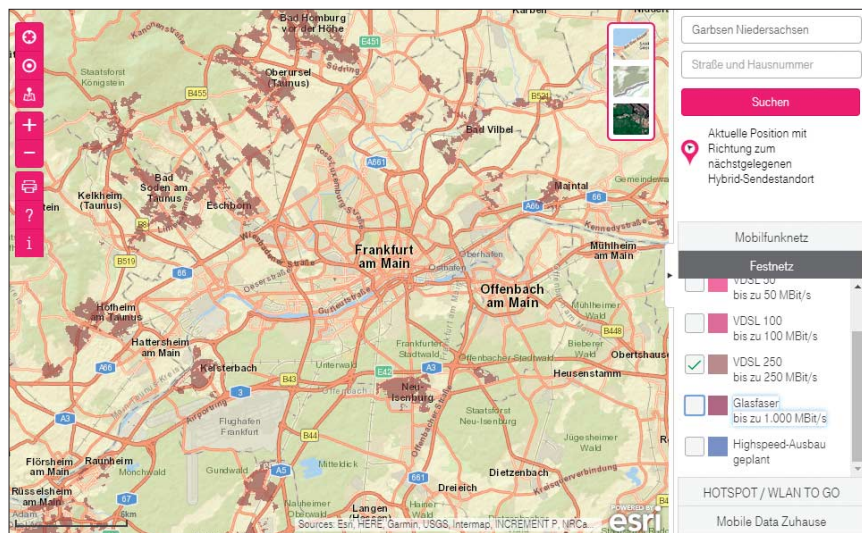
Unsere Empfehlung für Deine Adresse

GigaCube-Internet

- Internet über 4G LTE bis zu 150 Mbit/s im Download bis zu 50 Mbit/s im Upload
- 50 GB Datenvolumen inklusive einfach einstecken und losurfen
- 24,99€ mtl.**
- Bestellen
- Tarif-Details

Hinweis:

Die von Dir bereits ausgewählten Optionen können für das neue Angebot leider nicht automatisch übernommen werden. Bitte wählen sie im nächsten Schritt nochmal neu aus.



Am Beispiel von Frankfurt kann man gut erkennen, dass man im Umland in vielen Gemeinden schon Super-Vectoring bekommt, in der Metropole am Main jedoch nicht.

Wenn nur ein Rückfallprodukt gebucht werden kann, müssen Sie sich als Kunde im Bestellprozess damit einverstanden erklären, dass aus dem eigentlich gewünschten 250-MBit/s-Anschluss einer mit 175 MBit/s wird. Stimmen Sie nicht zu, kommt kein Vertrag zustande. Bei 1&1 entspricht die Mindestdatenrate der Rückfalloption der Telekom. Das Unternehmen verkauft das Rückfallprodukt ohne Zustimmung des Kunden.

Statt eines Super-Vectoring-Anschlusses mit reduzierter Bandbreite bietet sich in solchen Fällen ein 100-MBit/s-Anschluss an, der wahrscheinlich die volle Datenrate erreichen wird und 10 Euro im Monat günstiger ist.

Vodafone verspricht zwar eine etwas höhere normalerweise verfügbare Bandbreite als die Telekom, die Anschlüsse sind aber technisch identisch, weil Vodafone diese Anschlüsse ja von der Telekom annietet. Ob der Anschluss von der Telekom für einen eigenen Kunden oder für einen von 1&1 oder Vodafone geschaltet wird, macht bei der erzielbaren Datenrate keinen Unterschied.

Beim Upstream gibt es zwischen Vectoring und Super-Vectoring keinen Unterschied. Der zusätzliche Frequenzbereich von Super-Vectoring wird ausschließlich für den Downstream verwendet. Der Upstream bringt bei 100- und 250-MBit/s-Anschlüssen maximal 40 MBit/s.

Kompatibilität

Um Super-Vectoring nutzen zu können, benötigt man ein geeignetes Modem. Die

Fritzbox 7490 erreicht maximal 100 MBit/s, nur die neuesten Modelle des Hersteller AVM beherrschen Super-Vectoring (siehe S. 100).

An einem Vectoring-Anschluss muss man grundsätzlich ein Vectoring-fähiges Modem betreiben. Tut man das nicht, erhält man bestenfalls eine Verbindung mit 16 MBit/s, in vielen Fällen funktioniert dieser Rückfall auf ADSL2+ aber nicht und es kommt gar keine Verbindung zustande.

An einem Super-Vectoring-Anschluss lässt sich ein Vectoring-Modem jedoch ohne Einschränkungen und ohne Bandbreiteneinbuße mit seiner maximalen Datenrate, also nicht mehr als 100 MBit/s betreiben, da es den erweiterten Frequenzbereich des Super-Vectoring nicht nutzen kann. Einen Vorteil erhält der Anwender dadurch nicht. Anders herum lassen sich Super-Vectoring-Modems an jedem Anschluss mit der jeweils vollen Datenrate betreiben.

Besonders aufpassen muss man, wenn man bei 1&1 bestellt. Auch wenn Sie einen 250-MBit/s-Anschluss haben wollen, dient 1&1 Ihnen das VDSL-Modem beziehungsweise den Homeserver, ein gebrandetes Fritzbox-Modell, in der Standardversion an. Beide können kein Super-Vectoring und lassen sich daher mit maximal 100 MBit/s betreiben. Nur die angebotenen Homeserver+ und Homeserver Speed+, gebrandete Fritzbox-Modelle aus der 75er-Serie, beherrschen 250 MBit/s.

Auf Anfrage teilte uns 1&1 mit, dass die Modem-Bestellung keinesfalls obligatorisch sei. Wenn Sie bereits einen Router

besitzen, dessen Modem Super-Vectoring beherrscht, können Sie den 1&1-Anschluss auch ohne Router-Hardware bestellen, allerdings nur telefonisch, nicht online.

LTE statt VDSL

Eine ganz klare strategisches Ziel verfolgt Vodafone. Für den TV-Kabel- und Mobilfunkbetreiber ist der VDSL-Anschluss der Telekom ein Rückfallprodukt, das er nur dann anbietet, wenn gar nichts anderes mehr geht. Bei Vodafone können Sie einen VDSL-Anschluss nur dann bestellen, wenn Ihre Wohnung keinen TV-Kabelanschluss von Vodafone besitzt. Andernfalls werden Sie bei einer Online-Bestellung „zwangsumberaten“, haben also nur die Möglichkeit, einen Internetanschluss per TV-Kabel zu bestellen. Der Upstream des angebotenen Produktes fällt erheblich dünner aus: Er bietet 12 MBit/s bei 200 MBit/s Downstream statt 40 MBit/s bei einem 250-MBit/s-Super-Vectoring-Anschluss.

Wohnen Sie außerhalb des Kabelgebiets von Vodafone, wird es geradezu bizarr: Dann möchte Ihnen das Unternehmen statt Super-Vectoring ein Mobilfunkprodukt verkaufen, den immerhin 200 MBit/s schnellen LTE-Zugang per GigaCube – mit einem Monatsvolumen von 50 GByte; nach dessen Verbrauch wird der Zugang aber auf 0,032 MBit/s gedrosselt. 50 GByte entsprechen ungefähr 16 Stunden Video in voller HD-Auflösung bei Netflix oder einem anderen Streamingdienst. In der Praxis ist ein derart eingeschränkter Zugang für Kunden mit Streaming-Diensten schlicht unbrauchbar. Wer hauptsächlich surft, mailt und Online-Zeitungen liest sowie sein Streaming auf Audio beschränkt, sollte mit 50 GByte im Monat jedoch hinkommen.

Login ohne Zugangsdaten

Die Telekom ist derzeit dabei, ihr Zugangsnetz auf BNG (Broadband Network Gateway) umzustellen. Telekom-Kunden, deren Anschluss bereits umgestellt ist, können ihren Router ohne Konfiguration mit dem Anschluss verbinden. Der Kunden-Account wird dann über den Anschluss authentifiziert und der Router fernkonfiguriert. Das funktioniert mit Routern der Telekom, aber auch beispielsweise mit der schon angegrauten Fritzbox 7490 von AVM.

Nach Auskunft der Telekom sind derzeit bereits 80 Prozent der Anschlüsse auf

BNG umgestellt. Bis Ende 2018 sollen es 90 und bis Mitte 2019 fast 100 Prozent sein. Allerdings funktioniert die automatische Konfiguration nur bei der Telekom. Wer Kunde eines anderen Providers ist, beispielsweise 1&1 oder Easybell, muss seinen Router wie bisher mit Zugangsdaten versehen.

Konflikte mit Glasfaseranschlüssen

In einigen Städten kommt die Telekom mit Glasfaseranbietern in Konflikt. Netcologne, ein regionaler Provider aus Köln, hat zahlreiche Haushalte mit Glasfaseranschlüssen ausgestattet. Dabei setzt das Unternehmen zumeist auf FTTB, als Fiber to the Building. Die Glasfaserstrecke endet im Keller, ab da geht es per Kupferkabel über die Telefon-Hausverkabelung weiter.

Netcologne nutzt G.fast für die Strecke vom Keller in die Wohnung. Wenn nun die Telekom auf diese Leitungsbündel Super-Vectoring aufschaltet und damit den Frequenzbereich bis 35 MHz nutzt, befürchtet das Unternehmen nun, dass es zu Störungen kommt, da G.fast den Frequenzbereich bis 106 MHz nutzt. Die beiden Verfahren sind nicht aufeinander abgestimmt; durch die hohe Frequenz kommt es zu Übersprechen und damit zu massiven gegenseitigen Störungen. Würde der G.fast-Betreiber auf die Nutzung unterhalb 35 MHz verzichten, gäbe

es keine gegenseitige Beeinflussung, dafür fiele die erzielbare Datenrate aber auch um etliche 100 MBit/s geringer aus.

Bei der Bundesnetzagentur läuft derzeit ein Verfahren für Standardangebote über die Teilnehmeranschlussleitung (TAL). Dabei wird auch die Nutzung der Hausverkabelung diskutiert und das Problem der gegenseitigen Störungen dort.

Aus Sicht von Netcologne wäre der Konflikt einfach zu lösen: Vorrang müsse derjenige haben, der mit der Glasfaser näher am Kunden liege, also der FTTB-Anbieter vor dem FTTC-Anbieter, der nur bis zum Kabelverzweiger Glasfaser verlegt hat.

Die Telekom schätzt das Störpotenzial zwischen Super-Vectoring und G.fast als gering ein. Bei der G.fast-Technologie der zweiten Generation trete das Problem mit gegenseitigen Störungen gar nicht mehr auf, teilte uns ein Sprecher des Unternehmens auf Anfrage mit.

Wer braucht's?

Die Telekom führt mit Super-Vectoring ihre Taktik fort, das allerletzte aus der Telefonanschlussleitung herauszukitzeln, um den Glasfaserausbau noch ein paar Jahre hinauszuschieben. Auch die Glasfaseranbieter wie Netcologne oder M-Net bauen Glasfaseranschlüsse derzeit vorzugsweise in die Keller der Gebäude und nutzen auf den letzten Metern vorhandene

ne Kupferkabel, weil der Ausbau der Glasfaser bis in die Wohnungen sehr teuer ist.

Einen Dienst, der Datenraten jenseits von 25 MBit/s benötigt, um zu funktionieren, gibt es derzeit noch nicht. Ein Video-Stream in 4K-Auflösung kommt damit bereits hin. Das Mehr an Bandbreite bringt aber Komfort: Das Herunterladen eines modernen Spieltitels mit 75 GByte beispielsweise dauert an einem 250er-Anschluss nur rund 45 Minuten. Durch die satten Leistungsreserven lässt sich ein gleichzeitiges Video-Streaming dadurch auch nicht so leicht aus dem Tritt bringen.

Ganz nebenbei ist auch noch die Latenz schneller Anschlüsse niedriger (siehe S. 100), wovon nicht nur Online-Spiele, sondern auch die meisten Online-Anwendungen, vom Surfen über den E-Mail-Abruf bis hin zur Synchronisierung mit Cloud-Diensten profitieren, indem sie auf Benutzereingaben flotter reagieren und Daten schneller bereitstellen.

Schade ist nur, dass der Upstream weiterhin maximal 40 MBit/s beträgt. Wenn es ums Hochladen von Daten geht, bringt der 250-MBit/s-Anschluss keinerlei Verbesserung. Liegt der Schwerpunkt der Nutzung beim Upload, kann man sich die Mehrkosten wirklich sparen und stattdessen auf einen 100-MBit/s-Anschluss zurückgreifen. (uma@ct.de) **ct**

Telekom-Abdeckungskarte: ct.de/y2d9

Super-Vectoring-Tarife

Anbieter	1&1	Telekom	Vodafone
Tarif	DSL 250	Magenta Zuhause XL (Rückfalloption)	Red Internet & Phone 250 DSL
URL	https://dsl.1und1.de	www.telekom.de	www.vodafone.de
Leistungen/Optionen			
Bandbreite Down- / Upstream ⁴ (MBit/s)	250 / 40	250 / 40 (175 / 40)	250 / 40
normalerweise verfügbare Bandbreite Down- / Upstream ⁴ (MBit/s)	200 / 35	200 / 35 (145 / 30)	210 / 37
Mindestbandbreite Down- / Upstream ⁴ (MBit/s)	105 / 20	175 / 20 (105 / 20)	175 / 20
IPv4 / IPv6 für Neuanschlüsse, Größe des IPv6-Prefix	✓ / ✓, /56	✓ / ✓, /56	✓ / ✓, k. A.
Telefonanschlussart / gleichzeitige Gespräche / Rufnummern	VoIP / 1 / 1 ²	VoIP / 2 / 3	VoIP / 1 / 1 ³
Vertragskonditionen			
Störungsannahme (Rufnummer)	Festnetz (07 21/96 00)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (0800/172 12 12)
Laufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist (Monate)	0 / 1 / 3	24 / 12 / 1	24 / 12 / 3
günstigste mitgelieferte Hardware für 250 MBit/s	1&1 Homesever+, 4,99 €/Monat und 99,99 € einmalig	Speedport Smart 3, 4,94 €/Monat ³	FritzBox 7590, 5,99 €/Monat oder 169,90 € einmalig
Telefonanschluss / Festnetz-Flat / Allnet-Flat monatlich	inklusive / inklusive / —	inklusive / inklusive / —	inklusive / inklusive / 9,99 € ⁶
Kosten			
Einmalkosten abzgl. Ermäßigungen ¹	30,01 € Gutschrift	140,05 € Gutschrift	460 € Gutschrift
abweichende Leistungen und Kosten bei Verträgen mit längerer Mindestlaufzeit	99,99 € zusätzliche Gutschrift für Router	—	—
Internet-Anschluss, monatlich	44,99 €/Monat	54,95 €	55,98 €

¹ bei Online-Bestellung, inklusive Hardwareversand bei Zwangshardware, Gebühren-Gutschriften gerechnet für zwei Jahre Laufzeit ² 3 Rufnummern und 2 gleichzeitige Gespräche, 2,99 €/Monat

³ 3 Rufnummern und 2 gleichzeitige Gespräche bei Miete der Fritzbox oder gegen 4 €/Monat Aufpreis ⁴ Herstellerangabe laut Produktblatt ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe



DSL-Sprinter



WLAN-Router für Super-Vectoring-Anschlüsse

Noch längst nicht kommt in jedem Haus ein Glasfaserbündel im Keller an, und so hat auch die Telefonleitung als Internetanschluss noch längst nicht ausgedient. Die ersten WLAN-Router für das neue Highspeed-DSL bringen tatsächlich fast 250 MBit/s ins LAN und manche auch eine Überraschung mit.

Von Ernst Ahlers

Seit Anfang August 2018 bietet die Deutsche Telekom nochmals beschleunigte Internetzugänge an. Mit Super-Vectoring klettert die Downstream-Datenrate gegenüber dem Stan-

dard-Vectoring von 100 auf 250 MBit/s, der Upstream bleibt bei 40 MBit/s. Weil die Downstream-Beschleunigung durch ein frequenzmäßig verbreitertes DSL-Signal zustande kommt, brauchen Super-Vectoring-Kunden neue Hardware, wenn sie die Leitung ausreizen wollen.

c't hat fünf der ersten erhältlichen WLAN-Router getestet, die das dafür notwendige VDSL-Profil 35b beherrschen: Asus DSL-AC68VG, AVM Fritzbox 7590, Telekom Speedport W925V, TP-Link Archer VR2800v und Zyxel VMG8825. Letzteren vertreibt die Telekom als „Digitalisierungsbox Basic“ für Firmenkunden.

Alle Geräte sind All-in-one-Router. Sie bringen das interne Netz über beide Protokolle (IPv4 und IPv6) ins Internet, holen als IGMP-Proxy Multicast-IPTV (Telekom Entertain) ins LAN, verteilen beides per Ethernet und WLAN weiter

und fungieren als VoIP-Telefonie-Umsetzer.

Zwei Modelle – AVM Fritzbox 7590 und Zyxel VMG8825 – eignen sich auch für Telefonie per SIP-Trunking, also für Anlagenanschlüsse mit Durchwahlen. Die drei Geräte von AVM, Telekom und Zyxel schmücken sich ferner mit einem SO-Bus. Er rettet noch taugliche ISDN-Hardware über die All-IP-Umstellung im Telekom-Netz hinaus vor dem E-Schrotthaufen [1].

Bis zu zwei analoge Telefone lassen sich an allen Geräten betreiben, aber eine DECT-Basis zum Anbinden schnurloser Telefone ist keine Selbstverständlichkeit. Wer darauf Wert legt, kann den Zyxel-Router von der Auswahl ausschließen. Weitere Merkmale fasst die Ergebnistabelle auf Seite 105 zusammen.

Die Fritzbox 7590 beherrscht nicht als einziges AVM-Gerät den Super-Vecto-

ring-Betrieb: Auch die 6890 LTE versteht sich darauf [2]. Ferner soll zur IFA 2018 das Modell 7530 in den Handel kommen. Es ist gegenüber der 7590 heimnetzseitig abgespeckt: halb so schnelles WLAN (2 statt 4 MIMO-Streams), 1 statt 2 USB-Ports, 1 statt 2 analoge Telefone, kein ISDN-SO-Bus. 1&1 bietet das Gerät in schwarzem Gehäuse schon länger als HomeServer+ an.

Modellvielfalt

Neben diesen dreien verstehen sich auch die für Provider gefertigten Modelle 7581 und 7582 auf Super-Vectoring. Eine Fritzbox 7582 mit der Firmware 6.84 lieferte bei uns den gleichen DSL-Durchsatz wie die 7590.

Super-Vectoring-fähige Router für Unternehmen sollen in den nächsten Monaten auf den Markt kommen: Draytek und Lancom Systems kündigten ihre Varianten zur CeBIT an. Bintec elmeg gab bei der Akquise für diesen Test an, dass ein solches Modell in Vorbereitung sei. Weitere Hersteller dürften folgen.

Schließlich will Draytek im Herbst das Super-Vectoring-fähige xDSL-Modem Vigor 160 auf den Markt bringen. Dann können Betreiber einer etwa mit pf-Sense [3] handgeschnitzten Firewall ihren Anschluss beschleunigen.

Router Einrichtung

Die fast abgeschlossene Umstellung des Telekom-Netzes auf BNG (Broadband Network Gateway) erleichtert die Inbetriebnahme der Telekom-Router (Speedport W925V und Digitalisierungsbox Basic) enorm: Die Geräte holen sich ihre Konfiguration automatisch. Der Kunde ist dabei durch die Leitung, konkreter den verwendeten Port im MSAN, authentifiziert. Das Eintragen individueller Zugangsdaten entfällt. Man muss nach dem Anschließen nur ein paar Minuten warten und ist inklusive IPv6, Multicast-IPTV (bei gebuchtem Telekom Entertain TV) und Telefonie im Netz.

Die Telekom nennt das „EasySupport“, was den Fernzugriff auf den Router durch Hotline-Mitarbeiter im Service-Fall einschließt. Wer dem Provider keinen solchen Einblick geben will, kann diese Option deaktivieren. Dann wird aber auch die Diagnose bei Problemen aufwendiger.

AVMs neuere Fritzboxen können sich ebenfalls per EasySupport konfigurieren: Hängt die Box an einem Telekom-Anschluss, bietet der Einrichtungsassistent

es nach ein paar Klicks als Vorgabe an. Bei der Telefonie ist dann nur noch die Ortsvorwahl von Hand einzutragen.

Bei den anderen Routern muss man dem Einrichtungshelfer Zugangsdaten mitgeben. Telekom-Kunden können Dummy-Daten nehmen, wenn der Anschluss schon auf BNG umgestellt ist.

Sicherheit optimieren

Auch wenn der Router im Handumdrehen online ist, sollte man mit dem Browser noch ein paar Schrauben fester ziehen: Denn bei modernen Geräten stehen die voreingestellten WLAN-Zugangsdaten ebenso wie das Konfigurationspasswort auf dem Typenschild und meist auch auf einem „Router-Pass“, der beim Speedport im Gerätefuß steckt.

So kann ein Besucher sie auch bei ausgeschaltetem WPS (WLAN-Kopplung per Tastendruck oder PIN) einfach abfotografieren, um später mit dem Notebook direkt ins interne Netz zu gelangen statt übers Gastnetz nur ins Internet zu kommen. Das sollte man verhindern und dafür den Funknetznamen und den WLAN-Schlüssel ändern.

Ferner sollte man auf jeden Fall auch das voreingestellte Konfigurationspasswort wechseln. Leider übergehen einige Assistenten diesen kritischen Schritt.

WPA2-Passwort verlängern!

Jüngst hat sich ein neues WPA2-Loch geöffnet [4]: Bei allen Routern und Access Points, die Fast Roaming nach IEEE 802.11r unterstützen, und auch manchen anderen Geräten können Angreifer einen zum Brechen des WLAN-Schlüssels nötigen Hash-Wert leichter und zuverlässiger erlangen als früher.

Zwar ist dann immer noch ein Stunden bis Tage dauernder Brute-Force-Angriff mit massiver Rechenkraft nötig, aber der garantiert nur noch einmalig. Deshalb sollte man bei WPA2 jetzt längere WLAN-Passwörter verwenden als früher: 20 bis 30 wild gemischte Zeichen (Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern) dürften reichen, bis der WPA2-Nachfolger WPA3 allgemein verfügbar ist.

Datenumschlag

Die NAT-Performance gibt an, wie schnell ein Router die Daten zwischen Internet und (W)LAN vermitteln kann. Mit einem Desktop-Rechner als PPPoE-Server maßen wir den Bestwert am Zyxel VMG8825 (886 MBit/s im Downstream).

Das war aber nicht das Ende der Fahnenstange: Stichprobenartig testeten wir die Fritzbox 7590 mit einem Xeon-Server als PPPoE-Gegenstelle. Hieran erreichte sie das durch die Gigabit-Ethernet-Anschlüsse vorgegebene Durchsatzmaximum von 949 MBit/s.

Offensichtlich war der für den NAT-Benchmark verwendete Testrechner das begrenzende Element. Doch das ist für die Beurteilung unerheblich, denn selbst damit reichte die gemessene NAT-Performance bei allen Probanden locker aus, um auch einen eventuellen Super-Vectoring-Nachfolger mit 500 MBit/s restlos ausschöpfen zu können.

Die meisten Probanden kann man dann weaternutzen: Alle haben entweder einen separaten Ethernet-Port für ein externes Modem (WAN) oder es lässt sich ein LAN-Port umwidmen. Letzteres ist in der Tabelle mit den eingeklammerten Zahlen in der Zeile „WAN / LAN / xDSL“ vermerkt.

So können diese Geräte – außer dem Speedport W925V (siehe Kasten) – auch in einer Routerkaskade zum Aufbau mehrerer Subnetze dienen. Dabei ist wichtig, dass der Router direkt am DSL-Anschluss auch die IPv6-Kaskadierung unterstützt (siehe Tabelle).

Nutzdurchsatz

An unserer mit weniger als 200 Metern erfreulich kurzen Leitung ließ sich die von der Telekom beim Super-Vectoring versprochene Maximaldatenrate auch in der Praxis erreichen: Die Link-Rate (Synchronisation zwischen Router und Gegen-



NFC-fähige Smartphones können sich die WLAN-Einstellungen durch Auflegen an der Front des Speedport W925V abholen.

stelle) lag in der Regel bei 265 MBit/s im Downstream. Anwendungsseitig bescheinigte speedtest.net dann eine Nutzdatenrate von 245 MBit/s.

Nur der DSL-AC68VG von Asus patzte: Er war ab Werk auf das VDSL-Profil 17a eingestellt. Folglich kam nur eine Standard-Vectoring-Verbindung zustande, die immerhin 137 MBit/s im Downstream lieferte. Stellten wir den Router manuell auf Profil 35b um, dann baute er keine DSL-Verbindung auf. Im Multimode-Betrieb fiel er auf 17a zurück. Asus will das mit einem Firmware-Update beheben.

WLAN-Verhalten

Mit dem beschleunigten Downstream beim Super-Vectoring wird das WLAN wieder zum Nadelöhr: Zwar hat die Funktechnik in den letzten Jahren bei der Link-Rate (Brutto-Datenrate auf dem Funkkanal) deutlich zugelegt. Aber weil die Hardwarehersteller jede Extraausgabe sparen, sind die meisten Handys, Tablets und Notebooks auf 2-Stream- oder gar nur Single-Stream-WLAN beschränkt. Das kommt zwar auch der Akkulaufzeit zugute, begrenzt aber den möglichen WLAN-Durchsatz. Zu den wenigen Ausnahmen zählen teure 4-Stream-PCI-Express-Karten für PCs und Apples MacBooks, die optional 3-Stream-WLAN haben.

So erreicht das Gros der Mobilgeräte 433 oder bestenfalls 867 MBit/s brutto im 5-GHz-Band nach IEEE 802.11ac. Die Router können dort aber mehr: 3- oder gleich 4-Stream-WLAN mit 1300 beziehungsweise 1733 MBit/s ist heute Standard für besser ausgestattete Geräte.

Wir maßen die WLAN-Performance dennoch praxisorientiert mit einem Acer-Notebook V13 (V3-372 mit 2-Stream-WLAN-Chip QCA6174). Weil man bei Mesh-WLAN-Systemen in der Regel die Kanalbreite im 2,4-GHz-Band nicht auf nachbarschaftskompatible 20 MHz begrenzen kann [5], haben wir den Routern ebenfalls freie Hand gelassen. Manche machen davon Gebrauch und drehen im 2,4-GHz-Band richtig auf (TP-Link VR2800v), andere sind zurückhaltender.

Die gemessenen Netto-Datenraten werden bei Ihnen wegen der im Vergleich zu unserer Testsituation (Kellergeschoss ohne konkurrierende Netze) unterschiedlichen Funkumgebung ganz anders ausfallen. Aber einen Schluss erlauben sie doch: Ein einzelner Nutzer wird übers WLAN das Super-Vectoring-DSL nur nahe beim Router ausreizen können, und auch nur



Asus DSL-AC68VG

Asus prahlt bei der Ausstattung mit vielen Funktionen: Telefonie, Dateifreigaben mit Anbindung an Cloud-Dienste (AiCloud), Echtzeit-Verkehrsanalyse als Malware-Schutz (AiProtection mit Trend-Micro-Anbindung) und vieles mehr. Doch hapert es bei den Basics: IPv6 hat längst die Nische verlassen, da sollte ein moderner Router ebenso IPv6-Dienstfreigaben beherrschen wie die IPv6-Kaskadierung mit nachgeschalteten Routern für Subnetze.

Schlimmer aber: Unser Musterbaute mit der zum Testzeitpunkt aktuellen Firmware 5.00.04b428 nur eine herkömmliche Vectoring-Verbindung nach Profil 17a auf. Der Router lieferte so nur 137 statt 245 MBit/s im Downstream. Asus arbeitet bereits daran. Mit dem nächsten Firmware-Update sollte der Router Super-Vectoring auch an Telekom-Leitungen beherrschen und dann bis zu 250 MBit/s liefern.

- 👍 gute Ausstattung
- 👎 aber bei IPv6 mager
- 👎 DSL-Speed im Test zu niedrig



AVM Fritzbox 7590

AVMs aktuelles Topmodell ist zwar das teuerste Gerät im Test, sein Geld aber wert: Nach der vom Browser-Assistenten geführten Einrichtung und einem Neustart funktionierten alle Dienste. An einem bereits auf BNG umgestellten Telekom-Anschluss könnte das Setup noch einen Tick einfacher sein, indem die Fritzbox die dort gebotene Easy-Support-Konfiguration von selbst nutzt. Bislang muss man das mit ein paar Klicks bestätigen.

Im noch recht frischen FritzOS 7 hat AVM auch Feinheiten optimiert: Bei wichtigen Passwörtern wie etwa dem fürs Konfigurations-Backup besteht die Box nun auf einer Mindestkomplexität, zu einfache Passwörter verweigert sie. Und bei der die Stromkosten bestimmenden Leistungsaufnahme hat die Fritzbox 7590 ebenfalls die Nase vorn, wenn auch sehr knapp.

- 👍 sehr gut ausgestattet
- 👍 großes Funktionsangebot
- 👍 flexibel einsetzbar

dann, wenn sein WLAN-Client Dualbandfähig ist und der Router sich den Funkkanal nicht mit den Hausnachbarn teilen muss.

Denn obwohl alle Prüflinge nominell dank DFS (Dynamic Frequency Selection, Meiden von durch Wetterradar belegten Kanälen) das gesamte 5-GHz-Band nutzen können, taten es im Test nur die beiden Geräte von Asus und AVM. Die anderen drei funkten bei automatischer Wahl auf dem Kanalblock 36 bis 48, auch wenn dort schon andere WLANs präsent waren.

Stromkosten

Bei der die Stromkosten überwiegend bestimmenden Idle-Leistungsaufnahme (Router ist online, kein Traffic) ragte der Speedport W925V unangenehm heraus: Er zog in unserem Testaufbau mit 15,5 Watt deutlich mehr Leistung als die anderen vier Geräte (10 bis 11 Watt).

Bei der Leistungsaufnahme spielt auch die Art des DSL-Anschlusses mit, was wir anhand der Fritzbox 7590 überprüfen: An einer 6000er-Leitung (ADSL2+) zog sie



Telekom Speedport W925V

Der für Heimnutzer vorgesehene und aufs Telekom-Netz zugeschnittene Speedport-Router bringt einen im Handumdrehen ins Netz: anschließen, einschalten, warten, online. Dennoch sollte man den Browser zwecks Sicherheitsoptimierung nochmal bemühen (siehe Haupttext).

Zwar ist der Router mit allem Nötigen zum flotten Surfen und komfortablen Telefonieren ausgestattet. Aber wer beispielsweise Dienste im LAN auch per IPv6 nach außen anbieten will, schaut in die Röhre: Freigaben lassen sich nur für IPv4 einrichten.

Über den „Link“-Port kann man den Telekom-Router mit einem externen Modem betreiben. Der Provider nutzt das unter anderem für die noch seltene Glasfaser-Anschaltung. Weil das Gerät aber nur PPPoE spricht, taugt es nicht für Kaskadierung, die DHCP voraussetzt. Deshalb fehlt in der Tabelle der IP-zu-IP-NAT-Durchsatz.

- 👍 günstigstes Gerät im Test
- 👍 WLAN-Kopplung per NFC
- 👎 überdurchschnittl. Stromkosten



TP-Link Archer VR2800v

Mit dem Archer VR2800v haucht TP-Link AVM heiß in den Nacken: Das Gerät ist hardwaremäßig beinahe so gut ausgestattet wie die Fritzbox 7590, einzig der ISDN-SO-Port fehlt und auf 2,4 GHz gibts nur 3-Stream-WLAN, was aber kein großer Verlust ist.

Auch bei der Software ist TP-Link dicht dran: Der Router bringt Profile für zahlreiche Internet- und Telefonie-Provider mit, was das Einrichten erleichtert. Der Assistent patzt zwar nicht, könnte aber beim Setup gleich noch das Kopeln von DECT-Telefonen vorschlagen.

Ärgerlicherweise ignorierte die IPv6-Firewall des VR2800v durch Neueinwahl oder Neustarts bedingte Präfixwechsel. Dann funktionieren vorher eingerichtete IPv6-Freigaben nicht mehr. Die IPv6-Kaskadierung klappte erst, nachdem wir in den IPv6-Einstellungen RDNSS aktivierten. Wenn TP-Link das verbessert und noch das Anbinden von SIP-Clients als Telefonie-Nebenstellen nachliefert, dann weht in Berlin ein schärferer Wind.

- 👍 gut ausgestattet
- 👍 kann IPv6-Kaskadierung
- 👎 IPv6-Firewall patzt



Zyxel VMG8825

Geschäftskunden bietet die Telekom eine ganze Reihe von Routern an, darunter Modelle von Cisco oder Lancom Systems. Unter der Eigenmarke „Digitalisierungsbox“ laufen Geräte von Zulieferern für den Umstieg aus dem ISDN- ins All-IP-Zeitalter. Im günstigsten Modell „Digitalisierungsbox Basic“ steckt ein Zyxel VMG8825 mit angepasster Firmware. Er ist wie der Speedport besonders leicht einzurichten, sollte aber ebenso noch etwas von Hand optimiert werden.

Gegenüber dem Speedport fehlt die DECT-Basis für Schnurlostelefone, ebenso das Gastnetz für Besucher; auch beim für Geschäftskunden interessanten IPv6 lässt der VMG8825 Optionen vermissen. Hingegen unterstützt er das SIP-Trunking für Telefonie mit Durchwahlen. Die Ausstattung ist zwar überschaubar, genügt aber für grundlegende Ansprüche. In Sachen NAT-Performance und DSL-Durchsatz gab der VMG8825 sich jedenfalls keine Blöße.

- 👍 SIP-Trunking für Durchwahlen
- 👎 kein Gastnetz
- 👎 keine IPv6-Kaskadierung

mit 7,7 Watt gerade mal 0,1 W mehr als ohne DSL-Signal. Mit Standard-Vectoring (100 MBit/s) waren es schon 8,3 Watt und mit Super-Vectoring dann noch ein Schlückchen mehr (9,9 W). Der dadurch entstehende jährliche Aufpreis für Super-Vectoring gegenüber VDSL100 liegt für diesen Router bei etwas über 4 Euro.

Latenzgewinn

Besonders Gamer legen Wert auf möglichst geringe Übertragungsverzögerun-

gen zwischen ihrem LAN und den Servern im Internet (Latenz). Auch hier bringt Super-Vectoring einen Gewinn: Über eine Fritzbox 6490 an einem 200 MBit/s schnellen Kabel-Internet-Anschluss mit 12-MBit/s-Upstream maßen wir zu ct.de eine Round-Trip-Time (RTT, Ping-Zeit) von 19 Millisekunden (ms).

Über einen mit 50/10 MBit/s (Down/Upstream) laufenden VDSL-Zugang schrumpfte die RTT auf 12 ms (Standard-Vectoring mit Profil 17a, Anbieter

1&1, Fritzbox 3490). An der Super-Vectoring-Leitung mit 250/40 MBit/s über die Fritzbox 7590 waren es nur noch 8 ms. Hier bringt der 40-MBit/s-Upstream den Löwenanteil der Beschleunigung – die ist aber auch schon beim Standard-Vectoring-Anschluss mit 100/40 MBit/s zu haben [6].

Auch beim Serverbetrieb profitieren alle vom schnelleren Upstream: Die eigene Cloud reagiert an der schnellen Leitung deutlich geschmeidiger auf Anfragen von außen [7].



Zyxels VMG8825, bei der Telekom als Digitalisierungsbox Basic im Vertrieb, findet immer Kontakt: Die Telefonie-Ports gibt es gleich für drei Verbindungsarten.

Alter Router, neue Leitung

Wer auf Super-Vectoring umgestellt wird, weil die Telekom im MSAN (Multi Service Access Node, auch Outdoor-DSLAM, die großen grauen Verteilerkästen) die Line Cards erneuert, der wird davon in der Regel wenig merken: Die allermeisten Geräte sollten sich nach wie vor mit dem Profil 17a verbinden, also eine Standard-VDSL2-Verbindung mit maximal 50/10 MBit/s aufbauen, oder 100/40 MBit/s, wenn sie Vectoring beherrschen.

Lediglich ganz alte Hardware könnte den Link komplett verlieren oder auf ADSL-Betrieb zurückfallen. So war es bei unseren Versuchen mit einem Telekom Speedport 300 HS, einem alten VDSL-Modem.

Darüber kamen statt der vor dem Vectoring-Zeitalter möglichen 50/10 MBit/s nur noch 10/0,5 MBit/s an. Ein WLAN-Router Telekom Speedport W700V mochte sich gar nicht mehr verbinden. Gelegentlich wird also durch die Super-Vectoring-Aufrüstung doch mal ein neuer Router oder ein neues Modem fällig.

Apropos Leitungslänge

Seit FritzOS 7 zeigen Fritzboxen bei den DSL-Details auch eine Leitungslänge an.

Diese errechnen sie laut AVM aus der gemessenen Dämpfung nach einem festgelegten Leitungsmodell (PEO4 im ETSI-Standard TS 101 388).

Das ist aber bestenfalls eine Schätzung, bei der man von einem großen Schwankungsbereich ausgehen sollte. Denn die Norm berücksichtigt die Leitungsparameter nur bis 1,1 MHz (ADSL), während das bei Super-Vectoring genutzte Signal nach dem VDSL-Profil 35b bis 35 MHz reicht.

Das dürfte zum Teil erklären, warum die Fritzbox 6890 LTE beim Betrieb mit Standard-Vectoring (Profil 17a bis 17 MHz) die Länge unserer Leitung mit rund 170 Meter auswies, nach der Umstellung auf Super-Vectoring aber nur noch 150 Meter anzeigte.

Eine weitere Fehlerquelle verbirgt sich in unserem Fall im Detail: Ein großer Teil des DSL-Anschlusses läuft innerhalb des Verlagshauses über strukturierte LAN-Verkabelung, die ein besseres Dämpfungsverhalten hat als die üblicherweise verlegte Telefonleitung (Sternvierer). Gut für den Durchsatz, schlecht für Längenschätzungen.

Klar ist jedenfalls, dass die vom Router angezeigte Leitungslänge kaum als Verhandlungsargument mit dem Provider taugt.

Fazit

DSL mit Super-Vectoring ist ganz frisch im Markt, da muss man mit Überraschungen rechnen. Gleichwohl wundert uns, dass der Asus-Router zwar hardwareseitig auf Super-Vectoring vorbereitet ist, es anscheinend softwaremäßig aber noch nicht ganz verdaut hat. Wer seine neue schnelle Leitung mit dem DSL-AC68VG voll ausschöpfen will, sollte das nächste Firmware-Update abwarten.

Die anderen vier Router lieferten auf Anhieb den versprochenen DSL-Mehrdurchsatz auch in der Praxis. Grobe Schnitzer fanden wir nicht, sondern nur Patzer oder Lücken bei den Feinheiten. Der günstigste Router – Telekom Speedport W925V – wird womöglich über die Lebensdauer teuer: Er zeigte im Test eine überdurchschnittlich hohe Leistungsaufnahme, die die Stromkosten treibt. Sein Geschwister für Geschäftskunden, die Digitalisierungsbox Basic, im Kern ein Zyxel VMG8825, war deutlich genügsamer.

Der Archer VR2800v folgt AVMs Fritzbox 7590 dichtauf, kann aber bei Details noch dazulernen. Wer das rundeste Angebot und die Aussicht auf längerfristige Firmware-Updates möchte, muss ein paar Euro mehr auf den Tresen legen und gönnt sich die Fritzbox 7590. (ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Dušan Živadinović, Ernst Ahlers, Endspurt, ISDN-Abschied rechtzeitig planen, Reserven einbauen, c't 2/2018, S. 120
- [2] Ernst Ahlers, Mehrwege-Router, Mobilfunk-Router Fritzbox 6890 LTE, c't 26/2017, S. 44
- [3] Markus Stubbig, Multi-WAN-Bau, pfSense als Load-Balancer, c't 24/2016, S. 128
- [4] Dušan Živadinović, WLAN im Fadenkreuz, Angriff auf die WPA2-Verschlüsselung: Wie er funktioniert, wer gefährdet ist, c't 18/2018, S. 20
- [5] Ernst Ahlers, Maschen drahtlos, Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich, c't 23/2017, S. 76
- [6] Dušan Živadinović, Ernst Ahlers, Netzwerk-Mythen, Upload bremst Download, Latenz bei Vectoring, LTE-Datenraten, c't 24/2017, S. 76
- [7] Ernst Ahlers, NAS mit Wolke, Nextcloud als Docker-Instanz im NAS einrichten, c't 10/2018, S. 142

Super-Vectoring-Router: Durchsatz und Leistungsbedarf

	NAT-Performance (Downstream)		WLAN-Performance (gegen Acer V3)				Leistungsaufnahme
	PPPoE	IP/IP	2,4 GHz nah	20 Meter	5 GHz nah	20 Meter	Ruheleistung
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser
Asus DSL-AC68VG	870	949	159	114	320	204	10,7
AVM Fritzbox 7590	832	949	182	94	327	167	9,9
Telekom Speedport W925V	860	nicht unterstützt	147	90	342	154	15,5
TP-Link Archer VR2800v	859	949	178	182	306	225	11,2
Zyxel VMG8825	886	949	199	95	347	144	10,1

alle Werte in MBit/s außer Leistungsaufnahme (Watt)

Super-Vectoring-Router – technische Daten und Testergebnisse

Modell	Asus DSL-AC68VG	AVM Fritzbox 7590	Telekom Speedport W925V	TP-Link Archer VR2800v	Zyxel VMG8825
getestete Firmware-Version	5.00.04b428	7.00	010135.1.5.002.0	1.2.0 0.9.1 v006d.0 (180410)	12.39.2.02.00
Anschlüsse / Hardware					
WAN / LAN / xDSL	– (1) / 4 (3) / 1	1 / 4 / 1	1 / 4 / 1	– (1) / 4 (3) / 1	– (1) / 4 (3) / 1
USB 3.0 / USB 2.0	1 / –	2 / –	– / 1	2 / –	– / 2
Bedienelemente	Ein, Reset, WLAN, LED	WLAN, Fon/DECT, Connect/WPS	Reset, Neust., WLAN, WPS, Telefon	Ein, Reset, WLAN, WPS, DECT, LED	Ein, Reset, WLAN, WPS
Statusanzeigen / abschaltbar	9 / ✓	5 / dimmbar	8 / ✓	9 / ✓	12 / i.V.
Konfiguration					
Konfigurationshelfer übergeht	IPv6	Konfigurationspasswort	Konfigurationspasswort	DECT-Kopplung	Konfigurationspasswort
Fernwartung per SSH / HTTPS / ab Werk aus / Port änderbar / LE-Zert.	– / ✓ / ✓ / ✓ / –	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / – / –	– / ✓ / ✓ / ✓ / –	– / ✓ / ✓ / ✓ / –
Fernüberwachung per SNMP / Syslog / E-Mail	– / – / –	– / – / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –
NTP-Server frei einstellbar / Sommerzeit korrekt	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
WAN					
IPv4-Protokolle (außer PPPoE)	DHCP, Fixed	DHCP, Fixed	–	DHCP, Fixed	DHCP
IPv6-Modi (außer PPPoE)	DHCP, Fixed, 6rd, 6in4, 6to4	DHCP, Fixed, DS-Lite, 6rd, 6in4, 6to4, LISP	–	DS-Lite, 6rd, 6to4	–
DynDNS-Dienste / Update per HTTP(S)-Zugriff	8 / –	7 / ✓	4 / ✓ (DynDNSv2)	11 / ✓	11 / ✓
VPN-Server / VPN-Client	OpenVPN / OpenVPN	IPsec / IPsec	– / –	OpenVPN, IPsec / OpenVPN, IPsec	– / –
Sonstiges	WAN-Backup, Anrufbeantworter, QoS, Medienserver, Kindersicherung, Zeitschaltung	LTE-Backup über USB-Stick, Anrufbeantworter, QoS, Medienserver, Kindersicherung (BPjM-Liste), Zeitschaltung	NFC für Smartphone-Kopplung, Medienserver, Zeitschaltung	LTE-Backup über USB-Stick, Anrufbeantworter, QoS, Medienserver, weitere Modi: Mobil, Breitband, Bridge, Kindersich., Zeitschaltung	Modem-Betrieb, LTE-Backup über LAN4 als WAN-Port, Load Balancing, Medienserver (Twonky 8.3), QoS, Zeitschaltung
Telefonie					
SIP-Nebenst. int. / ext. / Trunking	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	– / – / –	✓ / – / ✓
DECT-Telefonie / analoge Telefone	✓ / 2 (RJ11)	✓ / 2 (TAE, RJ11)	✓ / 2 (TAE, Klemmen)	✓ / 2 (TAE, RJ11)	– / 2 (TAE, RJ11, Klemmen)
ISDN-SO-Bus (Anschlüsse)	–	✓ (RJ45)	✓ (RJ45, Klemmen)	–	✓ (RJ45, Klemmen)
LAN					
DHCP: IP nach MAC / DHCP-Server abschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Portweiterl.: Wechsel / Range / Trig.	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
UPnP-Status / UPnP-Portweiterleitungen / default aus	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
IPv6-Kaskadierung (deleg. Präfix)	–	✓ (/62)	–	✓ (/60)	–
WLAN					
2,4 GHz / 5 GHz / Simultan	n-450 / ac-1300 / ✓	n-600 / ac-1733 / ✓	n-450 / ac-1733 / ✓	n-450 / ac-1733 / ✓	n-300 / ac-1733 / ✓
nutzt alle 5-GHz-Kanäle / WPA2-Enterprise (IEEE802.1X/Radius)	✓ / –	✓ / –	– / –	– / ✓	– / ✓
Gastnetz / auch ins LAN	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	i.V.
Firewall					
IPv4- / IPv6-FW abschaltbar / IPv6-FW folgt dyn. Präfix	✓ / – / k.A.	– / – / ✓	– / – / k.A.	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
Regeln IPv4+IPv6 getr. / gemeinsam	– / –	– / ✓	– / –	✓ / –	✓ / –
Pakete nach Dienst / Quelle / Ziel	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / i.V.
Exposed Host IPv4 / IPv6	✓ / –	✓ / ✓	– / –	✓ / –	über Portweiterleitung
WAN-Ping-Block IPv4 / IPv6	✓ / ✓	– / ✓ (Hosts)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Messwerte					
NAT-Durchs. PPPoE Down/Up.	870 / 762 MBit/s	832 / 769 MBit/s	860 / 774 MBit/s	859 / 775 MBit/s	886 / 767 MBit/s
IP/IP Down/Upstream	949 / 949 MBit/s	949 / 948 MBit/s	– ⁴	949 / 949 MBit/s	949 / 949 MBit/s
WLAN-Durchs. 2,4 GHz nah / 20 m ¹	159 / 58–114 MBit/s	182 / 63–94 MBit/s	147 / 73–90 MBit/s	178 / 122–182 MBit/s	199 / 70–95 MBit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	320 / 141–204 MBit/s	327 / 88–167 MBit/s	342 / 73–154 MBit/s	306 / 148–225 MBit/s	347 / 67–144 MBit/s
Leistungsaufnahme ²	10,7 W / 21,3 VA ³	9,9 W / 19,2 VA	15,5 W / 29,0 VA	11,2 W / 24,0 VA	10,1 W / 18,1 VA
jährliche Stromkosten ²	28 € ³	26 €	41 €	29 €	27 €
Bewertung					
Ausstattung	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕
Funktionen	○ ³	⊕⊕	○	⊕	⊕
NAT-Durchsatz PPPoE / IP-zu-IP	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / – ⁴	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
WLAN-Durchsatz 20 m 2,4 / 5 GHz	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis	210 €	229 €	148 €	210 €	154 € (Telekom)

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

¹ gegen Acer V3-372 (QCA6174) unter Windows 10 ² 1 WAN- und 1 LAN-Port belegt, kein Datenverkehr, Dauerbetrieb, Strompreis 30 ct/kWh ³ synchronisierte im Test nur mit Profil 17a (VDSL100) ⁴ nicht unterstützt

Maßenfertigung

Immer gut sitzende Kleidung per Smartphone-App bestellen

Beim Online-Shop Zozo gibt es keine Kleidergrößen. Eine Smartphone-App nimmt Maß und erstellt daraus ein 3D-Modell. Danach fertigt die Firma Bekleidung auf Maß. c't hat es ausprobiert.

Von Michael Link

Der Mensch kann zwar im All Raumfähren auf Bruchteile eines Millimeters genau andocken, doch auf Erden bekommt man selbst mit etablierten Kleidergrößensystemen bei einer Konfektionsgröße alles von „viel zu kurz“ bis „welcher Riese soll das denn tragen“.

Im Klamottenladen ist das obligatorische Anprobieren lästig und zeitaufwendig. Doch der Onlinekauf löst das Problem nicht. Denn er erspart einem nicht die Anprobe. Mehr noch: Wer im Netz be-

stellt, ordert häufig mindestens drei Größen, von denen mindestens zwei wieder zurückgehen, da sie nicht passen. Solche Retouren sind nicht nur ein Problem für Onlinehändler, sie machen den Klamottenkauf auch für Besteller umständlich. Sie müssen unter Umständen zweimal Schlange stehen, einmal beim Abholen des Paketes, dann bei der Abgabe der Retoure. Das kostet Zeit und verteuert die Ware, denn die Kosten dafür werden von Händlern eingepreist.

Laut einer Befragung des Digitalverbandes Bitkom macht dennoch etwas mehr als ein Drittel der Bevölkerung mit beim fröhlichen Versende-Pingpong. Denn er hat auch Vorteile: Man muss nicht nach Preisschildern in irgendwelchen verborgenen Anhängseln suchen, man spart sich das Umgraben von Kleiderbergen nach der mutmaßlich benötigten Größe und kann vor allem ohne Diskussion innerhalb von 14 Tagen die Ware zurückgeben.

Überflüssig sollen Retouren beim Onlineshop der japanischen Modemarke Zozo werden. Er schafft die Kleidergrößen ab, vermisst seine Kunden stattdessen per Smartphone-Kamera und einem sehr elastischen Vermessungsanzug („Zozosuit“). So soll die bestellte Ware auf Anhieb passen.

In Japan ist die Marke, die etwa dem Bekanntheitsgrad von Zalando hierzulande entspricht, recht erfolgreich. Nun will der Onlineshop des japanischen Labels die Kombination aus Selbstvermessung und Maßfertigung auch in Deutschland sowie weiteren 71 Ländern einführen. Wir konnten schon ausprobieren, ob das funktioniert.

Spandex lässt grüßen

Meldet man sich in der App für den Zozo-Store an, erhält man nach einigen Tagen einen schwarzen „Schlafanzug“ aus Stretchmaterial mit weißen Punkten drauf. Zurzeit werden etwa 10.000 dieser Anzüge pro Tag verschickt, insgesamt sind schon 1 Million davon im Umlauf, was sich unter anderem durch einen Instagram-Trend bemerkbar machte: Etliche Leute posieren dort mit einem Zozo-Strampler in „bemerkenswerten“ Situationen, zum Beispiel beim Hochseeangeln. Denn der Flexanzug sieht schon ein bisschen albern aus, lässt an einen invertierten Dalmatiner denken. Für diese Assoziation sorgen die rund 300 weißen Punkte mit speziellen Kodierungen. Bereits im vergangenen

Masahiro Ito von Zozo demonstriert mit einem Model die Vermessung mit dem Zozo-Anzug per App.



Jahr gab es einen Vorläufer für den Anzug, der allerdings noch aktive Sensoren und eine Bluetooth-Verbindung zum Smartphone benötigte.

Aus der Vermessung ergeben sich 24 einzelne Messwerte, etwa für die Dicke der Waden links und rechts oder den Hüftumfang. Diese Angaben sortiert Zozo danach nicht in konventionelle Kleidergrößen ein, sondern sie ergeben sehr häufig eine von rund 10.000 Standardkombinationen, für die Zozo fertige vorkonfektionierte Ware in gigantischen Lagern vorhält. Auch in der Nähe von Berlin steht ein solches Lager, das kurze Lieferzeiten sichern soll.

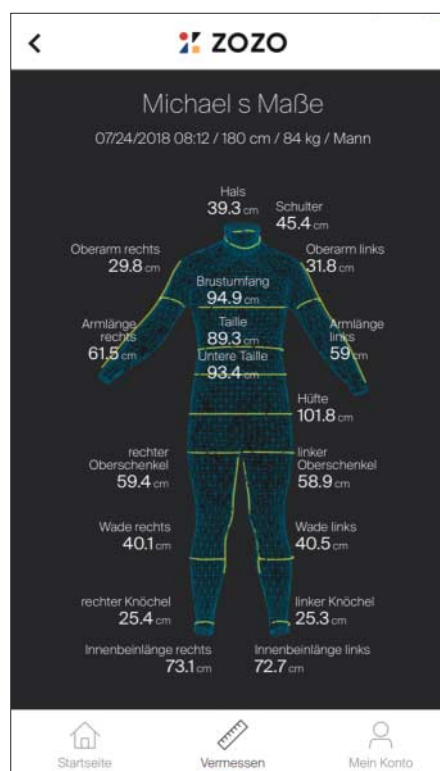
Bei sehr ungewöhnlichen Proportionen verspricht Zozo, dass die bestellte Kleidung dafür eigens geschneidert wird – in China allerdings, weswegen es entsprechend länger dauert, bis Kunden sie in Händen halten.

Einfache Selbstvermessung

Das Vermessen selbst gestaltete sich im Test recht einfach: Die kostenlose Zozo-App führt mit Sprachansagen – sogar auf Deutsch – und Fotos durch den Prozess. Zum Redaktionsschluss nervte die App zwar noch damit, dass man sich immer wieder anmelden musste, doch soll es sich dabei nur um einen Bug handeln.

Nach dem Start der App schlüpft man zunächst in den Anzug und stellt das Smartphone in einen mitgelieferten Pappständer. Besondere Ansprüche an die Technik stellt das System nicht. Die App funktioniert mit iOS- und Android-Smartphones. „Die Kameraqualität ist natürlich wichtig, aber alle Smartphones aus den letzten zwei oder drei Jahren sind okay dafür“, sagt Masahiro Ito, Vorstand des Unternehmens Start Today, das hinter Zozo steht.

Einige Referenzpunkte an den Hand- und Fußgelenken muss man besonders sorgfältig ausrichten. An den übrigen Stellen soll der Flexanzug faltenfrei sitzen, was nach etwas Zupferei gelingt. Anschließend ermittelt man zunächst den optimalen Abstand zur Kamera und macht dann, gesteuert von Ansagen, insgesamt zwölf Fotos in unterschiedlichen Drehwinkeln aus einem Abstand von etwa zwei Metern. Mischlicht sollte man zwar laut Ito vermeiden, doch reagierte die App robust auch darauf. Lediglich zu dunkel sollte es nicht sein, weil dann das Bildrauschen die Erkennung der Kodierpunkte auf den weißen Tupfern erschwert.



Die App ermittelt aus den Vermessungsdaten ein 3D-Drahtgitter für die Bestellung.

Eine Fotosession dauerte im Test keine vier Minuten. Resultat ist ein 3D-Modell mit den nötigen Angaben für die Bestellung. Die sollte man noch mal mit kritischem Auge prüfen. Im Test ergaben sich bei drei Messungen nur Abweichungen von maximal sechs Millimetern an der Hüfte und fünf Millimetern an der Innenbeinnaht. Den Anzug kann man beliebig oft wiederverwenden.

Nach einigen Tagen kam das Paket mit T-Shirt und Jeans. Während das T-Shirt saugend-schmatzend, also perfekt saß, hatte eine modisch sensible Kollegin den Eindruck, dass die Hose nicht ganz perfekt am Hosenboden des Testers saß. Der fühlte sich allerdings durchaus wohl mit der lockeren Passform der gerade geschnittenen Jeans, die im Laden vermutlich erst nach etlichen Stripeinlagen in ähnlicher Form zu finden gewesen wäre.

Begehrlichkeiten

Man kann sich vorstellen, dass durch die Bestellungen umfangreiche Daten über Körperdaten der Besteller zusammenkommen. Masahiro Ito sagt, dass sie nicht für Begehrlichkeiten von außenstehenden Datensammlern zur Verfügung stehen. Laut Ito werden die Daten nur für die Pro-

duktion gespeichert und zur Steuerung der Bevorratung verwendet. Zwar wollen laut Ito viele andere Firmen die Vermesstechnik ebenfalls nutzen, doch sagte Ito derlei Ansinnen bisher alle ab.

Drei T-Shirts in vier Farben (Weiß, Grau, Dunkelblau, Schwarz) und zwei Jeans-Schnitte (straight, slim-tapered) in Schwarz und drei Blautönen bilden das Startsortiment in Deutschland. Chefin Susanne Burger nannte bereits Preise: Eine Jeans soll 59 Euro kosten, ein T-Shirt 22 Euro. Das Sortiment der lokalen Zozo-Ableger soll nach und nach erweitert werden. Ab Herbst könnten Hemden hinzukommen, im Frühjahr die ersten Jacken. In Japan ist man schon weiter und verkauft bereits Business-Anzüge. Wie schnell das Angebot ausgebaut wird, steht noch nicht fest, nur dass es schnell gehen soll.

Zozo ist übrigens nicht das erste Unternehmen, das Kunden per Kamera vermessen will. Ein virtueller Vermessungsdienst des deutschen Start-ups Upload schien vor einigen Jahren sogar auf die Erfolgsspur zu kommen. Dabei konnte man sich mit einer Webcam sowie einer CD, die als Maßstab diente, vermessen lassen. Auch der Versandriese Otto sowie einige Hemdenhersteller nutzten den Dienst, bis Upload in der Firma Fit Analytics aufging.

Fazit

Im Testlauf ermittelte die App Maße, die tatsächlich für passgenaue T-Shirts und Jeans reichten. Das Vermessen gestaltete sich unkompliziert und funktionierte erstaunlich gut. Es ist – vorausgesetzt, man nimmt nicht stark zu oder ab – nur ein einmaliger Vorgang von großzügig zehn Minuten Dauer nötig. Falls der Zozo-Shop zügig seine Kollektion erweitert, bietet er eine gute Möglichkeit, sich auf die Schnelle mit passender Bekleidung zu versorgen. Ob zu fairen Bedingungen produziert wird, lässt sich angesichts der recht niedrigen Preise allerdings kaum als sicher annehmen.

(mil@ct.de) **ct**

Maßbekleidungs-Shop mit App-Vermessung

Maßkleidung	
Hersteller	www.zozo.com
Vermessungsdauer	etwa 4 min.
kompatibel mit	iOS (ab 10), Android (ab 5.0)
Preis	App gratis, Jeans 59 €, Shirts ab 22 €



Fernschreiber

Samsung Galaxy Note 9 mit Fernbedienungsstift und stärkerem Akku

Einen ähnlichen Vorsprung, wie das Note 8 gegenüber seinem Vorgänger Note 4 bot, darf man beim Note 9 nicht erwarten, denn diesmal liegt kein Jahr (statt über drei) zwischen den Modellen. Doch die kleinen Detailverbesserungen ergeben in der Summe ein stimmiges High-End-Smartphone.

Von Jörg Wirtgen

Was für ein Quatsch, mag sich mancher gedacht haben, als Samsung die besondere Innovation des Note 9 präsentiert hat: Der Knopf am Stift löst nun in einigen Apps konfigurierbare Aktionen aus. Doch die ersten Versuche überraschen positiv. Beim Fotografieren etwa wählt man nun mit der einen Hand präzise den Bildausschnitt und löst mit der anderen ohne Verwackeln oder Fingerakrobatik aus. Beim Anschauen von Fotos blättert man per Stift vor und zurück, sodass

man beim Präsentieren der Fotos im kleinen Kreis nicht ständig vor dem Motiv herumfingern muss.

Doch die Grenzen sind eng. So funktioniert der Knopf nur in den vorbereiteten Apps, nicht beispielsweise in den Galerie-Apps von Drittherstellern. Deutlich wird das bei der Mediensteuerung: Bei Spotify, Google Music, YouTube und Netflix pausiert man die Wiedergabe und springt weiter, aber in den Mediathek-Apps von ARD, ZDF oder Arte tut sich nichts. Ein langes Drücken auf den Knopf startet die Kamera oder eine andere einstellbare App.

Laut Samsung löst der Stiftknopf per Bluetooth aus, doch er funktioniert auch im Handy-Flugmodus. Die Reichweite beträgt einige Meter, wenn man sich traut, sein Note 9 für ein Selfie so weit weg zu positionieren. Der Mini-Akku für den Knopf soll nur rund 30 Minuten halten, was ihn zur Steuerung von Filmen disqualifiziert.

Auf den gewohnten Einsatz des äußerlich unveränderten Plastikstifts hat das keine Auswirkungen. Man schreibt und zeichnet so präzise wie bisher, der Knopf aktiviert wie gehabt in vielen Notiz- und

Grafik-Apps das Radiergummi – das alles funktioniert auch länger als 30 Minuten und mit leerem Stift-Akku.

Neues unter der Haube

Das Note 9 bekommt einen stärkeren Akku als das Note 8, 4000 statt 3300 mAh. Wir haben zwischen 10 und 35 Prozent längere Laufzeiten gemessen als beim Note 8. Länger läuft unter den High-End-Geräten nur das Huawei P20 Pro mit ebenfalls 4000 mAh.

Gehäusegröße und Displayrand ändern sich vom Note 8 zum 9 nur um Millimeter – alte Hüllen passen trotzdem nicht, auch weil der Fingerabdruckscanner nun etwas besser erreichbar unter statt neben der Kamera liegt. Das Display wuchs kaum wahrnehmbar von 6,3 auf 6,4 Zoll Diagonale. Es zeigt weiterhin 2960 × 1440 Pixel in farb- und kontrastkräftiger OLED-Technik. Dank 712 cd/m² Helligkeit bleibt es auch im Sonnenlicht lesbar. Ausgeliefert wird es wie auch Note 8 und Galaxy S9 mit einer auf 2220 × 1080 Punkte reduzierten Displayauflösung, was geringfügig Akku spart; für unsere Tests haben wir auf die native Auflösung hochgeschaltet.

Den Hauptspeicher verdoppelt Samsung auf dem Preis angemessene 128 GByte, für 250 Euro Aufpreis gibt es in der High-End-Klasse immer noch seltene 512 GByte. Da ist es verschmerzbar, dass sich MicroSD-Karten weiterhin nicht als interner Speicher formatieren lassen – und dass sie den Platz der zweiten SIM blockieren.

Den Klang des neben dem Stiftschacht sitzenden Lautsprechers hat Samsung ein wenig verbessert. Zusätzlich springt der Ohrhörer-Lautsprecher über dem Display an, was vor allem den Sound beim Videoschauen im Querformat immens verbessert und einen leichten Stereoeffekt erzeugt.

Wie gehabt

Die Doppelkamera stammt aus dem Galaxy S9+ und erweitert die schon spitzenmäßige Kamera des Note 8 um eine zwischen f/1,5 und f/2,4 verstellbare Blende. Gegenüber einer Festblende (f/1,8 beim Note 8) vermindert das in der Dunkelheit das Rauschen und erhöht im Hellen die Tiefenschärfe – beides aber nur marginal. Die zweite Kamera nimmt weiter mit Zweifach-Tele und f/2,4 auf; die Chance auf ein Dreifach-Tele wie beim Huawei P20 Pro vergibt Samsung.

Auch der Prozessor ist der gleiche wie im Galaxy S9/S9+, schnell genug für alles

Aktuelle und vieles der nächsten Jahre. In den Dauerbelastungstests schneidet das Note 9 allerdings nicht besser als das Note 8 ab: Es drosselt nach einigen Minuten Volllast den Prozessor um bis zu 20 Prozent. Im Alltag stört das nicht.

Software

Installiert ist Android 8.1, ein Update auf Android 9 Pie wird kommen. Die Oberfläche ist Samsung-typisch umgebaut, was mal sinnvoll, mal unübersichtlich ist.

Die App „Notes“ arbeitet unverändert: Sie erstellt Notizen per Stift oder Bildschirmstatur und erlaubt das Einfügen von Bildern und Sprachaufzeichnungen. Nimmt man bei ausgeschaltetem Gerät den Stift heraus, öffnet sich eine Notiz-Soforteingabe, die Geschriebenes beim Wiedereinstecken des Stifts automatisch speichert; man findet das Geschriebene dann in Notes. Zudem lässt sich eine Notiz aufs Always-on-Display antackern. Leider fehlt weiterhin eine Synchronisationsmöglichkeit der Notizen mit Desktop-PCs. Das gelingt – unter Verzicht auf die Direktnotizen – mit Apps wie Microsoft OneNote oder Evernote statt Notes.

Neu ist, dass das Note 9 beim Anstöpseln eines Monitors sofort in den Desktop-Modus Dex umschaltet; beim Note 8 war dazu eine Docking-Station nötig. Im Dex-Modus starten Apps in verschiebbaren und in der Größe veränderbaren Fenstern. Das Handy dient wahlweise als Touchpad oder zeigt die normale Android-Oberfläche an. Die Oberfläche und die meisten Apps fühlen sich genau den Hauch flinker als beim Note 8 mit Dex-Dock an, der das Ganze nützlich werden lassen könnte.

Besonders praktisch: Wenn der Monitor direkt einen USB-C-Eingang hat und dort ein Funkmodul für Maus und Tastatur angeschlossen ist, erkennt das Note 9 alles und man legt direkt los. Auch eine USB-C-Dockingstation samt LAN-Kabel lief sofort, allerdings zeigte der dort per Display-Port angeschlossene Monitor nur 1920 × 1080 Punkte, obwohl bis zu 2560 × 1440 möglich sein sollten.

Fazit

Das Note 9 ist ein Spitzentelefon ohne echte Schwächen. Display, Hardware, Laufzeiten und Kamera werden, wenn überhaupt, nur in einzelnen Punkten geschlagen.

Doch den Spitzenplatz in der Galaxy-Serie hält das Note 9 nicht mehr alleine. Hatte das Note 8 noch die bessere Kamera

Android-Smartphone Note 9

Modell	Galaxy Note 9
Hersteller	Samsung
Betriebssystem / Security Level	Android 8.1 / August 2018 (Project Treble aktiv)
Varianten	blau (mit gelbem Stift), schwarz
Display	
Technik / Auflösung	AMOLED / 2960 × 1440 Pixel
Größe / Punktauflösung	6,4" (711 mm × 146 mm) / 514 dpi
Kamera	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	4032 × 3024 (12,2 MPixel) / 3840 × 2160 (60 fps)
Blende / Stabilisator	f/1,5 + f/2,4 / ✓
Zweikkamera	✓ (2-fach-Tele, f/2,4, 12 MP, Stabilisator)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	3264 × 2448 (8 MP) / 2560 × 1440
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt	Samsung Exynos 9 Octa 9810 / 4 × 2,8 GHz, 4 × 1,7 GHz
RAM / Flash-Speicher (frei)	6 GByte / 128 GByte (108 GByte)
Wechselspeicher / maximal	✓ (MicroSDXC) / 512 GByte (nicht als internal formatierbar)
Mobilfunk / Dual-SIM	GSM, HSPA, LTE (Cat. 18, 1200 MBit/150 MBit) / ✓ (2 × Nano)
WLAN / Bluetooth / NFC / Ortung	IEEE 802.11ac MU-MIMO / Bluetooth 5.0 (aptX) / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C (3.1, OTG) / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladetechnik	4000 mAh / 1,8h mit mitgeliefertem Netzteil / ✓ (Qi)
Abmessungen (H × B × T)	162 mm × 76 mm × 9 mm
Gewicht	200 g
SAR-Wert (Kopf) / Schutzklasse	0,381 W/kg / IP68
Preis	
Listenpreis	999 Euro (6 GByte RAM/128 GByte Flash) 1249 Euro (8 GByte RAM/512 GByte Flash)

als das zuvor erschienene Galaxy S8+, gleichen sich Note 9 und S9+ in vielen Punkten. Neben dem Stift bleiben dem Note 9 nur Details wie die bessere Laufzeit, die 512-GByte-Option und das Sofort-Dex. Doch eines echten Technologieführers würdige Vorteile wie ein Dreifach-Tele oder ein Fingerabdruck-Scanner im Display fehlen.

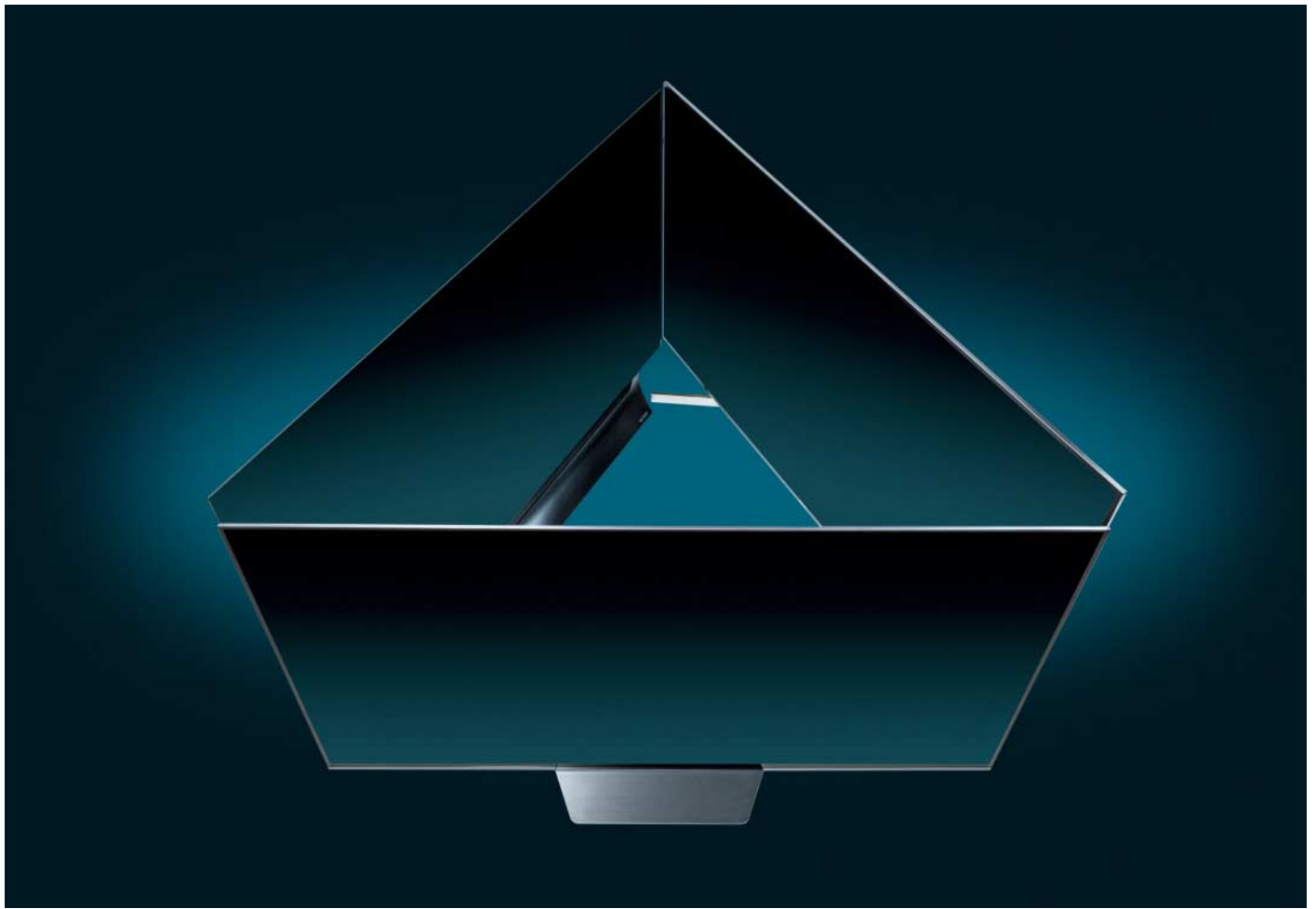
Wenn es kein Stift sein muss, dürfte daher das Galaxy S9+ mit 64 (680 Euro) oder 256 GByte (880 Euro) auch interessant sein, ebenso andere High-End-Riesen mit Spitzenkameras und 128 GByte wie das Huawei P20 Pro (710 Euro), Google Pixel XL 2 (720 Euro) oder – unter Abstrichen bei der Kamera – OnePlus 6 (569 Euro).

Das Besondere des Note 9 bleibt allerdings der Stift. Wer es noch mit einem Note 3, 4 oder Import-5 aushält, bekommt galaktische Vorteile. Doch für Note-8-Besitzer (ein Note 6 gab es nicht, das Note 7 wurde aufgrund von Akkuproblemen nicht ausgeliefert) dürfte sich ein Note 9 kaum lohnen, vor allem weil die Kamera nur marginale Fortschritte bietet. Auch für Stift-Neulinge ist daher das Note 8 (680 Euro) ein verlockender Einstieg. Mit dem Note 9 bekommt man allerdings für 300 Euro Aufpreis ein Mehr an Soundqualität, Geschwindigkeit, Laufzeit und Speicher sowie ein Jahr länger Updates – und den für ein Gimmick doch überraschend nützlichen Fernbedienungstift. (jow@ct.de) **ct**

Laufzeiten des Note 9 im Vergleich

	Videowiedergabe	3D-Spiele	WLAN-Browsing	Video-Streaming
Samsung Galaxy Note 9 ¹	17,5	8,4	14,2	13,1
Samsung Galaxy Note 8 ¹	12,9	7,2	12,5	11,7
Samsung Galaxy S9+ ¹	14,5	6,2	12,5	11,7
Huawei P20 Pro	14,7	7,3	22,4	13,5
OnePlus 6	14,8	5,4	12,2	– ²
Google Pixel 2 XL	12,9	8,3	12,4	12,5
Apple iPhone X	11,1	7,3	10,4	10,9

¹ gemessen mit 2960 × 1440 Pixeln ² nicht gemessen



Klassenkampf

Smart-TVs mit OLED- und LCD-Panel

Darfs ein Fernseher mit OLED-Display sein oder reicht auch ein LCD-TV? Unser Vergleichstest von zwei OLEDs und einem LCD-TV verrät außerdem, ob sich Geräte von verschiedenen Herstellern mit gleichem Display überhaupt unterscheiden.

Von Ulrike Kuhlmann

Wer heute einen neuen Fernseher kauft, steht vor der Wahl zwischen etablierter LCD-Technik und organischen Displays. Einige OLED-TVs sind nur noch wenige hundert Euro teurer als vergleichbar große LCD. Wir haben uns drei Vertreter mit OLED- und LCD-Panels ins

Labor geholt um zu prüfen, wann und für wen sich die Mehrausgabe lohnt.

Unter den drei Geräten befinden sich zwei ähnlich teure OLED-TVs mit dem gleichen Panel – sämtliche TV-Panels mit organischer Leuchtschicht stammen derzeit von LG Displays. Wir werden häufig gefragt, ob sich die Geräte mit gleichem Panel überhaupt unterscheiden. Auch dieser Frage sind wir im Test nachgegangen.

Die Ausstattung

Beim LCD-TV handelt es sich um das KD-55XF9005 von Sony, die beiden OLEDs sind der LG 55C8 und der KD-55AF8, wiederum von Sony. Alle drei sind 55-Zöller mit 1,40 Meter Bild diagonale, sie besitzen Doppeltuner, um eine TV-Sendung beim Schauen eines anderen Programms aufnehmen zu können und unterstützen das für besonders kontraststarke TV-Übertra-

gungen entwickelte HLG-Format. Außerdem beherrschen sie die Wiedergabe des Hochkontrastformates HDR10 und der dynamischen Variante Dolby Vision.

Und natürlich sind alle drei TVs smart, geben also unter anderem direkten Zugriff auf Video-on-Demand-Dienste von Netflix, Amazon, Maxdome & Co., können Inhalte vom NAS streamen und vom USB-Stick anzeigen, sie vernetzen sich mit Mobilgeräten in der Umgebung und hören aufs gesprochene Wort.

Ausstattungsunterschiede finden sich beim Sound: Das OLED-TV von Sony nutzt seine Displayoberfläche als Projektionsfläche, Sony nennt das Acoustic Surface. LG setzt auf konventionelle Lautsprecher und hat sein OLED-TV auf eine konkav gewölbte Fußleiste gestellt. Sie lenkt den Sound der nach unten strahlenden Lautsprecher nach vorn zum Zuschauer. Beim etwas voluminöseren Sony-LCD sitzen die Lautsprecher im Rücken und schallen nach hinten und unten, weshalb der Sound besser zum Zuschauer gelangt, wenn der Fernseher nah an der Wand steht oder hängt.

Dimmen und leuchten

Sein größeres Gehäusevolumen schuldet das LCD-TV dem eingebauten Direct-LED-Backlight, bei dem die Leuchtdio-

den nicht an der Seite (Edge-LED), sondern gleichmäßig im LCD-Rücken angeordnet sind. Da der Flüssigkristall das Licht der Hintergrundbeleuchtung nur abschirmt – was ihm nie komplett gelingt –, werden die LEDs gezielt segmentweise gedrosselt oder ganz abgeschaltet. Je mehr einzeln dimmbare LED-Zonen es gibt, umso feiner lässt sich die Helligkeit innerhalb eines Bildes steuern.

Lokales Dimmen erhöht den In-Bild-Kontrast und ist für die HDR-Wiedergabe essenziell – LCDs ohne Direct-LED beherrschen kein ordentliches HDR. OLEDs können jeden einzelnen Bildpunkt ausschalten, also auf Pixelebene dimmen. Das zeigte sich auch im Test bei der HDR-Wiedergabe von Inhalten mit vielen dunklen Szenen: Auf beiden OLEDs waren dabei neben hellen Lichtern tiefschwarze Stellen zu sehen, am LCD soff das Schwarz schon mal ab oder es wirkte grau. Auch die Farben profitieren von einer kontraststarken Darstellung – sie wirken auf den OLEDs vor allem bei HDR-Inhalten subjektiv satter und strahlender.

In Sachen Leuchtstärke liegt dagegen das LCD-TV klar vorn. So haben wir auf einem HDR-Testbild mit 10 Prozent Weißanteil (ein weißes Rechteck auf schwarzem Grund) am LCD-TV knapp 1000 cd/m² gemessen. An Sonys OLED-Pendant waren es nur 625 cd/m², der OLED-Fernseher von LG erreichte immerhin 810 cd/m². Wir haben die Werte jeweils im Preset Cinema home (Sony) beziehungsweise Kino home (LG) bei maximaler Helligkeitseinstellung ermittelt. Wenn man auf einer größeren Weißfläche misst, geht die Helligkeit der OLEDs sehr schnell in die Knie – auf einem komplett weißen Schirm erzielten beide in der Mitte nur noch rund 150 cd/m², das LCD blieb mit 360 cd/m² mehr als doppelt so hell.

Interessant ist die höhere Leuchtdichte für den herkömmlichen TV-Betrieb: Bei Daily Soaps, Talkrunden und Nachrichten beeindruckte das LCD-TV mit seiner hellen, ausdrucksstarken Darstellung; dann steht es den beiden OLEDs von vorn betrachtet in nichts nach. Wer üblicherweise halbwegs zentral vor dem TV-Display sitzt und im Wesentlichen TV-Inhalte konsumiert, ist mit einem LCD gut beraten. Außerdem kann das LCD-TV helles Umgebungslicht übertreffen – die lichtschwächeren OLEDs haben einem Lichteinfall beispielsweise vom hellen Fenster wenig entgegenzusetzen.

Die Hersteller können große OLEDs nicht beliebig hell leuchten lassen, denn zum einen würde der Energiebedarf in die Höhe schnellen und zum anderen die Lebensdauer der organischen Leuchtschicht sinken. Letzteres ist beim TV deutlich kritischer als bei Smartphones mit organischem Display: Die Mobilgeräte ersetzt man üblicherweise nach zwei bis vier Jahren durch ein Neugerät, Fernseher müssen dagegen etwa sieben Jahre durchhalten, bis sie aus dem Wohnzimmer verbannt werden (und von dort oft weiter ins Schlaf- oder Arbeitszimmer wandern).

Blickwinkel und Lebensdauer

Die Hersteller ergreifen mehrere Maßnahmen, damit ihre OLED-TVs möglichst lange durchhalten und sich helle Inhalte nicht sichtbar einbrennen. Sehr helle Stellen können sonst später auf hellen Hintergründen als graue Schatten zu sehen sein. Der Pixelshift (Sony) beziehungsweise die Bildschirmverschiebung (LG) reduziert die Kantenschärfe solcher Schatten – sie fallen dann weniger auf, weg sind sie aber nicht.

Bei beiden OLED-TVs soll die Panelaktualisierung (Sony) beziehungsweise der Pixel Refresher (LG) im Falle eines Falles etwaige Einbrenner ausmerzen. Man sollte diese Funktion nur sehr sparsam verwenden, denn mit ihr wird die komplette Leuchtschicht bearbeitet, was der Lebensdauer abträglich ist.

Am LG-TV kann man zusätzlich die Leuchtkraft von Senderlogos reduzieren. Einen negativen Einfluss auf andere Stellen im Bild haben wir im Test nicht bemerkt.

Apropos Lebensdauer: Die ist bei LCDs mit LED-Backlight kein Thema mehr – hier gibt eher die Videoelektronik oder das Netzteil auf, als das Panel. Vergleichbare Langzeiterfahrungen mit OLEDs stehen noch aus, allerdings geben sich die Hersteller inzwischen optimistisch und versprechen bei neueren Gerä-

ten 50.000 Stunden. Das würde zwanzig Jahre lang für täglich fünfstündigen Betrieb reichen, mit viel Luft fürs Refreshing.

Ein sichtbarer Nachteil der etablierten LCD-Technik ist die Blickwinkelabhängigkeit. Bei unserem Testexemplar hielt sie sich in angenehmen Grenzen, doch wenn man die nebeneinander aufgereihten Schirme von der Seite anschaut, wird auch ungeübten Betrachtern schnell klar, in welchem der drei Geräte das LCD-Panel steckt: Die Farben blichen etwas aus, was man insbesondere an Gesichtern bemerkte, die von der Seite fahl wirkten. Bei absoluten Farben ist die Blickwinkelabhängigkeit weniger kritisch: Dass ein Rotton etwas heller geraten ist, erkennt man erst im direkten Vergleich oder wenn man sich von der Seite zum Zentrum des Schirms bewegt.

Bildqualität

Alle drei TVs dieses Tests zeigen im Kino-Bildpreset ausgewogene Farben und eine gute Graustufenauflösung. Wir passten hier lediglich die Bewegtbildkompensation an – sie war auf Schärfe getrimmt und sorgte für überzeichnete Kanten. Bei den OLEDs ließ sich die Bewegungsschärfe zusätzlich durch längere Schwarzphasen in der Wiedergabe verbessern (Motion Pro bei LG, Klarheit Hoch bei Sony). Allerdings flimmerte das Bild dann, weshalb wir darauf verzichteten. Die ruckelfreie Wiedergabe von Kinofilmen beherrschen die beiden Sony-TVs etwas besser als das Gerät von LG.

Die Bildqualität der beiden OLEDs war weitgehend identisch, kleine Unterschiede zeigten sich bei der Farbmischung (der Sony war etwas wärmer), deutliche bei der Wiedergabe von Inhalten mit SD-Auflösung, wie sie ältere Filme, DVDs und einige TV-Sender verwenden: Die brachte das Sony-OLED nur unscharf und mit vielen Artefakten auf den Schirm; das LCD-TV überschärfte stattdessen ein wenig. Für derart niedrig aufgelöste Inhalte sind die teuren 4K-Fernseher aber ohnehin

Leuchtstärke, Homogenität, Leistungsaufnahme

	HDR-Peakluminanz ¹	Leuchtdichte-Regelbereich ²	Ausleuchtung ³	Leistungsaufnahme Standby/Betrieb ³
	[cd/m ²] besser ▶	[cd/m ²] besser ▶	[Prozent] besser ▶	[Watt] ◀ besser
LG OLED 55C8	810	48...314	79	0,5/112,5
Sony KD-55AF8	625	79...260	62	15 ⁴ /117
Sony KD-55XF9005	970	77...467	53	15 ⁴ /128,5

¹ gemessen auf HDR-Inhalt mit 10 % Weißanteil im Bild

² gemessen im Werkspreset mit 50 % Weißanteil im Bild

120 cd/m²

³ gemessen im Werkspreset

⁴ Mittelwert über 30 Minuten



LG OLED 55C8LA

Die konkav gewölbte Fußleiste des ausladenden OLED-Fernsehers dient als Soundrutsche, die den Ton nach vorn lenkt. Damit liefert der 55C8LA einen ausgeglichenen Sound und per Surround-Einstellung eine angenehme, nicht zu künstliche Räumlichkeit – das gelingt längst nicht allen Flachbildfernsehern. Den Raumklang Dolby Atmos kann das LG-TV mangels Deckenlautsprechern nur simulieren.

Die etwas verspielte Menüführung im WebOS und die Steuerung mit der Magic Remote sind gewöhnungsbedürftig, das Menü ist aber klar strukturiert. Jede Funktion wird beim Maus-over per Texteinblendung erläutert. Alternativ kann man das TV per Sprache steuern und durchsuchen: Die Spracherkennung funktioniert beeindruckend zuverlässig, es werden VoD-Dienste, YouTube, laufende und kommende TV-Sendungen durchsucht und die Ergebnisse übersichtlich aufgelistet. Gibt es ein zum Suchwort passendes TV-Programm, schaltet der Fernseher dieses automatisch an.

Weniger gelungen: Die Reihenfolge beim Zappen per Programmwippe folgt nicht den Favoritenlisten, SD-Sender werden gar nicht berücksichtigt. Die Senderlisten kann man per USB exportieren, am PC editieren, sortieren und wieder einlesen; das geht schneller als direkt am TV.

Der 55C8 ist recht gleichmäßig ausgeleuchtet, nur unten links ist er etwas heller. Seine hohe Peak-Leuchtdichte im HDR-Modus sorgt für beeindruckend leuchtstarke Bilder, auch die tollen Farben gefallen.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ gelungene Sprachsteuerung
- ↓ kein Zappen in der Favoritenliste
- ↓ keine analogen Signaleingänge



Sony KD-55AF8

Das organische Display des 55AF8 ruht auf einem sehr schmalen Fuß und endet ungewöhnlich knapp über der Tischplatte. Der Sound dringt über kleine Aktuatoren im OLED-Rücken direkt aus der Displayoberfläche. Dabei ist der Bass deutlich vom Rest getrennt – so als säße jemand mit einer Base Drum hinter dem Gerät und trommelte im Takt zur Musik aus dem Schirm. Interessanterweise klingt das modern und frisch. Bis 50 ist der Sound gut, bei Lautstärken über 60 wirds etwas schrill; die Bässe bleiben stets auf gleichem Niveau.

Das Display ist in der Mitte heller als drumherum, der guten Bildqualität tut das aber keinen Abbruch. Beide Sony-Fernseher reagieren viel zu lahm auf Eingaben: Entweder reicht der interne Speicher nicht oder das Menü unter der Android-Oberfläche ist schlecht programmiert. Auch die Sprachsteuerung bringt in der jetzigen Form wenig: Die Android-TVs durchsuchen nur YouTube, Google Play und den Browser. Ergebnisse im TV-Programm erscheinen erst nach einer langen Bedenkzeit und VoD-Dienste bleiben komplett außen vor.

Den Inhalt eines (Android-)Smartphone konnten wir nicht auf Sonys Android-OLED spiegeln, beim LCD-TV gelang das problemlos. Außerdem verweigerte sich der 55AF8 unserem WLAN. Die angebotene Bild-im-Bild-Funktion funktioniert an beiden Sony-TVs nur mit Standbildern. Sobald im Hauptfenster ein Video startet, wird das kleine TV-Bild ausgeblendet – möglicherweise reicht auch hier der interne Speicher nicht aus.

- ↑ ausdrucksstarkes Bild
- ↑ guter Sound
- ↓ unübersichtliche Bedienung
- ↓ chaotische Favoritenverwaltung



Sony KD-55XF9005

Das LCD ruht auf einem champagnerfarbenen Spreizfuß mit einer Ummanzelung aus Plastik – das Gerät hätte hochwertigeres Material verdient. Es überstrahlt in der Mitte, ist aber insgesamt schön hell und erzielt eine ausdrucksstarke Darstellung mit ausgewogenen Farben, die nur von schräg besehen etwas verblasen. Leider zeigt es 16:9-Bilder nicht formatgenau an, sondern zieht sie etwas in die Höhe; ändern kann man das nicht.

Der 55XF9005 produziert den typischen indirekten Sound eines Flachbildfernsehers. Er hat Bässe und kaum Verzerrungen, aber auch wenig Dynamik. Die Lautsprecher feuern direkt nach unten raus. Die Leistungsaufnahme ist nur auf den ersten Blick deutlich höher als bei den OLEDs – bei gleicher Schirmleuchtdichte waren es nur noch 91 Watt.

Ärgerlicherweise schalteten sich beide Sony-TVs auch nach Stunden nicht komplett in den Standby, sondern zogen im Mittel 15 Watt.

Die Frage eines Sony-Community-Nutzers bringt es auf den Punkt: „Wozu gibt es die Möglichkeit, 1–4 Favoritenlisten zu definieren und dann nicht nutzen zu können?“ Man kann die Senderlisten per USB exportieren, am PC bearbeiten und wieder aufs TV zurückspielen. Berücksichtigt werden sie bei beiden Sony-TVs aber weder beim Zappen noch beim Umschalten per Zifferntaste. Außerdem muss man die Favoriten nach jedem Anschalten der Geräte zunächst aktivieren. Das TV-Menü ist ebenso unübersichtlich wie die Tastenbelegung auf der Riegelfernbedienung.

- ↑ ausgewogene Farbwiedergabe
- ↑ helles Bild
- ↓ etwas blickwinkelabhängig
- ↓ chaotische Favoritenverwaltung

Perlen vor die Säue. HD-Auflösungen skalierten alle drei Fernseher sehr ordentlich auf ihre acht Millionen Pixel hoch. Das LCD-TV verlieh Gesichtern bei schwierigen Lichtverhältnissen im Bild den einen oder anderen Farbstich, auch LG hatte bei einigen HDR-Inhalten damit zu kämpfen; das OLED-Pendant von Sony kennt solche Probleme nicht.

Abgesehen von der Bildqualität unterscheiden sich die Geräte vor allem im verwendeten Betriebssystem und den damit einhergehenden Nutzungsoptionen – Stichwort Sprachsteuerung – sowie in der Bedienung. Bei beiden Punkten kann sich LG behaupten.

Fazit

OLED oder LCD? Kommt auf den Einsatz an! Wer häufig Filme schaut und dabei gern auch HDR-Inhalte, kommt um ein OLED-TV kaum herum. Unsere beiden Testkandidaten sind im Frühjahr mit 2500 Euro gestartet und kosten Mitte August noch 1900 Euro (Sony 55AF8) beziehungsweise 1700 Euro (LG 55C8). Der allgemeine Preisverfall bei TVs mit organischem Displays deutet darauf hin, dass einige OLED-Fernseher mit vergleichbar guter Bildqualität demnächst für unter 1000 Euro gehandelt werden.

Sonys KD-55XF9005 ist von 1800 Euro im Frühjahr bis Mitte August auf 1450

Euro gefallen. Allerdings bekommt man LCD-TVs in dieser Größe auch für deutlich unter 1000 Euro – mit immer noch brauchbarer Bildqualität. Das LCD-TV wirft als Vorteile die höhere Leuchtdichte (wichtig für helle Umgebungen), die etablierte Technik mit langer Lebensdauer und sehr seltenen Einbrenneffekten (allgemein wichtig für TVs) sowie den günstigeren Preis in die Waagschale. Außerdem gibt es LCDs auch mit kleineren Bildformaten unter 1,40 Meter. TVs mit organischem Display werden aktuell erst ab 55 Zoll (1,40 m) angeboten – wer einen kleineren Fernseher braucht, landet deshalb automatisch beim LCD. (uk@ct.de) **ct**

4K-TVs mit OLED- und LCD-Panel

Modell	OLED 55C8	KD-55AF8	55XF9005
Hersteller	LG	Sony	Sony
Auflösung (Pixeldichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD mit local Dimming
Diagonale / sichtbare Bildfläche	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 139 cm (55")	121 cm × 68 cm / 139 cm (55")
Gerätemaße mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	123 cm × 76 cm × 23 cm / 19,1 kg	123 cm × 72 cm × 25,5 cm / 22,2 kg	123 cm × 77 cm × 27 cm / 19,1 kg
TV-Tuner: Art / CI-Plus-Slot	2 × DVB-C / -S2 / -T2 / 1 × analog Kabel / ✓	2 × DVB-C / -S2 / -T2 / 1 × analog Kabel / ✓	2 × DVB-C / -S2 / -T2 / 1 × analog Kabel / ✓
HDR10 / Dolby Vision / HLG / Technicolor	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –
3D / Bild-im-Bild	– / –	– / ✓ (nur Standbilder)	– / ✓ (nur Standbilder)
Betriebssystem / Firmware-Version	WebOS / 4.0.0-16221	Android 7 / 3.10.79	Android 7 / 3.10.79
interner Speicher	4 GByte	16 GByte	16 GByte
Lautsprecher	2 × 20 W	5 × 10 W (Acoustic Surface)	2 × 10 W
Energieeffizienzklasse	A	B	B
Bohrlochabstand für VESA-kompatible Halter	30 cm × 20 cm	30 cm × 20 cm	30 cm × 30 cm
Eingänge			
Composite / S-Video / Komponente / Scart (Anzahl)	– / – / – / –	1 (per Adapter) / – / – / –	1 (per Adapter) / – / – / –
HDMI Anzahl, Version / HDCP 2.2	4 × HDMI, 4 × Vers. 2.0 / ✓	4 × HDMI, 2 × Vers. 2.0, 2 × Vers. 1.4 / ✓	4 × HDMI, 2 × Vers. 2.0, 2 × Vers. 1.4 / ✓
Audio analog-in / Audio-out / Kopfhörer (Anzahl)	– / 1 × optisch / 1 × Klinke	2 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke	2 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke
USB (Anzahl / Version)	1 × 3.0, 2 × 2.0	1 × 3.0, 2 × 2.0	1 × 3.0, 2 × 2.0
LAN / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
TV-Funktionen			
PayTV-Sender ausblenden	✓	–	–
Senderlisten am PC editieren	✓ (mit Freeware Chan.sort)	✓ (mit Sony Channel Editor)	✓ (mit Sony Channel Editor)
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Messungen			
Umschaltzeiten TV digital (Wippe / Ziffer) ¹	1,5–2 s / 4–5 s	3–4 s / 4–5 s	3,5–4,5 s / 4,5–5,5 s
TV-Bild erscheint nach: Standby / Neustart ²	4 s / 5 s	4–5 s / 21 s	4–5 s / 38 s
Smart-TV-Funktionen			
Amazon / Netflix / Maxdome / Watchever / Zattoo / Rakuten TV / Spotify	✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓
HbbTV / freier Browser	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Streaming (DLNA) von Audio / Foto / Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Mediaplayer (USB) für Audio / Foto / Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Besonderheiten	360VR, Dolby Atmos	Acoustic Surface	–
Bewertung			
Bildeindruck	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Klangeindruck	⊕	○	⊕
Bedienung allgemein / Internet, Medien	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊕
Preis: empf. VK / Online-Handel	2500 € / 1710 €	2500 € / 1900 €	1800 € / 1450 €

¹ zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets ² Trennung vom Stromnetz

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



Daten-Archäologie

Tipps zur Datenrettung

Daten gehen gelegentlich verloren. Diese Tatsache ist weder überraschend noch vermeidbar. Jeder Benutzer von Digitaltechnik sollte also darauf vorbereitet sein, dass es ihn irgendwann trifft. Mit den richtigen Vorsichtsmaßnahmen und einem kühlen Kopf bei Rettungsversuchen stehen die Chancen meist gar nicht so schlecht, die verlorenen Informationen doch noch wiederzugewinnen.

Von Hajo Schulz

Die beste Vorbeugung gegen den plötzlichen Datentod sind zweifellos regelmäßige Backups: Aus einer Sicherungskopie lassen sich abhanden gekommene Dateien meist problemlos restaurieren. Dazu sollte das Backup regelmäßig stattfinden und die Sicherheitskopien so aufbewahrt werden, dass ihnen nichts passiert.

Aus Erfahrung wissen c't-Redakteure, Freizeit-Admins und leidgeprüfte Anwender allerdings, dass der gute Vorsatz für brauchbare Backups viel zu oft verpufft. Ein unüberlegter Mausklick, marodierende Software oder Hardware am Ende ihrer Lebensdauer führen dann doch immer

wieder dazu, dass wertvolle Daten verloren gehen.

Es lohnt sich also, auf den Fall der Fälle vorbereitet zu sein. Dazu kann es unter anderem sinnvoll sein, sich ein Datenrettungsprogramm zu besorgen und vorsorglich zu installieren. Einige mehr oder weniger geeignete Vertreter dieser Kategorie stellen wir ab Seite 118 vor.

Deren Erfolgsaussichten hängen von verschiedenen Faktoren ab: Die Auswahl des Dateisystems und des Speichermediums sind ebenso wichtig wie der Umgang mit ihnen. Überraschenderweise birgt der Gebrauch der sonst so beliebten SSDs hier ein erhöhtes Risiko (siehe Kasten auf

Seite 117). Nicht zuletzt kann richtiges oder falsches Verhalten des Anwenders beim Eintreten eines Datenverlusts über den Erfolg der Rettungsaktionen entscheiden.

Datenhalde

Um zu verstehen, warum es überhaupt eine Chance gibt, Daten wiederherzustellen, muss man wissen, wie Festplatten und ähnliche Datenträger arbeiten. In erster Näherung bestehen sie aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von Speicherblöcken – sogenannten Sektoren –, die bei Desktop-Laufwerken je 512 Bytes aufnehmen und beginnend mit 0 durchnummeriert sind. Daten lesen und schreiben sie stets sektorweise, wobei sie immer die Nummer der betroffenen Sektoren genannt bekommen müssen.

Anwender und Programme wollen allerdings nicht mit Sektoren hantieren, sondern mit Dateien und Ordnern. Zwischen diesen beiden Sichtweisen vermitteln – zumindest auf PCs – zwei Software-schichten. Die erste definiert auf dem Datenträger eine oder mehrere Partitionen. Dabei handelt es sich um logisch voneinander getrennte, virtuelle Laufwerke. Diese Unterteilung ermöglicht es unter anderem, den Rechner mit unterschiedlichen Betriebssystemen zu betreiben – jedes startet von seiner eigenen Partition.

Um festzulegen, welche Sektoren der Festplatte zu welcher Partition gehören, sind im PC-Bereich zwei Schemata gebräuchlich: Die ältere verwendet eine Partitionstabelle mit maximal vier Einträgen, die an einer festgelegten Stelle im allerersten Sektor (Sektor 0) der Festplatte gespeichert ist, dem sogenannten Master Boot Record (MBR). Er heißt so, weil hier auch der Boot-Code liegt, den der Rechner beim Hochfahren als Erstes abarbeitet, nachdem er mit seinen internen Initialisierungen fertig ist.

Moderner ist die GUID Partition Table (GPT), deren Spezifikation Teil des UEFI-Standards (Unified Extensible Firmware Interface) ist. Sie belegt mindestens die Sektoren 1 bis 33 der Festplatte und bietet Platz für 128 Einträge, bei Bedarf auch mehr. Die Einträge enthalten GUIDs und Prüfsummen, zusätzlich ist die GPT noch dadurch geschützt, dass eine Kopie von ihr in den letzten Sektoren des Datenträgers gespeichert wird. Die Stellen, an denen bei MBR-Partitionierung die Partitionstabelle steht, enthalten beim Einsatz einer GPT

eine spezielle Markierung, die die gesamte Platte als belegt kennzeichnet.

Um eine Festplatte komplett leer und unpartitioniert erscheinen zu lassen, genügt es, ihren MBR mit Nullen zu überschreiben. Genau das tut zum Beispiel der Befehl `clean` des Programms `diskpart`. Alle eigentlichen Daten sind danach noch auf dem Datenträger enthalten und können mit ein bisschen Glück von einem Datenrettungsprogramm wiederhergestellt werden. Selbst eine Neupartitionierung ist nicht so dramatisch, wie es scheint – auch sie betrifft nur die Partitionstabelle und nicht die eigentlichen Daten.

Egal, welche Art der Partitionierung zum Einsatz kommt: Das Ergebnis besteht immer in einem oder mehreren logischen Laufwerken, die jeweils einen festgelegten Block von Sektoren auf dem Medium belegen. Innerhalb eines Laufwerks sind die Sektoren wieder beginnend mit 0 durchnummeriert.

Die Instanz, die aus den logischen Sektoren Dateien und Ordner macht, ist das Dateisystem. Der dafür zuständige Code ist Bestandteil des Betriebssystems. Windows enthält mehrere Dateisystemtreiber: Normalerweise verwendet es NTFS; wo Kompatibilität mit anderen Systemen oder Geräten gefragt ist, kommt auch noch FAT32 zum Einsatz.

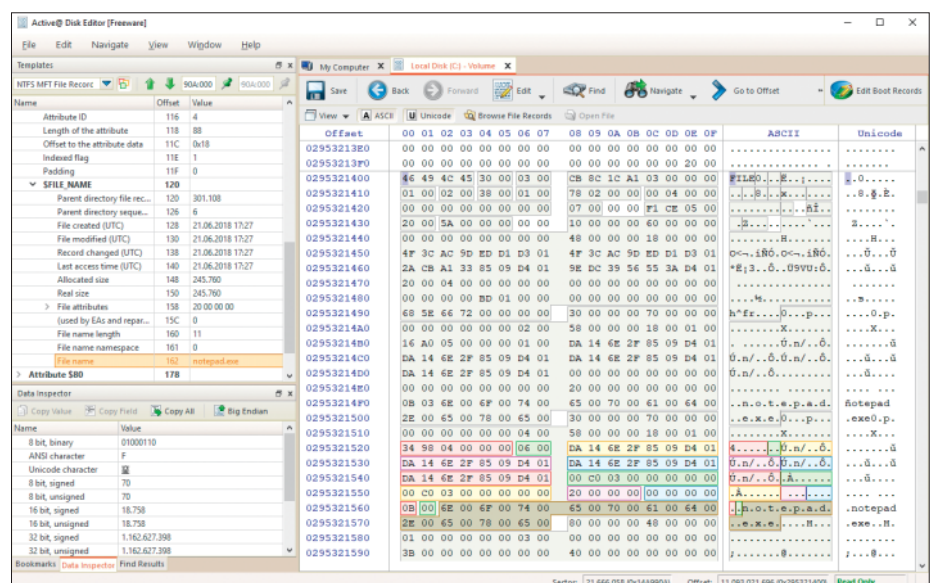
Zu den Aufgaben der Dateisystemverwaltung gehört es unter anderem zu wissen, welche Sektoren des Laufwerks gerade mit Benutzerdaten belegt und wel-

che frei sind. Außerdem muss sie sich Datei- und Ordernamen merken und zu jedem Objekt wissen, in welchen Sektoren es physikalisch gespeichert ist. Dazu unterhält sie eigene Datenstrukturen, die sie ebenfalls auf dem Datenträger speichert – das eigentliche Dateisystem. Wie diese Strukturen aufgebaut sind, unterscheidet sich von Dateisystem zu Dateisystem.

FAT32

Der Name von Dateisystemen der FAT-Familie leitet sich von ihrer zentralen Datenstruktur ab: der File Allocation Table. Allen FAT-Dateisystemen ist gemeinsam, dass sie die Daten auf dem Datenträger nicht in Sektoren verwalten, sondern in sogenannten Clustern, wobei ein Cluster 1 bis 64 aufeinanderfolgende Sektoren, entsprechend 512 bis 32.768 Bytes enthalten kann. In der File Allocation Table gehört zu jedem Cluster auf dem Laufwerk ein Eintrag, der dessen Status speichert: frei, belegt oder defekt.

Bei FAT32 sind die Einträge in dieser Tabelle 32 Bit groß. Ein FAT32-Dateisystem kann maximal 2 TByte an Speicherplatz verwalten, einzelne Dateien dürfen höchstens 4 GByte groß werden. Auch die Vorläufer von FAT32 sind heute noch in Gebrauch. Wenn man einfach nur von einem FAT-Datenträger spricht, ist eigentlich FAT16 gemeint: Hier sind die FAT-Einträge 16 Bit lang, eine Partition kann bis zu 4 GByte und eine einzelne Datei



Mit speziellen Werkzeugen wie der Freeware Active@ Disk Editor lassen sich die internen Strukturen von Partitionstabellen und Dateisystemen aufs Bit genau untersuchen.

ID	Parametername	Aktueller...	Schlecht...	Grenzwert	Rohwerte
01	Lesefehlerrate	200	200	51	000000000000
03	Mittlere Anlaufzeit	177	172	21	000000001014
04	Start/Stopp-Zyklen der Spindel	99	99	0	0000000004EF
05	Wiederzugewiesene Sektoren	200	200	140	000000000000
07	Suchfehler	200	200	0	000000000000
09	Betriebsstunden	98	98	0	000000000788
0A	Misslungene Spindelanläufe	100	100	0	000000000000
0B	Notwendige Rekalibrierungen	100	100	0	000000000000
0C	Geräte-Einschaltvorgänge	100	100	0	0000000000224
0D	Ausschaltungsabbrüche	200	200	0	0000000000078
C1	Laden/Entladen-Zyklen	197	197	0	0000000002B4A
C2	Temperatur	114	106	0	0000000000021
C4	Wiederzuweisungsereignisse	200	200	0	0000000000000
C5	Aktuell ausstehende Sektoren	200	200	0	0000000000000
C6	Nicht korrigierbare Sektoren	200	200	0	0000000000000
C7	UltraDMA-CRC-Fehler	200	200	0	0000000000000
C8	Schreibfehlerrate	200	200	0	0000000000000

Festplatten überwachen ihren eigenen Gesundheitszustand und stellen die Diagnosedaten über die S.M.A.R.T.-Schnittstelle zur Verfügung. Mit Tools wie CrystalDiskInfo lassen sie sich auslesen.

höchstens 2 GByte umfassen. Speicherkarten für Kameras, digitale Bilderrahmen oder mobile Spielkonsolen sind häufig mit diesem Dateisystem formatiert. Der Urahn der Familie, FAT12 mit 12 Bit breiten FAT-Einträgen und einer maximalen Laufwerksgröße von 16 MByte, findet sich noch auf Disketten.

Auch exFAT gehört entfernt zur FAT-Familie, ein von Microsoft speziell für große Flash-Speicherkarten und -sticks entwickeltes Dateisystem. Zu den anderen FAT-Formaten ist es aber inkompatibel. Sowohl Datenträger als auch einzelne Dateien dürfen bei exFAT theoretisch bis zu 64 ZByte (2^{70} oder $75,6 \cdot 10^{21}$ Bytes) groß werden, Microsoft empfiehlt aber je höchstens 512 TByte.

Dass eine Partition mit FAT(32) formatiert ist, wie groß die Cluster sind und wie viele es gibt, in welchen Sektoren die File Allocation Table gespeichert ist und wo sich das Wurzelverzeichnis des Laufwerks findet, ist in Sektor 0 des Laufwerks gespeichert. Man nennt ihn auch Bootsektor, weil hier außerdem der Code lagert, den der Rechner ausführt, um das Betriebssystem zu laden.

Verzeichniseinträge umfassen auf FAT-Laufwerken unter anderem den Namen des betreffenden Ordners oder

der Datei, einige Attribut-Bits, Datum und Uhrzeit der Erstellung und der letzten Änderung sowie die Größe des Objekts. Außerdem verweist der Eintrag auf die Nummer des ersten Clusters, in dem die eigentlichen Daten dieses Objekts gespeichert sind. Ist eine Datei oder ein Ordner größer als ein Cluster, steht in der FAT, wo die weiteren Daten zu finden sind. Dazu enthält der zu einem belegten Cluster gehörende FAT-Eintrag immer die Nummer des Folge-Clusters; der jeweils letzte Cluster eines Objekts ist mit einer besonderen, ansonsten ungültigen Folge-Cluster-Nummer gekennzeichnet.

Löscht der Benutzer eine Datei auf einem FAT-Laufwerk, passieren zwei Dinge: Ihr Verzeichniseintrag wird als unbelegt gekennzeichnet, wobei maximal der erste Buchstabe des Dateinamens verloren geht. Alle anderen Informationen über die Datei, darunter der Verweis auf den ersten Cluster, den sie belegt hat, bleiben vorläufig bestehen. Außerdem werden in der FAT alle Cluster, die die Datei belegt hat, als frei gekennzeichnet.

Ein Datenrettungsprogramm hat danach also ziemlich gute Chancen, die Datei wiederherzustellen, allerdings unter einer Bedingung: Ihre Daten müssen am Stück auf der Platte gelegen haben. Dann kann

das Tool beginnend beim Start-Cluster auf gut Glück so lange fortlaufende Daten lesen, bis die – ja noch bekannte – Größe der Datei erreicht ist. War die Datei allerdings fragmentiert, also nicht in fortlaufenden Blöcken gespeichert, geht das schief: Die Information, in welchen Clustern die Daten gelegen haben, ist durch das Überschreiben ihrer FAT-Einträge verloren.

Im Sinne einer möglichst guten Wiederherstellbarkeit von Dateien tut man auf FAT-Datenträgern also gut daran, dafür zu sorgen, dass sie möglichst unfragmentiert bleiben. Auf Festplatten hilft eine regelmäßige Defragmentierung. Die führt Windows auf fest verbauten Platten von sich aus regelmäßig durch, wenn man den Rechner gelegentlich einige Zeit im Leerlauf eingeschaltet lässt. Auf externen Festplatten sollte man sie von Zeit zu Zeit von Hand anstoßen. Auf Speicherkarten, die man in Digitalkameras verwendet, sollte man es vermeiden, einzelne Bilder zu löschen. Stattdessen liest man sie nach einer Fotosession oder nach dem Urlaub aus, bringt die Bilder in Sicherheit und formatiert die Karte anschließend in der Kamera neu.

NTFS

Für Festplatten verwendet Windows standardmäßig Microsofts „New Technology File System“. Auch NTFS verwaltet die Daten in Clustern, die hier standardmäßig 4096, bei sehr großen Platten auch bis zu 65.536 Bytes groß sind. In der aktuellen Implementierung darf eine Partition bis zu 256 TByte, eine einzelne Datei maximal 16 TByte umfassen.

Die zentrale Verwaltungsstruktur von NTFS-Dateisystemen heißt Master File Table (MFT). Sie besitzt für jede Datei und jeden Ordner einen Eintrag, der alle Informationen zu diesem Objekt enthält: ihren Namen, Standard- und erweiterte Attribute, Rechte, Erstell-, Zugriffs- und Änderungsdatum und einiges mehr. Bei sehr kleinen Dateien nimmt ihr MFT-Eintrag auch direkt die Daten auf, ansonsten enthält er eine Liste mit den Nummern der Cluster, in denen die Daten zu finden sind.

Beim Formatieren eines Laufwerks mit NTFS wird eine leere MFT auf die Platte geschrieben und ihr Start-Cluster in einem Feld im Boot-Sektor vermerkt. Außerdem wird von vornherein ein Bereich reserviert, der für normale Daten tabu ist und in den die MFT wachsen kann. Sollte der später nicht ausreichen, kann sich das Dateisystem weiteren Platz

dafür besorgen; dadurch kann es zu einer fragmentierten MFT kommen.

Außer der MFT unterhält ein NTFS-Dateisystem noch weitere Datenstrukturen, die es in vor normalen Anwendungen verborgenen Dateien speichert. Zu diesen Metadaten gehört unter anderem die Datei \$Bitmap, die weiß, welche Cluster des Datenträgers frei und welche in Benutzung sind.

Beim Löschen einer Datei werden lediglich die von ihr belegten Cluster wieder als frei markiert und ihr MFT-Eintrag als unbenutzt gekennzeichnet. Alle Informationen zu der Datei, darunter auch die Liste ihrer Cluster, bleiben zunächst unangetastet. Datenrettungsprogramme haben also bei versehentlich gelöschten Dateien ziemlich gute Karten, sie zu restaurieren, auch wenn sie fragmentiert waren. Ohnehin neigen NTFS-Laufwerke dazu, Dateien weniger stark zu fragmentieren als FAT-Datenträger.

Um Daten vor versehentlichem Löschen zu schützen, sind sie also auf einer NTFS-Partition besser aufgehoben als auf einem FAT-Laufwerk. Allerdings ist die zerstörerische Kraft einer irrtümlichen Formatierung bei NTFS größer als bei FAT – hier ist also etwas mehr Vorsicht geboten.

Auch die Auswahl des Speichermediums hat Auswirkungen darauf, wie gut sich verloren gegangene Daten wiederherstellen lassen: Die unwiederbringlichen Fotos von der Einschulung des Sprösslings oder Ihre Hochzeitsvideos speichern Sie besser auf einer Magnetplatte als auf einer SSD – siehe nebenstehenden Kasten. Dass Sie sie zusätzlich in einem gut geschützten Backup speichern, sollte aber trotzdem selbstverständlich sein.

Schreibverbot

Alle Überlegungen zur Wiederherstellbarkeit von versehentlich zerstörten Dateien stehen ohnehin auf wackligen Beinen: Zwar bleiben die eigentlichen Daten und auch die meisten der sie beschreibenden Informationen beim Partitionieren, Formatieren oder Löschen vorläufig erhalten. Aber die Betonung liegt eben auf „vorläufig“: Sie sind als ungültig markiert, und früher oder später wird das Betriebssystem den frei gewordenen Platz wieder für andere Zwecke verwenden.

Deshalb lautet das oberste Gebot für den Fall, dass Sie einen Datenverlust entdecken: Auf den betroffenen Datenträger sollte auf keinen Fall mehr geschrieben werden. Handelt es sich um die System-

platte, ist ein beherzter Griff zum Netzschalter das Beste, was Sie für Ihre verlorenen Daten tun können. Die Gefahr, dass dabei weitere Schäden entstehen, ist geringer als die, dass das Betriebssystem beim geordneten Herunterfahren doch noch wertvolle Daten überschreibt. Dass man in so einer Situation noch im Internet nach Tipps zur Wiederherstellung sucht, womöglich erst dann ein passendes Werkzeug herunterlädt und installiert, ist auf jeden Fall kontraproduktiv.

Ein auf der betroffenen Partition installiertes Betriebssystem sollte auf keinen Fall mehr laufen. Um dennoch an die Daten heranzukommen, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an: Fein raus ist, wer auf dem Rechner noch ein anderes Betriebssystem installiert hat. Auch das c't-Notfall-Windows [1] und unser Antiviren-Live-Linux Desinfec't [2] enthalten Werkzeuge zur Datenrettung. Alternativ kann man die betroffene Platte auch ausbauen und in einen anderen Rechner stecken oder mithilfe eines USB-Adapters dort anschließen.

Ist der Grund für den Datenverlust kein Versehen und keine Amok laufende Software, sondern marode Hardware, sollten Sie noch größere Vorsicht walten lassen: Hier kann sogar jeder Leseversuch weitere Schäden verursachen. Daher sind

die noch lesbaren Daten so schnell wie möglich in Sicherheit zu bringen. Dazu sollte man sie in ein Image kopieren, das man dann anschließend in Ruhe analysieren kann. Zu beachten ist dabei, dass die Kopie auch alle als frei markierten Sektoren umfassen sollte – Werkzeuge wie c't-WIMage eignen sich in diesem Fall nicht. Passende Imager sind zum Beispiel in einigen der Datenrettungswerkzeuge aus unserem Vergleichstest (siehe S. 118), im c't-Notfall-Windows und in Desinfec't enthalten.

Aber sicher

Über eines können die hier vorgestellten Maßnahmen nicht hinwegtäuschen: Sie alle sind nicht viel mehr als ein Notnagel. Wem seine Daten wirklich wertvoll sind, der schützt sie, indem er regelmäßig Backups anlegt. Daten, die gar nicht erst verloren gehen, sind immer besser als mühsam aus Überresten wiederhergestellte Informationen. (hos@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Beipackzettel, Tipps und Tricks zum c't-Notfall-Windows 2018, c't 21/2017, S. 82
- [2] Mirko Dölle, Helferkomplex, Fotos und Dateien mit Desinfec't retten, c't 15/2018, S. 124

Tools zum Download: ct.de/ytzk

SSDs: schnell, aber unnachsichtig

Dass abhandengekommene Daten mit etwas Glück doch noch wiederherstellbar sind, gilt für Magnetfestplatten, Flash-Speicherkarten und die meisten USB-Sticks, aber nicht für SSDs. Das liegt an ihrer Funktionsweise: Sie bestehen aus Flash-Speicher, der seinen Inhalt auch ohne Strom behält. Solche Speicherbausteine lassen sich allerdings nicht direkt überschreiben; um neue Daten aufzunehmen, müssen sie zunächst gelöscht werden. Das kostet Zeit, außerdem lassen sich keine einzelnen Speicherstellen löschen, sondern immer nur komplette sogenannte Pages von meist 128 KByte Größe.

Damit eine SSD bei einem Schreibvorgang nicht erst Speicher löschen muss, enthält sie mehr physikalischen Speicher, als ihre nutzbare Größe vermuten lässt. Die zusätzliche Kapazität nutzt

sie dazu, immer ein paar vorgelöschte Pages auf Vorrat zu haben. Dazu muss sie allerdings wissen, welche Speicherzellen gerade mit Nutzdaten belegt sind und welche sie gefahrlos löschen kann. Von Dateisystemen verstehen SSDs aber nichts. Sie verlassen sich vielmehr darauf, dass moderne Betriebssysteme wie Windows sie mithilfe des sogenannten Trim-Befehls darüber informieren, wenn sie zuvor belegte Sektoren nicht mehr verwenden, etwa weil eine Datei gelöscht wurde.

Sobald der Controller nichts anderes zu tun hat, löscht er die freigewordenen Sektoren und sortiert sie in die Vorratsliste ein. Das lässt auf typischen Desktop-Systemen meist nur Sekunden auf sich warten, und so ist nach dem Löschen einer Datei schon nach kürzester Zeit nichts Restaurierbares mehr von ihr übrig.



Jäger der verlorenen Daten

Datenrettungssoftware im Test

Keine Frage: Die beste Versicherung gegen Datenverlust sind regelmäßige Backups. Wo die fehlen, können nach einem Hardwaredefekt oder dem versehentlichen Löschen von Dateien Software-Tools zur Dateiwiederherstellung die letzte Rettung sein. Die gibt es von kostenlos bis ganz schön teuer in großer Auswahl – es lohnt sich also zu untersuchen, ob sie die Versprechen ihrer Hersteller halten.

Von Hajo Schulz

Versehentlich gelöschte Dateien und irrtümlich formatierte Festplatten scheinen ein weit verbreitetes Problem zu sein: Im Softwareverzeichnis auf heise online finden sich stattliche 269 Einträge von Windows-Programmen, die im Fall der Fälle helfen sollen. Ein Test aller verfügbaren Programme verbietet sich also von selbst.

Deshalb haben wir sechs unserer Meinung nach besonders interessante Vertreter herausgesucht und im c't-Labor auf Herz und Nieren geprüft. Gespannt waren wir vor allem auf das Open-Source-Programm TestDisk und das kürzlich von CCleaner übernommene Recuva, von dem es eine beinahe vollwertige kosten-

lose Ausgabe gibt: Wie würden sie sich gegen Werkzeuge mit professionellen Ansprüchen – und Preisen – schlagen? In dieser Kategorie treten EasyRecovery von Kroll Ontrack und DiskRecovery von O&O als alte Hasen sowie Disk Drill von 508 Software und der Data Recovery Wizard von EaseUs als relative Newcomer an.

Testparcours

Für die Tests haben wir virtuelle Datenträger in Form von VHD-Dateien verwendet. Damit haben wir die Verhältnisse auf echten Festplatten möglichst realitätsnah nachgebildet und konnten die Images trotzdem schnell und einfach kopieren, um jeden Kandidaten mit einem identi-

schen Zustand der Daten zu konfrontieren. Auf einen Test, was die Programme auf SSDs noch retten können, haben wir verzichtet: Das Ergebnis wäre vorhersehbar katastrophal gewesen – siehe Seite 114.

Auf unserer virtuellen Festplatte haben wir je eine NTFS- und eine FAT32-Partition erstellt. Dabei kam sowohl die traditionelle Partitionierung per MBR als auch die Aufteilung per GPT zum Einsatz – alle Programme konnten mit beiden Schemata gleich gut (oder schlecht) umgehen.

Die Partitionen haben wir mit je 50 Dateien unterschiedlichster Typen in fünf Ordnern befüllt, darunter MS-Office- und OpenOffice-/LibreOffice-Dokumente, Bilder in verschiedenen Bitmap-Formaten und als SVG-Vektorgrafik, Musik- und Videodateien in diversen Dateiformaten und schließlich einige Archiv- und eBook-Dateien. Die Dateigrößen variierten von 17 KByte bis 355 MByte.

Die so präparierten Datenträger haben wir anschließend auf unterschiedliche Arten malträtiert. Dabei haben wir darauf geachtet, die eigentlichen Daten nicht zu überschreiben – Daten, die nicht mehr vorhanden sind, kann das beste Werkzeug nicht wiederherstellen. Jeder Kandidat bekam für den Test frische Kopien der Test-Datenträger vorgesetzt.

Als Erstes haben wir die Partitionierung auf der virtuellen Platte mit dem `diskpart`-Befehl `clean` komplett entfernt. Um sich in der Tabelle auf Seite 122 ein Häkchen in der Zeile „Genullte Partitionstabelle“ zu verdienen, mussten die Kandidaten den kompletten Datenbestand inklusive Verzeichnisstruktur und Dateinamen restaurieren. O&O DiskRecovery gelang das nur auf NTFS-Partitionen. TestDisk beschreitet hier einen Sonderweg: Anders als alle anderen Programme, die die gefundenen Daten kopieren wollen, berechnet das Open-Source-Tool die Partitionsstruktur neu und schreibt sie einfach auf die beschädigte Platte. Im Test gelang das perfekt, auf einer hardwaremäßig angeschlagenen Festplatte sollte man das besser nicht versuchen und stattdessen erst ein Image ziehen.

Wie die nächsten beiden Tests zeigen, ist nach einer versehentlichen Formatierung eines Laufwerks kaum noch an eine Komplettwiederherstellung der Dateien zu denken. Auf einer NTFS-Partition hat das keiner der Kandidaten geschafft – die Formatierung schreibt eine neue, leere MFT auf die Platte und löscht damit die

Informationen über die zuvor enthaltenen Dateien. Auf überformatierten FAT32-Laufwerken gelang die Komplett-Restaurierung der zuvor enthaltenen Dateien nur dem Data Recovery Wizard von EaseUs und Kroll Ontrack EasyRecovery. Dieselben Tools brachten auch das Kunststück fertig, von einem mit FAT32 formatierten, vormaligen NTFS-Laufwerk und von einer ursprünglichen FAT32-Platte, die als NTFS neu formatiert wurde, sämtliche Dateien originalgetreu wiederherzustellen.

Die Aufgabe, per Explorer gelöschte Dateien und Ordner originalgetreu wiederherzustellen, gelang allen Probanden problemlos. Lediglich TestDisk leistete sich hier auf einer NTFS-Partition einen kleinen Lapsus: Es ersetzte aus unerfindlichen Gründen Kommas in Dateinamen durch Unterstriche.

In die Tiefe

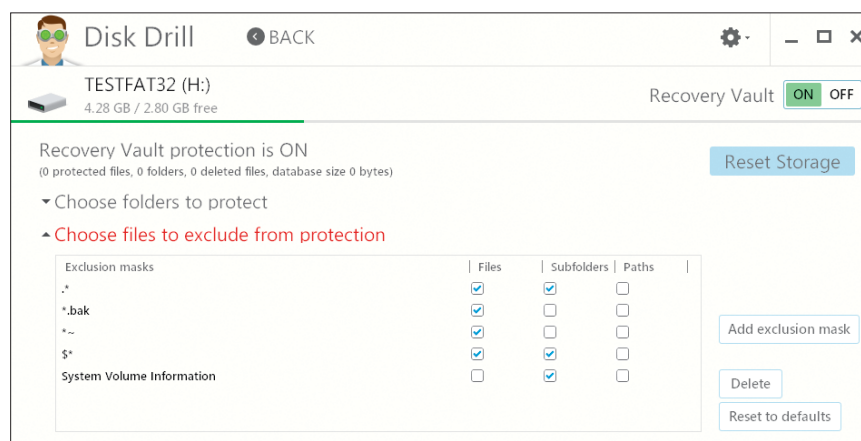
Wenn die Strukturen des Dateisystems so weit zerstört sind, dass sich daraus keine Informationen über die Dateien mehr ableiten lassen, die einst auf dem Datenträger vorhanden waren, bleibt nur noch ein Rohdatenscan: Bei diesem auch Tiefensuche genannten Verfahren liest die Datenrettungssoftware die Platte Sektor für Sektor und versucht dabei, anhand typischer Bytefolgen den Anfang von Dateien zu finden, die zu einem ihr bekannten Dateityp gehören. Mit etwas Glück gehören der Sektor mit der Fundstelle und die folgenden Sektoren nicht zu regulären, existierenden Dateien, wurden also noch nicht überschrieben und lassen sich wieder zu der ursprünglichen Datei zusammensetzen. Funktionieren kann das aller-

dings nur, wenn diese unfragmentiert gespeichert war: Wo die Fortsetzung einer Datei zu finden sein mag, die unvermittelt endet, lässt sich bei diesem Verfahren nicht mehr herausfinden.

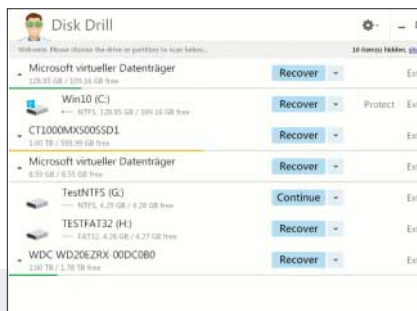
Der Erfolg dieser zeitraubenden Suche hängt vor allem davon ab, wie viele Dateitypen die Software kennt und wie intelligent sie bei der Suche vorgeht. Im Testfeld hat sich das Programm PhotoRec als mit Abstand bester Rohdatenscanner hervorgetan. Seinem Namen zum Trotz findet es nicht nur Fotos, sondern Dateien aus allen Rubriken vergleichsweise zuverlässig. Gemeinsam mit den Kandidaten von Kroll Ontrack und O&O gehört PhotoRec zu den Programmen, bei denen der Benutzer Signaturen für eigene Dateitypen definieren kann. Besonders flexibel sind die aber nie: Im besten Fall kann man Wildcards benutzen. Erweiterte Funktionen, etwa die Möglichkeit, ein Datenfeld zu definieren, in dem die Dateilänge steht, sucht man vergeblich.

Ausstattung

Wenn sich Dateien auf einer Festplatte deshalb nicht mehr lesen lassen, weil sie mechanisch beschädigt ist, sollte man die noch intakten Daten so schnell wie möglich in Sicherheit bringen und die marode Hardware nicht noch mit aufwendigen Scans weiteren Belastungen aussetzen. Einen Pluspunkt konnten sich die getesteten Programme deshalb verdienen, wenn sie eine Möglichkeit bieten, Images von Datenträgern anzulegen und diese später wie eine Festplatte zu bearbeiten. Nur die Programme von EaseUs und O&O haben diese Chance vertan.



Der in Disk Drill eingebaute „Recovery Vault“ soll die Chancen auf eine erfolgreiche Wiederherstellung von Dateien erhöhen.

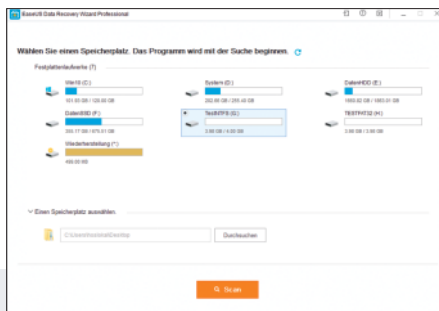


Disk Drill

Disk Drill von 508 Software begrüßt den Anwender mit einer Liste aller physischen Datenträger, die es erkennt. Um an Laufwerke beziehungsweise Volumes heranzukommen, muss man den richtigen Datenträger aufklappen. Hinter jedem Datenträger und Volume prangt ein auffälliger Button mit der Aufschrift „Recover“. Klickt man ihn an, führt Disk Drill alle Wiederherstellungsmethoden aus, die es für sinnvoll hält. Je nach Schaden findet es dabei verschwundene Dateien häufig mehrfach. Dabei wird im Anschluss nicht klar, welche Funde aus der Schnell- und welche aus der Rohdatensuche stammen – bei ersteren ist die Chance einer Komplettwiederherstellung meist größer. Mit einem Klick auf den Pfeil neben einem „Recover“-Knopf kann man seine bevorzugte Scanmethode selbst auswählen.

Disk Drill bringt einen „Recovery Vault“ genannten Dienst mit, der die Wahrscheinlichkeit erhöhen soll, dass sich versehentlich gelöschte Dateien wiederherstellen lassen. Aktivieren lässt er sich für jedes Laufwerk und für einzelne Ordner. Über die Funktionsweise schweigt sich der Hersteller aus. Unsere Tests deuten darauf hin, dass er sich lediglich merkt, welche Sektoren die überwachten Dateien und Ordner auf dem Datenträger belegen. Damit bietet er auch nur so lange zusätzliche Sicherheit, wie die nicht physisch überschrieben sind, macht die Wiederherstellung aber immerhin unabhängig von der Tiefensuche und von intakten Dateisystemstrukturen.

- 👆 Imager dabei
- 👆 erweiterter Dateischutz
- 👇 mangelhafte Dokumentation



Data Recovery Wizard

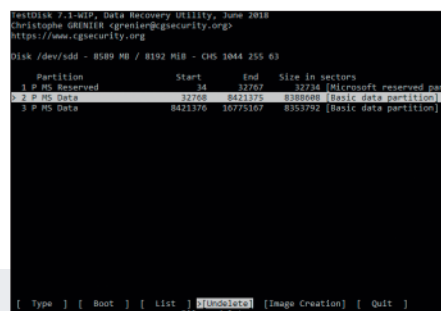
Der Data Recovery Wizard von EaseUS ist ein einfach zu bedienender Assistent, der durch die Wiederherstellung führt. Im ersten Schritt wählt man das zu durchsuchende Laufwerk und hat dabei auch unpartitionierte Datenträger zur Auswahl. Einstellen lässt sich dabei nichts: Das Programm versucht immer erst, Dateien in den Resten von Partitions- und Verzeichnisstrukturen zu finden, und führt anschließend noch eine Tiefensuche auf dem ausgewählten Datenträger aus. Dadurch erscheinen Dateien häufig mehrfach in den Ergebnissen – die aus der Struktursuche sind in der Regel brauchbarer.

Will man auf einer anderen Platte nach verlorenen Daten suchen, muss man den Wizard erneut starten und bekommt dabei gelegentlich die lapidare Fehlermeldung: „Data Recovery Wizard ist schon gelaufen!“ Nach ein paar Minuten Wartezeit, spätestens nach einem Windows-Neustart ist das Programm dann aber doch wieder zur Mitarbeit bereit.

Die Dateien, die das Programm bei einem Tiefenscan findet, sortiert es mehr oder weniger willkürlich in Ordner ein: MP3-Dateien landen in Künstler-Ordern, Office- und PDF-Dateien sortiert der Wizard nach Autoren. Alle anderen Dateien ordnet er nach Dateityp und liegt dabei häufig, aber nicht immer richtig.

Auf einer formatierten FAT32-Partition findet das Programm offenbar bei der Tiefensuche die ehemaligen Verzeichnisse und stellt deren Inhalte perfekt wieder her.

- 👆 sehr einfache Bedienung
- 👆 gutes Unformat
- 👇 viele Dubletten beim Tiefenscan



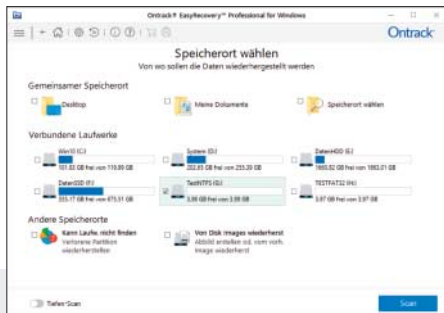
TestDisk/PhotoRec

Das Paket besteht aus zwei getrennten Anwendungen: TestDisk versteht sich auf das Wiederherstellen zerstörter oder gelöschter Datenstrukturen, PhotoRec auf den Rohdatenscan. Beiden Open-Source-Programmen ist gemeinsam, dass sie mit einer albertümlich anmutenden, gewöhnungsbedürftigen Text-Oberfläche daherkommen. PhotoRec gibt es für Windows zusätzlich als qphotorec_win.exe mit einer grafischen Bedienoberfläche, die aber auch einen eher spröden Charme verbreitet.

TestDisk ist das einzige Programm im Test, mit dem man eine zerstörte Partitionstabelle direkt auf dem beschädigten Datenträger wiederherstellen kann, ohne ihn vorher zu kopieren. Alternativ kann das Tool Images von Datenträgern anfertigen, um sie später zu analysieren. Sowohl TestDisk als auch PhotoRec nehmen dazu den Namen eines solchen Images auf der Kommandozeile entgegen.

Die Liste der beim Rohdatenscan unterstützten Dateitypen von PhotoRec ist die längste im Testfeld und lässt sich sogar noch um eigene Signaturen erweitern. Die mitgelieferten Signaturen scheinen mit großer Sorgfalt gepflegt zu werden, denn auch das Scanergebnis ist das beste im Test. Die gefundenen Dateien kopiert das Programm alle in ein Verzeichnis. PhotoRec verzichtet darauf, dem Benutzer nach einem Scan die Namen der gefundenen Dateien zur Auswahl vorzulegen, sondern kopiert einfach alles, was es findet. Vor dem Scan kann man aber anhand der Dateitypen festlegen, wonach das Programm suchen soll.

- 👆 Open Source
- 👆 bester Rohdatenscan im Test
- 👇 nur Text-Oberfläche



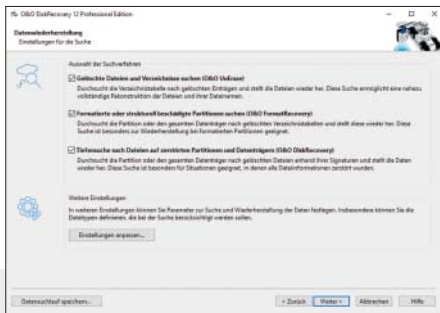
EasyRecovery

Bei dem Programm von Kroll Ontrack führt ein Assistent den Nutzer durch den Wiederherstellungsprozess. Nervig: Bei jedem Klick auf „Weiter“ positioniert sich das Fenster neu in der Mitte des Desktops – bei Dual-Monitor-Betrieb gnadenlos so, dass jedes Display eine Hälfte des Programms anzeigt. EasyRecovery kann nicht nur Volumes durchsuchen, sondern auch Raw-Datenträger ohne Partitionsinformationen sowie Datenträgerabbilder, die man zuvor mit dem eingebauten Imager angelegt hat.

Nach einem Klick auf „Scan“ versucht sich das Programm zunächst daran, verloren gegangene Ordner-Informationen zu finden. Fehlen die gesuchten Dateien in der Liste der Fundstellen, kann der Anwender einen „Tiefen-Scan“ versuchen. Der dauert in der Grundeinstellung sehr lange, was aber daran liegt, dass EasyRecovery versucht, von jeder gefundenen Datei eine Vorschau zu erstellen. Das lässt sich in den Einstellungen abschalten, was auch das abschließende Kopieren der gefundenen Dateien beschleunigt.

Zu jedem unterstützten Dateityp enthält EasyRecovery eine Vorgabe, wie groß solche Dateien typischerweise sind. Entdeckt das Programm den Anfang einer Datei, aber innerhalb der angegebenen Länge kein Ende, so geht es von einem Fehltreffer aus und verwirft die Datei. Setzt man dieses Limit in den Einstellungen hoch, dauert der Scan womöglich länger, findet aber unter Umständen auch sehr große Dateien.

- 🏠 Imer dabei
- 🏠 gutes Unformat
- 🔴 Voreinstellungen sehr langsam



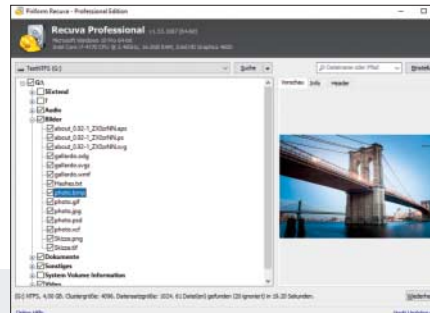
O&O DiskRecovery

Die Software aus Deutschland präsentiert sich als einfach zu bedienender Assistent, bei dem man die drei zur Verfügung stehenden Scanmodi einzeln ein- oder ausschalten kann. Im Angebot sind UnErase zum Wiederherstellen versehentlich gelöschter Dateien, FormatRecovery zum Rückgängigmachen einer versehentlichen Datenträgerformatierung sowie ein Rohdatenscan namens DiskRecovery.

FormatRecovery sucht offenbar auf dem gesamten Datenträger nach Verzeichnisstrukturen. Bei genullter Partitionstabelle taugen hier nur die Ergebnisse von NTFS-Laufwerken. Bei überformatierten Laufwerken hat FormatRecovery nicht funktioniert und auf NTFS-Laufwerken lediglich die internen Datenstrukturen des Dateisystems gefunden. Die wiederherzustellen ist aber nutzlos. Auf einem FAT32-Laufwerk wurden zwar zunächst alle Dateien als gefunden gemeldet, die Kopien erwiesen sich dann aber als unbrauchbar.

Bei der Installation lässt sich ein Instant-Setup auswählen, bei dem nur die Programmdateien kopiert, aber sonst keine Änderungen am Betriebssystem gemacht werden. Die Kopie kann auch auf einem USB-Stick landen, sodass man auch auf einem anderen Rechner nach verlorenen Dateien suchen kann, ohne dort erst DiskRecovery zu installieren. Bei dem Versuch, Dateien wiederherzustellen, beschwert sich das Programm dann aber über eine fehlende Lizenz.

- transparente Methodenauswahl
- FormatRecovery unbrauchbar
- wenige Rohdatenformate



Recuva

Recuva ist das einzige kommerzielle Programm im Test, von dem es auch eine kostenlose Version gibt, mit der man unbegrenzt viele Daten restaurieren darf. Verzichten muss man dabei allerdings auf die Möglichkeit, von einem beschädigten Datenträger zunächst ein Image in Form einer VHD-Datei zu erzeugen, um die verlorenen Daten von dort zu retten. Ein als virtuelles Laufwerk eingebundenes Image kann dann aber auch die Free Edition bearbeiten.

Die Free Edition installiert Google Chrome und stellt ihn als Standard-Browser ein, wenn man auf der ersten Seite des Installationsprogramms nicht aufpasst und das abschaltet. Die als gesonderter Download verfügbare portable Ausgabe von Recuva besitzt den Funktionsumfang der kostenlosen Version; zur Installation packt man den Inhalt der ZIP-Datei einfach in einen beliebigen Ordner aus.

Recuva lässt sich auf zwei verschiedene Arten bedienen: Normalerweise startet ein Assistent, der den Anwender in sechs Schritten durch das Aufspüren und Wiederherstellen seiner Dateien führt. Alternativ gibt es eine Expertenansicht, bei der man alle Einstellungen in einem Fenster vornehmen kann.

Recuva weiß nichts von physikalischen Platten, sondern nur von Volumes. Mit einem Datenträger, auf dem versehentlich die Partitionstabelle gelöscht wurde, kann das Programm deswegen nichts anfangen.

- 🏠 vollwertige Free Edition
- 🏠 flexible Bedienung
- 📶 keine Suche ohne Partitionen

Gerade für Freizeit-Admins ist es wünschenswert, wenn sie ihre Datenrettungssoftware auch auf den Rechnern von Familienmitgliedern und Freunden einsetzen können. Dazu muss die Software allerdings in der Lage sein, sich auf einen externen Datenträger wie einem USB-Stick zu installieren, den man dann an den Rechner mit den zu rettenden Daten anschließt. Von den Testkandidaten beherrschen TestDisk, Recuva und die O&O-Software dieses Kunststück, die letzten beiden allerdings mit Einschränkungen, die Sie in den Einzelbesprechungen nachlesen können.

Fazit

Selbst unter den mehr oder weniger idealen Bedingungen, unter denen wir die Kandidaten dieses Tests betrieben haben, ergeben sich große Unterschiede bei der Wiederherstellungsleistung. Beim Aufspüren verloren gegangener Partitions- und Ordnerstrukturen haben die Programme von EaseUs und Kroll Ontrack am besten abgeschnitten. Letzteres ist in der Professional-Ausgabe allerdings auch das teuerste Programm im Testfeld.

Beim Rohdatenscan hat das Open-Source-Werkzeug PhotoRec die überzeugendste Vorstellung abgeliefert. Das Pro-

gramm gibt es allerdings nur auf Englisch und seine Bedienung ist sehr gewöhnungsbedürftig. Unter den echten Windows-Programmen hat Disk Drill in der Disziplin Dateitypenunterstützung die Nase vorn, das zudem einen erweiterten Dateischutz mitbringt.

Kein Datenrettungsprogramm ersetzt regelmäßige Backups. Die Testkandidaten – wie auch alle anderen Datenretter – sind allenfalls Notnägeln für Anwender, die die dafür notwendige Disziplin nicht aufbringen können oder wollen. (hos@ct.de) **ct**

Recuva portable: ct.de/y21w

Datenrettungssoftware

Produkt	Disk Drill	Data Recovery Wizard	TestDisk / PhotoRec	EasyRecovery	DiskRecovery	Recuva
Hersteller	508 Software	EaseUS	Christophe Grenier	Kroll Ontrack	O&O	Piriform
URL	www.cleverfiles.com	www.easeus.de/datenrettung-software	www.cgsecurity.org/wiki/TestDisk	www.ontrack.com/de/	www.oo-software.com	www.ccleaner.com/recuva
getestete Version	2.0 Pro	12.0.0 Pro	7.0	12.0.0.2 Professional	12 Professional	1.53 Professional
Betriebssysteme	Windows ab XP, macOS	Windows ab XP, Server ab 2003	DOS, Windows ab NT 4, Server ab 2003, Linux, BSD, macOS	Windows ab XP, macOS	Windows ab Vista (32/64 Bit)	Windows ab XP (32/64 Bit), Server ab 2003
Dateisysteme	FAT32, NTFS, ext2/ext3/ext4, HFS+	FAT/FAT32/exFAT, NTFS, ext2/ext3, HFS+, ReFS	FAT/FAT32/exFAT, NTFS, ext2/ext3/ext4, HFS+ (nur PhotoRec)	FAT/FAT32/exFAT, NTFS	FAT/FAT32/exFAT, NTFS	FAT/FAT32/exFAT, NTFS
Undelete/Unformat						
genullte Partitionstabelle MBR / GPT	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / – ¹	– / –
formatiertes Laufwerk retten NTFS / FAT32	– / –	– / ✓	– / –	– / ✓	– / –	– / –
falsch formatiertes Laufwerk retten NTFS / FAT32	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	– / –
Undelete NTFS / FAT32	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Rohdatenscan						
Anzahl Dateitypen lt. Hersteller	über 350	über 200	520	300 und mehr	über 365	41
eigene Signaturen definierbar	–	–	✓	✓	✓	–
Dokumente	13/16	10/16	14/16	7/16	11/16	12/16
Bilder	9/13	10/13	11/13	6/13	5/13	5/13
Audio	4/5	3/5	5/5	4/5	3/5	4/5
Video	7/7	7/7	7/7	7/7	2/7	6/7
Sonstiges	4/9	4/9	5/9	2/9	2/9	2/9
gerettete Dateien	37/50	34/50	42/50	26/50	23/50	29/50
Ausstattung						
Deutsch verfügbar	–	✓	–	✓	✓	✓
Dateivorschau	✓	✓	–	✓	✓	✓
Imager dabei	✓	–	✓ (TestDisk)	✓	–	✓
läuft portabel	–	–	✓	–	– ¹	✓ ²
Bewertung						
Funktionsumfang	⊕	○	⊕	⊕	○	⊕⊕
Rohdatenscan	⊕	⊕	⊕⊕	○	⊖	○
Zuverlässigkeit	○	⊕	○	⊕	⊖	⊖
Bedienung	○	⊕	⊖	⊕	⊕	⊕
Preise	Basic: kostenlos (bis 500 MByte); Pro: 90 US-\$; Enterprise: 400 US-\$	Free: kostenlos (bis 500 MByte); Pro: 70 €; Technician: ab 280 €	kostenlos (GPL)	Free: kostenlos (bis 1 GByte); Home 90 €/Jahr; Professional: 170 €/Jahr; Technician: 500 €/Jahr	Professional Edition: 100 €; Admin Edition: 400 €; Tech Edition: 1000 €	Free: kostenlos; Professional: 20 €
¹ siehe Text ² nur Funktionsumfang der Free Edition						
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden						

Anzeige

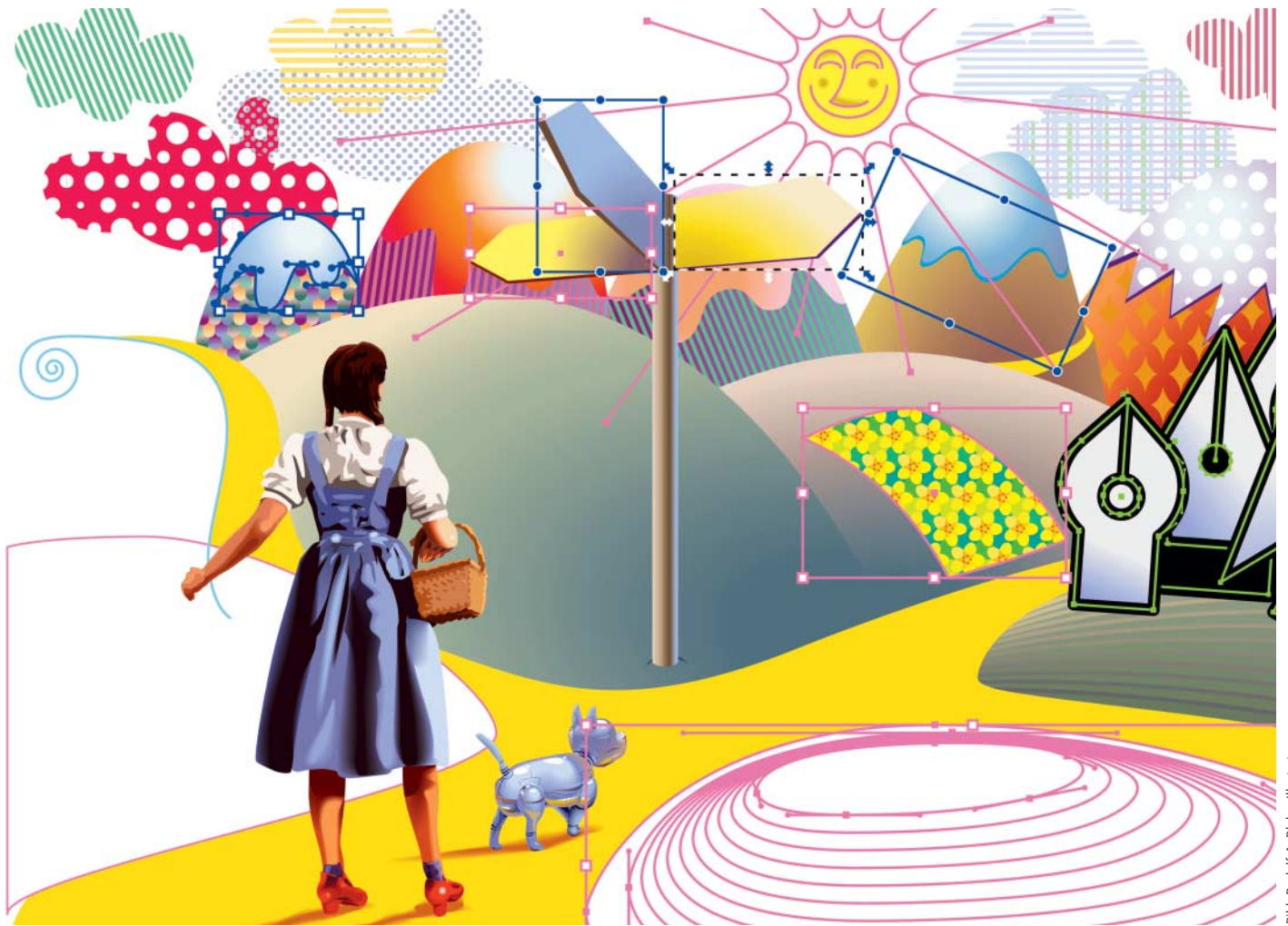


Bild: Rudolf A. Blahe, Illustrator

Abseits bekannter Pfade

Sieben Vektorzeichner für Windows und macOS

Vektorgrafik-Profis setzen seit jeher auf Adobe Illustrator oder auf CorelDraw. Serif hat mit Affinity Designer frischen Wind in die Branche gebracht. Neben dem lauten Newcomer gibt es weitere Alternativen, die durchaus etwas zu bieten haben.

Von Monika Gause

Grafikagenturen arbeiten mehrheitlich mit Adobe Illustrator CC, denn Kollegen und Druckdienstleister wünschen oft Illustrator-Dateien, die einen nahtlosen Workflow garantieren. Der Vektorzeichner von Adobe ist allerdings nur im Abonnement erhältlich und die wenigsten

Nutzer benötigen seine ganze Funktionsvielfalt. Etliche Alternativen sind nicht nur günstiger, sondern für verschiedene Zwecke auch passender.

Vektorgrafik deckt eine riesige Bandbreite von Anwendungsszenarien jenseits professioneller Agenturgrafik ab. Icons und Logos auf Vektorbasis passen sich besser an die vielen unterschiedlichen Bildschirmgrößen mobiler Endgeräte an als Pixel. In der DIY-Szene rund um Hobbyplotter erstellen Anwender Plotvorlagen mit Inkscape. Werbetechner setzen Pfade zum Schneiden von Folien in CorelDraw. Technische Redakteure gestalten interaktive SVG-Dateien, deren reduzierte Darstellung ideal für Infografiken ist. Auch für einfache Layouts eignet sich manches Vektorgrafikprogramm.

Im Unterschied zu Pixelbildern entstehen Vektorgrafiken durch das Kombi-

nieren und Überlagern von Formen aus Bézierkurven. Vektoren sind als Ausgangsmaterial äußerst flexibel, denn jedes einzelne Objekt kann man weiterhin mit anderen Eigenschaften versehen. Grafiken lassen sich beliebig vergrößern und in diverse Dateiformate exportieren – zur Not auch in Pixel.

Im Test haben wir uns Software in unterschiedlichen Preisklassen von kostenlos bis mehrere Hundert Euro teuer angesehen. Affinity Designer und Illustrator stehen für Windows und macOS zur Verfügung, Inkscape zusätzlich für Linux und GravitDesigner auch für ChromeOS und im Browser. CorelDraw und Xara Designer laufen nur unter Windows, Graphic nur unter macOS und iOS.

Getestet haben wir auf einem Surface Pro mit 8 GByte RAM, Windows 10 mit einem Wacom Bamboo sowie auf einem

Macbook Pro 13 Zoll mit 16 GByte RAM und mit einem Wacom Intuos 4 M.

Vektoren zeichnen und bearbeiten

Alle Anwender benötigen regelmäßig Zeichenfeder, Direkt- beziehungsweise Knotenauswahl und Werkzeuge, die die Knoten umwandeln. Die Zeichenfeder ist das Standardwerkzeug zum Setzen der Punkte. Sie muss vielseitig einsetzbar sein, am besten auch Griffe (Tangenten) und Pfadsegmente bearbeiten, Punkte hinzufügen oder löschen und Pfade biegen können. Man sollte das Werkzeug selten wechseln müssen und den Umgang damit einfach erlernen und behalten können.

Will man effizient arbeiten, muss man sich Modifikationstasten merken. Affinity Designer, CorelDraw und Inkscape machen sie über zusätzliche Optionsschaltflächen deutlich sichtbar. In CorelDraw sollte man die „Knotenverfolgung“ in den Optionen aktivieren, um sich Werkzeugwechsel zu ersparen. In allen Programmen außer Graphic lassen sich Pfadsegmente direkt anfassen und intuitiv verbiegen. Affinity Designer, Illustrator und Inkscape bieten einsteigerfreundliche „smarte Zeichenfedern“ (Spiro), die die Griffe automatisch anpassen, sodass man nur noch Punkte setzen muss.

Mit allen Programmen lässt sich auch frei Hand zeichnen. In CorelDraw kann man mit dem LiveSketch-Werkzeug skizzieren und das Programm vereinigt mehrere gezeichnete Linien intelligent zu einem glatten Pfad.

Fotos manuell nachzuzeichnen wäre unwirtschaftlich. Daher hat es sich durchgesetzt, Handgeschriebenes oder Cartoon-Motive via Autotrace zu vektorisieren. Diese Funktion kann auch Fotos verfremden, zum Beispiel posterisieren. Detailgrad und glatte Kurven müssen beim Autotrace in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Wichtig ist außerdem eine einfache und verständliche Bedienung. Die leistungsfähigsten Module für diesen Zweck bringen CorelDraw und Illustrator mit.

Bei geometrischen Grundformen versagt Autotrace komplett – dafür verwendet man besser Form-Werkzeuge. Die Formen sollten sich nachträglich bearbeiten lassen, was alle Programme bis auf Graphic ermöglichen. Die größte Vielfalt an integrierten Grundformen bietet Affinity Designer. Bei Xara Designer kann man auf eine umfangreiche Onlinegalerie mit anpassbaren Formen und Designelementen zugreifen.

Illustrator und CorelDraw können mit dem Shaper- beziehungsweise dem Formerkennung-Werkzeug Zeichengesten in geometrische Formen umwandeln. Diese Werkzeuge zeigen erste Ansätze von künstlicher Intelligenz in der Vektorgrafik und sind für Skizzen gedacht – mit dem Surface im Touchmodus auf dem Schoß. Druckreife Grafiken entstehen damit allerdings nicht.

Mit Formen konstruieren

Alle Programme bieten mindestens die vier booleschen Operationen Addition, Subtraktion, Schnittmenge und Ausschluss sowie verwandte Operationen. In CorelDraw, Illustrator und Inkscape kann man außerdem intuitiv mit intelligenten Füllwerkzeugen Überschneidungsbereiche füllen. Illustrators „interaktives Malen“ erzeugt dabei Ergebnisse, die sich an eine Änderung der Ausgangspfade anpassen, Inksapes Modul arbeitet leider ungenau.

Statt Pfade zu verändern, kann man in allen Programmen auch mithilfe von Masken Teile von Grafiken oder Bildern ausblenden. Vektorbasierte Schnittmasken bestehen aus einem Pfad oder mehreren verknüpften Pfaden. Mit Alphamasken lassen sich Objekte weich ausblenden. Beim Export werden diese in der Regel in Pixel gewandelt. Wer weiche Kanten einstellt, muss also auf die richtige Auflösung achten.

Werkzeuge zum Drehen, Verschieben, Skalieren, Spiegeln und Neigen oder Auswahlrahmen transformieren die Gra-

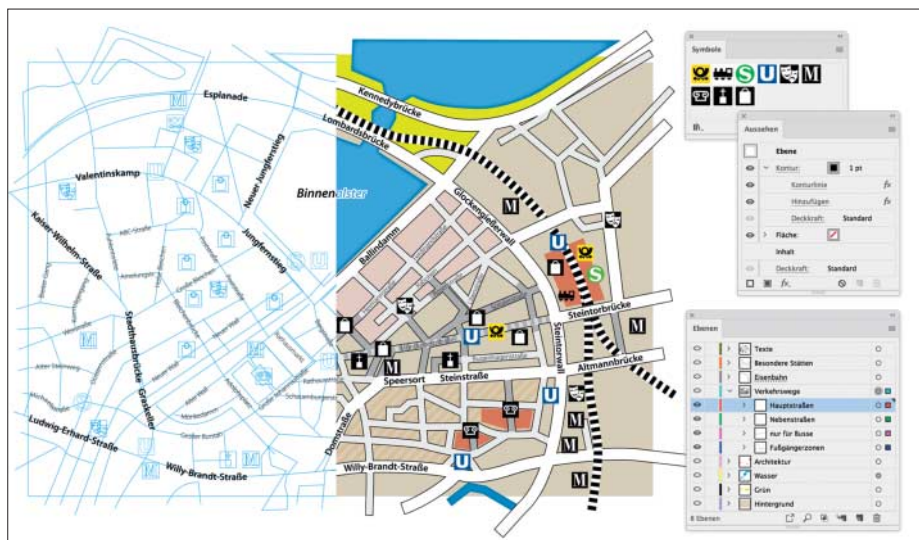
fik. Bis auf Graphic kann man überall Konturstärken wahlweise mitskalieren. Inkscape bietet verglichen mit den anderen Kandidaten besonders vielseitige Funktionen zum Ausrichten und Anordnen.

Objekte und Eigenschaften verwalten

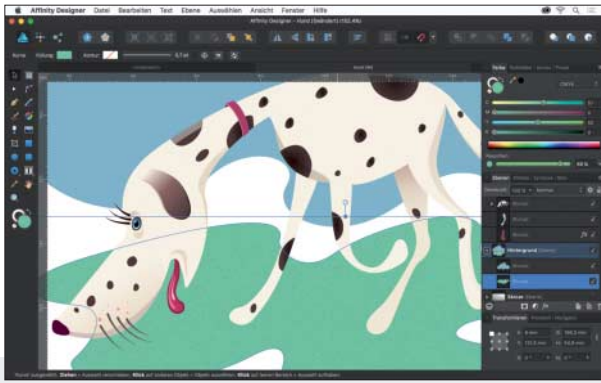
Ebenenpalette und Objektmanager beziehungsweise Seiten- und Ebenengalerie zeigen eine Übersicht aller Elemente. Hier lassen sich Objekte auswählen, sperren oder umsortieren.

Pfade selbst sind zunächst unsichtbar, erst Füllungen und Konturen geben ihnen Gestalt. Alle Programme füllen Objekte flach oder mit Verläufen und verwenden dabei auch Prozess- oder Sonderfarben. Nur Inkscape und GravitDesigner unterstützen diese nicht. Konturen können gestrichelt sowie mit Pfeilspitzen und unterschiedlichen Abschlüssen gestaltet werden. GravitDesigner, Illustrator und Inkscape versehen Konturen wahlweise auch mit Verläufen. Bis auf GravitDesigner unterstützen alle Programme das Zeichnen mit drucksensitiven Grafiktablets. Variable Konturstärke entsteht aber auch auf anderen Wegen.

In Illustrator kann man sich boolesche Operationen, Objektduplikate oder Masken in vielen Fällen sparen. In solchen Fällen führen Spezialfunktionen wie Effekte, mehrere Konturen pro Pfad und für transparente Bereiche Aussparungsgruppen schneller als Ziel. Klone in CorelDraw und Inkscape sind nicht so leistungsfähig.



Erst Füllungen und Konturen geben Vektorpfaden Gestalt. Illustratoren benötigen effiziente Werkzeuge, um aus nackten Pfaden aussagekräftige und farbenfrohe Grafiken zu machen.



Affinity Designer

In seiner abofreien Illustrator-Alternative verwirklicht Serif eigene Bedienkonzepte: Mit Affinity Designer entstehen zum Beispiel im selben Dokument sowohl Vektor- als auch Pixelgrafiken.

Die Werkzeuge verteilen sich auf drei sogenannte Personas. Für Pixel stellt das Programm eigene Ebenen bereit, Vektorobjekte lassen sich bei Bedarf in Pixel umwandeln – manchmal geschieht das ungewollt, wenn man in der Pixel-Persona nicht auf die dezenten Warnungen achtet. Das Zeichenfederwerkzeug orientiert sich an Illustrator mit ergänzenden Schaltflächen für die Bearbeitung. Darüber hinaus gibt es ein Spiro- und ein Freihand-Werkzeug.

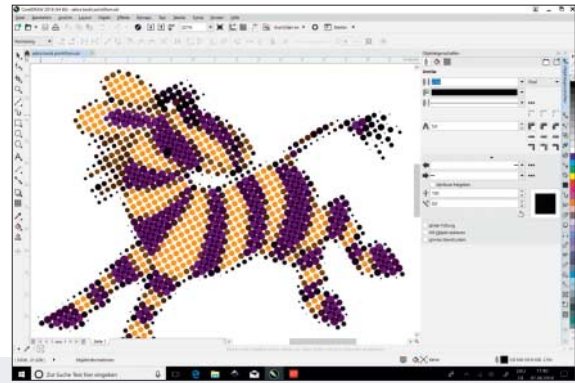
Das Pinsel-Werkzeug spricht bei der Arbeit mit einem Grafiktablett auf den Stiftdruck oder auf das Zeichentempo an. Die Live-Vorschau arbeitet auf dem Mac in Echtzeit, unter Windows 10 jedoch etwas schleppend. Eine Vielzahl an geometrischen Grundformen lässt sich genau an den eigenen Bedarf anpassen.

Autotrace gibt es hier nicht. Die Pfadglättungsfunktion erzeugt eher mehr als weniger Punkte. Wer mit FreeHand gearbeitet hat, vermisst Werkzeuge, die Übergänge zwischen Formen und Farben erzeugen, Pfade erweitern oder schrumpfen oder Vektormuster anlegen.

Die Funktion „Montagen“ wendet boolesche Operationen nichtdestruktiv an – die Ausgangsformen lassen sich weiterhin bearbeiten. Auch Schnitt- und Alphamasken formen Objekte und Ebenen nichtdestruktiv; dazu bietet Affinity Designer Blendmodi und Deckkrafteinstellungen sowie pixelbasierte Ebeneneffekte, deren Handhabung sich an Photoshop orientiert. Man kann RGB, CMYK- und Volltonfarben sowie vier Verlaufstypen und Rauschen zuweisen – Sonderfarben nur von Pantone.

Das Programm stellt viele Arten von Dokumentenrastern bereit, zum Beispiel für isometrische Zeichnungen. Objekte rasten an smarten Hilfslinien ein und lassen sich nachträglich ausrichten. Affinity Designer ermöglicht Layouts auf mehreren Seiten. Man kann Textrahmen unter Verwendung von Zeichen- und Absatzformaten mit üblichen Formatierungen versehen, aber nicht verketteten. Wiederholt verwendete Elemente speichert man als Symbole im Dokument, in ein SVG exportiert Affinity Designer aber nur normale Objekte. Die Option des sicheren CMYK-Workflow gibt es im Farbmanagement nicht, man muss daher mit CMYK-Farbprofilen achtsam umgehen.

- 👆 verzahnt Vektor- und Pixelbearbeitung
- 👇 einige Vektor-Standardfunktionen fehlen



Corel Draw

CorelDraw 2018 trägt intern die Versionsnummer 20 und bringt in der Graphics Suite die Bildbearbeitung Photo-Paint, die Schriftverwaltung Font Manager, den Vektorisierer Power Trace und andere Programme mit. CorelDraw selbst enthält neben Grafikwerkzeugen auch eigene Bildkorrekturfunktionen, Effektfiler und einen Fotomosaikgenerator.

Vektorpfade entstehen mit Zeichenfeder, B-Spline- oder Polylinien-Werkzeug. Zur Nachbearbeitung lassen sich Punkte, Tangenten oder der Pfad exakt positionieren, intuitiv in Form ziehen, vereinfachen, auf unterschiedliche Art verzerren und sogar symmetrisch bearbeiten. Die Zahl der Ecken und die Position der Dorne von geometrischen Formen sowie von Pfeilen oder Sprechblasen kann man anpassen. Intelligente, anhaftende Verbindungslinien zwischen Formen vereinfachen das Erstellen von Flowcharts. Die Objekteigenschaft Symmetrie spiegelt Vektorpfade an bis zu zwölf Achsen. Das Autotrace liefert für unterschiedliche Modi saubere Ergebnisse.

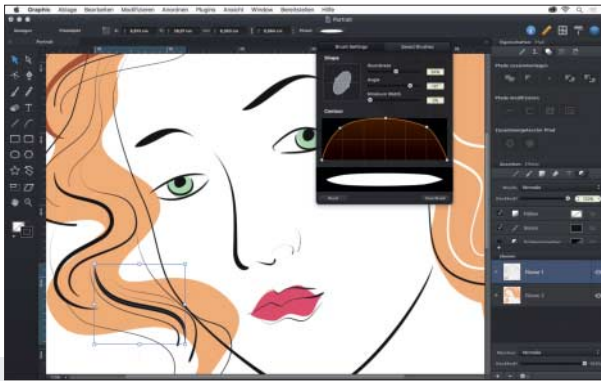
Smarte Hilfslinien oder die Ausrichten-Funktion bringen Ordnung ins Dokument. CorelDraw richtet Objekte auch entlang eines Pfads aus. Die booleschen Operationen und das intelligente Füllwerkzeug erzeugen saubere Konstruktionen – beide arbeiten leider destruktiv. Die PowerClip-Maske beschneidet nichtdestruktiv.

Das Farbmanagement stellt unterschiedliche Konvertierungsoptionen für Anzeige, Import und Ausgabe zur Verfügung. CorelDraw arbeitet mit RGB, CMYK und Volltonfarben – Bibliotheken für Pantone und HKS sind installiert. Vier Arten von Verlaufsfüllungen, Verlaufsgitter, die Überblenden-Funktion, Überblendmodi und Transparenz kann man für einfache Buttons bis zu fotorealistischen Illustrationen einsetzen.

CorelDraw legt Doppelseiten an, richtet Schrift am Grundlinienraster aus, kennt mehrspaltige Rahmen, Objektumfluss, Tabellen, Listen, Rechtschreibkorrektur, Grammatik, Thesaurus sowie QR- und Barcodes. Sollte man etwas im Objekt-Manager nicht finden, hilft die Funktion zum Suchen und Ersetzen.

Man kann in frei definierbarem Maßstab arbeiten und Objekte bemaßen. Für plakative Arbeiten gibt es vektorbasierte Halbtone, Blockschaten oder Extrusionen. Mit Symbolen und Klonen entstehen abhängige Kopien; Symbole bleiben in SVG-Exporten erhalten. Vor dem Export für unterschiedliche Medien führt CorelDraw auf Wunsch einen Pre-flight durch.

- 👆 für Grafik und Layout geeignet
- 👇 viele Werkzeuge arbeiten destruktiv



Graphic

Autodesk Graphic steht für macOS sowie mit eingeschränktem Funktionsumfang auch für iPad und iPhone zur Verfügung. Das Zeichenfederwerkzeug orientiert sich an Illustrator. Kurven bearbeitet man damit vergleichsweise unkomfortabel, Pfadsegmente kann man nicht direkt bewegen. Die Parameter für geometrische Formen müssen stehen, bevor man anfängt zu zeichnen, was viele Anläufe zur Folge hat. Der Pinsel arbeitet drucksensitiv mit einem Grafiktablett, es gibt aber nur kalligrafische Pinsel, keine Bild- und Streupinsel.



Objekte richtet man an frei konfigurierbaren Dokumentrastern, Hilfslinien, dem Pixelraster oder an smarten Hilfslinien aus. Beim Eingeben von Dezimalzahlen ist Vorsicht geboten: Als Trennzeichen erfordert das Programm manchmal Punkt statt Komma. Nachträglich lässt sich mit einem Ausrichten-Panel Ordnung schaffen. Graphic unterstützt die üblichen Transformationen sowie das Duplizieren bei gleichzeitiger Anwendung der letzten Transformation. Komplexe Grafiken konstruiert man mit zusammengesetzten Pfaden sowie booleschen Operationen; die Operation Division arbeitet leider ungenau. Schnittmasken werden mittels „Hineinfügen“ erstellt.

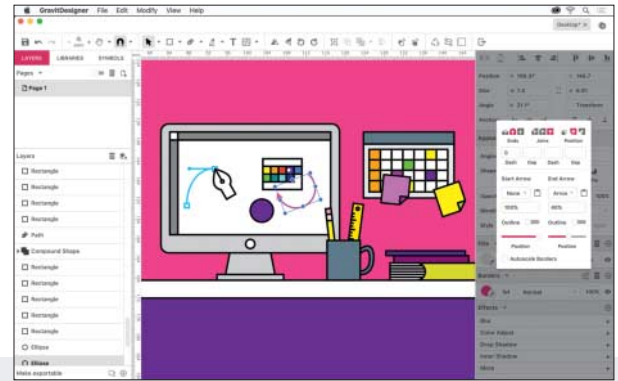
Objekte verwaltet man im Ebenen- und deren Eigenschaften in einem Aussehen-Panel. Einem Objekt kann man mehrere Konturen oder Füllungen sowie pixelbasierte Effekte zuweisen. Bei reduzierter Deckkraft und einem der vielen Überblendmodi können Objekte durch andere hindurchscheinen. Eigenschaften lassen sich programmweit als Stil speichern.

Für die Druckvorstufe ist Graphic nicht geeignet: Man kann einem Dokument zwar Farbprofile zuweisen und Farben in CMYK definieren, beim Export eines PDF kann es jedoch passieren, dass sogar CMYK-Farben noch einmal konvertiert werden und Schwarz nicht mehr sauber ist.

Zum Programm gehört eine dokumentierte Plug-in-Schnittstelle. Einige Beispiel-Plug-ins stehen auf der Website zum kostenlosen Download bereit – das Plug-in für den Animated-GIF-Export verursachte im Test leider einen Absturz. Das offene Dokument wurde anschließend aber wiederhergestellt. Graphic steht in deutscher Sprache zur Verfügung, das Handbuch ist jedoch nur auf Englisch erhältlich.

Graphic richtet sich an Web- und App-Entwickler. Sie können Eigenschaften als CSS oder ganze Objekte als Core-Graphic-Code kopieren. Graphic teilt die Seite als Slices auf oder exportiert einzelne Ebenen.

-  **interessant für Screendesigner**
-  **veralteter Workflow**



GravitDesigner

Corel hat vor kurzem GravitDesigner übernommen und zugesagt, das Programm weiterhin kostenlos anzubieten. Allerdings plant der Software-Hersteller zusätzlich eine erweiterte Kaufversion.



Die Oberfläche orientiert sich am vor zehn Jahren verstorbenen FreeHand, was sich bei der Arbeit mit Pfaden zeigt – Konnektorpunkte schaffen einen Übergang von Geraden in Kurven. Die sechs geometrischen Formen bleiben nach dem Erstellen editierbar und lassen sich mit Parametern anpassen.

Objekte lassen sich numerisch transformieren oder mit Unterstützung smarter Hilfslinien verschieben. Man kann das Programm auch so konfigurieren, dass Objekte an ganzen Pixeln einrasten, was fürs Screendesign wichtig ist. Das Ausrichten-Panel schafft nachträglich Ordnung. GravitDesigner erzeugt mit booleschen Operationen zusammengesetzte Formen, die es sogar verschachteln kann. Für weitere nichtdestruktive Konstruktionen gibt es Schnitt- und Alphamasken. Darüber hinaus hat GravitDesigner ein einfaches Autotracemodul und beherrscht Standardoperationen, die Konturen umwandeln, Pfade schrumpfen oder erweitern und Pfade vereinfachen.

Die angebotenen Rahmentexte und Pfadtexte formatiert man mit Basisauszeichnungen wie Schriftart, Größe und Ausrichtung. GravitDesigner kann einen Pfadtext mehrzeilig generieren. Es arbeitet im Farbmodus RGB – CMYK-Farben kann man zwar anlegen, beim PDF-Export werden sie jedoch konvertiert.

Das Programm besitzt einige interessante Funktionen wie kegelförmige Verläufe, Farbanpassungsfiler, verschiedene Schatten, Vignetten, Spiegelungen und die Hintergrundfüllung – eine Art Linse, mit der man beliebige Bereiche der Grafik filtern, zum Beispiel weichzeichnen kann, ohne sie zuvor in Pixel umwandeln zu müssen.

GravitDesigner ist aufgrund der sehr aufgeräumten Oberfläche eine gute Wahl für Einsteiger und Gelegenheitsnutzer – allerdings nur dann, wenn man auf CMYK verzichten kann und mit einer englischsprachigen Oberfläche und Dokumentation zurechtkommt. Auch für technisch einfache Aufgaben wie die Erstellung von Icons lässt sich das Programm gut einsetzen.

-  **kostenlos**
-  **geringer Funktionsumfang**



Illustrator

Adobe legt in Illustrator CC mittlerweile den Fokus darauf, den Einstieg zu erleichtern – gelegentlich zum Verdruss der Profis.

Neben der Zeichenfeder gibt es ein Spiro- sowie ein Freihand-Werkzeug. Pfade kann man intuitiv verformen, genau bearbeiten und vereinfachen. Nur einige der zehn geometrischen Grundformen lassen sich nachträglich bearbeiten. Der Pinsel arbeitet drucksensitiv und reagiert bei geeigneten Grafiktablets auf Geschwindigkeit und Neigung. Außerdem kann man variable Konturstärken definieren. Die Autotrace-Funktion erzeugt saubere und genaue Ergebnisse mit Schwächen bei sehr detaillierten Schwarzweiß-Vorlagen. Objekte richtet Illustrator an smarten Hilfslinien aus. Sie können auch an Pixeln einrasten oder man schafft über das Ausrichten-Panel Ordnung.

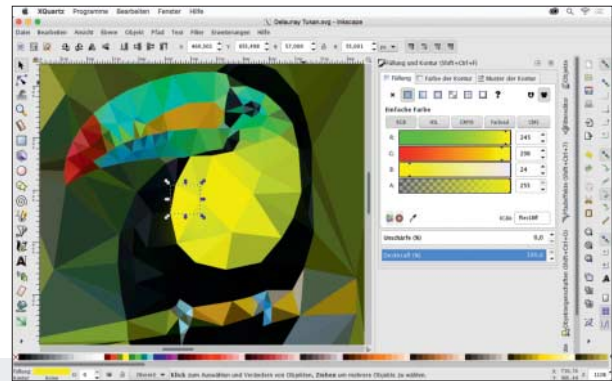
Die zehn „Pathfinder“ umfassen boolesche Operationen und zusätzliche effiziente Konstruktionsfunktionen. Mit zusammengesetzten Formen und dem intelligenten Füllwerkzeug konstruiert man so, dass die Ausgangsobjekte voll editierbar bleiben. Zum selben Zweck lassen sich auch Schnitt- und Alphamasken, Vektor- und Raster-Effekte sowie Ausparungsgruppen verwenden, die man Objekten, Gruppen und Ebenen zuweist und im Ebenen- und Aussehen-Panel verwaltet. Verzerrungswerkzeuge, Verzerrungshüllen und das Perspektivenraster passen Objekte intuitiv und genau an das gewünschte Ergebnis an.

Das Farbmanagement umfasst Darstellung, Import und Ausgabe. Ein Dokument liegt entweder in RGB oder CMYK vor. Volltonfarben kann man frei definieren, Bibliotheken für Pantone und weitere Systeme sind installiert. Es gibt zwei Verlaufstypen, Verlaufsgitter und eine Überblendfunktion. Muster kann man intuitiv aus eigenen Formen erstellen.

Layouts sind nicht Illustrators Stärke. Mehrere Seiten kann man anlegen, Rahmentexte, Punktttexte und Pfadtexte formatieren. OpenType-Optionen und eine Glyphenübersicht vereinfachen die Arbeit. Diagramme lassen sich mit eigenen Designs gestalten – die Funktion wurde wie einige andere jedoch lange nicht an den aktuellen Stand der Technik angepasst.

PDFs kann man für verschiedene Medien exportieren, beim Export in SVG bleiben Symbole erhalten. Funktionen, die Illustrator selbst nicht bietet, kann man mit vielen Skripten und Plug-ins nachrüsten.

- ➡ vielfältige nichtdestruktive Funktionen
- ➡ hoher Lernaufwand



Inkscape

Das quelloffene und kostenlose Inkscape erschien dieses Jahr in Version 0.92 – angesichts des stolzen Alters von 15 Jahren ein Understatement, denn der Funktionsumfang kann sich sehen lassen.

Die Zeichenfeder arbeitet im Bézier- sowie im Spiro- und im B-Spline-Modus. Darüber hinaus gibt es ein Freihand-Werkzeug und einen drucksensitiven Kalligrafiestift. Im Test ließ er sich nur auf dem Mac zur Kooperation mit den Grafiktablets überreden. Inkscape erzeugt editierbare geometrische Formen. Punkte und Objekte rasten mit detaillierten Optionen beim Erstellen oder Transformieren magnetisch ein. Smarte Hilfslinien stehen nicht zur Verfügung, nachträglich kann man Objekte aber aneinander sowie an Schriftgrundlinien ausrichten, im Raster anordnen oder ihre Positionen vertauschen.

Das Autotrace erzeugt glatte und sehr genaue Ergebnisse, allerdings nur in Schwarzweiß. Pfade kann man vereinfachen, schrumpfen und erweitern. Inkscape konstruiert mit Schnitt- und Alphamasken, booleschen Operationen und dem intelligenten Füllwerkzeug. Letzteres arbeitet leider nicht sonderlich exakt. Bei der Division erzeugt Inkscape zu viele Punkte.

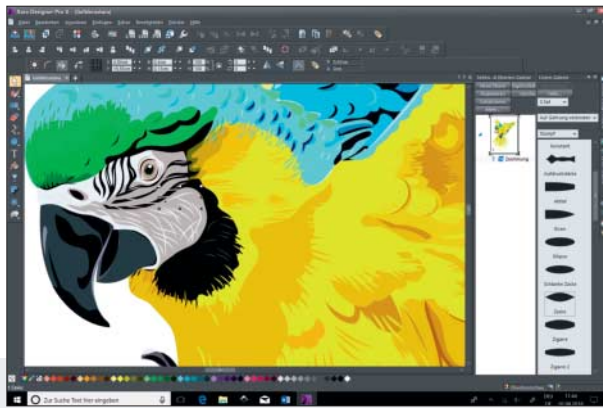
Farben definiert man in RGB oder CMYK; das Programm kann CMYK jedoch nicht exportieren. Es erzeugt lineare und kreisförmige Verläufe, Verlaufsgitter und eine Auswahl von Mustern. Die Deckkraft lässt sich ebenso einstellen wie die Reihenfolge, in der Füllung und Kontur gestapelt werden.

Darüber hinaus bietet Inkscape sehr viele rasterbasierte Filter wie Farbänderungen, Fülleffekte oder Strukturen sowie Vektor-Effekte wie Zahnräder oder die Wiederholung von Objekten entlang von Pfaden. Python- oder Perl-Skripte verwirklichen Sonderwünsche – etliche sind bereits vorinstalliert.

Da der SVG-Standard nur einzelne Seiten unterstützt, kann Inkscape keine weiteren anlegen. Für Rahmentexte, Punktttexte und Pfadtexte gibt es grundsätzliche Formatierungsmöglichkeiten sowie eine Glyphenübersicht und eine Rechtschreibprüfung.

- ➡ kostenlos und vielseitig
- ➡ nur eingeschränkt Print-tauglich

Anzeige



Xara Designer Pro X

Der Xara Designer Pro ist kein reines Vektorprogramm, sondern bietet auch Layout-Funktionen für Print und Web inklusive Inhaltsverzeichnis, Seitenzahlen, Umfließen von Bildern, Animationen, Seitenübergängen und Parallaxeffekten. Integriert sind außerdem Bildbearbeitungsfunktionen, Tabellen und Widgets für Spezialobjekte wie Zeitachsen, QR-Codes oder Diagrammobjekte.

Mit der Zeichenfeder setzt man hier zuerst Punkte und passt danach die Kurven an – das Bézierwerkzeug ist gut versteckt. Mit einem Grafiktablett kann man Pfade auch frei Hand erstellen und drucksensitiv zeichnen. Die Autotrace-Funktion erzeugte für keine Vorlagenart saubere Ergebnisse. Xara Designer bietet Werkzeuge für editierbare geometrische Formen. Objekte reagieren beim Verschieben magnetisch aufeinander und lassen sich nachträglich ausrichten. Die booleschen Operationen arbeiten genau und generieren keine überflüssigen Punkte. „Live-Kopien“ verhalten sich wie Symbole.

Xara Designer kann innerhalb eines Dokuments RGB- und CMYK-Farben verwenden. Auch Volltonfarben, Farbtöne und Schattierungen anderer Farben lassen sich als Farbfelder definieren. Pantone-Bibliotheken sind installiert. Darüber hinaus stehen sieben Verlaufstypen, Fraktalfüllungen und Bildkacheln zur Verfügung. Konturen können vorgegebene Strichelungen, Pfeilspitzen und Pinsel erhalten. Mit eigenen Vektorformen und Rasterbildern kann man Bild- und Streupinsel definieren, viele vorgefertigte Pinsel bringt Xara mit.

Objekte überlagern sich durchscheinend, wenn man ihnen Blendmodi, reduzierte Deckkraft, Randunschärfe bei Effektpinseln oder Schatten zuweist. In Xara Designer Pro kann man Überblendungen und Extrusionen sowie Hüllenverzerrungen anwenden.

Texte lassen sich mehrspaltig setzen und über mehrere Textrahmen verbinden. Im Programm lässt sich kein Farbmanagement einrichten. Daher ist das Programm für die Druckvorstufe mit Vorsicht zu genießen. Flash-SWF-Export ist nicht mehr zeitgemäß und auch die WYSIWYG-Web-Funktionen wirken in Zeiten von WIX und Wordpress ein wenig aus der Zeit gefallen.

- ➡ interessante Spezialfunktionen
- ➡ nur eingeschränkt Print-tauglich

Farben, Effekte und Text

Druckdienstleister erwarten meist PDFs im Farbmodell CMYK. RGB-Grafiken müssen dafür erst umgewandelt werden, wobei bunt Schwarz und schmutzige Farben entstehen können. CMYK-Unterstützung ist bei Zeichenprogrammen also ungleich wichtiger als in der Bildbearbeitung. Außerdem sollte ein Zeichenprogramm Sonderfarben wie HKS und Pantone unterstützen. Beim PDF-Export darf es diese Sonderfarben nicht ändern.

Mit Farbverläufen und Überblendungen lassen sich fotorealistische Effekte in Handarbeit erzielen. Leichter geht das mit Spezialeffekten: Jedes der getesteten Programme kann die Deckkraft reduzieren und Blendmodi sowie Schlagschatten und Weichzeichner anwenden. Affinity Designer stellt Farbanpassungen und Ebeneneffekte zur Verfügung, wie man sie aus Photoshop kennt. Illustrator, CorelDraw und Inkscape bringen jede Menge Vektoreffekte mit – CorelDraw kann zum Beispiel Halbtönenraster erzeugen, Illustrator 3D-Objekte bauen und Inkscape

Zeichenprogramme

Produkt	Affinity Designer 1.6	CorelDraw 2018
Hersteller	Affinity	Corel
Web	http://affinity.serif.com	www.coreldraw.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.9, iOS ab 11	Windows ab 7
Sprache: Oberfläche / Hilfe	Deutsch / Deutsch	Deutsch / Deutsch
Werkzeuge		
Import und Export: Vektor	EPS, SVG, PDF, AFDESIGN, AI (nur eingebettetes PDF)	EPS, SVG, PDF, CDR, AI (bis CS6), WMF/EMF, DXF/DWG, PLT, WPG, TTF, SWF (Export) u. a.
Import und Export: Pixel	GIF, JPEG, PNG, PSD, TIF, OpenEXR u. a.	GIF, JPEG, PNG, PSD, TIF u. a.
Import und Export: Text	–	DOC, RTF, WPD, TXT u. a.
Zeichenwerkzeuge: Bézier / Spiro / Polyline / weitere	✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / B-Spline
geometrische Formen	21	25
Ausrichtung: Raster / smarte Hilfslinien / weitere	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / Maßstab
boolesche Operatoren / zusammengesetzte Formen / intell. Füllung	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
Grafiktablett und Malen	Druck/Tempo, Vektor- und Rasterpinsel	Druck/Neigung/Drehung, Vektorpinsel
Kalligrafie- / Muster- / Bild- / Streupinsel / weitere	✓ / ✓ (rasterbasiert) / – / – / Texturpinsel (rasterbasiert)	✓ / ✓ (über Pinsel oder Sprühdose) / ✓ / ✓ / –
Nachbearbeiten und formatieren		
Transparenz: Blendmodi / Alphamasken / Verläufe / Aussparungsgruppen	✓ (30) / ✓ / ✓ / –	✓ (28) / ✓ / ✓ / –
Fotorealismus: Farbverläufe / Verlaufs-gitter / Übergänge	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓
nichtdestr. Effekte: Raster / Vektor	✓ / –	✓ / ✓
3D-Werkzeuge	abgeflachte Kante	3D-Extrusion
Seiten-Layout	mehrere Seiten	Doppelseiten, Musterseiten
Textfunktionen	Absatz/Zeichenformate	Absatz/Zeichenformate, verkettete Rahmen, Tabellen, Listen, Rechtschreib-/Grammatikpr., Thesaurus
Druckvorstufe und Farbmanagement	ICC-Farbmanagement, PDF/X, CMYK, Volltonfarben	ICC-Farbmanagement, PDF/X, CMYK, Volltonfarben, Softproof, Separationsvorschau
Screendesign	Export über Stapelverarbeitung	Pixelvorschau, fürs Web speichern, Export an WordPress
Bewertung		
Bedienung / Funktionsumfang	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Zeichnen / Konstruktion	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
Im- und Export / Vorlagen und Inhalte	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis	54,99 € (Desktop), 21,99 € (iOS)	699 € oder 19,95 € pro Monat
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht		

den Low-Poly-Stil mit 3D-Grafiken aus besonders wenigen Polygonen zeichnen.

Für Plakate, Flyer oder Faltblätter bieten alle getesteten Programme Rahmen- und Pfadtexte. Man kann den Umbruch gestalten, Einzüge sowie Abstände einstellen und Formatvorlagen anlegen. Bis auf Inkscape können alle Kandidaten mehrere Seiten anlegen, auf umfangreiche Layouts ist aber nur CorelDraw vorbereitet.

Volle Editierbarkeit gibt es überall nur mit dem jeweils nativen Dateiformat. Einfache Pfade kann man aus Dateien der Typen PDF, EPS und SVG in andere Programme retten, alles andere wird umgewandelt. Mit verschiedenen Programmen

in einem Workflow zusammenzuarbeiten, wäre wünschenswert, ist aber nicht zu empfehlen.

Fazit

CorelDraw und Illustrator bieten unter den Testkandidaten die größte Funktionsvielfalt. Wer aus der Pixelwelt in die Vektorgrafik einsteigt und in seinen Arbeiten beide Techniken miteinander verbinden will, kommt mit Affinity Designer am weitesten. Für den Newcomer von Serif spricht verglichen mit den Urgesteinen außerdem der günstige Preis. Graphic kann in diesem Preissegment nicht konkurrieren – das Programm hatte in dem Moment verloren, als Affinity Designer auf den Markt kam.

Xara Designer ist mit seinen Funktionen und den flexibel anpassbaren Vorlagen interessant für Gelegenheits- und semiprofessionelle Anwender, die Infografiken benötigen. Profis fehlen hier CMYK-Unterstützung und Farbmanagement. Das kostenlose GravitDesigner ist ein übersichtliches Programm für Einsteiger und empfiehlt sich, wenn man lediglich eine einfache Grafik für das Web braucht.

Inkscares Oberfläche ist technisch orientiert, seine Funktionsvielfalt beeindruckend und professionell. Leider exportiert es keine CMYK-Farben und verlangt daher nach einem aufwendigen Printworkflow mit der Neudefinition aller Farben, zum Beispiel in Scribus. (akr@ct.de) **ct**

Graphic 3.1	GravitDesigner 3.4	Illustrator CC2018 (22.1)	Inkscape 0.92	Xara Designer Pro 15.1
Autodesk	Corel	Adobe	Inkscape Team	Magix
www.graphic.com	www.designer.io	www.adobe.com/de	www.inkscape.org	www.magix.com/de
macOS ab 10.9, iOS ab 9	Windows ab 7, macOS ab 10.12, Linux	Windows ab 7, macOS ab 10.11	Windows ab XP, macOS ab 10.7, Linux	Windows ab Vista
Deutsch / Englisch	Englisch / Englisch	Deutsch / Deutsch	Deutsch / Deutsch	Deutsch / Deutsch
SVG, PDF, IDRAW	EPS, SVG, PDF, GVDESIGN, SKETCH	EPS, SVG, PDF, AI, WMF/EMF, DXF/DWG, SWF (Export) u. a.	EPS, SVG, PDF, AI, (bis 8), CDR, WMF/EMF, DXF/DWG, ODG, HPGL, PLT, XAML, VSD u. a.	EPS, SVG, PDF, XAR, AI, (Export), CDR (Import), EMF/WMF, SWF (Platzieren, Export) u. a.
GIF, JPEG, PNG, PSD, TIF	JPEG, PNG	GIF, JPEG, PNG, PSD, TIF u. a.	JPEG, PNG, TIF (Import), POV u. a.	BMP, GIF, JPEG, PNG, PSD (Export), TIF u. a.
–	–	RTF (Import), DOC (Import), TXT	TXT, JavaFX u. a.	DOC, RTF, HTML (mit Layout) u. a.
✓ / – / – / –	✓ / – / – / –	✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / – / ✓ / –
5 (nachträglich nicht editierbar)	6	10 (davon 5 nachträglich editierbar)	5	4
✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / –
✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ (Pathfinder) / ✓ / ✓ (editierbar)	✓ / ✓ / ✓ (ungenau)	✓ / – / –
Druck, Vektorpinsel	keine Drucksensitivität	Druck/Neigung/Drehung, Vektor- und Rasterpinsel	Druck, Kalligrafiestift	Druck, Vektor- und Rasterpinsel
✓ / – / – / – / –	– / – / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / Borstenemulation (vektorbasiert)	– / ✓ / ✓ / – / –	✓ / – / ✓ / ✓ / –
✓ (24) / – / ✓ / –	✓ (28) / ✓ (Overlay-Effekt) / ✓ / –	✓ (16) / ✓ / ✓ / ✓	✓ (16) / ✓ / ✓ / –	✓ (11) / ✓ / – / –
✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓
✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
–	–	perspektivisch zeichnen, 3D-Effekte	3D-Box-Werkzeug	3D-Extrusion
eine Seite	mehrere Seiten	mehrere Seiten	eine Seite	Doppelseiten, Musterseiten
Textstile	Textstile	Absatz/Zeichenformate, verkettete Rahmen, intelligenter Umbruch, Rechtschreibprüfung	Textstile	Absatz/Zeichenformate, verkettete Rahmen, Listen, Inhaltsverzeichnis, Rechtschreibprüfung
– (CMYK wird nicht exportiert)	– (CMYK wird nicht exportiert)	ICC-Farbmanagement, PDF/X, CMYK, Volltonfarben, Softproof, Separationsvorschau	– (CMYK wird nicht exportiert)	PDF/X (kein sicherer CMYK-Workflow), Volltonfarben, Separationsvorschau
CSS, CoreGraphic, Stapelverarbeitung, Export an soziale Netze	Export über Stapelverarbeitung	CSS, Slices, Export über Stapelverarbeitung	native SVG-Bearbeitung, Export über Stapelverarbeitung	WYSIWYG-Webdesign, Animation, Export als SWF und an soziale Netze
⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊕
⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊖	⊖ / ⊖
⊕ / ⊖	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕⊕
29,99 US-\$ (Desktop), 8,99 US-\$ (iPad)	kostenlos	23,79 € pro Monat	kostenlos (Open Source)	299 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden				



Fotos mit Tiefgang

iOS-Apps nutzen Dualkamera-3D-Daten für entfernungsabhängige Effekte

Um Tiefenunschärfe zu simulieren, erfassen Dualkamera-Handys ein Motiv räumlich. Doch da geht noch deutlich mehr: Fürs iPhone gibt es bereits eine ganze Reihe Kamera-, Korrektur- und Filter-Apps, die kreativ mit den 3D-Daten arbeiten.

Von Andrea Trinkwalder

Smartphones mit zwei und mehr Kameras erfassen nicht nur die Farbwerte einer Szene, sondern auch die Lage der Objekte im Raum. Mithilfe der 3D-Daten rechnen sie fotografische Tiefenunschärfe ins Bild – ein Effekt, den die kleinen Handy-Kameras rein optisch nicht zustande bringen. Fast noch besser ist, dass sich diese Raumkoordinaten wunderbar zweckentfremden lassen, etwa um aufwendige Bildbearbeitungstechniken auf ein paar einfache Handgriffe zu reduzieren. So lassen sich damit Hinter- und Vordergrund einer Szene separat korrigieren, einfärben oder ausleuchten. Ganz ohne Freistellen und Maskieren.

Apple gewährt App-Entwicklern seit iOS 11 Zugriff auf die Tiefeninformationen, die im Porträt-Modus der Dual-Lens-iPhones 7, 8 und X anfallen, sodass Anwender mittlerweile eine ordentliche Auswahl an räumlich sehenden Kamera-, Bearbeitungs- und Filter-Apps vorfinden. Besitzer von Android-Geräten müssen bis auf Weiteres noch mit dem kreativen Potenzial leben, das die jeweiligen Hardwarehersteller vorgesehen haben, da erst das frisch veröffentlichte Android 9 ein API für die Zusatzdaten definiert. Bis Smartphone-Hersteller den Standard flächendeckend umsetzen und App-Entwickler auch für Android die neuen Möglichkeiten ausschöpfen, dürfte wohl noch etwas Zeit vergehen.

Unser kleiner Streifzug durch die Möglichkeiten der Dualkamera-Technik beschränkt sich daher auf die iOS-Plattform.

Fotos in 2,5D

Multilens-Smartphones konstruieren aus einem Motiv kein echtes 3D-Modell. Dazu fehlen Daten der Motiv-Rückseite, die sich allein aus den frontalen Kameraperspektiven nicht ableiten lassen. Stattdessen fertigen sie eine Kombination aus 2D-Pixelbild und Tiefenkarte (Depth Map) an, was eine Art Relief ergibt. Die

Tiefenkarte ist ein Graustufenbild: Je heller der Wert eines Pixels, desto näher liegt der zugehörige Objektpunkt an der Kamera. Wie genau solche Tiefenkarten berechnet werden, haben wir in c't 17/2018 erklärt [1].

In der Bordkamera des iPhone kann man zwischen Normal- und Porträt-Modus wählen. Der erste schießt nur ein Foto mit der 28-mm-Weitwinkelkamera, der zweite schaltet das 56-mm-Objektiv zu, errechnet aus dem Versatz der beiden Fotos die Tiefenkarte und zeichnet anhand dieser Daten den Hintergrund der „Tele“-Aufnahme weich. Seit iOS 11 führt Apple den Dualkamera-Output in seinem neuen HEIF-Format zusammen und gewährt auch Fremdanbietern Zugriff auf die wichtigsten Stellschrauben: die un bearbeiteten Einzelfotos, die Tiefenkarte sowie einige Parameter des Bokeh-Filters. So lassen sich Fokuspunkt und „Blendenwert“ – also die Stärke und Ausdehnung der Unschärfe – nachträglich ändern. iOS-App-Entwicklern bietet sich damit also die Möglichkeit, den kreativen Spielraum der Bordkamera zu erweitern oder eigene Bokeh- und BearbeitungsfILTER zu programmieren, die sich die Tiefenkarte als eine Art Maske zunutze machen.

Kamera-Apps

An Apps, die sich als Alternativen zur Standardkamera anbieten, herrscht unter iOS wahrlich kein Mangel. Sie werben mit mehr manuellen Einstellungen und professionellen Features wie dem Speichern im Raw-Format. Zu beachten ist allerdings, dass manche Apps nur einen eingeschränkten Dual-Modus beherrschen. Der löst zwar ebenfalls beide Kameras simultan aus und überlagert die Fotos zwecks Qualitätsverbesserung, berechnet aber im Unterschied zum Porträt-Modus weder Tiefenkarte noch Bokeh-Effekt. Der Porträt-Modus speichert Fotos übrigens nur als JPEG oder HEIF, ein Zugriff auf die Raw-Daten ist hier nicht möglich.

Die erst im vergangenen Jahr veröffentlichte App **Halide** ist eine sehr intuitiv bedienbare Kamera, die im Porträt-Modus bereits vor der Aufnahme Tiefeninformationen live ins Sucherbild einblendet, und zwar in zwei Varianten: Die eine markiert die Objektgrenzen fortlaufend von vorne nach hinten, die andere zeigt anstatt des Motivs eine interaktive Vorschau der Tiefenkarte. Direkt nach der

Aufnahme kann man die Tiefenkarte inspizieren und den Shot gegebenenfalls wiederholen, falls die Abstände nicht korrekt geschätzt wurden.

Anschließend rechnet Halide den Bokeh-Effekt ins Bild, der so konfiguriert ist, dass das Resultat dem der Standard-Kamera-App ähnelt – Änderungen sind nicht vorgesehen. Hier ziehen die Entwickler bewusst die Grenze, weil sie den Charakter der reinen Kamera-App erhalten wollen – anders als etwa Camera+ und ProCamera, die auch Effekt- und Korrekturfilter anbieten. Da Halide sowohl die Tiefenkarte als auch das nicht-weichgezeichnete Original speichert, kann man seine kreative Ader in speziellen Bokeh- und Filter-Apps wie Darkroom oder Focos ausleben – zu Darkroom gibt es sogar eine direkte Öffnen-mit-Schnittstelle. Wer ein Foto am Rechner nachbearbeiten möchte, kann die Tiefenkarte separat als PNG exportieren und in einer ebenenfähigen Bildbearbeitung wie Photoshop oder Gimp als Maske verwenden. Halide speichert Aufnahmen auf Wunsch als Raw, sofern sie nicht im Porträt-Modus aufgenommen wurden.

Eine schicke Spielerei ist die Augmented-Reality-Funktion, die eine vorhandene Porträt-Modus-Aufnahme live ins Sucherbild projiziert, wo man sie wie ein plastisches Objekt im Raum drehen und seitlich betrachten kann.

Auch **ProCamera** bietet mehr Optionen und manuelle Einstellungen als die Standard-App. Über drei Aufnahmemodi steuert der Anwender die einzelnen Kameras direkt an: Im Weitwinkel-Modus löst nur die 28-mm-Kamera aus, der Tele-Modus aktiviert die 56-mm-Optik – beide speichern auch im Raw-Format. Im Dual-Modus werden, wann immer möglich, Daten aus beiden Kameras kombiniert, um das Ergebnis zu optimieren. In bestimmten Situationen – etwa bei schlechten Lichtverhältnissen – nutzt die Kamera nur das lichtstärkere Weitwinkel-Objektiv.

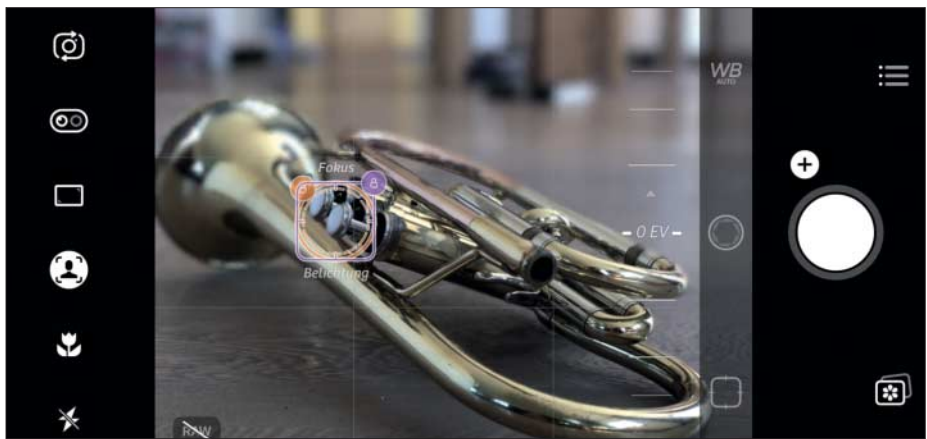
Den Porträt-Modus unterstützt ProCamera leider noch nicht. Zu beachten ist also, dass auch im Dual-Modus geschossene Aufnahmen weder den Bokeh-Effekt noch eine Tiefenkarte enthalten – weshalb externe Apps wie Focos, Darkroom, Anamorphic oder Infiltr deren Vorder- und



Die Kamera-App Halide blendet Tiefeninformationen dynamisch ins Sucherbild ein.



ProCamera steuert die beiden Kameras einzeln an, fotografiert aber nicht im Porträt-Modus.



Camera+ 2 vereint Kamera- und Bearbeitungsmodul.

Hintergrund nicht getrennt bearbeiten können.

Camera+ 2 operiert ebenfalls in drei Modi: Tele- und Weitwinkel-Modus entsprechen denen von ProCamera. Der dritte Modus heißt hier Porträt und arbeitet exakt so, wie von der Standard-Kamera gewohnt: Er kombiniert Tele- und Weitwinkel-Daten, generiert eine Tiefenkarte und zeichnet außerhalb des Fokus liegende Punkte weich.

Camera+ 2 zeigt sämtliche Aufnahmen des aktuellen Shootings auf einem Leuchttisch an, wo man schlechte aussortieren und gute an den internen Editor zur Optimierung weiterreichen kann. Darin kann man sämtliche Filter wie etwa Sättigung, Tönung oder Schärfe per Schieberegler auf einen Tiefenbereich einschränken. Die Tiefenkarte bleibt auch beim Speichern erhalten, allerdings konnten externe Apps wie Focos oder Darkroom sie im Test nicht lesen. Ein Export als

Graustufen-PNG wie bei Halide ist ebenfalls nicht möglich.

Foto-Bearbeitung

Mit Tiefenkarten lässt sich mehr anstellen, als einfach nur Unschärfe zu rendern. Immerhin grenzen sie die wichtigsten Bildbereiche voneinander ab und segmentieren im Idealfall sogar einzelne Objekte. Tiefenkarten sind also nichts anderes als

spezielle Masken – das für Bildbearbeiter unverzichtbare Hilfsmittel, um Fotos gezielt zu retuschieren. Mit ihrer Hilfe können nun auch Laien sehr intuitiv selektive Korrekturen ausführen, ohne Objekte erst noch freistellen zu müssen.

Einige Bearbeitungs- und Filter-Apps machen sich diesen Vorteil bereits zunutze. Sie arbeiten allerdings nur dann zufriedenstellend, wenn die Kamera eine brauchbare Tiefenkarte errechnet hat. Wurden etwa größere Vordergrundbereiche fälschlicherweise dem Hintergrund zugeschlagen, funktioniert auch die selektive Korrektur nicht wie erhofft. Problematisch sind beispielsweise Motive mit großen einfarbigen Flächen, parallelen Linien oder kleinteiligen Strukturen.

Darkroom ist ein feiner, umfangreicher Foto-Editor, der perfekt mit der Halide-Kamera zusammenspielt. Mit Halide geschossene Fotos kann man über einen prominent platzierten Button direkt in Darkroom öffnen. Anhand der Tiefenkarte teilt Darkroom das Bild in Vorder- und Hintergrund ein, per Schieberegler passt man diese Aufteilung stufenlos an. Für beide Bereiche lassen sich Helligkeit und Sättigung getrennt einstellen, für den Vordergrund steht zusätzlich ein Kontrast- und für den Hintergrund ein Unschärfefilter bereit. So kann man die Aufmerksamkeit aufs Hauptobjekt lenken, indem man den Hintergrund entsättigt, weichzeichnet oder abdunkelt sowie den Vordergrund schärfer, kontrastreicher und in leuchtenden Farben gestaltet.

Dazu gesellen sich angenehm natürlich wirkende Korrekturen und Filter, die das gesamte Bild verändern: Farbtemperatur erwärmt Fotos sanft, ohne ins Gelbliche abzurutschen, Dynamik bringt die Farben zum Leuchten, Lichter-/Schatten-Korrektur übersteuert nicht, der Schärfefilter produziert keine störenden Artefakte und schont unscharfe Bildbereiche. Vignette, Verblenden-Effekt und ein Rahmenwerk-

Apps mit Dualkamera-Unterstützung

	Camera+ 2	Halide	ProCamera
Typ	Kamera- und Bildbearbeitungs-App	Kamera-App	Kamera- und Bildbearbeitungs-App
Systemanforderungen	iOS 10	iOS 10	iOS 11
Aufnahme: Kameras einzeln / Porträt-Modus	✓ / ✓ ¹	✓ / ✓	✓ / –
Tiefenkarte: Preview / Bearbeitung	– / –	✓ / –	– / –
tiefenabhängige Effekte / Korrektur	– / ✓	– / –	– / –
Ausgabeformate	Raw, TIFF, HEIF, JPEG	Raw, TIFF, HEIF, JPEG	Raw, TIFF, HEIF, JPEG
Preis	3,50 €	7 €	7 €
¹ Tiefenkarte von externen Apps nicht lesbar ² Bokeh ³ erhält Tiefenkarte beim Speichern ✓ vorhanden – nicht vorhanden			

zeug, das automatisch die Hauptfarben aus dem Bild als Farbpalette bereitstellt, erweitern den kreativen Spielraum.

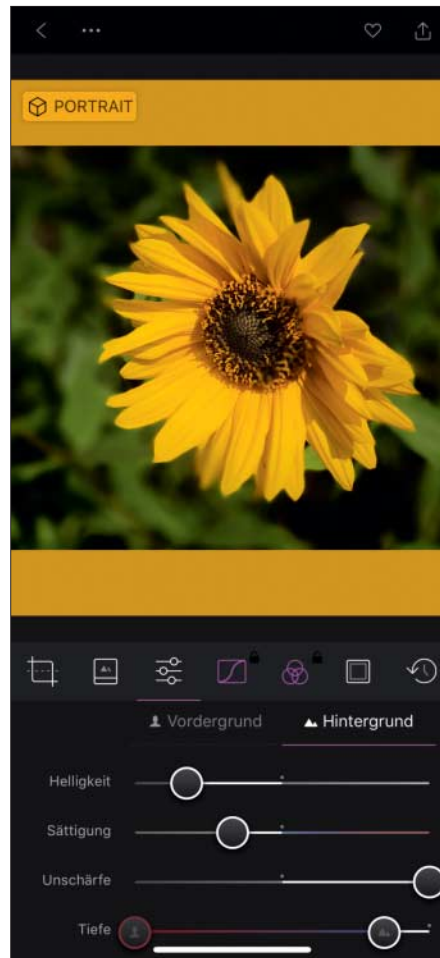
Wenn das nicht genügt, kann man das Sortiment über In-App-Käufe mit Kurvenwerkzeug, selektiver Farbkorrektur und geschmackvollen Fotostilen erweitern. Sämtliche Erweiterungen kann man übrigens vor dem Kauf testen; mit nicht freigeschalteten Filtern bearbeitete Fotos lassen sich allerdings nicht exportieren.

Auch **Infiltr** splittet das Foto anhand der Tiefenkarte in Vorder- und Hintergrund, wobei sich die Grenze über einen Regler verschieben lässt. Die Leiste am unteren Rand beherbergt ansprechende Foto-Looks und Korrekturfilter. Über die Symbole am oberen Rand wechselt man schnell zwischen Vorder/Hintergrund- und globaler Bearbeitung. Das Besondere ist, dass sich auf diese Weise nicht nur alle Parameter wie Kontrast, Farbtemperatur, Sättigung, Filmkorn oder Schärfe getrennt abmischen lassen. Wenn es schnell gehen soll, wählt man für Vorder- und Hintergrund einfach unterschiedliche Stilvorgaben und erzielt so bereits mit wenigen Tipptupfern reizvolle Effekte. Infiltr speichert das bearbeitete Bild auf Wunsch als Kopie, wobei Tiefenkarte und Einzelfotos für andere Anwendungen erhalten bleiben.

Spezialfilter

Wen das Instant-Bokeh seiner iPhone-Fotos auf Dauer langweilt, der findet in **Focos** einen reinrassigen Bokeh-Simulator, der sich auf alle möglichen und unmöglichen Unschärfe-Effekte spezialisiert hat. Die Kamerafunktion nimmt Szenen ausschließlich im Porträt-Modus auf, die Bildübersicht schränkt die Auswahl gleich auf Fotos mit Tiefenkarte ein.

Ein Tipp auf einen Punkt im Foto setzt die Schärfenebene genau dort – was natürlich nur funktioniert, wenn der Bereich auch im Original vor dem Weichzeichnen einigermaßen scharf war. Auf



Darkroom ist ein umfangreicher Foto-Entwickler, der Vorder- und Hintergrund separat bearbeitet.

Wunsch visualisiert Focos die Ausdehnung von Vorder- und Hintergrund. In dieser Ansicht kann man auch den Schärfebereich vergrößern, um etwa das komplette Hauptobjekt im Detail abzubilden.

Wie genau sich das Bokeh im Bild entfaltet, kann man anhand zahlloser Parameter beeinflussen – zumindest wenn man für die Erweiterungen bezahlt: Der



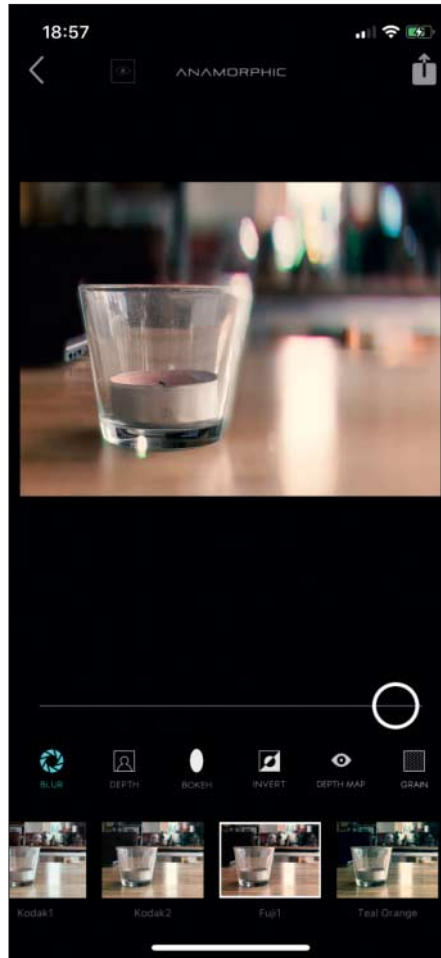
Infiltr kann Korrekturfilter und Looks getrennt auf Vorder- und Hintergrund anwenden.

Unschärfekreis nimmt runde, ovale oder mehreckige Gestalt an, formt realistische Reflexe oder verspielte in Herzen-, Stern- und Schmetterlingsform. Für Eilige hat der Entwickler Presets gebaut, die bekannte Objektive von Leica, Olympus oder Minolta simulieren. Eigene Einstellungen lassen sich ebenfalls als Vorgaben speichern. Das bearbeitete Bild speichert Focos als Live Photo, das Original inkludiert.

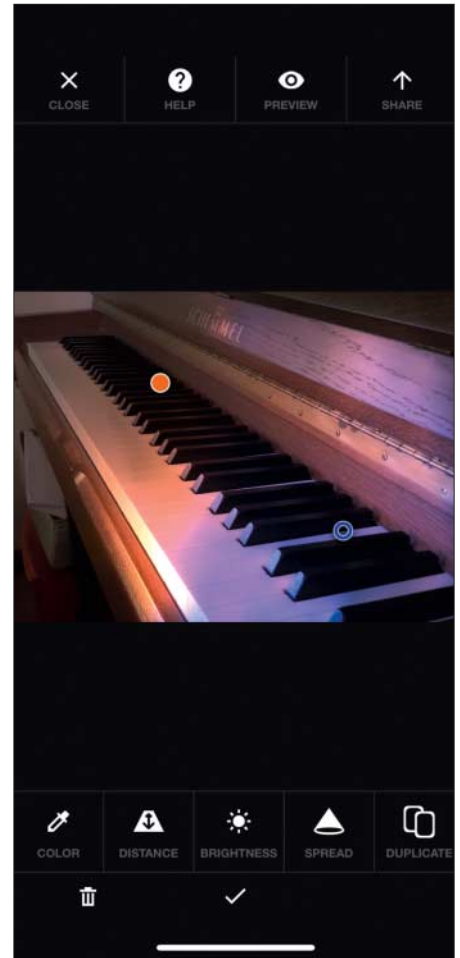
Anamorphic	Apollo	Darkroom	Focos	infiltr
Film-Looks	Beleuchtungseffekt	Foto-Entwickler und -Filter	Bokeh-Simulator	Foto-Entwickler und -Filter
iOS 10	iOS 11	iOS 10	iOS 11	iOS 9
– / ✓	– / –	– / –	– / ✓	– / –
✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ ² / –	✓ / –	– / ✓ ³	✓ ² / –	✓ / ✓ ³
JPEG	HEIF, JPEG	HEIF, JPEG, TIFF	Live Photo	HEIF, JPEG, TIFF
3 €	2 €	kostenlos (In-App-Käufe)	kostenlos (Pro: 12 €)	2 € (In-App-Käufe)



Focos gestaltet Bokeh: mal oval, mal vieleckig, von realistisch bis verspielt in Herzchenform.



Die Film-Looks von Anamorphic bringen Atmosphäre ins Bild. Das Bokeh-Rendering ist effektivvoll, aber fehleranfällig.



Mit Apollo lassen sich Motive raffiniert ausleuchten – auch in Farbe.

sive Tiefeninformationen bleibt als HEIF erhalten.

Wer sich nicht allzu intensiv mit den Feinheiten von Bokeh, Farben und Helligkeit aufhalten möchte, findet in **Anamorphic** eine ansprechende Filtersammlung mit angesagten Kinofilm-Looks in Farbe und Schwarz-Weiß, die er nach Gusto mit handgemachter Unschärfe und einer Prise künstlichem Filmkorn würzen kann. Der Schärfe-/Unschärfebereich lässt sich verschieben oder invertieren, die Tiefenkarte anzeigen.

Der nur im Hochkant-Format arbeitenden App fehlt eine Zoomfunktion, sodass etwa die Wirkung des Filmkorn-Effekts erst nach dem Export begutachtet werden kann. Im Bokeh fallen Rendering-Artefakte auf, insbesondere an den Rändern zu Objekten – diesbezüglich arbeiten Focos oder Darkroom präziser. Anamorphic ist also eine App, die mit geringem Zeitaufwand ansprechende, aber nicht immer saubere Ergebnisse erzielt. Zusätz-

lichen kreativen Spielraum bietet die macOS-Desktop-App Anamorphic Pro.

Mal wieder ohne professionelle Studiobeleuchtung unterwegs gewesen? Kein Problem, denn mit **Apollo** lassen sich im Nachhinein bis zu zwanzig neutrale oder farbige Lichtquellen im Foto platzieren. Ob das Ganze wie ein Spot, sanfter Schimmer oder hartes Flutlicht ausfällt, beeinflusst der Anwender über einige Regler – die sich allerdings eine Spur zu zäh bewegen.

Der Unterschied zu Beleuchtungsfilttern in normalen Bildbearbeitungsprogrammen: Anhand der Tiefenkarte rekonstruiert die App ein rudimentäres 3D-Modell der Szene und neutralisiert die Ausleuchtung, sodass sich Lichtquellen im Raum und auch hinter Objekten platzieren lassen. Apollo verheiratet also klassische Fotografie mit 3D-Modellierung.

Foto-Modelle

Mit den Tiefenkarten aus Multilens-Kameras verschwimmen die Grenzen

zwischen Foto und 3D-Objekt. Vor allem Laien profitieren davon, weil sie intuitiv und mit wenig Aufwand Ergebnisse erzielen können, die bislang viel Einarbeitung in ein Bildbearbeitungsprogramm oder einen 3D-Modeler voraussetzten. Auf neueren iPhones kann man bereits nach Herzenslust herumspielen und experimentieren. Vor allem Halide, Darkroom, Infiltr und Focos bestechen mit sauberer Implementierung und zügigem Arbeitstempo. Das kommende iOS 12 verspricht präzisere Tiefenkarten und lässt damit auf noch mehr kreatives Potenzial für Dritt-anbieter-Apps hoffen. Android steht diesbezüglich leider noch am Anfang, mit Android 9 hat sich die Plattform aber immerhin der Verarbeitung von Dual-kameradaten geöffnet. (atr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Algorithmen statt Optik, Wie Smartphone-Kameras Spiegelreflex-Systeme imitieren, c't 17/2018, S. 174

Anzeige



Bild: Google

Tortentelefon

Erste Praxiserfahrungen mit Android 9

Früher als erwartet hat Google die neue Android Version namens Pie veröffentlicht. Ein Highlight: KI soll die Nutzer bei der Bedienung unterstützen. Wir haben das und andere Neuerungen getestet.

Von Stefan Porteck

Die größte sichtbare Änderung von Android 9 ist die neue Gestensteuerung mit der grundlegend umgestalteten Navigationsleiste. Anstelle der Buttons für zurück, Home und aktive Apps findet sich in der Mitte der Leiste nur noch ein Strich.

Wischt man von dort nach oben, öffnet sich zunächst ein Menü mit vorgeschlagenen Apps und der Vorschau der laufenden Apps. Wird der Finger weiter gezogen, gelangt man zur Übersicht aller installierten Apps. Horizontales Wischen über den Strich scrollt durch die Task-Ansicht, um schnell zwischen laufenden Apps zu wechseln. Praktisch: In der Vor-

schau verdecken sich die Apps nicht mehr gegenseitig, sodass man die gewünschte App schneller findet.

Bei unseren Tests hinterließ die Gestensteuerung aber ein gemischtes Fazit: Einige Nutzer hatten sich innerhalb weniger Tage daran gewöhnt und fanden die Bedienung nun floter und intuitiver. Andere Nutzer kamen damit aber auch nicht so gut klar: Wer beim Versuch die App-Übersicht zu öffnen, nicht „energisch genug“ wischt, bleibt jedes Mal am ersten Menü mit den App-Vorschlägen und dem Task-Switcher hängen. Beim waagerechten Wischen schossen wir entweder übers Ziel hinaus oder mussten bei vielen offenen Apps zu lange den Finger gedrückt halten, bis das automatische Blättern endlich bei der gesuchten App ankam. Nervig für Nutzer alternativer Launcher: Die Gestensteuerung funktioniert derzeit nur mit dem originalen Pixel-Launcher fehlerfrei.

Drehstopp

Android Pie bringt aber auch viele kleine Änderungen, die den Umgang mit dem Smartphone definitiv erleichtern. So dre-

hen Apps sich auf Wunsch nicht mehr direkt mit, wenn man das Handy versehentlich zur Seite kippt – beispielsweise beim Lesen auf dem Sofa oder im Bett. Stattdessen fragen sie um Erlaubnis, bevor sie in den Landscape-Modus wechseln.

Ebenfalls praktisch fanden wir, dass der virtuelle Lautstärkeregler nun hochkant eingeblendet wird und einen leichteren Wechsel zwischen den verschiedenen Audioquellen wie Wecker oder Medienwiedergabe erlaubt. Eine ebenfalls gelungene Verbesserung ist die Bildschirmlupe, die sich automatisch öffnet, sobald man einen Text markiert. Und viele Nutzer dürfte es freuen, dass man nach etlichen vorherigen Anpassungen an den Quick-setting-Icons im Benachrichtigungsmenü nun endlich wieder auf einen Blick erkennt, ob eine Funktion aus- oder eingeschaltet ist.

Gelernt ist gelernt

Schon auf der Entwicklerkonferenz Google I/O im Mai dieses Jahres wurde deutlich, dass Googles derzeitiges Lieblingsthema KI auch in der kommenden Android-Version eine Rolle spielen wird. Konkret wurde damit in Android 9 die automatische Helligkeitsanpassung versmartet. Während die Display-Helligkeit bislang nur vom Umgebungslicht abhing, soll nun auch die Nutzerpräferenz mit hineinspielen. So soll beispielsweise auf dem nächtlichen Heimweg die Maps-Karte gut erkennbar sein, das Handy nachts im Bett bei gleichem Umgebungslicht wiederum nicht blenden. Bis die KI von Android Pie die Nutzerpräferenzen hinreichend erlernt hatte, vergingen bei unserem Test mehrere Tage. Währenddessen empfanden wir das Feature extrem nervig, da wir praktisch ständig die Display-Helligkeit manuell korrigieren mussten. Nach der Lernphase funktionierte die automatische Steuerung plötzlich viel besser als das bisherige statische System, so dass der Griff zum Helligkeits-Slider fortan überflüssig war.

Eine weitere KI-Unterstützung findet sich bei Optimierung der Akku-Laufzeit – dem Dauerbrenner-Thema unter Android. Bereits mit Android 6 wurde der Doze-Modus eingeführt, der nicht genutzte Hintergrund-Apps schlafen legt und ihnen bei ausgeschaltetem Display nur selten oder überhaupt nicht erlaubt, mittels sogenannter Wakelocks das Betriebssystem aufzuwecken. Bislang arbeitete Doze nach starren Regeln. Unter Pie er-

kennt das Betriebssystem hingegen nach einer kurzen Lernphase, welche Apps die Nutzer wann, wo und wie häufig nutzen. Sind die wichtigen Apps einmal erkannt, schickt das System die Stromverschwen- der bei Nichtbenutzung schneller schlafen und gestattet ihnen seltener, das System für Routineaufgaben aufzuwecken.

Die Nebenwirkung: So lange Android die wichtigen Apps noch nicht identifiziert hat, sind zu lange Schlafphasen möglich, sodass etwa Benachrichtigungen verzögert eingeblendet werden. In unseren Tests trat das in den ersten Tagen aber nur selten und nur in einem Rahmen von wenigen Minuten auf.

Dafür sorgte die Funktion „Lernen der Akku“ vom ersten Tag an für eine spürbare Verlängerung der Laufzeit: Während unser Pixel 2 unter Android 8 mit einer Ladung durchschnittlich 30 Stunden durchhielt, stieg der Wert unter Android 9 auf 38 Stunden. Weitere Kollegen mit einem Pixel 2 XL und einem Pixel 1 XL erlebten ebenfalls Steigerungen. Dennoch hängt der Erfolg stark von der Nutzung des Smartphones ab: Strom wird nur bei ausgeschaltetem Display gespart. Videos

Die Android-Chefentwickler Dave Burke (rechts) und Sameer Samat erläutern im Gespräch mit c't die neuen Funktionen von Android 9.



und Spiele saugen den Akku genauso schnell leer wie bisher.

Bei einer Restladung von 15 Prozent aktiviert sich wie bisher der Stromsparmodus. Diesem hat Google offenbar ein wenig die Flügel gestutzt: So färbt er nicht mehr die Benachrichtigungs- und Navigationsleiste in aufdringlichem Rot, sondern nur noch dezent das Akku-Symbol. Während unter Android 8 die Prozessorleistung so stark gedrosselt wurde, dass einfachste Animationen ruckelten oder abgeschaltet wurden, lief unser Pixel 2 nun auch im Sparmodus flüssig.

Weniger überzeugt hat uns die KI in der App-Übersicht. Die Idee: Am oberen Rand der App-Übersicht (und unten bei der Task-Switch-Geste) werden nicht wie bisher die zuletzt oder am häufigsten genutzten Apps angepinnt. Stattdessen soll das Betriebssystem lernen, welche App man in welcher Situation benutzen möchte. In unserem zweiwöchigen Test stellte sich aber Ernüchterung ein: Meistens schlug Android vor, mehr oder weniger enge Kontakte anzurufen oder ihnen eine Chat-Nachricht zu schreiben. Nach einigen Tagen wurde uns morgens und abends die Routenführung ins Büro und nach Hause angeboten – dasselbe schlägt aber Google-Assistant-Stream (ehemals Google Now) sowieso vor. Ebenfalls verwirrend: Schaltet man die App-Aktionen ein, passiert zunächst überhaupt nichts, weil das System erst nach der ersten Lernphase beginnt, die Schaltflächen einzublenden.

Unabhängig davon empfanden wir den Ort für die vorgeschlagenen App-Aktionen ungünstig gewählt, weil man in jedem Fall selbst aktiv werden und die App-Übersicht per Wischgeste öffnen muss, um zu schauen, ob dort praktische

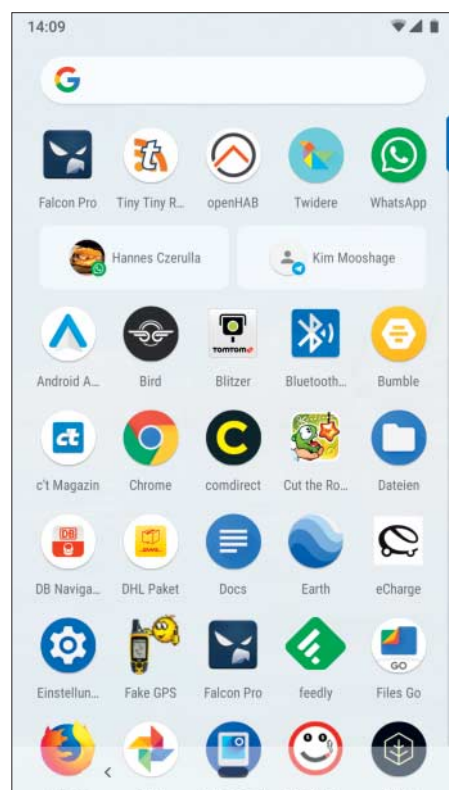
Vorschläge warten. Ein reservierter Bereich im Dock, ein Widget oder ein dynamisch gefüllter Ordner auf dem Homescreen wären bessere Alternativen gewesen.

Ein weiteres Feature, das den Nutzern den Alltag erleichtern soll, heißt Slices und wurde noch nicht fertig: Wer bislang die Suchleiste auf dem Homescreen nutzt, bekommt dort Apps und Suchtreffer aus dem Web eingeblendet. Die Slices erlauben es, dass Apps dort eigene Funktionen einblenden. Sucht man beispielsweise nach einem Ort, blendet Maps die Route ein oder Google Photos Bilder des Ortes aus der eigenen Galerie. Die Slices will Google im Herbst nachreichen.

Maßhalten

Ebenfalls nur so halb in Android 9 hineingerutscht ist die Funktion „Digital Wellbeing“. Sie soll den Nutzern als Werkzeug dienen, das eigene Handy- und App-Nutzungsverhalten zu analysieren und, um drohender Abhängigkeit vorzubeugen, auch zu reglementieren. Bislang lässt sich Digital Wellbeing nicht ohne Weiteres nutzen. Google erlaubt derzeit lediglich Besitzern eines Pixel-Smartphones die Registrierung für einen Beta-Test. Kurz darauf erhielten wir eine Mail mit einem Freischalt-Link. Wem das zu kompliziert ist, der lädt die App bei seriösen APK-Hostern wie apkmirror.com herunter und installiert sie von Hand.

Digital Wellbeing taucht nach der Installation nicht in der App-Übersicht auf, sondern in den Android-Einstellungen. Auf seiner Startseite visualisiert ein Tortendiagramm, welche Apps man wie lange genutzt hat, wie oft man das Smartphone entsperrt hat und wie viele Benachrichtigungen eingegangen sind.



Die in der obersten Reihe vorgeschlagenen Apps und Aktionen trafen in unseren Tests eher selten die Bedürfnisse des Autors.

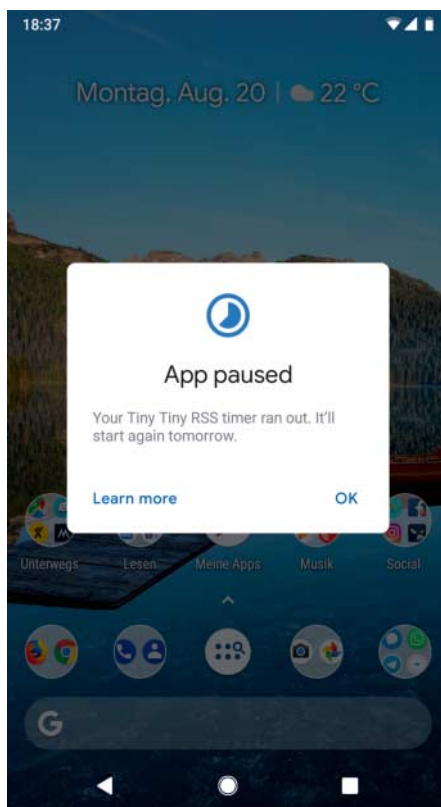
Auf Wunsch lässt sich zusätzlich für jede App im zeitlichen Verlauf anzeigen, wie oft man sie gestartet hat und wie lange sie lief.

Wer sich zur sparsamen Handy-Nutzung erziehen will, belegt einzelne Apps mit einem Timer für die maximale tägliche Nutzungsdauer. Fünf Minuten vor dessen Ablauf erfolgt die erste Warnung in Form einer Benachrichtigung, eine Minute davor die zweite. Danach beendet Android die App ohne weitere Rückfragen – ärgerlich, wenn man beispielsweise gerade eine Nachricht verfasst, aber noch nicht abgeschickt hatte. Ist der Tagessaldo einer App abgelaufen, graut Android das App-Icon aus und die App lässt sich bis Mitternacht nicht mehr starten. Für Nutzer, die sich abends schwer vom Smartphone trennen können, bietet Digital Wellbeing die Funktion „Winddown“, die nachts zu gewünschten Zeiten den Bildschirminhalt nur noch in Schwarz-Weiß darstellt, was die Nutzung möglichst unattraktiv machen soll.

Die Statistiken von Digital Wellbeing empfanden wir praktisch und teilweise auch alarmierend. Gegen echte Smartphone-Sucht wird Digital Wellbeing aber wohl kaum helfen: Wer eine App über den festgelegten Zeitraum hinaus nutzen will, schaltet die Funktion halt einfach ab. Über den schmalen Grat zwischen Hilfe und Bevormundung durch das Betriebssystem sind sich die Android-Macher bewusst, wie der Android-Entwicklungsleiter Dave Burke uns im Gespräch auf der Google I/O mitteilte. Demnach stand unter anderem auch zur Debatte, dass Android die Apps nicht beendet und ausgraut, sondern nur auf die überschrittene Nutzungsdauer hinweist. Es bleibt also abzuwarten, ob Google während der Betaphase noch Anpassungen an der Härte der Restriktionen vornimmt oder das Feature bald so für alle Nutzer freigibt.

Aber sicher

Unter der Haube gab es einige Änderungen, die die Datensicherheit und die Privatsphäre der Nutzer besser schützen sollen. Unter anderem beherrscht Android 9 nun DNS over TLS, was beispielsweise beim Aufruf einer Webseite oder wenn Apps Daten aus dem Internet laden notwendigen DNS-Anfragen und -Antworten überträgt Android verschlüsselt. In offenen WLANs können Lauscher deshalb keine Informationen mehr mitschneiden, die auf das Nutzerverhalten Rückschlüsse



Ist die Nutzungszeit einer App aufgebraucht, beendet Android diese und erlaubt erst am Folgetag wieder die Nutzung.

erlauben. Zudem wird es schwieriger, eine Verbindung zu manipulieren. Für die Verschlüsselung kommt Transport Layer Security (TLS) zum Einsatz, wie man es von der HTTPS-Transportverschlüsselung von Webseiten kennt.

Ebenfalls neu ist die Verschlüsselung von App-Backups. Auf Wunsch speichert Android schon länger die Einstellungen von Apps in der Cloud, um den Umzug oder die Neueinrichtung auf ein neues Smartphone zu erleichtern – zumindest sofern die Entwickler der jeweiligen App dieses Feature unterstützen. In Android 9 ist es nun möglich, die Backups verschlüsselt auf Googles Server zu speichern. Den privaten Schlüssel erzeugt das Mobilgerät, auf dem das Backup angelegt wird. Will man es später auf einem anderen Gerät wiederherstellen, muss dafür das ursprüngliche Entsperrmuster oder die PIN eingegeben werden.

Auf den zweiten Blick

Eine weitere und nicht bei jedem beliebte UI-Änderung ist die Anzeige der Uhrzeit auf der linken Seite der Statusleiste. Bisher galt: Statusleiste wie Uhr, WLAN-

Empfang et cetera sitzen rechts, und links landen die Benachrichtigungen. Grund für die Änderung dürfte sein, dass Android den Platz der Leiste nun effektiver ausfüllen muss, denn Android Pie bringt ein API für die Nutzung von Displays mit Einkerbungen (Notch). So werden die Notification-Icons links oder rechts der Einkerbung platziert. Wird es zu voll, bündelt Android sie, so wie man es von den Benachrichtigungen in der Windows-Taskleiste neben der Uhr bereits kennt. Bei Vollbildanwendungen wie der Video-wiedergabe füllt das Betriebssystem die Bereiche neben der Einkerbung schwarz auf.

Zudem versteht Android 9 sich nun auf Wifi-RTT (Wi-Fi Round Trip Time). Es misst damit die Distanz zu nahegelegenen Access Points (AP). Aus den Abständen zu mindestens drei APs lässt sich der Standort des Smartphones auf ein bis zwei Meter genau festlegen. Damit sollen Apps künftig eine exakte Indoor-Navigation erlauben – beispielsweise Apps für Blinde oder für die Suche nach Produkten in Supermärkten. Ein Einloggen auf Access Points ist dafür nicht nötig, zudem erhalten nur die Smartphones und nicht die APs die Entfernungsdaten, damit Nutzer nicht getrackt werden.

Fazit

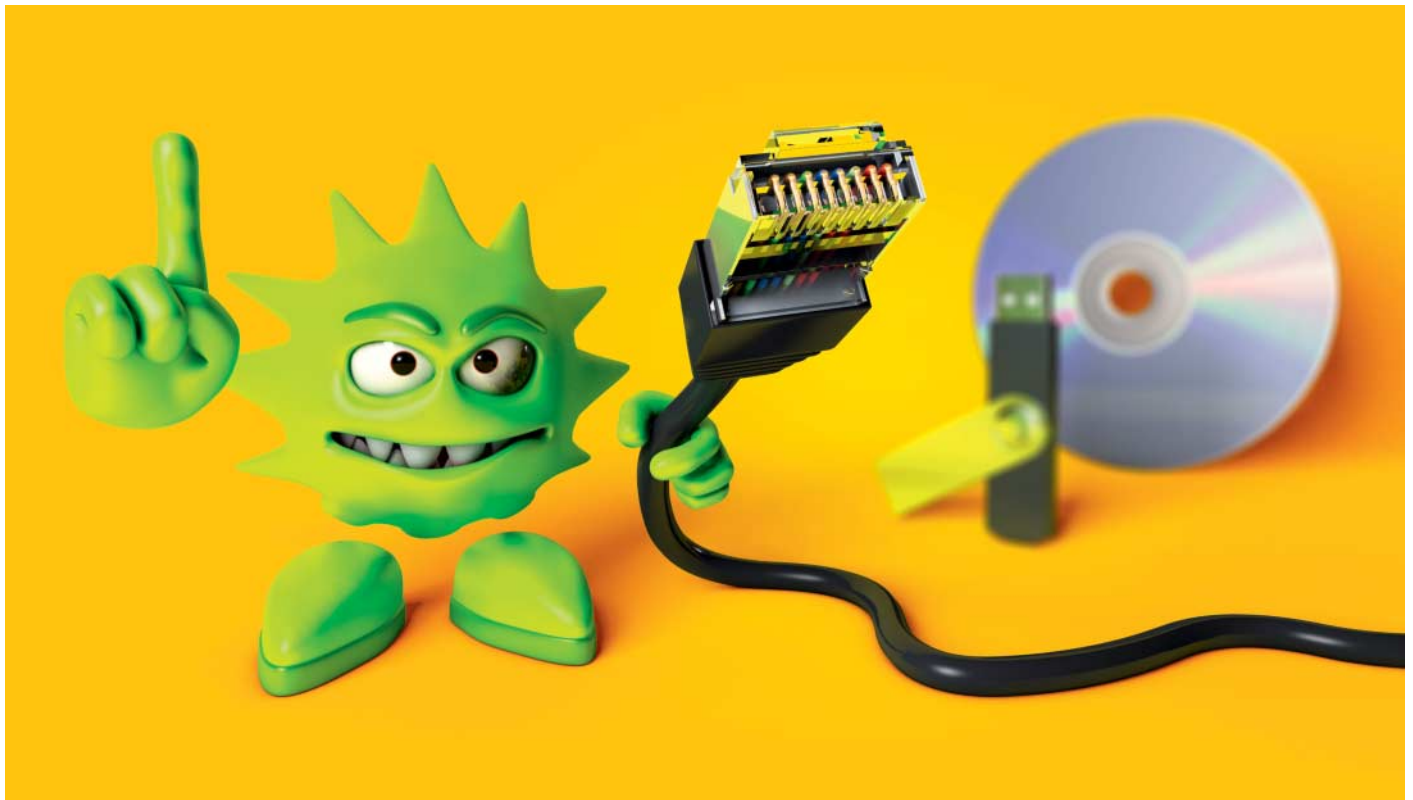
In Android Pie finden sich viele kleine Detailverbesserungen, die den Umgang mit dem Smartphone erleichtern. Die größeren optischen und bedienkonzeptionellen Änderungen sind ebenfalls praktisch, aber immer auch eine Frage der Gewöhnung und des persönlichen Geschmacks.

Hier lässt Google seinen Nutzern die Wahl, ob sie die Funktionen nutzen wollen oder nicht. Gleiches gilt für Digital Wellbeing, das den richtigen Ansatz verfolgt, hier und da aber noch einen Feinschliff benötigt.

Das Gefühl, dass Android in der neunten Version ausentwickelt sei, kommt dennoch nicht auf: Pie ist die erste Android-Version, in die künstliche Intelligenz Einzug gehalten hat. Abgesehen von den App-Vorschlägen klappt das auch ganz gut. Mittlerweile ist sogar ein Tensor-Flow-API verfügbar, das in kleinerem Umfang Machine Learning lokal auf dem Smartphone ermöglicht. Da Google das Thema KI auch abseits von Android massiv vorantreibt, sind weitere KI-Elemente für Android 10 wahrscheinlich.

(spo@ct.de) **ct**

Anzeige



Virenjäger aus dem Netzwerk

Desinfec't per PXE booten

Wer häufiger Windows-PCs auf Schadsoftware untersuchen möchte und nicht ständig einen Stick oder eine DVD zur Hand hat, kann Desinfec't komplett aus dem Netz starten. Wie das geht, zeigt dieser Artikel anhand eines Boot-Servers auf Debian-Basis.

Von Mattias Schlenker

Wer als Admin in einer Firma PCs schützt, will nicht ständig mit einem Desinfec't-Stick in der Hand zu Kollegen laufen und unter deren Schreibtische krabbeln, um den Stick anzuschließen. Viel bequemer ist es, Desinfec't direkt aus dem Netzwerk zu booten, um anschließend Virenschans zu starten. Das

Booten auf diesem Weg ist ungemein praktisch. Allerdings merkt sich Desinfec't so nichts und Sie müssen nach jedem Neustart die Virensignaturen aktualisieren. Das geschieht aber vor jedem Scan ohnehin automatisch.

Für das Einrichten benötigt man nur einen als Boot-Server konfigurierten und dauerhaft eingeschalteten Computer, von dem Clients im Netzwerk die 64-Bit-Version von Desinfec't beziehen. Realisieren lässt sich das Ganze über Preboot Execution Environment (PXE).

Unter PXE versteht man ein Bündel von Verfahren, mit denen ein PC Startdateien statt von einer lokalen Festplatte aus dem Netzwerk lädt. So kann ein Server beispielsweise eine vollständige Betriebssystemumgebung bereitstellen, an der sich ein Client bedient. Heutzutage beherrschen im Grunde alle Onboard-Ethernet-Karten PXE.

Drei Netzwerkserver

Damit Desinfec't aus dem Netzwerk startet, benötigt man drei Serverdienste: einen DHCP-Server zur Konfiguration von unter anderem IP-Adressen, einen TFTP-Server zum Übertragen der Bootdateien und einen NFS-Server zum Bereitstellen der Systemdateien. Doch Vorsicht: Das Einrichten eines DHCP-Servers in einem bestehenden Netzwerk ist nur etwas für Leute, die wissen, was sie tun. Alle drei Server können auf einem Linux-Computer im lokalen Netz laufen. Man kann sie aber auch auf mehrere Geräte verteilen. So ist es beispielsweise vorstellbar, den DHCP- und TFTP-Server auf einem OpenWRT-Router laufen zu lassen und den NFS-Server auf ein NAS auszulagern – auch der Kleinstcomputer Raspberry Pi kann hier gute Dienste leisten.

Für ein besseres Verständnis empfehlen wir aber, zunächst unsere Musterkon-

figuration auf Computern mit Ubuntu, Debian oder Raspbian nachzustellen und erst dann die Server auf beispielsweise NAS und Router zu verteilen. Unter ct.de/y8br finden Sie einen Link, wie man zum Beispiel auf einem mit OpenWRT laufenden DSL-Router und einem 4-GBYTE-Speicherstick eine PXE-Bootumgebung aufsetzt, die Desinfec't serviert.

Am Anfang steht die Einrichtung des DHCP-Servers. Die folgende Konfiguration ist für das in Debian enthaltene `isc-dhcp-server`-Paket geschrieben. Zunächst müssen Sie in der Datei `/etc/default/isc-dhcp-server` die Netzwerkinterfaces eintragen, an denen der Server lauschen soll. Das sieht beispielsweise so aus:

```
INTERFACES="enp2s0"
```

Im folgenden Beispiel bearbeiten Sie die Konfigurationsdatei unter `/etc/dhcp/dhcpd.conf`. Dabei setzen Sie einen DHCP-Server auf, der das Netz 10.76.23.0/24 bedient. In diesem Beispiel hat der Bootserver die Adresse 10.76.23.250. Gateway und Nameserver sind mit 10.76.23.252 ansprechbar. Der Parameter `authoritative` sorgt dafür, dass dieser DHCP-Server maßgeblich für dieses Netzwerk ist:

```
ddns-update-style none;
option domain-name "meinnetz.test";
option domain-name-servers ↵
```

Serie: Desinfec't im Praxiseinsatz

Wir haben die Grundausstattung von Desinfec't nicht nur für die Schädlingsjagd, sondern auch für viele weitere typische Wartungsaufgaben ausgelegt und vertiefen sie in dieser Serie an Praxisartikeln mit vielen Beispielen aus dem Computer-Alltag. Die folgenden Artikel haben wir in den genannten Ausgaben bereits veröffentlicht. Dies ist der letzte Artikel dieser Serie.

Sollten Sie die c't-Ausgabe 12/2018 mit der Desinfec't-DVD verpasst haben, können Sie das Heft im heise shop für 4,90 Euro kaufen (zuzüglich 1,50 Euro Versandkosten). Alternativ bieten wir auch ein eMagazin (PDF) für 4,49 Euro an. Beide Exemplare enthalten einen Download-Code, der den Einsatz ohne DVD-Laufwerk gestattet.

Das kann das c't-Notfallsystem und Desinfec't 2018 als Virenjäger einsetzen: c't 12/2018, S. 80

Windows aufhelfen: c't 13/2018, S. 172

Fragen und Antworten: c't 14/2018, S. 170

Datenrettung: c't 15/2018, S. 124

Hardware-Diagnose: c't 16/2018, S. 124

Offline-NAS-Reparatur: c't 17/2018, S. 152

Netzwerkprobleme aufspüren: c't 18/2018, S. 136

Booten aus dem Netz: dieser Artikel

```
↵10.76.23.252;
option routers 10.76.23.252;
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
authoritative;
subnet 10.76.23.0 netmask ↵
↵255.255.255.0 {
```

```
range 10.76.23.80 10.76.23.220;
    filename "pxelinux.0";
    use-host-decl-names on;
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option broadcast-address ↵
↵10.76.23.255;
    next-server 10.76.23.250;
}
```

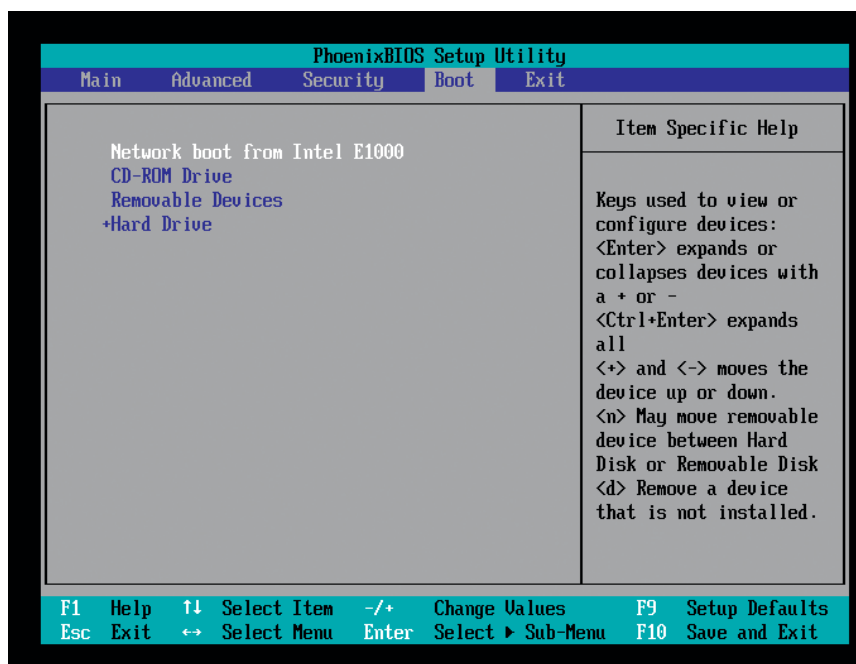
Nach Erstellung der Konfiguration starten Sie den DHCP-Server neu:

```
service isc-dhcp-server restart
```

Nun kann man prüfen, ob der DHCP-Server via PXE-Boot sichtbar ist. Stellen Sie dafür beim PC, auf dem Desinfec't aus dem Netzwerk starten soll, die Bootreihenfolge auf „Network Boot“. Das gelingt temporär über das BIOS-Bootmenü oder dauerhaft im BIOS – oft heißt der Punkt mit dieser Option „Startup“. Läuft der DHCP-Server korrekt, sollten nun auf dem Client beim Booten die MAC-Adresse, die UUID des BIOS und die vom DHCP-Server erhaltenen Parameter zu sehen sein. Der Computer versucht nun per TFTP die Datei `pxelinux.0` vom Server 10.76.23.250 zu laden. Da aber noch kein TFTP-Server läuft, bricht der Bootvorgang nach einigen Minuten ab.

TFTP für den Bootloader

Für den TFTP-Server kommt hier der „Advanced TFTP-Server“ aus dem zu installierenden Paket `atftpd` zum Einsatz



Im BIOS-Setup können Sie PXE als bevorzugte Bootmethode dauerhaft aktivieren. Ist mal kein Server im Netz aktiv, startet nach einigen Sekunden das auf der Festplatte installierte System.

(Download siehe ct.de/y8br). Diesen konfiguriert man über die Datei `/etc/default/atftpd`. Passen Sie die IP-Adressen in der Datei für Ihr Netzwerk an und verändern Sie gegebenenfalls den Ordnernamen für die PXE-Bootdateien (hier `/opt/tftpboot`):

```
USE_INETD=false
OPTIONS="--tftpd-timeout 300 ↵
↵--retry-timeout 5 ↵
↵--mcast-port 1758 --mcast-addr ↵
↵10.76.23.0-255 --mcast-ttl 1 ↵
↵--maxthread 100 --verbose=5 ↵
↵/opt/tftpboot"
```

Nun müssen Sie das Bootverzeichnis `tftpboot` befüllen. Die benötigten Dateien können Sie über ct.de/y8br herunterladen. Nach dem Download kopieren Sie aus dem Unterverzeichnis BIOS die Dateien `syslinux-6.03.tar.xz`, `pxelinux.0`, `ldlinux.c32`, `libutil.c32` und `menu.c32` in den Ordner. Legen Sie nun noch einen Unterverzeichnis namens `pxelinux.cfg` an und legen Sie dann die Datei `default` mit folgendem Inhalt an:

```
DEFAULT /menu.c32
PROMPT 0
TIMEOUT 300
MENU TITLE ↵
↵Familie Mustermann Netboot
LABEL local
MENU LABEL Von Festplatte starten
MENU DEFAULT
LOCALBOOT 0
```

Anschließend starten Sie den TFTP-Server neu:

```
service atftpd restart
```

Wenn Sie jetzt den Client erneut booten, sollte dieser nach einigen Sekunden das Bootmenü mit der einzigen Auswahlmöglichkeit „Von Festplatte starten“ anzeigen. Dieser Punkt weist den Bootloader an, die PXE-Umgebung zu verlassen und mit der ersten lokalen Bootmöglichkeit fortzufahren.

ren. So kann man PXE-Boot für sämtliche Computer im Netzwerk aktiv lassen. Will man Desinfec't mal doch nicht auf diesem Weg starten, drückt man die Eingabetaste oder wartet kurz, damit der Computer ganz normal von der Festplatte startet.

Desinfec't-Bootdateien ablegen

Jetzt benötigen Sie die beiden Dateien `initrd64.lz` und `vmlinuz.64` aus dem Ordner `casper` der Desinfec't-DVD. Legen Sie beide in das TFTP-Boot-Verzeichnis `/opt/tftpboot` und ergänzen Sie die Konfigurationsdatei `/opt/tftpboot/pxelinux.cfg/default` um die folgenden Zeilen:

```
LABEL desinfec't
MENU LABEL Desinfec't 2018 64 Bit
LINUX /vmlinuz.64
APPEND initrd=/initrd64.lz ↵
↵root=/dev/nfs boot=casper xfce ↵
↵file=/desinfec't/preseed/ ↵
↵ubuntu.seed netboot=nfs ↵
↵nfsroot=10.76.23.250:/opt/ ↵
↵nfsboot/desinfec't2018 rmdns ↵
↵memtest=4 debian-installer/ ↵
↵language=de console-setup/ ↵
↵layoutcode?=de
```

Die Zeile `nfsroot=` gibt IP-Adresse und absoluten Pfad des noch einzurichtenden NFS-Servers an. Versucht man nun, Desinfec't via PXE zu booten, vermehren die Startskripte von Ubuntu, dass sie den Container mit dem SquashFS-Dateisystem nicht finden konnten.

Der NFS-Server

Nun installieren Sie das Paket `nfs-kernel-server` und setzen damit den NFS-Server auf. Die Konfiguration geschieht in der Datei `/etc/exports`. An dieser Stelle müssen Sie folgende Zeile hinzufügen:

```
/opt/nfsboot/desinfec't2018 ↵
↵10.76.23.0/24(ro,insecure,↵
```

```
↵no_subtree_check,async,↵
↵no_root_squash)
```

Damit stellt der Server den Ordner nur lesbar für das Netz `10.76.23.0/24` zur Verfügung. Die restlichen Optionen dienen der Performance und sind im Read-only-Modus gefahrlos nutzbar. Jetzt müssen Sie noch mit den folgenden Befehlen den Ordner mit dem Inhalt des inneren Desinfec't-ISOs befüllen:

```
mkdir -p /opt/nfsboot/desinfec't2018
mkdir /tmp/desinfec't2018
mount -o loop desinfec't-2018-↵
↵amd64.iso /tmp/desinfec't2018
rsync -avHP /tmp/desinfec't2018/ ↵
↵/opt/nfsboot/desinfec't2018/
umount /tmp/desinfec't2018
```

Falls Sie auch noch die 32-Bit-Version von Desinfec't per PXE bereitstellen wollen, müssen Sie analog mit 32-Bit-Kernel und Ramdisk sowie dem Inhalt des 32-Bit-ISOs verfahren. Starten Sie jetzt den NFS-Server neu:

```
service nfs-kernel-server restart
```

Anschließend können Sie Ihren PXE-Client resetten und Desinfec't starten.

Debugging

Falls mal etwas nicht funktioniert, schauen Sie noch mal ganz genau hin: Mit dieser Schritt-für-Schritt-Anleitung sollten Konfigurationsprobleme schnell auffallen. Zusätzlich können sich erfahrene Linuxer beispielsweise mit einem TFTP-Client auf die Suche nach falsch gesetzten Berechtigungen für Dateien machen, die man per TFTP übertragen will. Problemen beim NFS-Mount kann man in der BusyBox-Shell eines unvollständig gestarteten Desinfec't auf den Grund gehen, beispielsweise indem man das Share manuell einbindet und dabei auf Fehler achtet:

```
mount -t nfs server://share /cdrom
```

Klappt der Mount ohne Fehler, prüfen Sie, ob das richtige Verzeichnis exportiert wurde. Der Inhalt von `/cdrom` muss exakt wie bei einem von DVD gebooteten Desinfec't aussehen. Läuft alles, kann man die Optik noch etwas schicker machen: Im Syslinux-Wiki findet man viele Hinweise, um das PXE-Bootmenü aufzuhübschen (siehe ct.de/y8br). (des@ct.de) **ct**

Pakete für TFTP-Boot-Ordner, PXE-Bootmenü aufhübschen, PXE-Bootumgebung auf DSL-Router: ct.de/y8br



Das Bootmenü des Autors: Neben Desinfec't und TinyCross Linux erleichtern Debian- und Ubuntu-Netinstall-Images die bequeme Installation neuer PCs.

Anzeige



Bild: Albert Hulm, Illustrator

Schöne Scheibenwelt

Wie gut sehen Filme auf Ultra HD Blu-ray wirklich aus?

Medien wie Blu-ray Discs und Full-HD-Videostreams sind nicht schlecht, doch beste Bildqualität bieten nur die Ultra-HD-Varianten – das sagen jedenfalls die Hollywood-Studios. Wir wollten wissen, ob das wirklich stimmt.

Von Nico Juran

Kritiker behaupten, viele Ultra HD Blu-rays seien nur Mogelpackungen: Statt eines nativen 4K-Bildes bekämen Käufer oft nur ein studioseitig skaliertes Bild von einer 2K-Vorlage, deren Auflösung in etwa

der von 1080p entspricht (siehe Kasten „Die Auflösungen im [Heim-]Kino“). Da könne man ebenso gut die preiswertere Blu-ray-Fassung kaufen und vom 4K-Fernseher hochrechnen lassen.

Um der Diskussion auf den Grund zu gehen, schauen wir uns nachfolgend die technischen Unterschiede zwischen UHD und Full HD an – und wie sie sich in der Praxis auswirken. Auch wenn wir dabei vor allem Ultra HD Blu-rays und Blu-ray Discs gegenüberstellen, sind die meisten Aussagen auf Videostreaming-Angebote übertragbar. Allerdings arbeiten Videodienste mit erheblich geringeren Datenraten und setzen teilweise auf andere als die bei physischen Medien verwendeten Kompressionsverfahren – beides Fakto-

ren, die die Bildqualität verringern können. Die Disc-Formate sind hingegen streng an Spezifikationen gebunden, was die Vergleichbarkeit erleichtert.

Digitale Produktionen

Der erste Blick gilt der Auflösung. Klar ist, dass auch eine UHD-Blu-ray hinsichtlich nativer Auflösung nur das bieten kann, was die jeweilige Quelle hergibt. Moderne Kameras gehen heute allerdings bereits über 4K hinaus und kommen auf Auflösungen zwischen 5K und 8K.

Demgegenüber stehen Filme aus der Anfangszeit der digitalen Filmproduktion wie dem mit Sonys CineAlta HDW-F900 gedrehten Streifen „Star Wars: Episode II“, die gerade einmal 1080p-Auflösung

lieferte. Aber auch bei neueren Produktionen kamen noch lange in kniffligen Szenen regelmäßig 1080p- und 2K-Kameras wie die Silicon Imaging SI-2K zum Einsatz, da sie aufgrund ihrer Größe oder flexiblen Einstellmöglichkeiten die bessere Wahl gegenüber den höher auflösenden Modellen darstellten.

Nach einem verbreiteten Irrtum entspricht die Kameraauflösung stets runden K-Werten. Tatsächlich bieten viele Hersteller Modelle mit krummen Sensor-Auflösungen zwischen 2K und 4K an – wie Arri die bei „Die Insel der besonderen Kinder“ verwendeten 2,8K-Kameras der Alexa-XT-Reihe. Fertigt man aus diesen Aufnahmen ein sogenanntes 4K-DI (Digital Intermediate) als Vorlage für die Digitalkino-, UHD-Blu-ray- oder Streaming-Fassung, erhält man zwar keine volle 4K-Auflösung, aber eben deutlich mehr als 2K. Denn die Bezeichnungen täuschen über den Auflösungsgewinn hinweg: Da sich die Zahl der Bildpunkte stets horizontal wie vertikal erhöht, hat 2,8K bereits die gut doppelte Auflösung von 2K.

Aktuell nutzen Filmemacher auch gerne die „Open Gate“-Option der Alexa-XT-Modelle, bei der die gesamte Sensorfläche mit 3414 × 2198 Pixeln zur Verfügung steht. Zum Einsatz kam dieser 3,4K-Modus beispielsweise bei der letzten „Tomb Raider“-Verfilmung und bei „Black Panther“. Bei 3,4K-Aufnahmen lässt sich in der Postproduktion wegen des ungewöhnlichen Seitenverhältnisses von rund 1,55:1 zwar nicht die komplette Auflösung des Sensors nutzen, sie reicht am Ende aber immer noch an das Dreifache von 2K heran.

Wer Demomaterial von Digitalproduktionen in 4K und höher sucht, die auch in voller 4K-Auflösung auf UHD-Blu-ray gelandet sind, sollte einen Blick auf die Aufstellung ab Seite 152 werfen. Dort sind die Favoriten des c't-Autors Timo Wolters aufgelistet, der auch die Website Blu-ray-Rezensionen.net betreibt.

Vom analogen Film auf die Scheibe

Vor der digitalen Kinorevolution wurde auf analogem Film gedreht – auf 35 mm, 70 mm (eigentlich 65 mm) und im Mammut-Format IMAX. Und auch heute werden noch Filme analog aufgenommen – auch weil Regisseure wie Quentin Tarantino oder Christopher Nolan damit ein künstlerisches Statement setzen wollen.

Nicht zuletzt, weil es in der analogen Welt keine Pixel gibt, herrscht hinsichtlich

der Frage, in welcher Auflösung analog produzierte Filme letztlich auf UHD-Blu-ray landen, allgemein große Verwirrung. Dabei lässt sich aus einem analogen Film ein digitales Videofile anfertigen, indem man jedes einzelne Bild des Streifens abtastet. Die dafür genutzten Filmscanner arbeiten mit unterschiedlichen Auflösungen, wobei sich generell zunächst sagen lässt, dass eine Abtastung mit höherer Auflösung in einem schärferen Digitalbild resultiert. Das kann aber natürlich nur bis zu einer bestimmten Grenze gelten.

Obwohl unter Experten manche Angaben bezüglich der digitalen Äquivalente der Analog-Formate durchaus umstritten sind, ist herrschende Meinung, dass ein Film im typischen 35-mm-Kinoformat zumindest gut genug für einen Scan mit 4K-Auflösung ist. Beim Kriegsfilm „Dunkirk“ wurden die 70-mm-Aufnahmen in 6K und die IMAX-Szenen in 8K gescannt [2].

Wie gut der Scan letztlich aussieht, ist allerdings von einer Reihe von Faktoren abhängig – darunter natürlich die Qualität des Scanners und wie stark Alterungsprozesse, Kratzer und Verschmutzungen dem Ausgangsmaterial zugesetzt haben. Mit etwas Mühe, beispielsweise durch Reinigung des

Quellmaterials vor dem Scan oder durch eine spätere digitale Nachbearbeitung, lässt sich hier aber noch einiges rausholen.

Ein weiteres großes Thema beim analogen Film ist das natürliche Korn, dessen Stärke vom Filmtyp und von (chemischen) Entwicklungsbedingungen abhängt. Auch hier gibt es Fortschritte, weshalb generelle Aussagen schwierig sind. So können moderne Filme trotz höherer Empfindlichkeit weniger störendes Filmkorn aufweisen als mittelempfindliche Filme aus früheren Jahren.

In der bereits angesprochenen Favoritenliste ab Seite 152 sind auch Titel auf UHD-Blu-rays aufgeführt, die von analogem Film gefertigt wurden und eine exzellente Bildqualität aufweisen.

Studiopolitik

Die generelle Veröffentlichungsstrategie der Studios müsste nach diesen Überlegungen eigentlich auf der Hand liegen: Von analogen oder digital in einer Auflösung über 2K gedrehten Filmen fertigt man 4K-Master an, während man von den übrigen Streifen 2K-DIs zieht, da die Quellen sowieso nicht mehr hergeben. Der würde dann hochskaliert auf der UHD-Blu-ray gespeichert.

Cover-Angaben und ihre Bedeutung

Bei der Ultra HD Blu-ray sagt die Angabe „2160p“ nichts über die Auflösung der Vorlage (Digital Intermediate) aus. Titel, die neben HDR10 auch Dolby Vision als HDR-Format bieten, sind meist durch ein entsprechendes Logo gekennzeichnet.



Die Realität sieht anders aus: Vom teilweise in 8K gedrehten „Guardians Of The Galaxy Vol. 2“ fertigte Disney nur ein 2K-Master an, ebenso wie Warner von der 6K-Produktion „Legend Of Tarzan“. Den 3,4K-Produktionen „Black Panther“ und „Tomb Raider“ spendierten die Studios hingegen 4K-DIs. Ein Blick auf die Veröffentlichungen im September zeigt, dass viele auf UHD-Blu-ray kommenden 35-mm-Produktionen in 4K abgetastet werden.

Die Studios fertigen ja nicht unbedingt erst bei der Produktion der UHD-Blu-ray ein Digital Intermediate eines Films an; oft liegt dieses schon vor, weil es beispielsweise bereits für die Vorführungen in Digitalkinos oder bei der Produktion der Blu-ray- oder Videostreaming-Fassung benötigt wurde. Ist ein 2K-DI vorhanden, dürfte sich mancher Produzent überlegen, ob es sich finanziell lohnt, für die Heimkino-Fassungen eine neues 4K-Master erstellen zu lassen.

Dahinter steckt aber oftmals auch Politik: Bei Klassikern und Kultstreifen wie

„2001“ nehmen sich die Studios gerne Zeit, um das Optimum aus der Vorlage herauszukitzeln. Bei aktuellen Titeln scheinen sie diesen Aufwand hingegen nicht immer leisten zu können oder zu wollen. Letzteres mag auch dem Umstand geschuldet sein, dass mit einem Master in 4K statt 2K nicht nur die Auflösung drastisch steigt, sondern die dadurch anfallende größere Datenmenge den gesamten Produktionsprozess erheblich verlangsamt.

Ultrahoch aufgelöst, farbenfroh und kontrastreich

Die Studios führen gerne ins Feld, dass selbst aus 2K-DIs entstandenen UHD Blu-ray besser aussehen würden als ihre Blu-ray-Konterparts. Dabei werfen sie in die Waagschale, dass ihre Studio-Scaler die Filme besser auf 4K hochrechnen könnten als die Videoprozessoren in den Fernsehern beziehungsweise im Player oder dem AV-Receiver. Zudem verweisen sie darauf, dass die Videodaten für die Speicherung auf der UHD-Blu-ray im besonders effi-

zienten Codec HEVC alias H.265 komprimiert werden, während für die Blu-ray Disc lediglich die Vorgängerformate MPEG-2, H.264 und VC-1 spezifiziert sind.

Autor Timo Wolters hat alle wichtigen UHD-Blu-ray-Titel und deren Version auf Blu-ray Disc für c't darauf untersucht. Er ist dabei tatsächlich auf Titel gestoßen, bei denen die Detailauflösung des Videos auf der UHD-Blu-ray trotz 2K-Master sichtbar über der der Blu-ray-Fassung liegt (siehe S. 152) und dem Upscaling auf dem Fernseher somit überlegen sind. Ebenso zeigte sich aber auch, dass sich daraus keine generelle Aussage ableiten lässt.

Vor allem aber halten die Filmstudios der 2K-Kritik das Argument entgegen, dass UHD auch in anderen Bereichen Full HD überlegen sei. Und die kämen teilweise sogar stärker zum Tragen als die reine Auflösung. Denn obwohl die Blu-ray für den Beginn des Flat-TV-Zeitalters steht, richtet sie sich nach den einst von der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) für Röhrenfernseher festgelegten und später

Die Auflösungen im (Heim-)Kino

In der digitalen Filmtechnik haben sich die „K“-Angaben (von Kilo, also 1000) für die Auflösung durchgesetzt, also 2K, 4K, 6K und so weiter. Im Unterschied zu Heimkino-Angaben wie 1080p oder 2160p beziehen sich die Zahlenwerte hier nicht auf die Anzahl der Bildpunkte in vertikaler, sondern in

horizontaler Richtung. Sie liegen also grob bei 2000 Pixel bei 2K und 4000 bei 4K.

Die tatsächliche Pixelzahl hängt letztlich vom Seitenverhältnis ab. Zu beachten ist, dass das mit Flachbild-TVs etablierte Seitenverhältnis 16:9 (umgerechnet 1,77:1) gegenüber dem 4:3

(1,33:1) der alten Röhrengeräte zwar ein großer Schritt Richtung Breitwand-Bild war, dieses aber immer noch nicht an die im Kino üblich Verhältnisse heranreicht. Hollywood dreht Filme heute für die Wiedergabe im Verhältnis 1,85:1 oder – mit anamorphotischem Verfahren – in 2,35:1 beziehungsweise 2,39:1.

Format	Seitenverhältnis	Anwendungsbereich	Auflösung	Pixelanzahl gesamt
1080p (Full HD)	2,39:1 (mit Balken)	Blu-ray Disc (meist als 2,40:1)	1920 × 803 Pixel	1.541.760 Bildpunkte
2K	2,39:1 („Scope“)	Digitalkino (DCP-Container)	2048 × 858 Pixel	1.757.184 Bildpunkte
1080p (Full HD)	1,85:1 (mit Balken)	Blu-ray Disc	1920 × 1038 Pixel	1.992.960 Bildpunkte
1080p (Full HD)	1,77:1 (16:9)	Blu-ray Disc	1920 × 1080 Pixel	2.073.600 Bildpunkte
2K	1,85:1 („Flat“)	Digitalkino (DCP-Container)	1998 × 1080 Pixel	2.157.840 Bildpunkte
2,8K	1,77:1 (16:9)	Digitale Filmproduktion (ARRIRAW)	2880 × 1620 Pixel	4.665.600 Bildpunkte
3,2K	1,77:1 (16:9)	Digitale Filmproduktion (ProRes)	3200 × 1800 Pixel	5.760.000 Bildpunkte
2160p (UHD, 4K-TV)	2,39:1 (mit Balken)	Ultra HD Blu-ray (meist als 2,40:1)	3840 × 1606 Pixel	6.167.040 Bildpunkte
4K	2,39:1 („Scope“)	Digitalkino (DCP-Container)	4096 × 1716 Pixel	7.028.736 Bildpunkte
2160p (UHD, 4K-TV)	1,85:1 (mit Balken)	Ultra HD Blu-ray, UHD-TV	3840 × 2076 Pixel	7.971.840 Bildpunkte
2160p (UHD, 4K-TV)	1,77:1 (16:9)	Ultra HD Blu-ray, UHD-TV	3840 × 2160 Pixel	8.294.400 Bildpunkte
4K	1,85:1 („Flat“)	Digitalkino (DCP-Container)	3996 × 2160 Pixel	8.631.360 Bildpunkte
5K	2,37:1	Digitale Filmproduktion (RED 5K WS)	5120 × 2160 Pixel	11.059.200 Bildpunkte
6K	2,37:1	Digitale Filmproduktion (RED 6K WS)	6144 × 2592 Pixel	15.925.248 Bildpunkte
6,5K	2,37:1	Digitale Filmproduktion (RED 6,5K WS)	6656 × 2808 Pixel	18.690.048 Bildpunkte
8K	2,40:1	Digitale Filmproduktion (RED 8K WS)	8192 × 3413 Pixel	27.959.296 Bildpunkte
8K (UHD, 8K-TV)	1,77:1 (16:9)	UHD-TV	7680 × 4320 Pixel	33.177.600 Bildpunkte

nur begrenzt erweiterten Empfehlung ITU-R Rec.709 und BT.1886. Die UHD-Blu-ray unterstützt hingegen einen erweiterten Farbraum nach der Empfehlung BT.2020 und einen erhöhten Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR).

Der Kontrastumfang liegt bei Rec.709 bei etwa sieben Blenden, wäh-

rend moderne Bildsensoren wesentlich leistungsfähiger sind und bis zu 14 oder gar 15 Stufen verarbeiten. Bereits das erwähnte 2K-Kameramodell Silicon Imaging SI-2K, das vorrangig zwischen 2009 und 2014 bei Filmproduktionen zum Einsatz kam, erreichte laut Hersteller über 11 Blenden.

Als Maximalhelligkeit sind bei Rec.709 lediglich 100 Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) festgelegt – oder kurz 100 Nits. Wie niedrig dieser Wert ist, sieht man daran, dass schon im vergangenen Jahr Fernsehhersteller 4K-LCD-TVs mit einer Spitzenhelligkeit von 2000 Nits bewarben. Selbst OLED-Modelle,



Die Blu-ray-Fassung von Tomb Raider zeigt in neutraleren Szenen Gesichter etwas rötlich. Helle Details sind nicht so differenziert und der Lippenstift von Scott Thomas ist eher orange.



Auf UHD-Blu-ray sind mit HDR10 (oben) die Lippen knallig rot, die Haut wirkt neutraler und Konturen des Gesichts, des Halses und der Bluse sind besser sichtbar. Die Dolby-Vision-Version ist noch etwas heller, die Farben bleiben gleich kräftig. Die Detailtiefe entspricht HDR10.

bei denen der Schwerpunkt eher auf den Schwarzwerten denn bei der Helligkeit liegt, kommen auf Werte von 540 Nits und mehr.

Beim Farbraum erreichen die Fernseher zwar BT.2020 noch nicht ganz, zeigen aber gegenüber Rec.709 aktuell schon bis zu 20 Prozent mehr Farben. Gut sichtbar

ist dies beispielsweise bei Goldtönen und knalligem Pink.

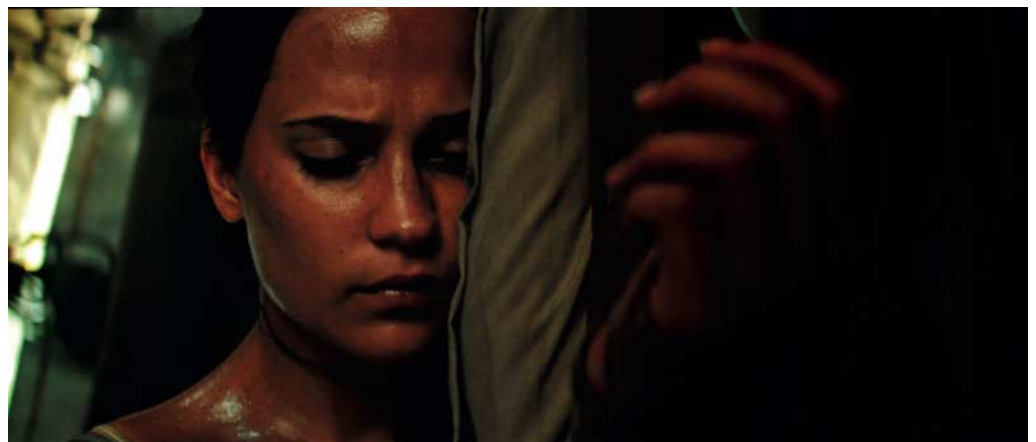
HDR

Für HDR-Inhalte auf UHD-Blu-ray ist zwingend das lizenzfreie und von allen Studios unterstützte Format HDR10 mit 10 Bit Auflösung vorgeschrieben, dessen Grund-

lage die von Dolby entwickelte PQ-Kurve ist, weshalb man für HDR10 synonym auch den Begriff PQ verwendet. Die PQ-Kurve ersetzt die bei Standard-Dynamikumfang (SDR) verwendete Gammakurve und erfasst Helligkeitswerte bis 10 000 Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) – auch wenn die aktuellen UHD-Blu-rays mit



Zwar wirkt das SDR-Bild der Blu-ray in dunklen Szenen etwas trüb und milchig, doch die Farbgebung kommt natürlich rüber.



HDR10 (oben) intensiviert Hauttöne in dunklen Sequenzen zum Teil stark. Das ist Geschmackssache, führt hier aber zu besseren Schwarzwerten. Dolby Vision (unten) gibt in dunklen Szenen Farben überdramatisiert wieder.

einer wesentlich niedrigeren Spitzenhelligkeit gemastert werden. Anfangs galt 1000 Nits als Richtwert, mittlerweile hat man sich von dieser festen Marke aber gelöst.

Bei HDR10 als statischem Verfahren können die Filmstudios den gewünschten Bildeindruck nur einmal fürs gesamte Video bestimmen. Anders beim von Dolby entwickelten proprietären dynamischen HDR-Verfahren Dolby Vision, wo sich die Metadaten zum gewünschten Bildeindruck Bild für Bild festlegen lassen. Die Farbauflösung auf der UHD Blu-ray beträgt hier bis zu 12 Bit.

Als drittes HDR-Verfahren steht für die UHD-Blu-ray das von Samsung, Panasonic und Philips unterstützte HDR10+ in den Startlöchern. Die ersten passenden Discs dürften in den kommenden Monaten erscheinen. Die Farbauflösung liegt hier wie bei HDR10 bei 10 Bit, die Filmstudios können allerdings wiederum den Bildeindruck bildweise festlegen. HDR10+ und Dolby Vision sind bei UHD-Blu-rays stets optional; sind sie auf einer Scheibe vorhanden, findet sich darauf auch immer eine HDR10-Fassung.

Was HDR10 gegenüber SDR an zusätzlichem Qualitätsgewinn bringen kann, zeigt die UHD-Blu-ray der Neuverfilmung von „Tomb Raider“. Schon die Blu-ray-Fassung schneidet hinsichtlich Auflösung, Kontrastgebung und Bildruhe hervorragend ab. HDR bringt hier aber mehr Tiefe – praktisch auf einer zweiten Ebene, die „hinter“ dem Vordergrund liegt. So weist in der HDR10-Fassung der UHD-Blu-ray das Papier des Vertrags, den Lara Croft unterzeichnen soll, mehr Struktur auf. Ähnliches gilt für Konturen an Wolkenkratzen, in Gesichtern und an Kleidungsstücken.

Der Colorist hat in der HDR10-Fassung zudem die Gelegenheit genutzt, Hauttöne natürlicher erscheinen zu lassen.

Gewöhnungsbedürftig ist, dass die HDR-Bilder im Vergleich zu den SDR-Fassungen oft deutlich dunkler ausfallen. Das sollte aber nie so weit gehen, dass man in ohnehin schon dunklen Szenen gar nichts mehr sieht. Bei Tomb Raider gelingt dieser Drahtseilakt in der HDR10-Fassung. Bei hellen Tageslichtszenen wirkt Dolby Vision mit höheren Spitzhelligkeiten sogar noch eindrucksvoller. In dunklen Szenen überträgt es die Dolby-Vision-Version jedoch ab und an: In Szenen ohne helle Lichtanteile ist das Bild sehr düster, zudem werden Farben hier überdramatisiert abgebildet.

Dass es ein Studio bei einer UHD-Blu-ray so übertreiben kann, dass die Blu-ray besser aussieht, zeigt beispielsweise „Iron Man“: Hier wurde das Bild von 2K-DI derart nachgeschärft, dass Gesichter geradezu wachsartig erscheinen. Bei „Atomic Blonde“ übertrieb es Universal Pictures in der HDR-Fassung wiederum mit den Spitzlichtern, weshalb Bildteile überstrahlen.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich einerseits feststellen, dass die Studios hinsichtlich der Auflösung tatsächlich nicht immer das Optimum aus den Vorlagen herausholen. Das hektische Tagesgeschäft oder hohe Produktionskosten taugen als Begründung dafür kaum; immerhin kosten solche Scheiben genauso viel Geld wie die Titel, für die ein 4K-DI produziert wurde.

Andererseits zeigen Bildvergleiche, dass Hollywoods Argument, es käme nicht alleine auf die Auflösung des Masters an, nicht von der Hand zu weisen

sind. Mit erweitertem Farbraum und erhöhtem Kontrastumfang stehen bei der UHD-Blu-ray tatsächlich die Werkzeuge bereit, um bei gleicher Auflösung ein mit bloßem Auge sichtbar besseres Bild zu liefern als die Blu-ray. Das bedeutet im Umkehrschluss leider nicht, dass jede UHD-Blu-ray auch besser aussehen muss als ihr Blu-ray-Pendant. Es gibt eben durchaus Titel, bei denen die UHD-Fassung im Vergleich schlechter abschneidet.

Dolby Vision und künftig HDR10+ sind nach unserer Erfahrung zweischneidige Schwerter: Auf der einen Seite ermöglichen sie den Studios, noch drastischer auf den Bildeindruck Einfluss zu nehmen, um auch noch das letzte Quentchen Kontrast herauszuquetschen. Auf der anderen Seite besteht dabei aber auch immer die Gefahr, dass das Bild in dunklen Bereichen absäuft oder Farben übertrieben wirken.

Einen Punkt darf man allerdings unabhängig von Auflösung und HDR-Formaten nie vergessen: Ein optimales Ergebnis lässt sich nur erreichen, wenn alle Komponenten der UHD-Wiedergabekette aufeinander abgestimmt und korrekt eingestellt sind. Was dafür zu beachten ist und wie sich Fehler im Notfall beseitigen lassen, beschreibt der nachfolgende Artikel „Verhindertes 4K-Glück“. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Nico Jurrán, Der Kampf ums beste Bild, Dolby Vision greift nach der HDR-Krone, c't 19/16, S. 118
- [2] Michael Goldman, Dunkirk Post: Wrangling Two Large Formats, American Cinematographer, abrufbar unter www.ascmag.com/articles/@dunkirk-wrangling-two-large-formats

Vergleichsbilder: ct.de/yeuh

Neuerscheinungen auf Ultra HD Blu-ray im September

Datum	Titel	Jahr	Studio	Produktion	Seitenverhältnis Kino	Digital Intermediate	HDR-Verfahren
03.09.2018	The Avengers	2012	Disney	35mm	1,85:1	2K	HDR10
	Avengers: Age Of Ultron	2015	Disney	3,4K/5K/6K	2,39:1	2K	HDR10
	Avengers: Infinity War	2018	Disney	6,5K/8K/70mm	1,90:1 / 2,39:1	4K	HDR10
06.09.2018	Peter Hase	2018	Sony Pictures	2,4K	2,39:1	2K	HDR10
	Predator	1987	Fox	35mm	1,85:1	4K	HDR10
	Predator 2	1990	Fox	35mm	1,85:1	4K	HDR10
	Predators	2010	Fox	1080p	2,39:1	2K	HDR10
	Ready Player One	2018	Warner Bros.	35mm/2,8K	2,39:1	2K	HDR10 + Dolby Vision
07.09.2018	Unsere Erde 2	2017	Universum Film	4K/5K/6K	1,85:1	4K	HDR10 + Dolby Vision
14.09.2018	Bad Boys – Harte Jungs	1995	Sony Pictures	35mm	1,85:1	4K	HDR10
	Bad Boys 2	2003	Sony Pictures	35mm	2,39:1	4K	HDR10
27.09.2018	Deadpool 2	2018	Fox	35mm/3,4K	2,39:1	2K	HDR10
	Robin Hood	2010	Universal Pict.	35mm	2,39:1	4K	HDR10
	Solo – A Star Wars Story	2018	Disney	3,4K/6,5K	2,39:1	4K	HDR10



Passengers (Sony Pictures Home Entertainment)

Der SciFi-Film mit Jennifer Lawrence und Chris Pratt wurde komplett digital in 6,5K gedreht. Über ein 4K-Digital-Intermediate kam das Material dann auf die UHD-Blu-ray. Und die gehört zu den absolut besten Discs ihrer Zunft. Mit fantastischen Kontrasten schlägt sie die (sehr gute) Blu-ray noch einmal sichtbar. Die kräftigeren Farben laden den Zuschauer ein, sich in der Bar des Raumschiffs richtig wohlzufühlen. Die höhere Auflösung sorgt ge-

genüber der Blu-ray für mehr Details und Plastizität. So sind Schriften auf Head-up-Displays hier absolut rund und ohne jede Kantenabstufung. Der bessere Schwarzwert lässt zudem das Weltall unglaublich tief erscheinen, ohne dass die Sterne absaufen.

Echtes 4K: ja (4K Digital Intermediate)
HDR-Verfahren: HDR10



Sully (Warner Bros. Home Entertainment)

Clint Eastwoods Flugzeugabsturz-Drama nach wahren Begebenheiten wurde komplett mit Digitalkameras gedreht, die 6,5K lieferten. Vorlage für die UHD-Blu-ray war dann ein von dieser Quelle gezo- genes 4K-DI. Die UHD-Fassung hat der Blu-ray nicht nur die wesentlich bessere Durchzeichnung sowie etwas kräftigere (Gesichts-)Farben voraus, sondern liefert auch eine bestechende Auflösung. In Naheinstellungen ist jede Pore, jede Falte

in Tom Hanks' Gesicht zu sehen. Die einzelnen Haare in seinem weißen Schnäuzer lassen sich praktisch zählen und der Glanz in den Augen ist so klar, dass man schon fast von einem hyperrealen Bild sprechen kann. So sieht eine UHD-Blu-ray aus, die durchweg überzeugt.

Echtes 4K: ja (4K Digital Intermediate)
HDR-Verfahren: HDR10



Matrix (Warner Bros. Home Entertainment)

Die UHD-Blu-rays des Kultfilms, die auf einem neuen 4K-Scan des analogen Film- materials basiert, unterscheidet sich drastisch von der alten Blu-ray-Version. Das liegt vor allem am komplett neuen Color-Grading, das sich wesentlich stärker an der Kinofassung orientiert. So gewinnt der Film nicht nur durch bessere Detailzeichnung, beispielsweise auf Gesichtern. Warner hat auch den extremen Grünstich der alten Blu-ray entfernt. Das

Bild ist jetzt nur noch dort Grün, wo es auch wirklich gewollt ist. Gesichter haben endlich einen natürlichen Teint. Dazu ist der Kontrastumfang wesentlich größer als bei der Blu-ray Disc – dank guter HDR10- und sehr guter Dolby-Vision-Fassung.

Echtes 4K: ja (4K Digital Intermediate)
HDR-Verfahren: HDR10, Dolby Vision



Predator (20th Century Fox Home Entertainment)

Einer der spannendsten Filme der 80er als Ultra-HD: Gegenüber der Blu-ray hat sich das Bild drastisch verändert – und wurde wieder dem ursprünglichen Kinofilmlook angeglichen. Es litt unter heftiger Rauschfilterung und offenbarte wachstartige und nachwischende Gesichter sowie überkontrastierte Farben ohne jede Detailtiefe. Alle diese Mankos sind nun behoben. Das ursprüngliche Filmkorn kommt wieder zum Vorschein, es

gibt wieder Zeichnung auf Gesichtern und Bewegungen sind scharf. Außerdem lockt der 4K-Scan des analogen 35-mm-Filmmaterials Details in Figuren oder auf Landkarten hervor, die man bisher noch nicht kannte.

Echtes 4K: ja (4K Digital Intermediate)
HDR-Verfahren: HDR10

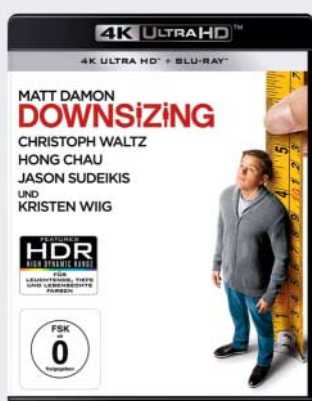


Baby Driver (Sony Pictures Home Entertainment)

„Baby Driver“ ist ein Exot: Gefilmt wurde er fast vollständig auf analogem 35-mm-Material, gelangte dann aber nur über ein 2K-Digital-Intermediate auf die UHD-Blu-ray. Dass in einem solchen Fall das Resultat nicht schlechter sein muss als bei einer nativen 4K-Disc, zeigt sich deutlich. Schon das Color Grading überzeugt hier mit gegenüber der Blu-ray wesentlich natürlicheren Hauttönen. Farben sind durchweg kräftiger, ohne übertrieben zu

wirken. Vor allem das Rot des Fluchtfahrzeugs kommt prächtig zur Geltung. Doch auch Auflösung und Schärfe sind durchweg besser. Gesichter wirken weniger weich und zeigen mehr Details. Auf einem LC-Display sichtbare Schrift kommt klarer und ohne jede Kantenabstufung zum Betrachter.

Echtes 4K: nein (2K Digital Interm.)
HDR-Verfahren: HDR10



Downsizing (Paramount Pictures)

„Downsizing“ gehört zu den Titeln, die auf UHD-Blu-ray mit deutlich anderem Look der jeweiligen Blu-ray in praktisch allen Belangen überlegen sind. Die mit HDR10 und Dolby Vision aufwartende 4K-Scheibe präsentiert wesentlich kräftigere, gleichzeitig aber auch differenzierte Farben mit deutlich mehr Nuancen. Hauttöne kommen kräftiger, wärmer und lebhafter rüber. Gleichzeitig reißen helle Bildanteile nicht so aus wie bei der Blu-ray Disc. Die

Zeichnung auf weißen Flächen wie Bettlaken bleibt stets erhalten. Die UHD-Auflösung lässt zudem die Schrift auf dem für Paul gigantisch großen Vertrag sichtbar konturierter und dreidimensionaler erscheinen – trotz des nur von einem 2K-DI hochskalierten Bildes.

Echtes 4K: nein (2K Digital Interm.)
HDR-Verfahren: HDR10, Dolby Vision



Guardians of the Galaxy Vol. 2 (Disney Studios Home Ent.)

Wie effizient und leistungsstark der HEVC-Codec arbeitet, zeigt der zweite Teil von „Guardians of the Galaxy“ eindrucksvoll. Der volldigital gefilmte und nur auf einem 2K-Digital-Intermediate basierende Marvel-Streifen überzeugt auf UHD-Blu-ray gegenüber der Blu-ray mit sichtbar feineren Details: Poren, Lippenfältchen und Gesichtshärchen sind deutlicher erkennbar. Die Strukturen auf den Oberflächen kommen plastischer rüber

und selbst in Bewegungen sind hier keine Artefakte auszumachen. Ergänzt wird die hervorragende Auflösung durch eine höhere Dynamik (HDR10) und einen erweiterten Farbraum. Beides lässt die ohnehin schon bunten Farben noch kräftiger und dynamischer erscheinen.

Echtes 4K: nein (2K Digital Interm.)
HDR-Verfahren: HDR10



Thor: Tag der Entscheidung (Disney Studio Home Ent.)

Beim dritten Teil der Comic-Verfilmung um den Hammerwerfer „Thor“ ist es besonders merkwürdig, dass man ihm nur ein 2K-DI spendiert hat – immerhin drehte man den Film digital in 6,5K. In der Praxis zeigt sich das Bild der UHD dennoch dem der Blu-ray überlegen. Farben sind stets lebhafter und der höhere Kontrastumfang beseitigt den leichten Schleier, der über dem Bild der Blu-ray Disc hängt. Helle Bereiche reißen nun nicht mehr aus und Fi-

guren schälen sich sichtbar dreidimensional aus dem Hintergrund heraus. Bei der Auflösung punktet die 4K-Scheibe ebenfalls. Das Upscaling ist so gut gelungen, dass man Feinheiten auf der Haut und in Gesichtern wesentlich deutlicher sieht.

(Timo Wolters/nij@ct.de)

Echtes 4K: nein (2K Digital Interm.)
HDR-Verfahren: HDR10



Bild: Albert Hulm, Illustrator

Verhindertes 4K-Glück

Anschlussprobleme bei UHD erkennen und beseitigen

Mancher Anwender sieht auf seinem UHD-Fernseher tatsächlich nur ein hochgerechnetes Full-HD-Bild, in anderen Fällen gibt es zwar 4K, doch mangelt es an Farbe und Kontrast. Wir helfen bei der Fehlersuche.

Von Nico Jurrán

Nicht selten melden sich bei der c't-Hotline Leser, die nach dem Kauf eines 4K-Fernsehers das Gefühl haben, gar kein Ultra-HD-Bild zu sehen. Und viele davon liegen mit dieser Vermutung

tatsächlich richtig. So kommt es immer wieder vor, dass der UHD-TV nur ein hochgerechnetes Full-HD-Bild statt eines 4K-Bildes zeigt. Vor allem aber entsprechen angezeigter Farbraum und Kontrastumfang oft nicht dem UHD-Standard. Dabei spielen diese bei der Bildqualität von UHD-Quellen eine wichtige Rolle, wie der Artikel „Schöne Scheibenwelt“ auf Seite 146 zeigt.

Eine von der UHD Alliance mit Fernsehern und UHD-Blu-ray-Playern verschiedener Marken durchgeführte Studie zum Thema Interoperabilität kam passend dazu zu dem Ergebnis, dass es für den Konsumenten tatsächlich schwierig ist, alle Komponenten so miteinander zu verbinden und einzustellen, dass sie das

optimale 4K-Erlebnis bieten. Die Vereinigung hat daraufhin eine Reihe von Ratschlägen zusammengestellt, die wir nachfolgend kommentiert und um eigene Empfehlungen ergänzt auflisten.

Passende Hardware

Der Rat, sich die passende Hardware zu kaufen, klingt zunächst äußerst banal. In Gesprächen mit Lesern stellt sich aber immer wieder heraus, dass erworbene Geräte technisch gar nicht in der Lage sind, die geforderten Leistungen zu erbringen.

Viele Käufer irritiert beispielsweise die Bezeichnung „4K“ in Werbung für gewöhnliche Blu-ray-Player, die sich nur auf die Möglichkeit bezieht, ein Full-HD-Videobild von Blu-ray Disc auf die ultra-hohe Auflösung hochrechnen zu lassen. Falsch wäre es zu glauben, dass diese Geräte dieselbe Bildqualität liefern wie ein UHD-Blu-ray-Player, in dem eine Ultra HD Blu-ray läuft.

Besondere Aufmerksamkeit sollte beim Kauf walten lassen, wer Wert auf eine Videowiedergabe mit erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range) legt. Die Unterstützung des statischen HDR-Verfahrens HDR10 ist zwar bei UHD-Fernsehern und -Blu-ray-Playern Standard, nicht aber die der dynamischen Varianten. Hier ist die Industrie aktuell vielmehr gespalten: LG, Loewe, Oppo und Sony setzen auf Dolby Vision, während Panasonic, Philips und Samsung das Konkurrenzformat HDR10+ unterstützen. Lediglich Panasonic hat einen Player im Sortiment, der beide Varianten unterstützt, allerdings keinen Fernseher mit Dolby Vision. Wer einen Fernseher eines Herstellers des einen Lagers mit dem Player eines Anbieters aus dem anderen Lager kombiniert, sieht daher üblicherweise nur ein HDR10-Bild, aber keine Videos mit dynamischem Kontrast.

Wer einen Audio/Video-Receiver als Schaltzentrale einsetzen möchte, sollte darauf achten, dass dieser auch tatsächlich alle gewünschten Videosignale durchleiten kann (sogenanntes „Pass-through“). Vor allem bei Dolby Vision gibt es hier mit älteren Modellen oft Probleme, in manchen Fällen ist diese Funktion aber mit einem Firmware-Update nachträglich aktivierbar (siehe auch nächsten Punkt). Da das Konkurrenzformat HDR10+ noch in den Startlöchern steht, lassen sich noch keine abschließenden Aussagen zum Passthrough der Metadaten machen.

Für den Fall, dass der AV-Receiver das 4K-Video-Signal nicht wie gewünscht durchleiten kann, bieten die meisten UHD-Blu-ray-Player einen zweiten HDMI-Ausgang, an dem lediglich die Audiodaten bereitstehen. Diese lassen sich zur Weiterverarbeitung an den AV-Receiver geben, während man den Videodatenstrom mit einer zweiten HDMI-Strippe direkt zum 4K-TV schickt.

Aktuelle Firmware

Lange vorbei sind die Zeiten, in denen Fernseher und andere Unterhaltungselektronik ihr Leben lang im Auslieferungszustand betrieben wurden. Heute spielen die Hersteller für viele Smart-TVs, UHD-Blu-ray-Player und AV-Receiver regelmäßig Firmware-Updates aus – um den Geräten neue Features zu spendieren, aber auch um Bugs zu beseitigen oder versprochene Funktionen nachzureichen, die zum Verkaufsstart dann doch nicht mehr fertig geworden sind.

Auch wer seine Geräte ungerne dauerhaft ins Netz hängt, sollte sie daher regelmäßig mit dem Internet verbinden und nach neuen Versionen ihrer Betriebssoftware suchen lassen. Das Risiko, dass beim Update etwas schiefgeht oder Features verschwinden, ist gering.

Kontrolle der Einstellungen

Eigentlich müsste man davon ausgehen, dass jeder 4K-Fernseher ultra hoch aufgelöste Videobilder ab Werk stets in bestmöglicher Qualität wiedergibt. Tatsächlich nehmen viele Geräte aber nur an bestimmten Eingängen Videosignale mit erweitertem Farbraum und erhöhtem Kontrastumfang entgegen. Zudem muss oftmals ein spezieller UHD-Modus in den Einstellungen für den betreffenden Port aktiviert werden.

Der Grund dafür kann in Einschränkungen liegen, die die in den Geräten ge-

Bei einigen 4K-TVs muss der UHD-Farbraum erst in den Bildoptionen aktiviert werden.



nutzten Bauteile mit sich bringen. In vielen Fällen wollen die Hersteller dadurch aber einfach nur sicherstellen, dass die Fernseher abwärtskompatibel zu Quellen sind, die noch Videosignale nach den SD- und HD-Standards liefern.

Im Zweifel sollte man die Bedienungsanleitung seiner Geräte ausführlich studieren und auch darauf achten, welche Icons der Fernseher beim Start der Wiedergabe einblendet – und welche er einblenden sollte. Aktuelle Geräte geben spätestens beim Druck auf die Info-Taste der Fernbedienung detaillierte Auskunft über die Quelle. Sollten hier bei entsprechenden Quellen keine passenden Icons à la UHD/4K, HDR/Dolby Vision oder BT.2020 erscheinen, sind Zweifel angebracht, dass an den Geräten alles korrekt eingestellt ist.

Ordentliche HDMI-Kabel

Da Videosignale unkomprimiert über die digitale Audio/Video-Schnittstelle HDMI laufen, kommen billige Standard-Strippen beim Wechsel von Full HD auf das viermal so hoch aufgelöste UHD schnell an ihre Grenzen. Die Folge können beispielsweise durchs Bild tanzende Punkte sein; im schlimmsten Fall bricht die Verbindung zwischen Zuspeler und Fernseher komplett zusammen.

Nicht außergewöhnlich ist, dass die HDMI-Verbindung bei der Filmwiedergabe ohne Störungen funktioniert, das Bild beim Wechsel auf das Menü der UHD-Blu-ray-Players aber zusammenbricht. Dies ist damit zu erklären, dass Filme auf der UHD Blu-ray üblicherweise mit 24 Bildern pro Sekunde gespeichert sind, Player ihre Menüs aber oft mit 60 Bildern pro Sekunde übermitteln. Letzteres überschreitet dann das Limit des Kabels.

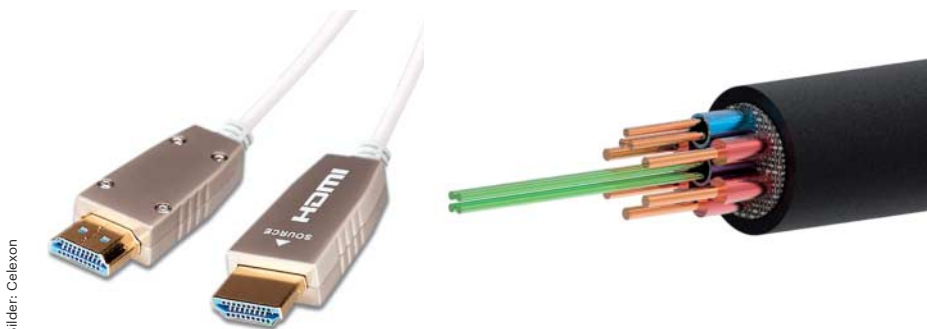
Die HDMI-Version 2.0 beziehungsweise 2.0a führt Auflösungen von 2160p bei 60Hz und als weiteres Feature HDR (High Dynamic Range) ein. Die dafür nötige Bandbreite sollten eigentlich die zuvor schon erhältlichen „High Speed“-Kabel bereits bieten. In der Realität ist dies allerdings nicht immer der Fall, weshalb seit einiger Zeit ein zusätzliches Label „Premium High Speed HDMI“ zeigt, dass das betreffende Kabel den hohen Ansprüchen genügt.

Am Markt finden sich aber auch preiswerte HDMI-Kabel ohne Premium-Label, denen die Hersteller die 4K/60-Unterstützung explizit zusichern. Nach unserer Erfahrung reichen diese oftmals tatsächlich aus – zumindest bei kurzer Kabellänge. Will man über 5 Meter zwischen Zuspeler beziehungsweise AV-Receiver und TV überbrücken, wird die Auswahl aber spürbar kleiner.

Ausblick

Die UHD Alliance versucht nach eigenen Angaben nun verstärkt auf die Hersteller einzuwirken, damit diese dafür sorgen, dass die Geräte Quellen besser erkennen und automatisch die optimalen Einstellungen wählen. Für Konsumenten hat sie eine Website mit Informationen zu dem Thema in englischer Sprache eingerichtet (siehe ct.de/y598), die künftig auch auf Deutsch verfügbar sein soll. (nij@ct.de) **ct**

Website der UHD Alliance: ct.de/y598



Bilder: Celaxon

Für größere Distanzen haben Hersteller wie Celaxon mittlerweile HDMI im Sortiment, in denen Lichtwellenleiter stecken.



Bekannt verzogen

Serverbetrieb mit dynamischen IPv6-Adressen

Private Internetanschlüsse müssen in Deutschland mit dynamischen IPv6-Adressen leben – gegen den ausdrücklichen Rat des RIPE, das den Providern die Adressen zuteilt. Daraus entstehen diverse Probleme für private wie professionelle Server-Betreiber. Die meisten lassen sich jedoch leicht lösen.

Von Johannes Weber und Carsten Strotmann

W eil dem alten Internet-Protokoll IPv4 die Adressen ausgingen, ändert sich die IP-Adresse eines privaten Anschlusses turnusmäßig, damit gerade nicht genutzte Adressen anderweitig verwendet werden können. Das neue IPv6 hat mehr als genug Adressen und die Adressvergabestelle RIPE NCC spricht sich eindeutig für dauerhaft gültige Adressen für jeden Anschluss aus [1]. Doch privaten Anschlüssen teilen die meisten Provider auch IPv6-Adressen trotzdem nur dynamisch zu. Eine rühmliche Ausnahme ist die Firma Deutsche Glasfaser.

Dynamische IPv6-Adressen bringen sowohl für private als auch für Firmennetze Probleme mit sich, die man mit IPv4 gar nicht kannte. Dieser Beitrag zeigt, wo es klemmt und was man dagegen tun

kann. Dabei geht es zunächst um Hausmittel für den Heim-Admin, der eigentlich nur von unterwegs sein NAS, seine IP-Kamera und seine Heizungssteuerung erreichen möchte. Danach skizzieren wir einige Therapiemöglichkeiten, die IPv6-Kopfschmerzen professioneller Admins lindern.

Bei IPv4 kann man auch mit dynamischen Adressen noch leidlich einfach Internet-Server betreiben: Man beschafft sich von einem DynDNS-Dienst wie freedns.afraid.org einen Hostnamen. Der Router meldet die ihm zugeteilte IPv4-Adresse dem DynDNS-Anbieter, sodass dieser den Namen jederzeit zur gerade gültigen dynamischen IPv4-Adresse auflösen kann. Ein einziger DynDNS-Hostname genügt, um mehrere Server hinter

einem Router per IPv4 anzusprechen, zum Beispiel IP-Kamera, VPN- oder Webserver, weil der Router Anfragen von außen nach innen umsetzt (Port-Weiterleitung).

Doch mit IPv6 geht das nicht mehr so einfach, denn jedes Gerät bekommt damit mindestens eine global im Internet routbare IPv6-Adresse – und somit braucht es im Prinzip auch einen eigenen Hostnamen. Deshalb müsste man jedes Serverchen oder sonstiges Gerät, auf das man aus dem Internet zugreifen möchte, mit einem DynDNS-Client ausrüsten. Leider geht das bei manchen Geräten schlicht nicht, etwa bei einfachen IP-Kameras, Druckern oder IoT-Geräten. Und wenn man den Hostnamen mal ändern möchte, weil aus der „jungesellenbude.example.com“ doch noch „nestfuerzweiplusx.example.com“ geworden ist, lassen sie sich schon gar nicht zentral verwalten.

Je nach Charakter des Netzes hat das verschiedene unangenehme Folgen, für die wir einige Workarounds und Lösungen anbieten. Sie nutzen die Port-Weiterleitungen mancher Router, spezielle DynDNS-Angebote, oder, wenn man diese Möglichkeiten hat, eigene DHCPv6- und DNS-Server.

MyFritz v6

Wer eine Fritzbox benutzt, kann AVMs DynDNS-Dienst „MyFritz“ verwenden, um einen oder mehrere Server im LAN für Internet-Zugriffe per IPv6 freizugeben. Dabei setzt MyFritz den Namen, den ein Server im LAN verwendet, automatisch als Hostnamen ein. Den stellt man vor die zugeteilte MyFritz-Domain, zum Beispiel MeinNAS.gzzzmyks1s2wzl4w.myfritz.net, um den betreffenden Host per IPv6 aus dem Internet anzusprechen.

Wenn man eine eigene Domain besitzt, kann man dort auch einen Alias (CNAME) eintragen und muss sich nicht mehr mit den 16 kryptischen Zeichen in der MyFritz-Domain herumschlagen:

MeinNAS.example.com. CNAME ↴

↴ MeinNAS.gzzzmyks1s2wzl4w.myfritz.net

Damit die Fritzbox an sie selbst gerichtete HTTPS-Anfragen über den CNAME example.com annimmt, trägt man diesen unter „Heimnetz/Netzwerk/Netzwerkeinstellungen/DNS-Rebind-Schutz“ als Ausnahme ein, denn ab FritzOS 7 überprüft die Box, ob der HTTPS-Request auf einen zulässigen Domainnamen zeigt. Ohne die Ausnahmeregel weist sie

HTTPS-Anfragen mit anderer Ziel-Domain als „Bad Request“ zurück.

Aber auch andere DynDNS-Anbieter können das Problem der Adressaktualisierung lösen. Dazu trägt man zunächst die Hostnamen (Full Qualified Domain Name, FQDN) und die Interface-IDs – die hinteren 64 Bit der IPv6-Adresse – der Server ein, die man für Internet-Zugriffe freigeben will. Bei einer Neueinwahl ins Internet bekommt ein Router nicht nur eine IPv6-Adresse für sein WAN-Interface, sondern auch einen IPv6-Adressbereich, typischerweise ein /56-Subnetz. Davon weist er dem Netzwerk eine Teilmenge in Form eines 64-Bit-Präfix zu – /64 in IPv6-Schreibweise. Die internen Hosts erzeugen sich dann unter Verwendung ihres Interface-Identifiers neue, global gültige IPv6-Adressen. Das Verfahren nennt sich Stateless Address Autoconfiguration, kurz SLAAC.

Zugleich meldet ein spezieller DynDNS-Client dem DynDNS-Server nicht wie üblich die IPv6-Adresse des Routers, sondern das komplette neu zugeteilte Präfix. Der DynDNS-Server reimt sich dann die IPv6-Adressen der betreffenden Hosts aus dem neuen Präfix und den ihm mitgeteilten Interface-IDs zusammen.

Dieser Ansatz funktioniert aber nur, wenn die Geräte statische Interface-IDs oder EUI-64 verwenden. Die IPv6 Privacy Extensions, nach denen sich IPv6-Adressen von Clients turnusmäßig ändern, um

Tracking zu vermeiden, funktionieren nicht. Sie spielen bei der Adressierung von Servern aber ohnehin keine Rolle, da sie nur für ausgehenden Verkehr gedacht sind.

DynDNS-Clients mit Präfix-Aktualisierung haben bisher nur einige kleinere Anbieter im Programm. Dazu gehören DuiaDNS und die Bremer Firma Digineo mit ihrem Dynv6-Dienst. DuiaDNS setzt entweder einen Router auf Basis von OpenWRT, Tomato und Linux voraus oder Desktop-Rechner mit Windows, Linux, macOS oder FreeBSD. Für Linux und Windows gibt es auch Clients mit grafischem User-Interface.

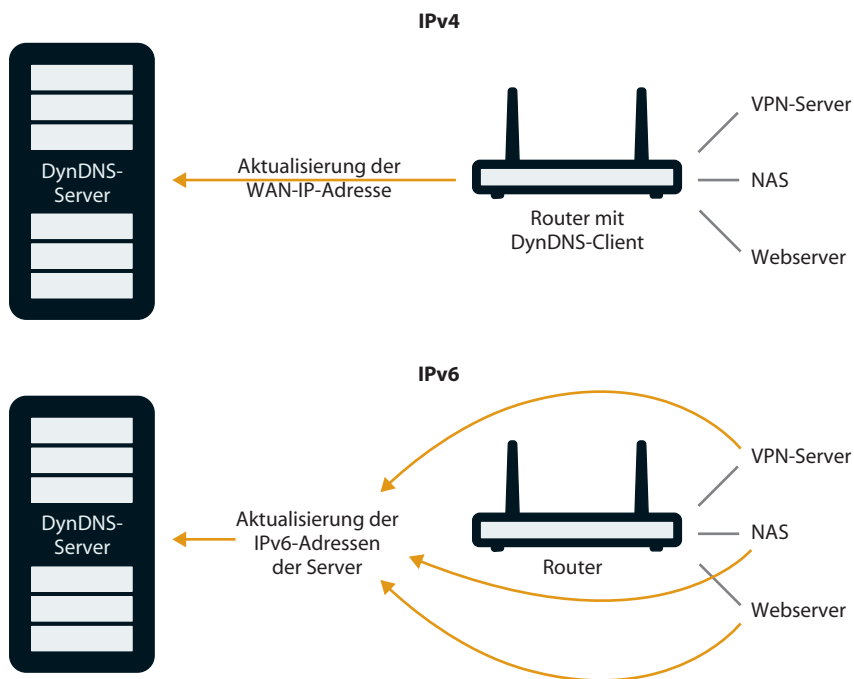
Digineo hat seinen Client für PCs mit Linux, macOS und Windows ausgelegt. Dabei genügt es, einen einzigen Dynv6-Client im LAN einzurichten. Der Dynv6-Client extrahiert das neue Präfix aus der aktuellen IPv6-Adresse der Maschine, auf der er läuft und bringt damit den Dynv6-Server dazu, die Adressen für alle erfassten Hosts auf einen Schlag zu aktualisieren. Neben DuiaDNS und Dynv6 gibt es eine Handvoll Skripte, die diese Technik auf dem DNS-Server BIND9 umsetzen (siehe ct.de/y4mx).

Zu beachten ist, dass man in Fritzboxen zwar ein Dynv6-Konto anlegen kann. Doch die Box nutzt den Dynv6-Service nur, um ihre eigene WAN-IPv6-Adresse zu aktualisieren; sie meldet nicht, wenn sich das Präfix ändert.

Wer den Fritzbox-eigenen DynDNS-Dienst MyFritz nutzt, kann darüber leicht mehrere Server für Zugriffe aus dem Internet freigeben. Dabei richtet die Box gleichzeitig eine IPv4-Portweiterleitung und eine IPv6-Portfreigabe ein.

Dynamische IPv4- und IPv6-Adressen

Bei IPv6 bekommt jedes Gerät mindestens eine öffentliche Adresse. Deshalb braucht jedes Gerät, das man per IPv6 als Server ansprechen will, normalerweise auch einen eigenen öffentlichen Hostnamen.



Und schließlich könnte man eine IPv6-Firewall mit herkömmlichem DynDNS-Client und Port-NAT-Funktion einsetzen, um auf einen Schlag mehrere Server per IPv6 im Internet freizugeben (NAT 66). Das geht mit den Linux-Firewalls „ip6tables“ und „nftables“ oder mit der BSD-Firewall „pf“. Freilich gibt man mit NAT 66 die Ende-zu-Ende-Kommunikation auf, was man mit Problemen bei Protokollen wie SIP und IPsec bezahlt.

Dabei spricht man alle Server über den Hostnamen der Firewall an und zwar anhand der jeweiligen Portnummer. Das funktioniert, weil diese Firewalls IPv6-Verbindungsanfragen, die an ihre WAN-IPv6-Adresse eingehen, an eine interne Adresse (und den zugehörigen Port) weiterleiten können. Sie arbeiten also genau so wie Router mit IPv4-Portweiterleitung und NAT.

Firmen-Probleme

Für den Gelegenheitsadmin ist die Geschichte hiermit erledigt. Wer in seinem Netz etwas mehr Aufwand treibt, ob nun privat oder beruflich, hat noch ein paar mehr Optionen, die nicht auf fremde DynDNS-Dienste angewiesen sind.

Zur Not kann man anhand der Neighborhood-Tabelle des lokalen Routers die Adressen der internen Hosts in einem Firmen-eigenen DNS aktualisieren. Admins nehmen dafür selbstgebastelte Skripte, die die Neighborhood-Tabelle des Routers periodisch von einem PC aus auslesen und notieren damit die Zuordnung von MAC- und IPv6-Adressen in einer Tabelle. Dann kann das Skript an-

hand dieser Daten die IPv6-Adressen von individuellen Hostnamen bei einem DynDNS-Server aktualisieren.

Sauberer ist es, wenn man einen DHCPv6-Server aufsetzt, der Hostnamen und IPv6-Adressen auf dem offiziellen Wege direkt an einen DNS meldet. In BIND heißt die zugehörige Option `update-policy`, im ISC-DHCP-Server `ddns-updates on`.

Am einfachsten geht das, wenn sich der Router für DHCPv6-Prefix-Delegation eignet (auch das kann eine aktuelle Fritzbox). Der Router kann ein oder mehrere weitere /64-Subnetze einem DHCPv6-Server im LAN per Prefix-Delegation zuweisen. Der DHCPv6-Server teilt dann den Servern per DHCPv6-Protokoll globale IPv6-Adressen zu. So können Hosts sowohl vom Router als auch vom DHCPv6-Server IPv6-Adressen erhalten; diese können auch aus verschiedenen Präfixen stammen.

Der DHCPv6-Server (z. B. ISC-KEA oder Windows Server 2016 DHCP) reicht die Hostnamen und IPv6-Adressen an den DNS-Server im LAN weiter. So kann man Adressen und Namen zentral verwalten und muss die Geräte nicht mit DynDNS-Clients ausrüsten.

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

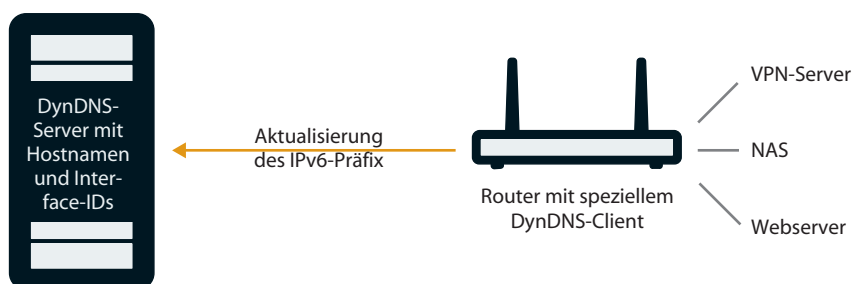
Literatur

- [1] RIPE 690, Best Current Operational Practice for Operators: IPv6 prefix assignment for end-users – persistent vs non-persistent, and what size to choose, <https://www.ripe.net/publications/docs/ripe-690#5-end-user-ipv6-prefix-assignment-persistent-vs-non-persistent>

RIPE-Empfehlung, DynDNS-Anbieter:
ct.de/y4mx

DynDNS für mehrere IPv6-Server

Anstatt auf jedem IPv6-Server einen DynDNS-Client zu installieren, der einzelne Adressen meldet, kann man Router nutzen, die Präfix-Änderungen beim DynDNS-Anbieter melden. Dieser erzeugt die neuen IPv6-Adressen aus dem neuen Präfix und den hinterlegten Interface-IDs.



Anzeige

Anzeige

Anzeige



Bürokratiemonster EU-Datenschutz?

100 Tage DSGVO – eine erste Bilanz

Statt Euphorie über einen modernen Datenschutz herrscht 100 Tage nach dem Start des neuen europäischen Rechts nicht nur Rechtsunsicherheit, sondern eine regelrechte Abneigung gegen Datenschutz und dessen vermeintliche Zumutungen vor. Sind die negativen Reaktionen gerechtfertigt? Eine Bestandsaufnahme.

**Von Joerg Heidrich und
Nicolas Maekeler**

Sie sollte der ganz große Wurf werden, die EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Ihre Macher versprachen klare, EU-weit einheitliche Datenschutzregeln, die die Rechte von Bürgerinnen und Bürgern schützen, ohne Unternehmen zu verprellen. Nun ist das Mega-Regelwerk nach zweijähriger Übergangsphase seit 100 Tagen wirksam und zeigt seine Zähne. Aber auch Mängel werden deutlich.

In der Bevölkerung, so der Eindruck, hat sich die Wahrnehmung gewandelt: Standen dem Projekt viele vor wenigen Monaten noch positiv gegenüber, nahm die Kritik zu, je länger die DSGVO diskutiert wurde. Heute ist oft von einem „Bürokratiemonster“ zu lesen und von einem Start-up-Killer. Das ist wenig verwunderlich: Zwar erhalten die Bürger durch das neue Gesetz eine ganze Reihe neuer Rechte und Auskunftsansprüche. Allerdings verfolgt die DSGVO ein Bild eines passiven Staatsbürgers.

Wird dieser Bürger aktiv und betreibt etwa ein Blog oder eine Webpräsenz, gelangt er schnell in den Anwendungsbereich des neuen Datenschutzes – und wird so vom Geschützten zum Beschützer. Hier liegt eine große Schwäche im neuen Recht: Die DSGVO kennt kaum reduzierte Anforderungen für aktive Privatpersonen, ebenso wenig für Vereine, Selbstständige oder kleine Unternehmen.

Diesen Personenkreis trafen die Anforderungen des neuen Rechts mit erheblicher Wucht, die durch Rechtsunsicherheit noch verstärkt wurde. Es war nicht gerade hilfreich, dass nicht nur die Aufsichtsbehörden, sondern auch Interessenverbände und Kammern notwendige Informationen häufig erst kurz vor Wirksamkeit der DSGVO veröffentlicht haben.

Dies verstärkte das Bild vom Datenschutz als einem eher lästigen Übel. Von einem gelungenen Start kann man in diesem Zusammenhang jedenfalls nicht sprechen. Doch ist dieses Urteil berechtigt?

Kollateralschäden

Privatleute und Kleinunternehmen, die nicht über ausreichende zeitliche und monetäre Ressourcen verfügten, um sich hinreichend mit dem Thema Datenschutz zu beschäftigen, ächzten auf. Im Web machte sich das insbesondere in der Blogosphäre bemerkbar.

Etliche Selbstpublizisten schalteten zum 25. Mai ihre Online-Präsenzen ab. Die rechtlichen und technischen Anforderungen wie eine neue Datenschutzerklärung, Transportverschlüsselung und datenschutzkonforme Wordpress-Plug-ins sowie die (oft grundlose) Angst vor Abmahnungen und horrenden Bußgeldern ließen etliche Blogger kapitulieren. Der Abwägung, ob der zu betreibende Aufwand im vernünftigen Verhältnis zum Bestehen eines seit etlicher Zeit nicht mehr gepflegten Blogs steht, bewog augenscheinlich ebenfalls viele zum Abschalten.

Einen Vorwurf müssen sich auch die großen Blog-Plattformen und Software-Produzenten gefallen lassen: Die meisten haben ihre Produkte viel zu spät oder gar nicht an die neuen Anforderungen durch die DSGVO angepasst. Die WordPress-Community etwa veröffentlichte gerade mal zehn Tage vor dem 25. Mai ein entsprechendes Datenschutz- und Wartungs-Release. Bedenkt man, dass mittlerweile knapp ein Drittel aller weltweit aktiven Websites auf WordPress als Unterbau beruhen, wird klar, welche Verwerfungen diese späte Reaktion mit sich gebracht hat.

Auch größere Unternehmen hat die Furcht vor Abmahnungen erfasst. Der Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) befragte rund einen Monat nach Wirksamkeit der DSGVO 278 Unternehmen. Demnach haben 43 Prozent der Digitalunternehmen ihre digitalen Aktivitäten wegen der DSGVO eingeschränkt, mehr als die Hälfte rechnet nun mit Umsatzeinbußen. 5 Prozent der Unternehmen hatten bis Ende Juni bereits Abmahnungen erhalten, die sich auf die DSGVO stützen.

Immerhin: Die von vielen Anwälten und Beratern prophezeite ganz große Abmahnflut blieb offensichtlich aus. Abmahnungen von Privatpersonen oder kleinen Unternehmen gab es zwar, aber nur ver-

einzelnt. Dabei ging es wie erwartet in den meisten Fällen um gänzlich fehlende Datenschutzhinweise auf Websites. In diesen Fällen dürfte es den Betroffenen schwerfallen, sich erfolgreich gegen diese teuren Anwaltsbriefe zur Wehr zu setzen.

Kategorie „kurios“

Manche Anwaltsschreiben fallen eher in die Kategorie „kurios“: Für einige Aufmerksamkeit haben Zahlungsaufforderungen gesorgt, die ein Rechtsanwalt aus Berlin versandt hatte. Er vertritt einen Optiker, der auf mehreren Websites Anfragen an die Betreiber über die dort vorhandenen Kontaktformulare versandt hatte. Im Nachhinein habe der „Geschädigte“ feststellen müssen, dass der Website-Betreiber „die personenbezogenen Daten über das Kontaktformular ohne HTTPS als Transportverschlüsselung“ erfasst habe und die Seite nicht über ein SSL-Zertifikat verfügte. Damit lägen „ganz erhebliche Verletzungen bei der Verarbeitung der Daten“, die man „schon als drastische Missachtung der Vorschriften der DSGVO“ ansehen müsse.

Für diese Verletzung verlangte der Abmahnanwalt von einem Website-Betreiber unter Verweis auf Artikel 82 der DSGVO einen Schadensersatz in Höhe von 8500 Euro, in anderen Fällen sogar von 12.000 Euro. Diese irrwitzigen Summen begründete er mit dem „persönlichen Leid“ seines Mandanten, außerdem mit der Abschreckungsfunktion „im Hinblick auf die besondere Bedeutung der DSGVO“.

Zwar sehen die einschlägigen DSGVO-Vorschriften tatsächlich einen Schadensersatzanspruch vor, wenn einer Person wegen eines Verstoßes gegen die Vorschriften des Datenschutzes ein materieller oder immaterieller Schaden entstanden ist. Dies gilt aber nur dann, wenn den Betroffenen beispielsweise ein finanzieller Verlust, eine Rufschädigung oder ein erheblicher wirtschaftlicher oder gesellschaftlicher Nachteil ereilt hat. Allein das unverschlüsselte Versenden von Kontaktdaten ist meilenweit von solch gravierenden Auswirkungen entfernt, weshalb der Abmahnanwalt wohl leer ausgehen wird.

Überforderte Aufsichtsbehörden

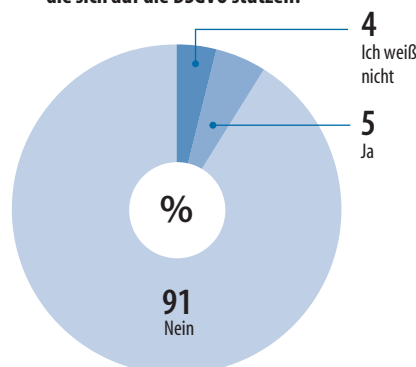
Von den Landesdatenschutzbeauftragten war in den ersten 100 Tagen recht wenig zu hören, dabei fungieren sie in Deutschland immerhin als Aufsichtsbehörden, die für die Durchsetzung der DSGVO zuständig sind. Sie dürften von den zahlreichen Anfragen und Anrufen von Unternehmen, Bürgern und Vereinen völlig absorbiert sein und die herrschende Rechtsunsicherheit am eigenen Leib erfahren.

Allerdings sind die Behörden an dieser Unsicherheit sicher auch nicht ganz unbeteiligt. Zwar gibt es inzwischen gute und praxisnahe Leitfäden und Broschüren der Ämter. Diese wurden jedoch zum Teil erst kurz vor Anwendungsbeginn des neuen Rechts veröffentlicht. Vor allem die scheidende Bundesdatenschutzbeauftragte Andrea Voßhoff muss sich hier, wie

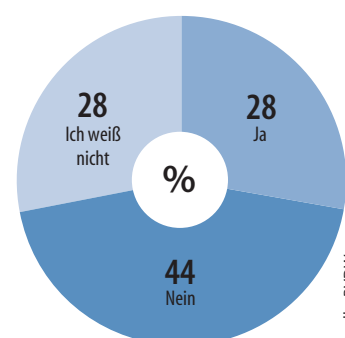
Abmahn-Ängste

Studie des Verbands BVDW: 28 Prozent von 277 befragten Unternehmen befürchten, in nächster Zeit wegen eventueller Verstöße gegen die DSGVO abgemahnt zu werden.

Haben Sie bereits Abmahnungen erhalten, die sich auf die DSGVO stützen?



Rechnen Sie mit Abmahnungen, die sich auf die DSGVO stützen?



Quelle: BVDW



Bild: LfD Niedersachsen

Barbara Thiel, Landesdatenschutzbeauftragte in Niedersachsen:
„Das Bußgeld ist nur eines von verschiedenen Mitteln, die wir im Werkzeugkasten haben.“

eigentlich während ihrer gesamten Amtszeit, den Vorwurf gefallen lassen, die Einführung der DSGVO viel zu passiv verfolgt, kaum begleitet, geschweige denn moderiert zu haben.

Markige Worte von Behördenleitern trugen sicher auch zu der Ende Mai herrschenden Panik rund um die Einführung der DSGVO bei. So hatte der Landesdatenschutzbeauftragte Thüringens, Lutz Hasse, noch am 23. Mai keine Notwendigkeit gesehen, den Unternehmen eine „Schonfrist“ für die Umsetzung des neuen EU-Rechts einzuräumen. Diese Schonfrist sei nämlich längst abgelaufen. Ohnehin würde es ihn wundern, „dass jetzt so eine Panik ausbricht“.

Ironie am Rande: Während Hasse hart mit den Bürgern und Unternehmern seines Landes ins Gericht ging, hielt seine eigene Behörde – entgegen der DSGVO-Bestimmungen – zum gleichen Zeitpunkt noch nicht einmal das Formular bereit, mit dem sich die betrieblichen Datenschutzbeauftragten dort pflichtgemäß zu melden hatten.

Erste Behörden haben die Bearbeitung von Beschwerden bereits abgeschlossen und Bußgeldverfahren eingeleitet – aber noch keine Bescheide zugestellt. Dr. Stefan Brink etwa, der Landesdatenschutzbeauftragte von Baden-Württemberg, bestätigte c't eine Anzahl von gestarteten Verfahren „im niedrigen zweistelligen Bereich“. Die Zahl der Anfragen und Beschwerden habe sich von April bis Juli verdreifacht. Wegen der DSGVO habe er seine Behörde um 20 Stellen aufgestockt.

Ähnliches berichtete seine Kollegin Barbara Thiel aus Niedersachsen: „Im gesamten Jahr 2017 gab es im Bereich Telemedien, Rundfunk und Telekommunikation 93 Beschwerden, eingereicht von öffentlichen und nicht öffentlichen Stellen sowie Bürgern. Im Zeitraum vom 25.5.2018 bis zum 15.8.2018 waren es bereits 147 schriftliche Eingaben – Beschwerden und Beratungen.“ Insgesamt sei „das Beratungsaufkommen bereits zirka zwei Monate vor dem 25.5. deutlich gestiegen. Ab dem 25.5. haben die Anfragen noch einmal zugenommen. Im Gesundheitsbereich zum Beispiel ist die Zahl deutlich um etwa das Neunfache gestiegen.“

Thiel scheint sich bei Strafen im Vergleich zu dem baden-württembergischen Datenschutzbeauftragten zurückzuhalten. Bußgeldverfahren hat sie aufgrund von

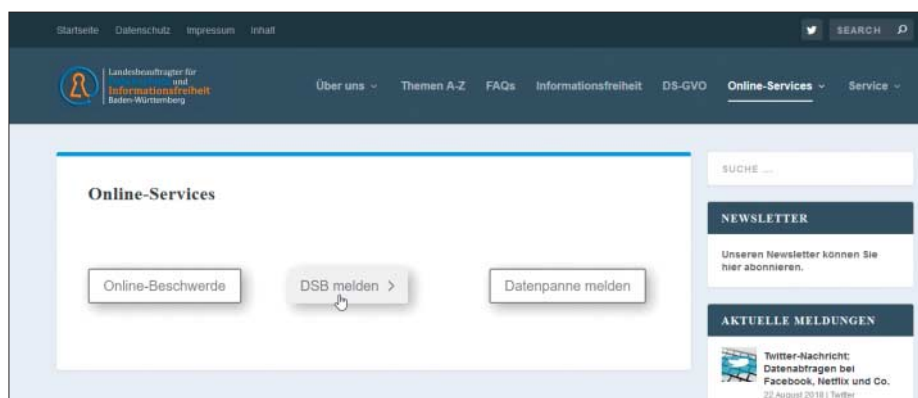
Verstößen gegen die DSGVO nach eigener Aussage noch nicht eingeleitet. Am Ende eines Kontrollverfahrens könne „möglicherweise auch ein Bußgeld verhängt werden. Allerdings ist das Bußgeld auch nur eines von verschiedenen Mitteln, die wir im Werkzeugkasten haben. Daneben gibt es zum Beispiel auch Hinweise, Warnungen oder Anordnungen.“

Informationsflut

Wer um den 25. Mai herum den Briefkasten öffnete oder einen Blick ins E-Mail-Postfach warf, dürfte angesichts von Hunderten Seiten an Datenschutzinformationen, Einwilligungensuchen und sonstigen DSGVO-Hinweisen überfordert gewesen sein und schnell vor der Informationsflut kapituliert haben. Hand aufs Herz: Haben Sie nach der x-ten Datenschutzerklärung irgendeines Online-Dienstes deren Inhalt auch nur ansatzweise überflogen, bevor Sie sie weggeklickt oder in den Papierkorb verschoben haben?

Anders als vom Gesetzgeber intendiert werden derartige Dokumente eben gerade nicht gelesen. Die DSGVO sieht zwar vor, dass Hinweise zum Datenschutz in verständlicher und leicht zugänglicher Form sowie in einer klaren und einfachen Sprache verfasst sein sollen. Aber im Zuge der DSGVO-Infowelle wurde schnell deutlich, dass diese Texte von Juristen für Juristen geschrieben werden, um sich aufgrund drohender Bußgelder und Abmahnungen gegenüber Datenschutzbehörden und Mitbewerbern abzusichern. Der Verbraucher, dem die neuen Informationspflichten eigentlich zugute kommen sollten, blieb auf der Strecke.

Viele Unternehmen haben hier vieles falsch gemacht. Betroffenen Personen zur



Vorbildlich: Der Landesdatenschutzbeauftragte von Baden-Württemberg bot frühzeitig Online-Formulare für DSGVO-Beschwerden und zur Meldung von Datenschutzbeauftragten an.

Erfüllung der sich aus Artikel 13 DSGVO ergebenden Informationspflichten durch Unterschrift oder Betätigen einer Check-box die Zustimmung zur Datenschutzerklärung abzurufen ist beispielsweise nicht erforderlich. Um seinen Informationspflichten nachzukommen, muss ein Unternehmen seine Datenschutzerklärung lediglich an prominenter Stelle zugänglich machen. Es bringt sich sogar unnötig in Nachteil, wenn es die Datenschutzerklärung zum Vertragsinhalt macht, denn das ist spätestens dann problematisch, wenn hier Änderungen eingefügt werden sollen.

Re-Opt-in

Große Unsicherheit herrschte bei Unternehmen beim Umgang mit Newslettern. Nachdem im Frühjahr zunächst vereinzelt Anfragen per E-Mail eintrudelten, ob man nicht weiterhin zu den Empfängern wichtiger Informationen gehören möchte und hierfür eine erneute Einwilligung abgeben wolle, explodierten Mitte Mai die Postein-

gänge regelrecht. Angefacht durch einen viralen Effekt verbreiteten sich Re-Opt-in-Bettelbriefe wie ein Lauffeuer.

Viele Firmen und Organisationen blamierten sich vor ihren Kunden mit laienhaftem DSGVO-Halbwissen, was auch auf die unzureichende Informationspolitik von Aufsichtsbehörden, Lobbyverbänden oder Kammern zurückzuführen ist. Und das führte mitunter zu absurden Vorgehensweisen. Wer zum Beispiel beim Bundesministerium der Verteidigung im Presseverteiler verbleiben wollte, musste ein Formular herunterladen, ausfüllen und unterschrieben per Post verschicken.

Das beispiellose Massenphänomen der Re-Opt-in-Kampagnen förderte zwei

Der Verbraucher, dem die neuen Informationspflichten eigentlich zugute kommen sollten, blieb auf der Strecke.

Erkenntnisse zu Tage: Entweder hatten die Versender zuvor im Bereich Datenschutz geschlampt und da wo notwendig keine oder unsaubere Opt-ins – also Einwilligungen – eingeholt. Oder sie hatten

keine Ahnung davon, dass „Alt-Einwilligungen“ wirksam bleiben, wenn sie getreu des alten Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) eingeholt wurden [1].

Für die Empfänger hatten die Re-Opt-in-Bettelbriefe durchaus einen positiven Nebeneffekt: Viele nutzten sie als willkommene Gelegenheit, einmal diejenigen Unternehmen auszusortieren, mit denen sie nicht länger in Kontakt stehen wollten. Und so dürften viele Empfängerlisten deutlich geschrumpft sein.

Anzeige



Wohl nicht ganz ernst gemeint: die Rote-Punkt-Aktion eines Veranstalters

Cookie-Hinweise

Während die Flut der Bettel-Mails inzwischen zurückgegangen ist, lässt sich auf vielen Websites ein neues Phänomen beobachten, das sich ebenfalls rasant verbreitet: die Cookie-Hinweise. Die Renaissance dieser Abfrage-Boxen beruht auf einer Positionsbestimmung der Datenschutzkonferenz (DSK) von Ende April 2018. Als Vereinigung der unterschiedlichen deutschen Aufsichtsbehörden ist die DSK auf nationaler Ebene so etwas wie das höchste Gremium bei der Beurteilung datenschutzrechtlicher Fragen – jenseits der Gerichte.

Diese DSK hatte – ganze vier Wochen vor Anwendungsbeginn der DSGVO – beschlossen, dass User-Tracking auf Websites und in Apps ab dem 25. Mai 2018 nur noch mit einer ausdrücklichen Erlaubnis der Website-Besucher beziehungsweise Nutzer zulässig ist. Begründet hat sie ihren Beschluss damit, dass mit Anwendung des neuen europäischen Rechts die bisherigen Regelungen im Telemediengesetz (TMG) obsolet werden. Gemäß TMG hatte stets die Möglichkeit zum Opt-out genügt: Der Website-Besucher musste also mitteilen, dass er kein Tracking wünscht.

Für die DSK kommt aber nun als Rechtsgrundlage für die Verarbeitung personenbezogener Daten durch Anbieter

von Websites nur Artikel 6 DSGVO in Betracht. Dieser erlaubt die Nutzung von persönlichen Informationen wie der IP-Adresse des Besuchers unter anderem dann, wenn dieser dazu seine Einwilligung erteilt. Gleiches gilt, wenn die Interessen der Besucher die des Website-Betreibers am Tracking nicht überwiegen.

Nach Ansicht der DSK bedarf es für den Einsatz von Tracking-Mechanismen einer expliziten vorherigen Einwilligung und ohnehin bei der Erstellung von Nutzerprofilen. Ein einfaches „Ok“ reiche nicht aus, vielmehr müsse *vor der Datenverarbeitung* eine informierte Einwilligung eingeholt werden – also bevor das erste Cookie platziert wird.

Im Unterschied zu den bisher üblichen, aus juristischer Sicht weitgehend sinnfreien Cookie-Bannern, muss der Datenverarbeiter allerdings auch die Möglichkeit eines Ja oder Nein bieten. Lehnt der Nutzer das Setzen von Tracking-Cookies ab, dürfen diese nicht genutzt werden. Es bliebe dann allenfalls noch die Möglichkeit, Werbefbanner ohne weitergehende Analyse-Funktionen zu schalten – also eine Targeting-freie Werbung auf dem Stand etwa von 2001.

Eine Positionsbestimmung der Datenschutzkonferenz gilt als Rechtsmeinung der teilnehmenden Behörden. Und diese Meinung wird keinesfalls von allen geteilt, sondern erntete im Gegenteil heftige Kritik von Vertretern der Verlags- und Werbebranche. Insbesondere wurde der Zeitpunkt der Veröffentlichung kritisiert.

Ende der Fotografie?

In der Fotobranche wurde man viel zu spät darauf aufmerksam, dass sich durch die DSGVO einiges bei den Aufnahmen von Personen ändern könnte. Plötzlich haben professionelle Fotografen und Fachjuristen im Web kontrovers diskutiert, ob das neue europäische Datenschutzrecht „das Ende der Fotografie“ einläuten könne: Fotografen bangten um ihre berufliche Zukunft.

Aus Verzweiflung forderten sie in Onlinepetitionen nicht weniger als die „Aufhebung“ der DSGVO. Der Grund für

die Panik: In der Regel stellt das Fotografieren einer Person eine Verarbeitung personenbezogener Daten im Sinne der DSGVO dar. Und das hat Folgen. Bereits für das Anfertigen eines Personenfotos bedarf es einer aus Artikel 6 DSGVO hervorgehenden Rechtsgrundlage, also meist einer Einwilligung. Nun ist es für einen Fotografen aber unmöglich, insbesondere auf Großveranstaltungen oder sonst im öffentlichen Raum, immer die Einwilligungen aller auf einem Foto abgebildeten Personen einzuholen.

Dieses Problem löste in der Vergangenheit das Kunsturheberrechtsgesetz (KUG). Dieses regelt zwar nur das Veröffentlichende und nicht das Anfertigen von Personenfotos. Bislang galt aber der Grundsatz: Wenn Bildnisse nach dem KUG veröffentlicht werden durften, dann war das prinzipiell auch datenschutzrechtlich in Ordnung. Das KUG geht zwar auch davon aus, dass in der Regel eine Einwilligung eingeholt werden muss, aber es gibt auch wichtige Ausnahmen davon. Bildnisse aus dem Bereich der Zeitgeschichte, Bilder von Versammlungen oder solchen, auf denen Personen nur als Beiwerk erscheinen, darf man auch ohne Einverständnis der abgebildeten Personen veröffentlichen.

Solche Ausnahmen kennt die DSGVO nicht. Und da sie als europäische Verordnung über den nationalen Normen der einzelnen EU-Staaten steht, spricht vieles dafür, dass das KUG schlicht nicht mehr anwendbar ist.

Ausgenommen sind lediglich Fotos, die zu journalistischen Zwecken veröffentlicht werden – hier soll das KUG weiterhin gelten. Zu diesem Ergebnis kommt jedenfalls die erste Gerichtsentscheidung mit Bezug zur DSGVO. Das Oberlandesgericht (OLG) Köln bestätigte in einem Beschluss (Az.: 15 W 27/18) vom 18. Juni die Privilegierung der Medien. Abgesehen von rein familiär oder privat erstellten und genutzten Fotos, bei denen die DSGVO nicht anwendbar ist, besteht folglich für gewerbliche Fotografen, Blogger, Influencer oder PR-Abteilungen in Unternehmen weiterhin erhebliche

Wenn die Cookie-Hinweise – wie hier bei der Videoplattform vimeo – erscheinen, sind meist bereits Tracking-Cookies gesetzt.



Rechtsunsicherheit, wie im DSGVO-Zeitalter mit Fotos umzugehen ist.

Bis weitere Urteile die Rechtslage konkretisieren, lassen sich aber auch trotz und mit der DSGVO vernünftige Lösungen im Umgang mit Fotos finden. Dabei tritt, wie in vielen anderen Bereichen auch, die Einwilligung immer mehr in den Hintergrund; sie stirbt den schleichenden Tod, wie führende Datenschutzrechtler prognostizieren. In den Vordergrund tritt dafür die Datenverarbeitung zur Erfüllung von Verträgen oder zur Wahrung berechtigter Interessen des Verantwortlichen. Wird ein Fotograf etwa mit dem Anfertigen von Passfotos beauftragt, bedarf es hierzu keiner gesonderten Einwilligung des Kunden. Der Veranstalter eines Konzerts kann sich für das Erstellen und Veröffentlichen von Fotos auf sein berechtigtes Interesse an einer geeigneten Außendarstellung zur Erhöhung des Bekanntheitsgrades berufen.

Rote Punkte

Ein Aushang mit Datenschutzinformationen kann genügen, um die Informationspflichten zu erfüllen. Mit einem Augenzwinkern war in diesem Zusammenhang wohl das auf Twitter geteilte Bild eines Veranstaltungsaushangs zu verstehen: Darauf wurden Besucher darum gebeten, einen roten Punkt auf der Stirn zu tragen, falls Sie nicht fotografiert werden wollten. So weit die vom Organisator zur Verfügung gestellten roten Klebepunkte vergriffen gewesen wären, wurde empfohlen, den Punkt alternativ mit Lippenstift aufzumalen.

Daneben gab es aber auch durchaus ernst gemeinte, übertriebene Umsetzungsversuche der DSGVO. In einem katholischen Kindergarten aus Dormagen wollte man auf Nummer sicher gehen und schwärzte kurzerhand sämtliche Gesichter, in den liebevoll gestalteten Erinnerungsfotoalben der Kinder. Nur das jeweilige Kind, für welches das Album als Geschenk vorgesehen war, wurde verschont. Kindergartenfreunde, Erzieherinnen und andere Wegbegleiter ähnelten danach eher Schwerverbrechern.

Fazit

Nicht jegliche Unbill, die in den letzten Monaten der DSGVO zugewiesen wurde, findet ihre Begründung tatsächlich in dem neuen Gesetz. Verzweifelte Versuche etwa, die eigene, zweifelhaft eingeholte Adressbasis per Massen-Mailings noch für Marketing-Zwecke zu retten, werden keinesfalls in der Grundverordnung gefordert. Und die Verpflichtung, bei Fotos in der Kita vorab die Einwilligung der Erziehungsberechtigten einzuholen, gibt es nicht erst seit der DSGVO.

Für Website-Betreiber oder professionelle Fotografen brachte die DSGVO aber tatsächlich erhebliche Rechtsunsicherheit. Das ist allerdings kaum überraschend, denn die Erfahrung lehrt: Nach große Gesetzesänderungen ziehen einige Jahre der Diskussion und Rechtsprechung ins Land, bis sich die Lage neu justiert hat. Insoweit werden Bürger, Unternehmen, die Verwaltung und die Zivilgesellschaft mit einigen Jahren Rechtsunsicherheit leben müssen, die sich noch in weiteren, bis jetzt noch nicht tangierten Bereichen zeigen dürfte.

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

Literatur

- [1] Nicolas Maekeler, Ja, ich will!, DSGVO-konforme Newsletter-Erlaubnis, c't 17/2018, S. 168

Anzeige

Tipps & Tricks

MSI X370 Plus SLI bootet langsam unter Linux

? Seit dem neuesten BIOS-Update für das MSI X370 SLI Plus aus dem optimalen PC von 2017 braucht mein Rechner unter Arch-Linux ewig zum Booten. Ist er erst einmal hochgefahren, geht wieder alles in gewohnter Geschwindigkeit. Muss ich noch etwas konfigurieren?

! Nein. Mit der Firmwareversion 7A33v3D hat MSI die von AMD bereitgestellte BIOS-Bibliothek AGESA auf die Version 1.0.0.4C aktualisiert. Diese AGESA-Version verändert den Umgang mit der Speicherverschlüsselung und bringt Linux-Kernel aus dem Tritt, bei denen die Speicherverschlüsselung aktiv ist. Ubuntu etwa ist von dem Problem nicht betroffen, da dort die entsprechende Kernel-Option nicht aktiv ist. Das Phänomen tritt auch bei anderen Ryzen-Boards auf. Ein AMD-Entwickler hat bereits einen Kernel-Patch eingereicht, der in absehbarer Zeit auch in den Distributions-Kerneln landen sollte. Ein Downgrade auf die BIOS-Version 7A33v3C umgeht das Problem. (mls@ct.de)

Remote-Desktop-Verbindungen aufräumen

? Ich greife von meinem Windows-PC immer wieder per Remote-Desktop-Verbindung auf andere Windows-Clients und -Server zu. In dem Windows-Dialog

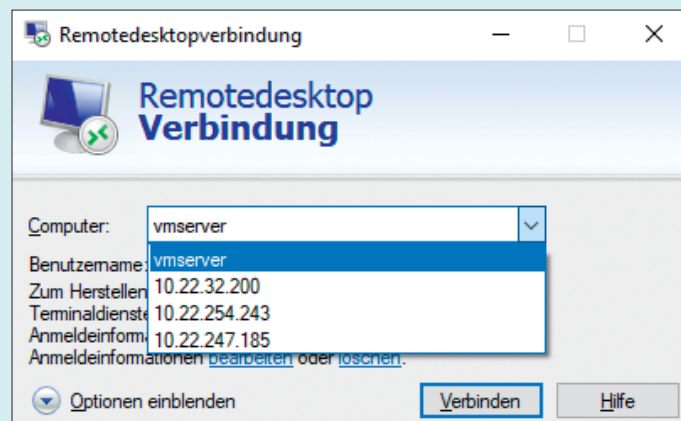
zum Verbindungsaufbau kann ich aus einer Pulldown-Liste Rechner auswählen, zu denen ich mich schon mal erfolgreich verbunden habe. Viele von denen gibt es mittlerweile aber gar nicht mehr. Kann ich die Liste entrümpeln?

! Ja, das geht. Windows speichert diese Informationen in Form einer MRU-Liste (most recently used) in der Registry. Zum Bearbeiten der Liste starten Sie den Registry-Editor `regedit` und hangeln Sie sich darin zum Schlüssel `HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Terminal Server Client\Default` durch. Dort finden Sie Zeichenfolgen, deren Namen sich aus den drei Buchstaben MRU sowie einer Ziffer zusammensetzen. Als Daten enthalten sie jeweils IP-Adresse oder Name. Löschen Sie die Zeichenfolgen, die Sie nicht mehr brauchen. (axv@ct.de)

%appdata% unter Windows

? Ich möchte in einem Skript die Variable `%appdata%` verwenden, um das Problem des variierenden Nutzernamens im Pfad `c:\users\<Nutzername>\appdata` zu umgehen. Doch wenn ich dann den darunter liegenden Ordner `%appdata%\Local\MeinProgramm` anspringe, erhalte ich bloß die Fehlermeldung, dass Windows den Pfad nicht findet.

! Hier liegt ein Missverständnis vor: Die Variable `%appdata%` verweist nicht auf den von Ihnen genannten Ordner



Wenn in der Liste der bekannten Remote-Desktop-Verbindungen Einträge längst nicht mehr existenter Rechner auftauchen, können Sie diese aus der Registry entfernen.

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.

Appdata, sondern auf dessen Unterordner `Appdata\Roaming`. Sie können die Pfadangabe trotzdem per Variable abkürzen: Verwenden Sie `%localappdata%`, diese Variable verweist direkt auf `Appdata\Local`. In Ihrem Fall lautet der Pfad im Skript also `%localappdata%\MeinProgramm`. Weitere Infos zu solchen speziellen Ordnern und ihren Variablen haben wir in c't 22/2014, Seite 180 veröffentlicht. (axv@ct.de)

Unbenutzten HDD-Speicherplatz schreddern

? Ich möchte meinen Windows-10-PC verkaufen und habe das System mit der Zurücksetzen-Funktion in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit/Wiederherstellung“ bereinigt. Dabei habe ich aber auf „nur meine Dateien entfernen“ geklickt und nicht auf „Dateien entfernen und Laufwerk bereinigen“. Welchen Unterschied macht das? Sollte ich den PC jetzt nochmal zurücksetzen?

! Die Option „Dateien entfernen und Laufwerk bereinigen“ überschreibt während des Zurücksetzens den ungenutzten Speicherplatz der Festplatte, was dem künftigen Besitzer des PCs das Wiederherstellen Ihrer eigenen Dateien extrem erschwert bis unmöglich macht. Sie können das auch nachträglich ausführen. Öffnen Sie dazu eine Eingabeaufforderung oder PowerShell mit Administrator-

rechten, etwa per Rechtsklick auf den Startknopf und „Windows PowerShell (Administrator)“. Das Kommando

```
cipher /w:c:
```

überschreibt den ungenutzten Speicherplatz auf Laufwerk C: zuerst mit Nullen, dann mit Einsen und danach mit Zufallsdaten. Es funktioniert auch mit anderen Laufwerken. Ersetzen Sie dafür das „c“ am Ende des Befehls einfach durch den passenden Laufwerksbuchstaben. Je nach Festplattengröße und -geschwindigkeit kann der Löschvorgang durchaus ein paar Stunden dauern.

Beachten Sie zudem, dass dieses Löschverfahren wohl zu 99,99 Prozent sicher ist, nicht aber zu 100 Prozent – es besteht zumindest das theoretische Risiko, dass in den Verwaltungsstrukturen des Dateisystems noch Hinweise auf die zuvor enthaltenen Dateien bestehen bleiben. Bei SSD-Laufwerken kann es durch Reserveblöcke, Spare Areas und Wear-Leveling-Algorithmen zudem passieren, dass kleine Datenblöcke durch die Bereinigung schlicht nicht erwischt werden. Um solche Reste auszulesen, bedarf es allerdings einiges an forensischem Know-how oder finanziellem Aufwand.

Wirklich sicher vernichten lassen sich die Daten nur durch vollständiges Über-

schreiben der gesamten Festplatte beziehungsweise durch die Secure-Erase-Funktion bei SSD-Laufwerken – oder gleich durch den Austausch gegen ein fabrikneues Laufwerk. Beides erfordert aber eine komplette Neuinstallation des Betriebssystems – für den Privatgebrauch sollte die 99,99-Prozent-Variante in den allermeisten Fällen ausreichen. (jss@ct.de)

Schneller Videos wandeln mit Handbrake

? Ich wandle häufig Videos in das platzsparende H.265-Format um und benutze dafür das Programm Handbrake. Allerdings dauert mir der Vorgang trotz Mehrkernprozessors häufig zu lange. Gibt es eine Möglichkeit, die Umwandlung zu beschleunigen?

! Sofern Sie einen Intel-Prozessor mit integrierter Grafik verwenden, können Sie im Reiter Video über das Drop-Down-Menü „Video Codec“ die Quick-Sync-Funktion (QSV) aktivieren. Das geht wahlweise für H.264- und H.265-Zielformate. Wenn Sie eine aktuelle Nvidia- oder AMD-Grafikkarte nutzen, bietet die Nightly-Version im Gegensatz zur Hand-

brake-Hauptversion 1.1.1 eine vergleichbare, schnellere Option. Bei Nvidia-Karten steht NVenc, bei AMD-Modellen inklusive der Ryzen-Kombiprozessoren mit Vega-Grafik der AMD VCE zur Wahl. 10-Bit-Encoding für HDR-Videos kann Handbrake allerdings nur bei CPU-basiertem oder Quick-Sync-Encoding. Außerdem ist die Bildqualität des gewandelten Videos etwas geringer als bei vergleichbaren Einstellungen im CPU-Encoder. (csp@ct.de)

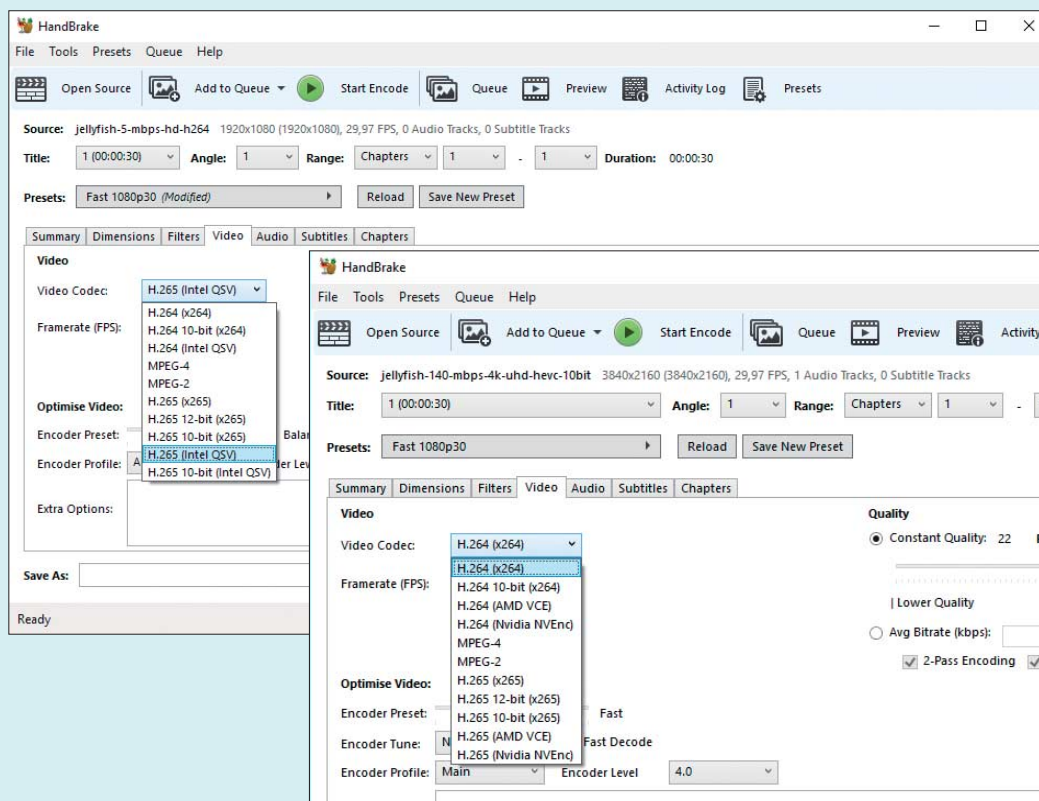
Handbrake „Nightly“: ct.de/yhp6

Kommando im Fenster

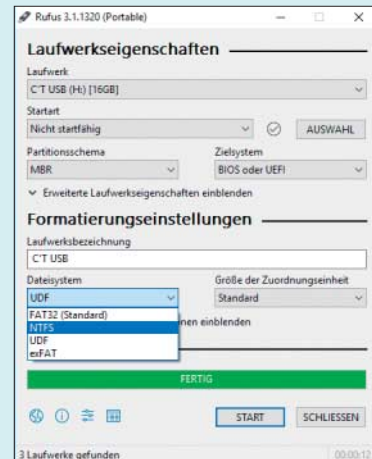
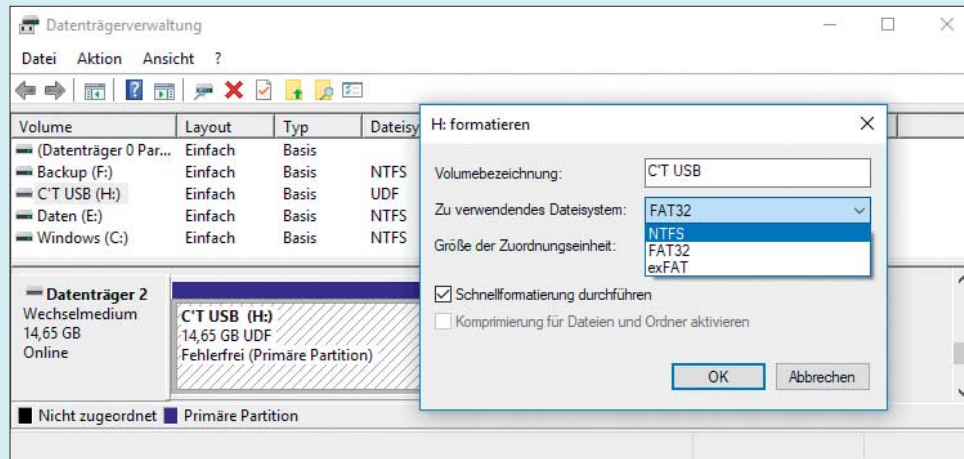
? Ich öffne in Ubuntu als Start-Programm nach dem Login sofort ein Terminal-Fenster. Dort möchte ich das Programm „cal“ ausführen. Das klappt auch mit `gnome-terminal -x /usr/bin/cal`. Allerdings geht das Fenster sofort wieder zu. Wie erreiche ich, dass es danach offen bleibt?

! Das klappt mit einem kleinen Trick: Starten Sie, nachdem sich das Programm beendet hat, eine neue Shell:

```
gnome-terminal -x bash -c '/usr/bin/cal && bash'
```



Intels QSV ist schon länger in der Release-Version von Handbrake (rechts). NVenc und AMD_VCE sind bislang nur in den Nightly-Builds zu finden.



In der Windows-Datenträgerverwaltung (links) lassen sich USB-Sticks mit NTFS, FAT32 und exFAT formatieren. Das Tool Rufus (rechts) bietet zusätzlich UDF an und kann darüber hinaus auch bootfähige Sticks erzeugen.

Dann können Sie in dieser neuen Shell weiterarbeiten. (ju@ct.de)

PS4-Controller unter Windows 10

? Ich habe einen PS4-Controller, den ich sporadisch unter Windows nutze. Damit der Controller vernünftig arbeitet, setze ich das Programm DS4Windows ein. Die Verbindung stelle ich per Bluetooth her. Seitdem ich von Windows 7 auf Windows 10 umgestiegen bin, funktioniert die Anbindung per Bluetooth aber nicht mehr. Die Verbindung per Kabel klappt hingegen problemlos. Was mache ich falsch?

! Nichts. Es gibt seit dem Windows 10 Creators Update (1703) ein Kompatibilitätsproblem mit DS4Windows, das wohl primär ältere PS4-Controller betrifft. Der Controller wird nicht mehr korrekt von Windows erkannt, auch wenn die Bluetooth-Verbindung klappt. Spielen geht daher nur per Kabel oder mit dem offiziellen USB-Gamepad-Adapter von Sony. (mls@ct.de)

c't-Archivstick zweitverwerten

? Ich möchte einen älteren c't-Archiv-USB-Stick mit dem Dateiformat UDF schon aus Umweltgründen weiternutzen. Dazu will ich den Stick mit NTFS formatieren. Wie mache ich das am einfachsten?

! Eins vorweg: Auch UDF-Sticks können Sie unter Windows 10 nutzen. Wenn Sie den Stick umformatieren wollen, gibt es mehrere Möglichkeiten – die Daten auf dem USB-Stick müssen Sie zuvor jedoch sichern!

Mit Windows-Bordmitteln geht das zum Beispiel mit der Datenträgerverwaltung. Die erreichen Sie im Kontextmenü per Rechtsklick auf das Windows-Symbol in der Taskleiste. Nach einem erneuten Rechtsklick auf den Eintrag des Sticks öffnet sich das Formatierungsmenü – dort können Sie das Dateisystem auswählen. Noch einfacher ist der Rechtsklick auf den USB-Stick im Windows Explorer. Auch dort öffnet sich ein Kontextmenü, welches die Formatierung anbietet.

Weitaus mehr Möglichkeiten bietet das kostenlose Programm Rufus (siehe ct.de/yjn6). Damit lassen sich nicht nur USB-Sticks komfortabel partitionieren und formatieren, sondern auch bootfähig machen. Sogar Windows-Installationssticks kann Rufus erstellen, braucht dafür aber natürlich das ISO-Image. Rufus formatiert USB-Sticks auch wieder als UDF oder Legacy-FAT und lässt Sie zwischen MBR- und GPT-Modus wählen. (csp@ct.de)

Rufus und Rufus Portable: ct.de/yjn6

Groß- und Kleinschreibung im Windows-Explorer

? Im Explorer sehe ich immer wieder Dateien und Ordner, die mit einem Großbuchstaben anfangen oder gar nur oder wenigstens größtenteils daraus be-

stehen. Welche Rolle spielt das denn? Ich hatte zwar noch nie Probleme damit, frage mich aber, ob ich das in manchen Situationen nicht doch beachten muss?

! Üblicherweise dienen die Unterschiede zwischen Groß- und Kleinschreibung nur der Übersichtlichkeit oder dem, was der jeweilige Nutzer dafür hält. Ob Sie unter Windows also in einer Eingabeaufforderung oder im Ausführen-Dialog (Windows+R) beispielsweise c:\windows\notepad.exe, C:\Windows\notepad.exe oder C:\WINDOWS\NOTEPAD.EXE eingeben, ist egal.

Es gibt aber seit Windows 10 Version 1709 eine Ausnahme: Wenn Sie das Windows Subsystem für Linux (WSL) sowie eine aus dem Microsoft-Store heruntergeladene Distribution wie Ubuntu installieren, dann dürfen in deren Home-Verzeichnis beispielsweise drei Dateien namens text.txt, Text.txt und TEXT.txt nebeneinander liegen, obwohl Windows das an anderer Stelle nicht dulden würde. Außerhalb des WSL merken Sie von solchen Unterschieden aber weiterhin nichts. Sie sollten auf das Home-Verzeichnis nicht mit Windows-Anwendungen zugreifen, weil sonst Nebenwirkungen bis hin zu Abstürzen drohen. Zudem könnten die Linux-Attribute der Dateien dabei Schaden nehmen.

In einem weiteren Fall sollten Sie die Unterschiede ebenfalls beachten: Wenn Sie Daten von einem Linux-PC beispielsweise mit einem USB-Stick zu einem Windows-PC transportieren wollen, dann sollten Sie die Daten so auf dem Stick speichern, dass Windows damit keine Schwierigkeiten hat. Die Namen sollten sich also durch mehr als nur Groß- und Kleinschreibung unterscheiden. (axv@ct.de)

Anzeige

Outlook-Kontakte verwalten

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Sigrid Hess

Kontakte aus Mails erstellen

? Wenn ich in der Mobil-App von Outlook eine Mail öffne, deren Absender noch nicht in meinem Adressbuch ist, lässt sich der neue Kontakt mit wenigen Klicks erstellen. Klappt das mit der PC-Version von Outlook auch so leicht?

! Das funktioniert ähnlich komfortabel. Wenn Sie im Kopfbereich der E-Mail mit der Maus auf den Namen zeigen, blendet Outlook ein Info-Fenster ein, das an eine Visitenkarte erinnert. Klicken Sie in diesem Fenster rechts auf den Pfeil und fügen Sie den neuen Eintrag zu Ihrem Adressbuch hinzu. Es ist egal, ob Sie das im Lesebereich oder in der geöffneten Mail erledigen.

Einen kleinen Haken gibt es: Das Eingabefenster unterscheidet sich im Design sehr von der Standardeingabemaske, die normalerweise erscheint, wenn Sie einen neuen Kontakt erstellen oder einen bestehenden ändern wollen. Über die Plus-Symbole vor jedem Eintrag fügen Sie hier weitere Felder hinzu und wählen beispielsweise im Adress-Bereich, ob es die private oder geschäftliche Anschrift sein soll. Das Notizfeld finden Sie über den zweiten Karteikartenreiter an der Oberseite des Fensters. Falls Sie sich mit dieser Ansicht nicht anfreunden können, speichern Sie den Kontakt nur und öffnen Sie ihn zum weiteren Bearbeiten wie gewohnt über das Adressbuch.

Standardkontakte ändern

? Wenn ich eine E-Mail verfasse, Kontakte über das Adressbuch einfügen will und auf den „An“-Button klicke, erscheint immer als Erstes die globale Adressliste. Ich hätte aber gern meine eigenen Kontakte zuerst gesehen. Kann ich das einstellen?

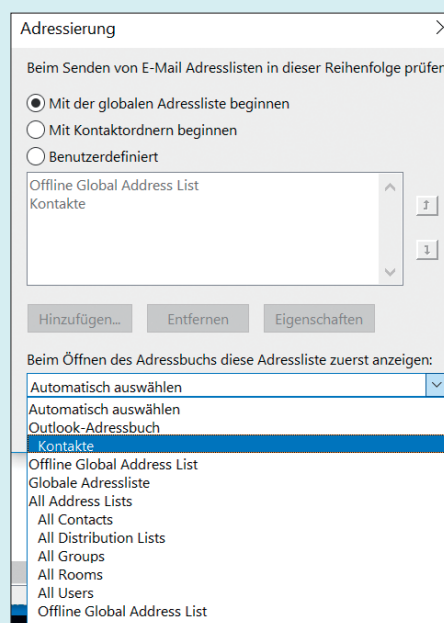
! Das geht. Wählen Sie in der Posteingangsansicht im Register Start die Option Suchen/Adressbuch. Alternativ öffnen

Sie das Adressbuch über die Tastenkombination „Strg + Umschalt + B“. Öffnen Sie im Extras-Menü die Optionen. Über das Drop-down-Menü im Fenster Adressierung wählen Sie die gewünschte Liste aus.

Ein Kontakt, zwei Adressen

? Für einige meiner Kontakte habe ich mehrere Anschriften angelegt, zum Beispiel eine geschäftliche und eine private. Wenn ich die Outlook-Kontakte als Quelle für Serienbriefe nutzen möchte, benötige ich nur die Geschäftsadresse. Wie schaffe ich es, dass Word automatisch diese Adresse einfügt? Und wie gebe ich die passende Anrede ein?

! Word greift sich immer die Adresse, welche Sie zuvor in Outlook als Postanschrift festgelegt haben. Sollte doch einmal die falsche erscheinen, wechseln Sie zu Outlook und öffnen Sie den zu bearbeitenden Kontakt. Im unteren Bereich sehen Sie den Abschnitt Adressen. Über das Drop-down-Menü wählen Sie die geschäftliche Adresse aus und setzen den Haken bei „Dies ist die Postanschrift“.



Die Standard-Adressbuchliste von Outlook lässt sich mit wenigen Klicks ändern.

Um die Anrede zu erfassen, klicken Sie auf die Schaltfläche „Name“. Dann zeigt das Programm Detailfelder an. Der Grußzeilen-Baustein der Serienbrieffunktion kann mit Herr und Frau umgehen und macht daraus beispielsweise „Sehr geehrter Herr Müller“ oder „Sehr geehrte Frau Meier“. Fehlt der Name, dann fügt das Programm „Sehr geehrte Damen und Herren“ ein. Nicht umgehen kann Word mit Anreden, die über das reine Frau und Herr hinausgehen: „Frau Prof. Dr. Schulz“ erscheint im Dokument als „Sehr geehrte(r) Frau Prof. Dr. Schulz“.

Notizen behalten

? Ich nutze das Notizen-Feld im Adressbuch gerne und umfangreich. Wenn ich einen Kontakt an einen Kollegen weiterleite, erhält dieser immer sämtliche meiner Notizen. Das kann zwar sehr praktisch sein, wenn der Kollege beispielsweise die weitere Betreuung eines Kunden übernimmt und die Notizen hilfreiche Hinweise liefern. Aber gelegentlich würde ich gern nur die Kontaktdaten verschicken. Gibt es dazu eine versteckte Einstellung?

! Eine Einstellmöglichkeit dafür gibt es nicht. Aber es gibt dennoch eine Möglichkeit, wie Sie Adressdaten ganz ohne Notizen verschicken: Klicken Sie im Kontakte-Modul auf Start/Freigeben/Weiterleiten und wählen Sie die Variante „Als Visitenkarte“. Diese enthält alle relevanten Einträge, ohne die von Ihnen angefertigten Notizen. Falls Sie diese doch verschicken wollen, wählen Sie wie gehabt „Als Outlook-Kontakt“.

Nachname zuerst

? Wenn ich mein Adressbuch über Start/Suchen/Adressbuch öffne, zeigt Outlook meine Kontakte mit dem Vornamen zuerst an. Insbesondere bei geschäftlichen Mails ist das irritierend, da ich von meinen Kunden vor allem den Nachnamen im Kopf habe. Kann ich Out-

look dazu bringen, dass es die Nachnamen zuerst anzeigt?

! Das lässt sich ganz leicht einstellen. Rufen Sie dazu die Kontoeinstellungen auf: Datei/Kontoeinstellungen/Kontoeinstellungen/Adressbücher/Ändern. Im neu geöffneten Fenster finden Sie Optionen zu „Namen ordnen“. Voreingestellt ist „Vorname Nachname“. Um das von Ihnen gewünschte Anzeigeverhalten zu erzielen, wählen Sie stattdessen die Option „Wie ‚Speichern unter‘“. Abschließend müssen Sie Outlook neu starten.

Aus Mail wird Verteiler

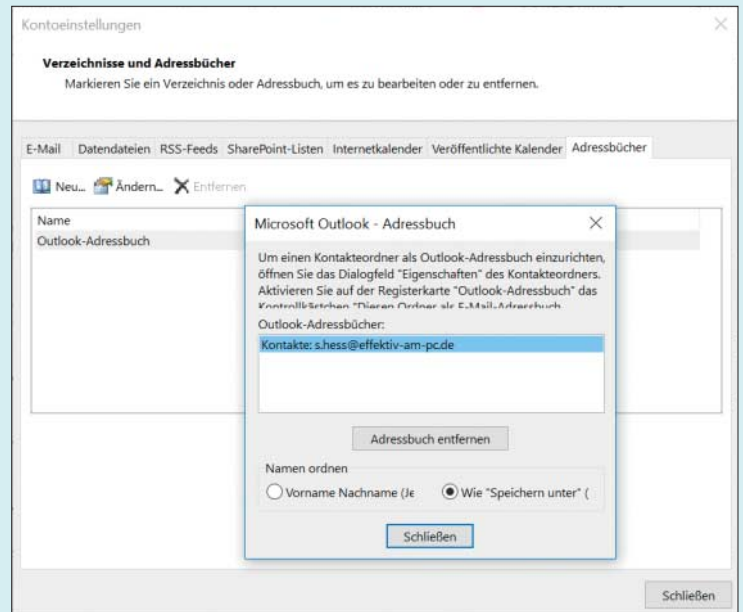
? Gelegentlich bekomme ich eine Rundmail, zum Beispiel für ein neues Projekt. Jetzt will ich nicht immer diese Mail suchen, um allen zu antworten, zumal der Betreff durch die vielen vorangestellten RE: nicht übersichtlicher wird. Kann ich aus einer solchen Rundmail mit mehreren Empfängern eine Verteilerliste erstellen?

! Obwohl das eine sehr hilfreiche Funktion wäre, bietet Outlook hier keine simple Ein-Klick-Lösung an. Das liegt daran, dass eine Verteilerliste lediglich eine Verknüpfung von Adressbucheinträgen ist. Diese müssen einzeln vorliegen. Eine Möglichkeit besteht also darin, alle Empfänger aus der Mail im Adressbuch zu speichern.

Falls Sie das nicht wollen, weil Sie zum Beispiel nur für einen überschaubaren Projektzeitraum mit diesen Personen zu tun haben, dann gibt es eine andere elegante Lösung: Erstellen Sie eine E-Mail-Vorlage, welche den Verteiler enthält [1]. Dazu wählen Sie in dieser empfangenen Mail „Allen antworten“ und löschen alle Inhalte außer den Adressen. Um diese E-Mail als Vorlage zu speichern, klicken Sie auf „Datei/Speichern unter“ und wählen Sie den Dateityp Outlook Vorlage (OFT-Format) und einen Speicherort aus – am besten einen separaten Vorlagen-Ordner.

Um die Mail-Vorlage künftig schnell zur Hand zu haben, erstellen Sie einen Vorlagen-Ordner in Outlook, in den Sie die neue OFT-Datei kopieren. Immer, wenn Sie eine Mail an den Verteiler schicken wollen, rufen Sie die Datei direkt per Doppelklick auf. Anders als Entwürfe im

Sie können selbst festlegen, ob Outlook Kontakte nach Vor- oder Nachname sortieren soll.



MSG-Format bleiben diese OFT-Dateien in ihrer Ursprungsform auch nach dem Absenden einer daraus erstellten Mail erhalten. Das mag zunächst kompliziert klingen, geht jedoch nach kurzer Zeit schnell von der Hand. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass Sie nicht extra den Dateibrowser öffnen und zur richtigen Stelle navigieren müssen – Sie können komplett in Outlook arbeiten.

Verlorene Namen

? Wenn ich eine neue E-Mail verfassen will, tippe ich den Anfang des Empfängernamens in die Adresszeile ein. Manche Namen vervollständigt Outlook einfach nicht, obwohl sie ganz sicher im Adressbuch hinterlegt sind. Woran liegt das?

! Das liegt an der Gestaltung Ihres Kontakteintrages. Outlook durchsucht die Felder „E-Mail“, „Anzeigen als“, „Speichern unter“ und „Name“ immer von links beginnend. Steht bei Ihnen zum Beispiel: „Frau Dr. Susanne Müller“, „Müller, Susanne Dr.“, „muellers@irgendwo.de“ und „Dr. Müller (muellers@irgendwo.de)“, dann liefert die Eingabe „Susanne“ keinen Treffer. Das liegt daran, dass Susanne in keinem Ihrer Einträge vorne steht. Damit Sie künftig direkt bei der Eingabe den gesuchten Kontakt finden, müssen Sie im Adressbucheintrag das Feld „Anzeigen als“ so umändern, dass der Vorname zuerst erscheint; in unserem Beispiel also „Susanne

Müller (muellers@irgendwo.de)“. In der globalen Adressliste muss der Administrator die Änderung vornehmen.

Falls Sie zu viele Einträge haben, bei denen es nicht funktioniert, und Sie Ihr Wochenende nicht damit verbringen wollen, das Adressbuch neu zu sortieren, können Sie den Umweg über Outlooks Kontakte-Modul wählen. Dort geben Sie in die Suchleiste einen beliebigen Namensbestandteil ein – diese Suche startet direkt bei der Eingabe und durchsucht Ihr Adressbuch unabhängig von der Position des Suchbegriffs. Die Treffer listet Outlook mit Hervorhebung der Fundstellen. Sobald Sie einen Namen anklicken, verändert sich das Menüband und Sie können eine E-Mail an den Kontakt verfassen, ihm eine Besprechungsanfrage senden oder eine Aufgabe zuweisen [2].

Noch bessere Treffer liefert die Suche, wenn Sie über die Funktion „Weiter“ auf dem Menüband „Suchtools“ die Felder „Vorname“ und „Nachname“ aktivieren. Wenn Sie hierüber suchen, zeigt Outlook beispielsweise nur Treffer mit dem Vornamen Sophie, nicht aber Menschen, die in der Sophienstraße wohnen. Das ist insbesondere bei sehr umfangreichen Adressbüchern hilfreich.

(apoi@ct.de)

Literatur

- [1] Sigrid Hess, Wenn das Postfach zweimal nervt, Outlook mit wenig Aufwand in den Griff bekommen, c't 9/2017, S. 150
- [2] Sigrid Hess, Wer, wie, was, bis wann? Aufgaben- und Informationsmanagement mit Outlook und OneNote, c't 3/2018, S. 140



Bild: Albert Hulm, Illustrator

Startinspektion

Mit Autoruns prüfen, was mit Windows alles startet

Hin und wieder möchte man genau wissen, was Windows alles beim Systemstart lädt – etwa bei einem Virenverdacht oder wenn beim Booten immer wieder eine lästige Fehlermeldung auftaucht. Das Programm Sysinternals Autoruns hilft Ihnen, die Ursache zu finden.

Von Jan Schüßler

Wenn Windows sich beim Starten nicht so verhält, wie Sie es erwarten, kann das verschiedene Ursachen haben – recht häufig ist, dass das System versucht, irgendetwas zu laden, das inkompatibel ist, abstürzt oder schlicht gar nicht vorhanden ist. Das Programm Auto-

runs aus Microsofts Tool-Sammlung Sysinternals listet auf, was Windows beim Starten alles lädt, schaltet einzelne Autostart-Einträge per Klick ab und bietet zudem eine Schnellprüfung auf Malware.

Autoruns laden Sie direkt bei Microsoft herunter (siehe ct.de/yf71). Nach dem Entpacken des Programmpakets autoruns.zip finden Sie vier ausführbare Dateien im Programmordner. Autoruns.exe und Autoruns64.exe sind die 32- und die 64-Bit-Ausgaben des Programms. Nehmen Sie einfach die, die zu Ihrer Windows-Architektur passt – die ermitteln Sie aus den „Basisinformationen über den Computer“, die Sie per Windows+Pause öffnen.

Etwas anderes ist es bei Autorunsc.exe und Autorunsc64.exe: Dies sind spezielle Kommandozeilen-Versionen, die rein textbasiert in einer Eingabeaufforderung oder PowerShell bedient werden müssen.

Sinnvoll ist das in erster Linie für den Einsatz auf Windows-Servern, die keine grafische Bedienoberfläche bieten, sondern komplett per PowerShell administriert werden. Einen Überblick über alle Schalter dieser Programmversionen finden Sie in der Autoruns-Dokumentation (siehe ct.de/yf71).

Offline-Modus

Autoruns ist auch im c't-Notfall-Windows enthalten. In dieser Form eignet es sich sehr gut zur Offline-Analyse, also für Windows-Installationen, die gerade nicht laufen – etwa, weil sie es wegen einer kaputten Autostart-Konfiguration nicht können, oder zum Zweck der Virensuche.

Um eine Windows-Installation für eine solche Offline-Untersuchung einzubinden, starten Sie Autoruns und rufen dann im Menü „File“ die Funktion „Analyse Offline

System“ auf. Nun geben Sie das Windows-Verzeichnis und das üblicherweise verwendete Benutzerverzeichnis der zu prüfenden Installation an, also beispielsweise `f:\windows` und `f:\users\benutzername`.

Zur Offline-Analyse muss Autoruns übrigens nicht zwingend aus einem Notfallsystem heraus laufen. Sie können auch die Festplatte aus dem betroffenen Rechner ausbauen und an einen anderen Windows-PC anketten – entscheidend ist der Zugriff auf die Systempartition.

Anders als viele andere System-Tools braucht Autoruns nicht sofort Administratorrechte. Sobald es sie doch braucht, etwa für Eingriffe in die Startkonfiguration, fordert es sie automatisch an.

Eine Warnung ist unerlässlich: Wenn Sie aus reinem Spaß am Herumprobieren irgendwelche Treiber-Autostarts lahmlegen, nimmt Windows das mit etwas Pech sehr übel und bootet danach nicht mehr. Erstellen Sie also stets ein Backup, bevor Sie mit Autoruns experimentieren.

Überblick verschaffen

Autoruns durchsucht die Orte der Registry, die dafür bekannt sind, Windows mitzuteilen, was es bei Systemstart und Benutzerlogin laden soll. In der Standardansicht wirft es alle gefundenen Einträge in eine einzelne Liste, gruppiert nach Fundort, auf der Registerkarte „Everything“. Zudem kategorisiert es alle Einträge in weitere Registerkarten. So finden sich Gerätetreiber unter „Drivers“, Windows-Dienste unter „Services“ und so weiter.

Auf der Registerkarte „Logon“ erscheinen die Elemente, die erst bei der Anmeldung des gerade angemeldeten Benutzers geladen werden. Sie können sich auch die Autostarts anderer Benutzer anzeigen lassen. Dazu muss Autoruns mit Administratorrechten laufen. Tut es das noch nicht, klicken Sie zunächst im Menü „File“ auf „Run as Administrator“ und bestätigen Sie die Abfrage der Benutzerkontensteuerung. Nun können Sie über das Menü „User“ ein anderes Benutzerprofil auswählen.

Was ist was?

Die linke Spalte mit dem Namen „Autorun Entry“ gibt an, wo sich in der Windows-Konfiguration die Anweisung zum automatischen Start eines Elements befindet – also Name und Pfad des Registry-Schlüssels oder, auf der Registerkarte „Scheduled Tasks“, Name und Pfad in der Windows-Aufgabenplanung. In seltenen

Fällen kann sich ein Autorun-Eintrag auch direkt im Dateisystem befinden, nämlich dann, wenn etwas im „Autostart“-Ordner des Startmenüs liegt.

Autostart-Einträge können Sie übrigens aus Autoruns heraus per Doppelklick öffnen (oder per Rechtsklick und „Jump to Entry“). Je nach Art des Eintrags öffnet sich dann der Registry-Editor, die Aufgabenplanung oder der Datei-Explorer. Die Aufgabenplanung zeigt den gewünschten Eintrag allerdings nicht direkt an – möchten Sie etwas an einer Aufgabe ändern, müssen Sie sich über den linken Navigationsbereich zum passenden Eintrag hangeln.

In der Spalte „Image Path“ zeigt Autoruns Pfad und Namen der Datei, die ein Eintrag startet. Im Regelfall sind das ausführbare Dateien mit der Endung `.exe` sowie Programmbibliotheken, Treiber und Codecs. Doch Obacht: Was unter „Image Path“ steht, ist nur die halbe Wahrheit. Mit welchen Parametern, Schaltern oder sonstigen Argumenten ein Programm ausgeführt wird, steht erst im Detailbereich unterhalb der Liste, wenn Sie einen Eintrag per Klick markieren.

Das ist vor allem bei der Virensuche wichtig zu wissen. Angreifer verschleiern den Autostart ihrer Schädlinge gerne, indem sie ihnen nicht einen direkten Autostart-Eintrag geben, sondern dafür sorgen, dass ein vertrauenswürdiger Windows-Bestandteil die Malware lädt. So könnten Angreifer etwa den Windows-Hostprozess `rundll32.exe` auffordern, die Programmbibliothek `shell32.dll` zu laden, die wiederum den Schädling startet. Beispiele für solche Fälle hat Microsoft-Mitarbeiter Moti Bani in einem Blog-eintrag zusammengetragen (siehe ct.de/yf71).

Sinnvoll filtern

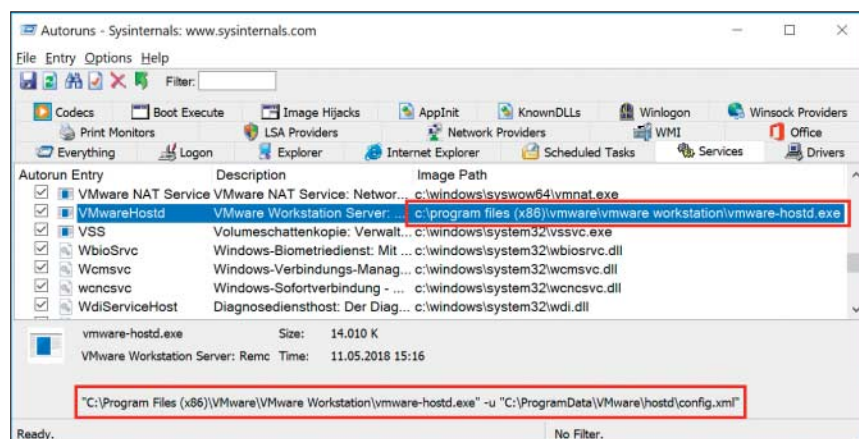
Wie lang die Liste ist, die Autoruns Ihnen anzeigt, können Sie über das Menü „Options“ steuern. Vieles ist uninteressant, allen voran Orte, an denen Autoruns gar keine Autostart-Einträge findet. Die Option „Hide Empty Locations“ können Sie also getrost aktiv lassen.

Mit den Optionen „Hide Windows Entries“ und „Hide Microsoft Entries“ blendet Autoruns Einträge aus, die zu Windows selbst beziehungsweise zu anderen Microsoft-Produkten gehören, also etwa zu Office, Outlook & Co.

Wie Autoruns das ermittelt, hängt davon ab, ob Sie unter „Scan Options“ ein Häkchen vor „Verify Code Signatures“ gesetzt haben. In der Standardeinstellung ist das nicht der Fall. So blendet „Hide Microsoft Entries“ alle Einträge aus, die im Image Path auf Dateien verweisen, die in ihren Eigenschaften Microsoft als Hersteller nennen. „Hide Windows Entries“ begrenzt diese Filterfunktion auf Einträge, die ins Windows-Verzeichnis verweisen.

Haben Sie in den Scan-Optionen das Verifizieren der Codesignaturen eingeschaltet, funktioniert der Filter etwas anders: „Hide Windows Entries“ blendet dann Einträge aus, die im Image Path auf Dateien mit einer gültigen Signatur des Betriebssystems zeigen. „Hide Microsoft Entries“ blendet zudem alles aus, was eine gültige Signatur der Microsoft Corporation aufweist.

Schalten Sie die Signatur-Verifizierung stets ein. Spätestens dann, wenn Sie die Autostarts nach Viren absuchen, ist es sowieso unerlässlich: Für Kriminelle ist es ein Leichtes, in den Dateieigenschaften ihrer Schädlinge einfach „Microsoft“ als Herausgeber einzutragen. Eine gültige



Im unteren Infobereich zeigt Autoruns, mit welchen Argumenten ein Eintrag startet.

Signatur vorzugaukeln, ist dagegen ungleich komplizierter.

Manche Einträge lassen sich übrigens nicht ausblenden, obwohl sie zu Windows gehören: Systemprozesse wie rundll32.exe und cmd.exe, hinter denen Kriminelle gerne ihre Schädlinge verstecken (siehe oben), bekommen Sie immer zu sehen.

Virencheck

Für die Prüfung, ob Windows beim Booten Viren mitlädt, bietet Autoruns einen komfortablen Mechanismus. Die verlässlichsten Ergebnisse sind bei einem Offline-Scan zu erwarten – in einem laufenden System versuchen manche Schädlinge, sich vor der Entdeckung zu tarnen.

Für die Virenprüfung bedient sich Autoruns des kostenlosen Online-Virensendienstes VirusTotal.com. Der lässt sich per Upload übers Netz mit Dateien füttern, die er auf rund 70 Antivirenprogrammen auf Schädlichkeit prüft. Um Bandbreite zu sparen, akzeptiert VirusTotal auch Hash-Werte – einzigartige Prüfsummen, die sich der Dienst für jede gescannte Datei merkt.

Um die Virenprüfung zu verwenden, klicken Sie im Menü „Options“ auf „Scan Options“. Setzen Sie Häkchen vor „Verify Code Signatures“, „Check VirusTotal.com“ und „Submit Unknown Images“. Sobald Sie den Dialog mit „Rescan“ bestätigen, bittet Autoruns Sie, die Nutzungsbedingungen von VirusTotal abzunicken.

Autoruns ermittelt nun zunächst die Hash-Werte aller Autostart-Elemente und schickt sie an VirusTotal. Sobald der Dienst das Scan-Ergebnis zurückmeldet,

taucht es in der Tabellenspalte „VirusTotal“ auf. „2/68“ bedeutet: 2 von 68 Scannern stufen die Datei als schädlich ein. Ein Klick auf das Ergebnis führt Sie zum ausführlichen Bericht bei VirusTotal.com. Kennt VirusTotal einen Hash-Wert nicht, wird Autoruns es für diesen Eintrag nicht beim Übermitteln des Hashes belassen, sondern automatisch die ganze Datei zur Überprüfung zu VirusTotal hochladen.

Um einen guten Überblick über die Scan-Ergebnisse zu bekommen, aktivieren Sie die Optionen „Hide Windows Entries“ und „Hide VirusTotal Clean Entries“. Was jetzt noch angezeigt wird, hat mindestens einen Virens Scanner bei VirusTotal Alarm schlagen lassen.

Locker bleiben

Lassen Sie sich nicht ins Bockshorn jagen, wenn einer von siebzig Scannern glaubt, einen Schädling gefunden zu haben. Bei VirusTotal sind immer wieder Scanner mit von der Partie, die diverse harmlose Windows-Bestandteile für Malware halten, weil sie zu einem bestimmten Verhaltensmuster passen. Hellhörig sollten Sie werden, wenn drei oder mehr Scanner einen Fund melden – vor allem, wenn auch renommierte Scanner dabei sind, wie etwa Avira, BitDefender, Kaspersky oder Norton.

Ein Tipp, falls Sie einen Schädling vermuten, der so neu ist, dass nur wenige Scanner ihn erkennen: Warten Sie ein bisschen ab! Bei tatsächlicher Malware steigt die Erkennungsquote meist nach ein paar Minuten bis Stunden rapide an. Schicken Sie einen Verdachtsfall also eine Stunde später einfach nochmal zur Prü-

fung ein. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Listeneintrag und wählen Sie „Resubmit to VirusTotal“. Per Klick auf „Scanning file...“ in der Tabellenspalte „VirusTotal“ öffnet sich ein Browserfenster, in dem Sie den Scan-Status live überwachen können. Wenn nun nicht mehr zwei, sondern zehn oder zwanzig Scanner Alarm schlagen, haben Sie tatsächlich einen Befall, dem Sie zum Beispiel mit Desinfec't zu Leibe rücken können (siehe c't 12/2018 ab S. 80).

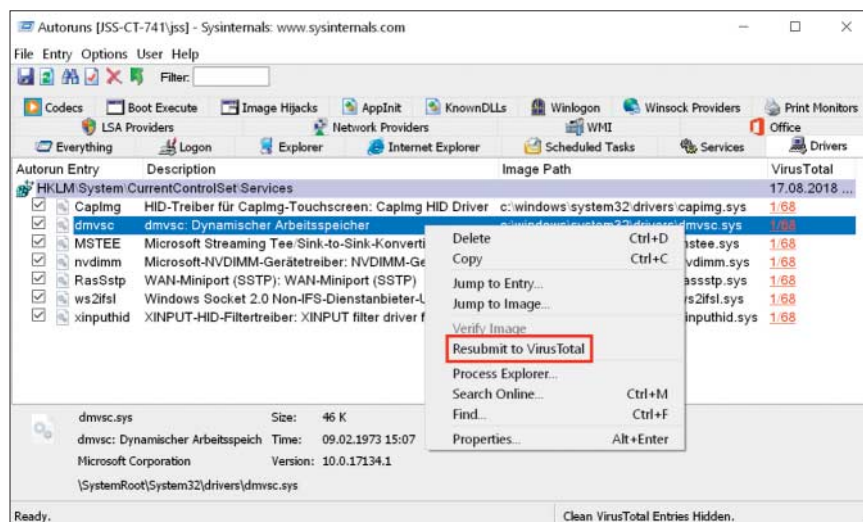
Was nervt da?

Andere Anwendungsfälle für Autoruns haben nichts mit Viren zu tun: wenn Windows etwa bei jedem Systemstart meckert, weil es eine Komponente, DLL oder Treiberdatei nicht finden kann. Die Ursache ist oft eine längst deinstallierte Software oder ein unsauber entfernter Treiber für ein Gerät, das gar nicht mehr existiert.

Bekommen Sie eine solche Fehlermeldung, ist es eine gute Idee, in Autoruns danach zu suchen. Setzen Sie im Optionen-Menü den Filter „Hide Windows Entries“ und durchforsten Sie die Autostart-Liste – ruhig in der Registerkarte „Everything“. Im besten Fall erkennen Sie den Namen der Treiberdatei vom Fehlerdialog wieder. Falls nicht, können die Beschreibungen in den Spalten „Description“ und „Publisher“ hilfreich sein. Hier steht in den meisten Fällen, wofür der Eintrag gut ist und wie der Hersteller des Treibers heißt. Entfernen Sie das Häkchen vor dem passenden Eintrag; beim nächsten Neustart sollte die Fehlermeldung verschwunden sein.

Auf ähnliche Weise könnten Sie auch den Autostart diverser Software samt ihrer Symbole im Infobereich der Taskleiste unterdrücken – sei es bei Grafik- und Soundkarten-Treibern oder bei Programmen wie Spotify, OneDrive, Steam und ähnliches. Wir raten aber stets dazu, in solchen Fällen den vom Anbieter vorgegebenen Weg zu gehen: Den allermeisten Programmen und Tools können Sie den automatischen Start auch in ihren Einstellungen abgewöhnen; und auch in den Tools von Grafiktreibern lassen sich Taskleistensymbole und Kontextmenü-Erweiterungen meist irgendwo abschalten. Ein Eingriff mittels Autoruns birgt hingegen stets das Risiko, dass Sie zu viel abschalten und Funktionen lahmlegen.

(jss@ct.de) **ct**



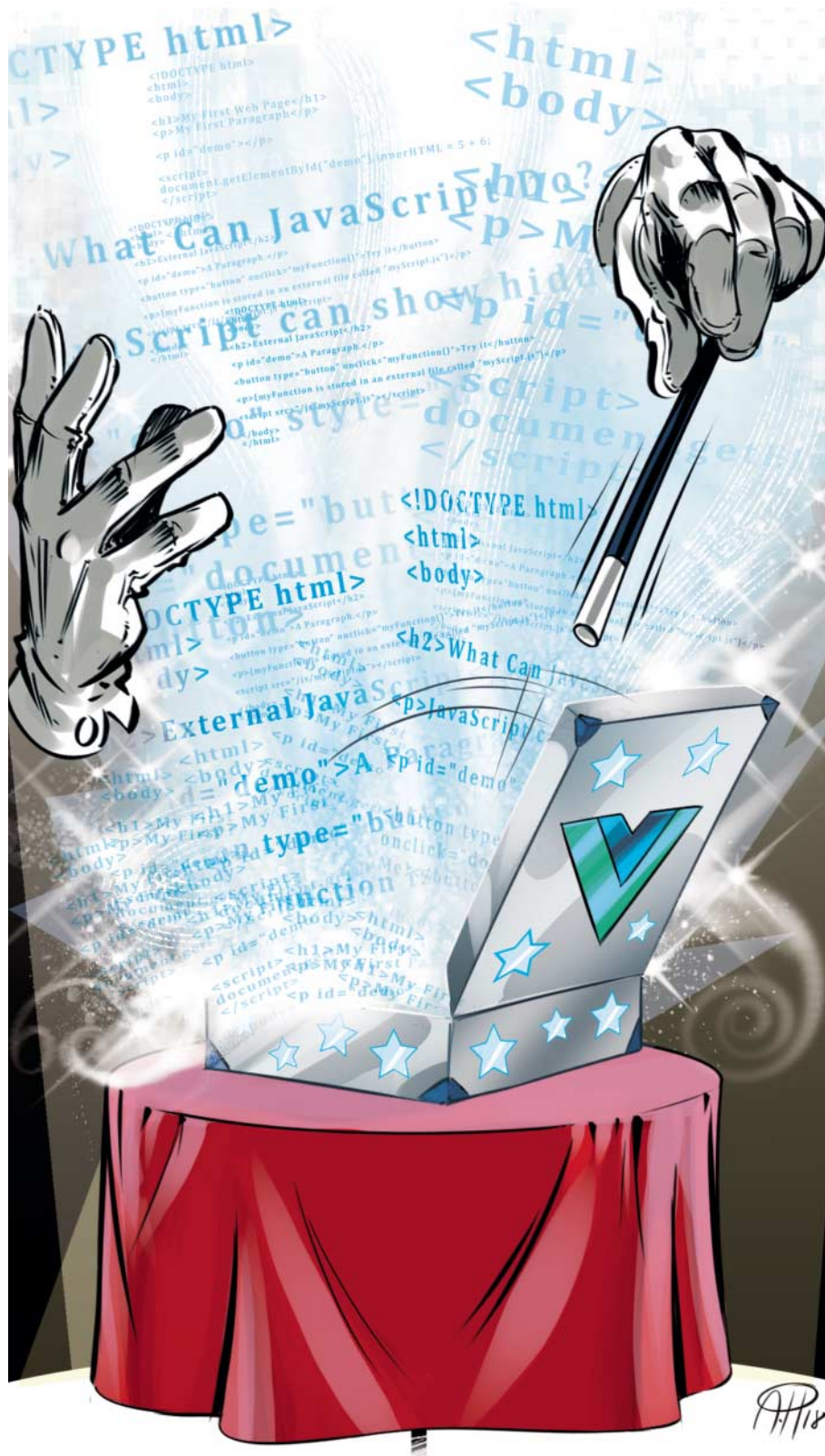
Ist eine Datei verdächtig, schicken Sie sie später einfach noch mal zum Prüfen ein. Schlägt nach wie vor nur ein Scanner an, ist sie ziemlich sicher harmlos.

Autoruns und Beispiele: ct.de/yf71

Anzeige

Web-App-Zauberkasten

Dynamische Webanwendungen mit Vue.js



Das JavaScript-Framework Vue.js hat sich ohne die Unterstützung eines großen Unternehmens zu einem ernsthaften Konkurrenten für Angular und React gemauert. Das liegt auch an der gleichmäßigen Lernkurve für Vue-Einsteiger: Nach dem problemlosen Start kann sich der angehende Vue-Entwickler allmählich hocharbeiten – wie unser Praxisbeispiel zeigt.

Von Herbert Braun

Es gibt viele Gründe, die Vue.js innerhalb weniger Jahre zu einem der beliebtesten Frontend-Frameworks gemacht haben – in einem Feld, in dem es wahrlich starke Konkurrenten gibt. Vue-Erfinder Evan You beschreibt das Erfolgsrezept des Frameworks folgendermaßen: „Wie wäre es, wenn ich den Teil von Angular nehme, der mir wirklich gefällt, und etwas Leichtgewichtiges ohne die ganzen Extra-Konzepte drumherum baue?“ Um Vue.js kennenzulernen, haben wir unser mit React entwickeltes Beispiel aus [1] mit Vue.js neu umgesetzt: ein HTML-Quiz, bei dem der Spieler innerhalb einer vorgegebenen Zeit möglichst viele HTML-Elemente eintippen soll.

Erstflug

Die ersten Gehversuche beginnen mit einem leeren HTML-Rahmen:

```
<!doctype html>
<html lang="de">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <title>HTML-Spiel</title>
    <link rel="stylesheet"
      href="htmlgame.css">
  </head>
  <body>
    <noscript>JavaScript benötigt
    </noscript>
```

Bild: Albert Hum, Illustrator

```
<main></main>
<script src="vue.js"></script>
<script src="htmlgame.js">
</script>
</body>
</html>
```

Das `<main>`-Element ist der Platzhalter für die Anwendung selbst. Das CSS spielt für das Projekt keine Rolle; im Repository unter ct.de/yhet können Sie ein Stylesheet und alle übrigen Projektdaten herunterladen. Vue.js können Sie von <https://vuejs.org/js/vue.js> (oder `/vue.min.js` für die mini-fizierte Version) beziehen. Alternativ lässt sich Vue.js aus dem CDN direkt einbinden. Bei Bower und npm heißt es jeweils schlicht „vue“. So oder so sollten Sie nun in der Skriptdatei `htmlgame.js` auf das Objekt `Vue` zugreifen können.

Am einfachsten lässt sich Vue mit HTML-Templates nutzen. Für ein „Hallo Welt“ setzen Sie in das `<main>`-Element folgende Zeile ein:

```
<p>{{hallowelt}}</p>
```

Das passende Skript dazu lautet:

```
const test = new Vue({
  el: 'main',
  data: {
    hallowelt: 'Hallo, Welt!'
  }
})
```

Sie erzeugen also eine Vue-Instanz, der Sie ein HTML-Element `el` als Geltungsbereich zuweisen. Dieses beschreiben Sie durch einen CSS-Selektor, der in diesem Fall das `<main>`-Element referenziert (Sie könnten zum Beispiel auch `'#id'` oder `'.class'` nehmen). Wenn es mehrere passende Elemente gäbe, wählt Vue das erste.

Die `data`-Eigenschaft listet Variablen auf, die Vue bei Änderungen automatisch aktualisiert. `hallowelt` enthält einen simplen String, zulässig wären auch andere JavaScript-Datentypen. Im Template gibt es je nach Einsatzzweck unterschiedliche Wege, die Vue-Variablen zu referenzieren; bei Textinhalten stehen sie in doppelten geschweiften Klammern.

Wenn Sie die HTML-Datei im Browser öffnen, hat Vue den Variablenwert ins Markup eingesetzt – auch mehrfach, wenn Sie `hallowelt` innerhalb von `<main>` öfter referenzieren. Öffnen Sie nun die Entwicklerwerkzeuge des Browsers und geben Sie in der Konsole Folgendes ein:

```
test.hallowelt = 'Hallo, Vue!'
```

Daraufhin aktualisiert sich die Seite. Vue hat dem Vue-Objekt `test` als Eigenschaft `hallowelt` zugewiesen und setzt Änderungen ihres Wertes sofort in HTML um. In der Vue-Terminologie ist diese Variable „reaktiv“.

Nach dem gleichen Muster bauen Sie auch komplexere Anwendungen. In der Template-Sprache legen Sie HTML-Attribute, Events, Bedingungen, Schleifen und bidirektionale Datenbindungen (Two-way binding) fest; das Skript verwaltet Variablen sowie die dazugehörigen Methoden.

Spielprojekt

Dieses Repertoire werden Sie im Beispielprojekt genauer kennenlernen. Dabei müssen diverse Komponenten Werte aktualisieren und miteinander Informationen austauschen.

Im Mittelpunkt der Anwendung steht ein Eingabefeld. Entspricht der dort eingegebene Text dem Namen eines bislang noch nicht eingetippten HTML-Elements, fügt das Skript es der Trefferliste hinzu. Ein Zähler und eine Liste der bereits gefundenen Elemente informieren über den aktuellen Spielstand. Mit der ersten Eingabe startet ein Timer mit einer vorgegebenen Zeit. Nach dem Spielende zeigt das Skript die gefundenen und die übersehenen Elemente an und errechnet einen Score.

Das HTML-Template (wiederum innerhalb von `<main>`) des Eingabefeldes sieht folgendermaßen aus:

```
<input type="text" autofocus
  v-bind:disabled="inputDisabled"
  v-model:value="inputValue"
  v-on:input="handleInput">
```

Der passende Skript-Code ist nicht viel komplizierter als im vorigen Beispiel:

```
const game = new Vue({
  el: 'main',
  data: {
    inputValue: '',
    inputDisabled: false
  },
  methods: {
    handleInput: function() {
      console.log(this.inputValue);
    }
  }
})
```

Falls Sie im Template vergeblich die doppelten geschweiften Klammern aus dem letzten Beispiel gesucht haben: Innerhalb eines Elements referenzieren Sie die Vue-Variablen stattdessen über spezielle Attri-

bute, die mit `v-` beginnen. `v-bind` holt einen Attributwert ins Element, in diesem Beispiel (`v-bind:disabled`) für das `disabled`-Attribut. Dieses erwartet in `inputDisabled` einen Boole-Wert, der festlegt, ob das Eingabefeld benutzbar ist oder nicht.

`v-bind` hat mit dem obigen `{{hallowelt}}`-Beispiel die Einweg-Bindung gemeinsam: Ein neuer Wert der App-Variablen landet sofort im Markup. Aber sollte sich der Wert dort zum Beispiel durch eine DOM-Manipulation ändern, bekommt Vue nichts davon mit. Eine Zweiwege-Bindung bringt erst `v-model` ins Spiel: Aktualisieren Sie `game.inputValue`, ändert sich der Wert im Eingabefeld; tippen Sie dort etwas hinein, betrifft das wiederum die App-Variable.

Mit `v-on` fangen Sie Events ab – hier das `input`-Ereignis. Den zuständigen Handler `handleInput` legen Sie unter `methods` an. Dafür sollten Sie übrigens nicht die moderne Pfeil-Syntax (`handleInput: () => {...}`) verwenden, weil Sie häufig `this` verwenden werden, um aufs App-Objekt zu verweisen. Auf diese Weise kommen Sie zum Beispiel in einer Methode an die in `data` aufgelisteten Variablen heran. Die Dummy-Funktion im Listing schreibt erst einmal nur den aktuellen Stand der Eingabe in die Konsole.

Die häufig benötigten Attribute `v-bind` und `v-on` lassen sich abkürzen:

```
<input :disabled="inputDisabled"
  @input="handleInput">
```

Statt `v-bind:attribut` genügt `:attribut`, `v-on:event` lässt sich durch `@event` ersetzen.

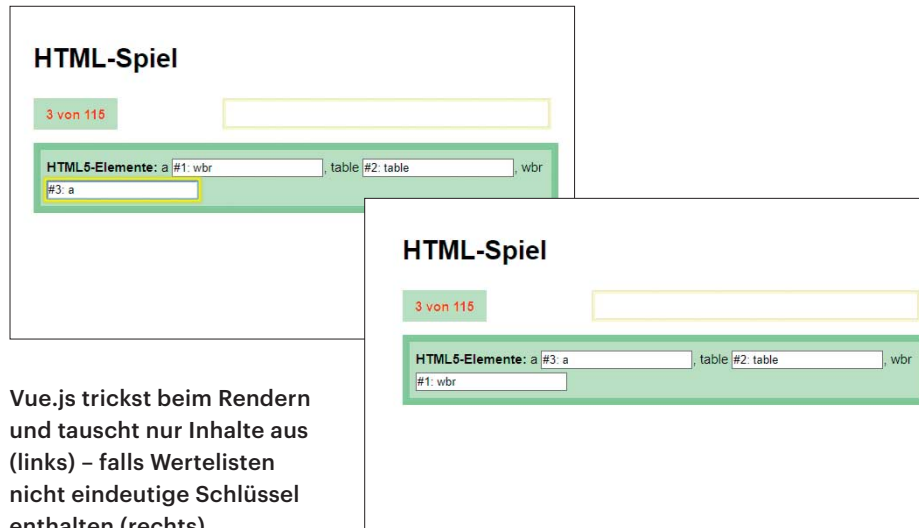
Spieldaten

Um weiterzumachen, benötigen Sie die Spieldaten – also die Daten mit den Informationen zu den HTML-Elementen. Kopieren Sie die 8 KByte große Datei `game-data.js` aus unserem GitHub-Repository und binden Sie sie in Ihr Projekt vor `htmlgame.js` ein:

```
<script src="gamedata.js"></script>
```

Um die Ergebnisse schön aufzubereiten und zusätzlich experimentelle und veraltete Elemente hereinzuholen, enthält die Datei mehr als nur eine Liste der HTML-Elementnamen:

```
const gamedata = [
  {
    name: 'Metadaten',
    elements: [
      {name: 'head',
```



Vue.js trickt beim Rendern und tauscht nur Inhalte aus (links) – falls Wertelisten nicht eindeutige Schlüssel enthalten (rechts).

```

    role: 'metadata container'},
    {name: 'title',
      role: 'document title'},
    /*...*/
  ],
  /*...*/, {
    name: 'Veraltet',
    value: 'malus',
    elements: [
      {name: 'font',
        role: 'use CSS instead'},
      /*...*/
    ],
    {
      name: 'Experimentell',
      value: 'bonus',
      elements: [ /*...*/
    ]
  ]
}

```

gamedata ist also ein Array von Objekten, die verschiedene Gruppen wie „Metadaten“, „Abschnitte“, „Tabellen“, „eingebettete Inhalte“ als name haben; für „Veraltet“ und „Experimentell“ ist zusätzlich noch ein value definiert. elements ist wiederum ein Array, das die einzelnen Elemente mit name und role beschreibt.

Um rasch nachzuschlagen, ob die Eingabe einem noch nicht gefundenen Elementnamen entspricht, empfiehlt sich allerdings eine einfachere Struktur – zum Beispiel je ein Set für veraltete, experimentelle und Standardelemente. Sets sind unsortierte Kollektionen von Werten, die keine Doppelungen akzeptieren:

```

const els = {}
const groups = ['html5',
  'experimental', 'deprecated'];
groups.forEach(group =>
  els[group] = new Set();
gamedata.forEach(group => {

```

```

  if (group.value === 'bonus')
    group.elements.map(el =>
      els.experimental.add(el.name));
  else if (group.value === 'malus')
    group.elements.map(el =>
      els.deprecated.add(el.name));
  else
    group.elements.map(el =>
      els.html5.add(el.name));
});

```

Das Objekt els enthält nun die drei Sets html5, experimental und deprecated. Jedes von ihnen hat eine Reihe von HTML-Elementnamen als Werte.

Schlüsselsuche

Damit lässt sich der Kern des Spielprinzips umsetzen. Ergänzen Sie dazu als Erstes drei leere Arrays in data, die genauso heißen wie die drei Gruppen:

```

data: {
  /*...*/
  html5: [],
  experimental: [],
  deprecated: []
}

```

In diesem Fall brauchen Sie Arrays, da die Ausgabe sortiert erfolgen soll. In der handleInput()-Methode überprüfen Sie nun, ob sich die Eingabe mit einem bekannten Element deckt:

```

handleInput: function() {
  groups.some(group => {
    if (els[group].
      has(this.inputValue)) {
      if (this[group].indexOf(this.
        inputValue) < 0) {
        this[group] = this[group].
          concat(this.inputValue).sort();

```

```

        this.inputValue = '';
      }
    }
    return true;
  });
}

```

Die Methode some() durchläuft (ähnlich wie das bekanntere forEach()) das groups-Array, bricht aber ab, sobald die Callback-Funktion true zurückgibt. Das Callback ist bewusst als Pfeil-Funktion geschrieben, damit es das this der Elternfunktion übernimmt. Das äußere if prüft, ob der Inhalt der Eingabe this.inputValue in der jeweiligen Map els[group] vorhanden ist. Falls ja, bricht return true die weiteren Suchdurchläufe ab.

Zuvor sucht aber das innere if im passenden data-Array this[group] nach dem betreffenden Element. Existiert es dort nicht (indexOf(...) < 0), fügt concat() es dem Array hinzu, das gleich für die spätere Ausgabe neu sortiert wird (sort()). Die nächste Zeile setzt das Eingabefeld zurück.

Wenn Sie nun ein neues HTML-Element eintippen, leert sich das Eingabefeld. In der Konsole oder mit einer der Vue-Entwickler-Erweiterungen für Chrome und Firefox können Sie verfolgen, wie game.html5 und die anderen beiden Arrays allmählich wachsen.

Zähler und Ausgabe

Um das zu visualisieren, können Sie mit einfachen Mitteln einen Zähler in die Oberfläche einbauen:

```

<div id="counter">{{done}} von
  {{todo}}</div>

```

Ergänzen Sie nun die beiden Variablen in data:

```

data: {
  /*...*/
  todo: els.html5.size,
  done: this.html5.length
}

```

todo enthält die Gesamtzahl der HTML5-Elemente im Set, done bezieht sich auf das Vue-Array html5 mit den bereits gefundenen Elementen. Wenn Sie die Seite nun neu laden, sehen Sie ... einen JavaScript-Fehler: Vue kann noch nicht auf this.html5 zugreifen, wenn es die Variablen einliest. Die Lösung dafür ist die computed-Eigenschaft, die neben data und methods auf der obersten Ebene des Vue-Objekts steht – damit können Sie aus reaktiven Variablen neue berechnen:


```
const game = new Vue({
  data: {...},
  computed: {
    done: function() {
      return this.html5.length
    }
  },
  methods: {...}
})
```

Anders als `data` erwartet `computed` den Rückgabewert einer Funktion. Mit jeder Änderung an `game.html5` aktualisiert `Vue` `game.done`.

Zusätzlich soll das Spiel die bereits gefundenen Elemente auflisten. Die minimalistische Lösung wäre, die Array-Variablen `html5`, `experimental` und `deprecated` in doppelte geschweifte Klammern zu verpacken und einfach ins Template zu schreiben. Das klappt tatsächlich, sieht aber nicht schön aus: `["a", "b", "br"]` ...

Besser gelingt es mit dem `Vue`-Attribut `v-for`, das über ein Array oder Objekt iteriert:

```
<span v-for="e1 in html5">{{e1}}
</span>
```

`Vue` holt jedes Element `e1` aus dem Array `game.html5`, setzt dafür ein neues `` ein und schreibt das Element als Textinhalt hinein. Beim Iterieren von Arrays kann `v-for` auch die Indexnummer extrahieren (`v-for="(e1, i) in html5"`), bei Objekten auf die gleiche Weise den Schlüssel.

Nun aktualisiert `Vue` bei jedem neu gefundenen Element die Liste. Eine schönere Darstellung mit Leerzeichen und Kommata bewerkstelligt am einfachsten ein kleiner CSS-Kniff, der im Projekt-Sheet enthalten ist:

```
span + span::before {
  content: ', ';
}
```

UI-Bibliotheken wie `Vue.js` tricksen viel beim Rendern, denn DOM-Zugriffe sind zeitaufwendig. Bei Änderungen hängt die Reaktionsschnelligkeit der Oberfläche maßgeblich von der Wiederverwertbarkeit bereits gerendeter Komponenten ab. Wenn Sie `Vue` dabei über die Schulter schauen wollen, setzen Sie testweise ein `<input>` in den ``:

```
<span v-for="e1 in html5">{{e1}}
  <input></span>
```

Geben Sie nun zuerst einen Elementnamen ein, der weit hinten im Alphabet steht, zum Beispiel „wbr“. Der Zähler

springt auf 1, das Element erscheint in der Ausgabeliste, gefolgt von einem Eingabefeld. Tippen Sie dort etwas hinein und schreiben Sie einen weiteren Elementnamen (zum Beispiel „div“) ins Spielfeld. Wie erwartet, sortiert das Spiel „div“ vor „wbr“ – aber das `<input>`-Feld mit Ihrer Eingabe ist nicht mitgewandert und steht jetzt neben „div“. Statt alles neu zu rendern, hat `Vue` nämlich nur Inhalte ausgetauscht und ans Ende der Liste ein neues Element angehängt.

In manchen Szenarien kann dieses Verhalten zu merkwürdigen Bugs führen. Daher gilt es als gute Praxis, Listenelemente mit einem `key`-Attribut individuell zu markieren (`React` macht es übrigens ähnlich und setzt bei Nichtbeachtung sogar Warnungen auf der Konsole ab). Das `key`-Attribut sorgt dafür, dass `Vue` Elemente wiedererkennt und umsortieren kann – was außerdem schneller sein soll als das Default-Verhalten:

```
<span v-for="e1 in html5"
  :key="'output-' + e1">{{e1}}</span>
```

Als Schlüsselwert eignet sich hier der Array-Wert selbst am besten, der ja eindeutig ist. Um Verwechslungen zu vermeiden – am Ende des Spiels wird es noch eine Report-Ausgabe geben –, fügen Sie einen String wie `output-` in den Key ein; String-Konkatenation ist im Template kein Problem. Wenn Sie den Test mit dem `<input>`-Feld wiederholen, werden Sie feststellen, dass `Vue` die Elemente nun tatsächlich umsortiert. Sonst hinterlassen die `key`-Attribute keine Spur im Markup.

Eingekleidet in `<output>`-Elemente sieht das Markup so aus:

```
<output class="green"
  v-if="html5.length > 0">
  HTML5: <span v-for="e1 in html5"
    :key="'output-' + e1">{{e1}}</span>
</output>
<output class="blue"
  v-if="experimental.length > 0">
  Experimentell: <span v-for="e1 in
    experimental" :key="'output-' +
    e1">{{e1}}</span>
</output>
<output class="red"
  v-if="deprecated.length > 0">
  Veraltet: <span v-for="e1 in
    deprecated" :key="'output-' +
    e1">{{e1}}</span>
</output>
```

Die `v-if`-Attribute sind nicht schwer zu verstehen: Die Blöcke erscheinen erst,

wenn das betreffende Array Elemente enthält.

Timer und Status

Beim HTML-Elemente-Spiel tickt die Uhr: Mit der ersten Eingabe beginnt der Countdown zu laufen, bis er bei Null angekommen ist oder der Nutzer alle HTML-Elemente gefunden hat. Legen Sie dazu zwei neue `Vue`-Variablen fest:

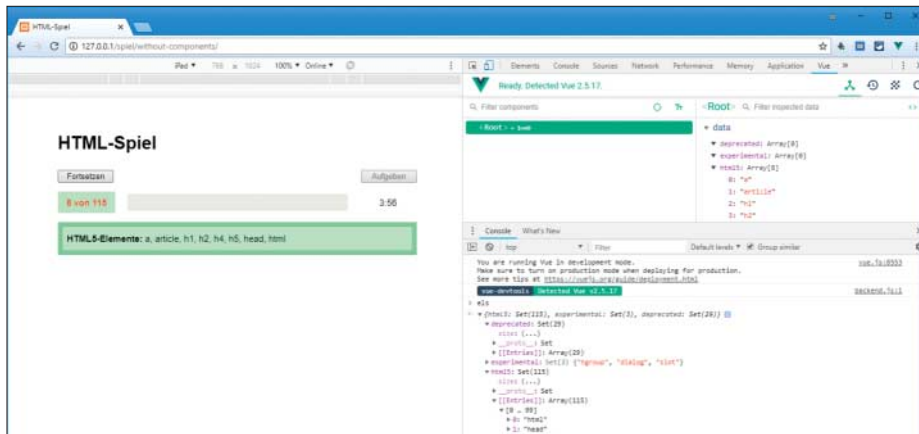
```
data: {
  /*...*/
  state: 'off',
  time: 360
}
```

Läuft das Spiel, steht `game.state` auf 'on', ist es vorbei, auf 'over'. `game.time` erfasst die noch verfügbare Zeit in Sekunden; zu Beginn sind es also sechs Minuten. Während des Testens kann es helfen, vorübergehend einen niedrigen Wert einzusetzen. Eine `timer()`-Funktion (siehe Projekt-Code unter dem c't-Link) zählt die Variable `time` bis auf 0 herunter, dann setzt sie den `state` auf `over`.

Erst einmal müssen Sie sie aber starten. Dazu brauchen Sie eine Anweisung in `handleInput()`. Bei dieser Gelegenheit ergänzen Sie gleich den Statuswechsel zu 'over', falls der Nutzer sämtliche Elemente gefunden hat:



Das vollständige Spiel gibt einen ausführlichen Report aus und ermittelt einen Score. Für veraltete Elemente gibts Strafpunkte, für experimentelle einen Bonus.



Mit den Vue-Entwickler-Tools kann man sich live zum Beispiel Variablenbelegungen ansehen – und mit der Konsole schummeln.

```
handleInput: function() {
  if (this.state === 'off')
    this.state = 'on';
  /*...*/
  if (this.done === this.todo)
    this.state = 'over';
}
```

Sie könnten auch gleich die jeweiligen Funktionen in die if-Blöcke setzen, aber klarer ist es, den Anwendungs-state zu überwachen. Dafür gibt es die watch-Option, die auf der gleichen Ebene wie data, methods und computed steht:

```
const game = new Vue({
  /*...*/
  watch: {
    state: function(newState) {
      if (newState === 'on')
        this.timer();
      else if (newState === 'over')
        console.log('Auswertung ...');
    }
  }
})
```

Der Watcher übergibt einer Funktion als Argumente den neuen Wert der gleichnamigen Variable. Damit lässt er sich als App-Controller einsetzen, der den Timer oder bei Spielende die Auswertung startet. Nun legt der Timer mit der ersten Eingabe los. Damit der Spieler auch seine Restspielzeit sehen kann, braucht das Template ein kleines Update:

```
<div id="timer" :class="state">
  {{minutes}}:{{seconds}}</div>
```

Die minutes und seconds berechnen Sie auf Grundlage von game.time:

```
computed: {
  /*...*/
  minutes: function() {
    return Math.floor(this.time / 60);
  },
  seconds: function() {
    const _seconds = this.time % 60;
    return _seconds < 10 ? '0' +
      _seconds : _seconds;
  },
  inputDisabled: function() {
    return this.state !== 'off' &&
      this.state !== 'on';
  }
}
```

Ein paar simple Rechenoperationen extrahieren Minuten- und Sekundenwerte, die Vue.js ins Template einfügt und laufend aktualisiert. Bei dieser Gelegenheit können Sie endlich etwas Sinnvolles mit inputDisabled anstellen (nachdem Sie es aus data entfernt haben): Abhängig vom App-state aktiviert und deaktiviert sich das Eingabefeld nun automatisch.

Template-Tricks

Um die React-Version funktional ein klein wenig zu übertreffen, soll die Vue-Version noch einen Pausen- und einen Aufgeben-Button erhalten. Mit der aufeinander aufbauenden Variablen-Aktualisierung und den Template-Fähigkeiten von Vue.js ist das schnell umgesetzt:

```
<button v-if="state === 'over'"
  @click.prevent="restart">
  Neu starten</button>
<button v-else @click.prevent="pause"
  :disabled="pauseDisabled">
  {{state === 'paused'? 'Fortsetzen'
  : 'Pause'}}</button>
```

```
<button @click.prevent=
  "state = 'over'"
  :disabled="state !== 'on'">
  Aufgeben</button>
```

v-if kennen Sie bereits; unmittelbar danach kann v-else-if oder v-else folgen. In diesem Fall führt das dazu, dass entweder der Neustart- oder der Pause-Button im DOM auftauchen.

Die drei @click-Eigenschaften haben jeweils einen .prevent-Zusatz. Dieser ruft die Standardmethode event.preventDefault() auf und verhindert so, dass die angeklickten Buttons eine neue URL öffnen.

Einfache Operationen lassen sich auch direkt im Template ausführen – etwa die Beschriftung des Pause-Buttons oder die mit dem Aufgeben-Button verbundene Anweisung. Letztere funktioniert, weil sich der mit der state-Variable verbundene Watcher um die Details kümmert. Der Aufgeben-Button lässt sich anklicken, wenn state den Wert 'on' hat. Auch der pauseDisabled-Status ließe sich direkt im Template festlegen, aber das wäre etwas sperriger:

```
computed: {
  pauseDisabled: function() {
    return this.state !== 'on' &&
      this.state !== 'paused';
  },
  /*...*/
}
```

Die Pausenfunktion wechselt einfach nur zwischen zwei Anwendungszuständen; restart() setzt alle relevanten Variablen zurück:

```
methods: {
  /*...*/
  pause: function() {
    this.state =
      (this.state === 'paused')?
      'on' : 'paused';
  },
  restart: function() {
    this.inputValue = '';
    this.state = 'off';
    this.time = 360;
    this.html5 = [];
    this.deprecated = [];
    this.experimental = [];
    this.results = [];
  }
}
```

Lebenszyklus

Ähnlich wie seine Konkurrenten verfügt auch Vue über Hooks, die zu bestimmten

Zeiten im App-Lebenszyklus anspringen und mit denen Sie Funktionen auslösen können.

So stört es ein wenig, dass die App nach dem Aufruf einen Augenblick lang im Browser zu sehen ist, bevor Vue sie wieder verbirgt. Die Lösung: Setzen Sie einfach im CSS den App-Selektor `main` auf `display: none` und korrigieren Sie dies, wenn das Spiel bereit ist:

```
const game = new Vue({
  mounted: function() {
    this.$el.style.display = 'block';
  },
  /*...*/
})
```

`this.$el` ist eine Spezialvariable, die sich auf das App-Element bezieht. Noch vor `mounted` löst `created` aus, wo Sie erstmals auf App-Variablen zugreifen können. Weitere Hooks sind `updated`, `destroyed` sowie die jeweilige `before`-Variante, zum Beispiel `beforeMount`.

Komponenten

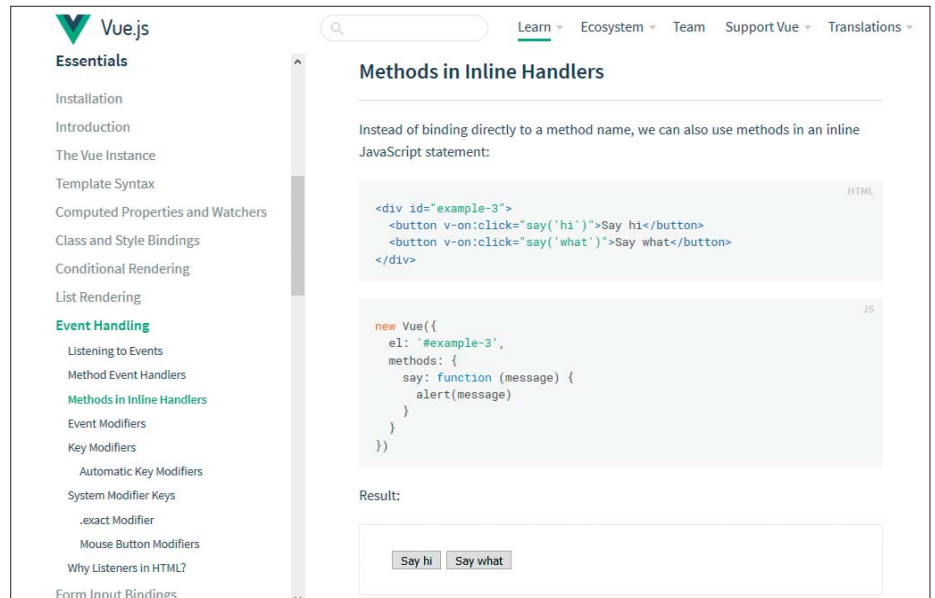
Bei wiederverwendbaren Komponenten setzt Vue.js auf HTML-Custom-Elemente, eine Webtechnik, deren Spezifizierung seit Längerem in Arbeit ist [2]. Custom-Elemente erkennen Sie am Bindestrich im Namen.

Ein einfacher Anwendungsfall ist der Ersatz für die drei `<output>`-Elemente, die während des Spiels den Zwischenstand anzeigen:

```
<found-elements v-if="html5.length"
  :list="html5" color="green">
  HTML5-Elemente</found-elements>
<found-elements v-if="experimental.length"
  :list="experimental"
  color="blue">
  Experimentell</found-elements>
<found-elements
  v-if="deprecated.length"
  :list="deprecated" color="red">
  Veraltet</found-elements>
```

Die Elemente übergeben alle notwendigen Werte: die Liste (`list`), die Farbe (`color`) und die Beschriftung als Textinhalt. Die dazugehörige Komponente sieht so aus:

```
const game = new Vue({
  components: {
    'found-elements': {
      props: ['color', 'list'],
      template: `<output :class="color">
        <slot></slot>
        <span v-for="item in list"
          :key="'output-' + item">
            {{item}}</span>
      </output>`
    },
  },
  /*...*/
})
```



Vue.js überzeugt auch mit seiner guten Dokumentation sowie der sehr regen und hilfreichen Community.

Vue-Ausblick

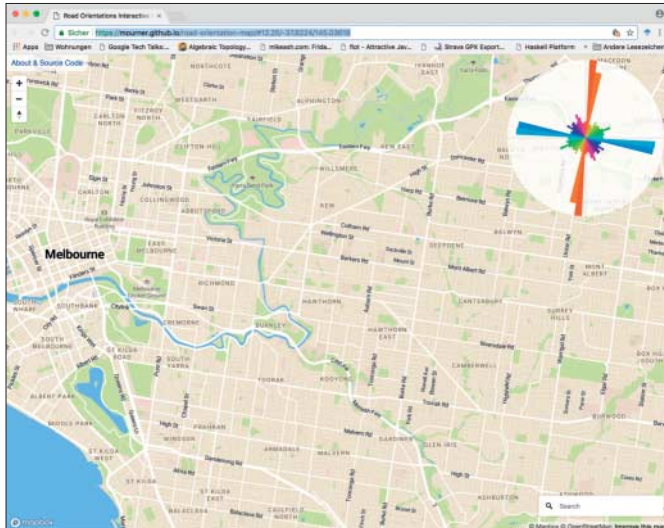
Vue kann noch mehr: Es unterstützt animierte Übergänge und erlaubt serverseitige Programmierung. Angular-Fans können Vue-Anwendungen in TypeScript programmieren, React-Liebhaber dürfen die Template-Sprache JSX weiterverwenden. Es gibt Tools fürs Routing, für State-Management im Stil von Flux sowie Browser-Erweiterungen zum Debuggen und das erwähnte Kommandozeilenwerkzeug. Vermutlich ist es mit React- und Angular-Know-how immer noch einfacher, einen Job zu finden, aber sonst spricht viel für das jüngste der drei großen Frameworks. Einen Vorsprung haben die beiden Platzhirsche allerdings noch bei der plattformübergreifenden Entwicklung dank Frameworks wie Ionic, NativeScript oder React Native.

„Die Technik entwickelt sich vom Primitive über das Komplizierte zum Einfachen“, soll angeblich Antoine de Saint-Exupéry einmal gesagt haben. Mit Angular und React schaffte demnach die Frontend-Entwicklung den Sprung in die komplizierte Phase – aber einfach wird es erst mit Vue.js. (jo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Herbert Braun, Webseiten-Reaktor, Facebooks JavaScript-Bibliothek React für datenlastige Websites, c't 2/2016, S. 162
- [2] Herbert Braun, HTML maßgeschneidert, Eigene Elemente und Templates definieren, c't 26/2013, S. 182

Projekt-Download: ct.de/yhet



Der Fingerabdruck einer Stadt

mourner.github.io/road-orientation-map

Das Straßennetz einer Stadt ist wie ein Fingerabdruck. In New York bildet es ein regelmäßiges Gitter, in Rom verlaufen die Straßen kreuz und quer in alle Richtungen. Der Mapbox-Mitarbeiter Vladimir Agafonkin hat eine **interaktive Visualisierung** dieses Fingerabdrucks programmiert. Einfach in irgendeine Stadt dieser Welt hineinzoomen und es erscheint ein rundes Histogramm, das die Anzahl der Straßenkilometer in der jeweiligen Richtung visualisiert.

So wird Geschichtliches augenfällig, zum Beispiel, dass sich das Straßennetz des Stadtkerns von Melbourne am Yarra River orientiert, der Rest der Stadt aber ein um 8 Grad gegenüber Norden geneigtes Gitter bildet – was dem magnetischen Nordpol bei Gründung der Stadt entspricht. Wer sich für die Technik interessiert, findet auf der Karte auch einen Link zu dem nur circa hundert Zeilen langen Quellcode der Visualisierung. (Harald Bögeholz/jo@ct.de)

Für Font-Fummler

betterwebtype.com

Das Thema Typografie wird beim Webdesign oftmals stiefmütterlich behandelt: Man ist froh, einen einigermaßen funktionierenden Aufbau der Seite zustande gebracht zu haben, der auf allen Browsern funktioniert – was soll man da noch mit Typen und Schriftgrößen, Laufweiten und Zeilenabständen herumexperimentieren?

Dabei kann schon eine individuelle Schrift der Site ein unverwechselbares Gesicht geben. Beim Thema Typografie lauern allerdings auch Stolperfallen. Wer mehr über Web-Typografie lernen und den Look seiner Site verbessern möchte, dem sei ein Besuch auf der Website **Better Web Typography for a Better Web** des Designers Matej Latin empfohlen. Sie hält einen kostenlosen E-Mail-Kurs sowie Links zu vielen weiteren Hilfsmitteln bereit. (jo@ct.de)

Schnell hingekritzelt

quickdraw.withgoogle.com

github.com/googlecreativelab/quickdraw-dataset

www.kapwing.com/cartoonify

github.com/danmacnish/cartoonify

Erinnern Sie sich noch an Googles **Quick, Draw!**, das wir in Heft 1/2017 vorgestellt haben? Dabei ging es darum, schnell eine Skizze zu zeichnen, die Googles KI dann erkennen sollte. Daraus ist mittlerweile ein 50 Millionen Skizzen umfassender **Datensatz** entstanden. Google stellt ihn auf GitHub für die Allgemeinheit bereit.

Die Web-App **Cartoonify** beispielsweise nutzt ihn, um Skizzen zu generieren: Man lädt ein Foto hoch, heraus kommt eine Strichzeichnung. Cartoonify ist Teil des Bastelprojekts **Draw This** des Bastlers Dan Macnish: Wer mag, kann sich mit einem Raspberry Pi, einer Raspi-Kamera und einem Mini-Thermodrucker eine Sofortbildkamera bauen, die nachkritzelt und ausdruckt, was sie aufnimmt. Eine Bauanleitung sowie die erforderliche Software hat Macnish ebenfalls auf GitHub bereitgestellt. (jo@ct.de)



Entwicklers Spickzettel

devhints.io

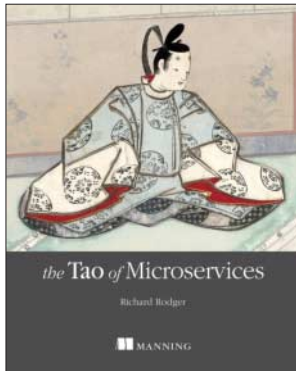
overapi.com

Kein Entwickler, kein Administrator kann bei der Masse an Tools, die bei der täglichen Arbeit zum Einsatz kommt, alle Befehle und Tricks immer parat haben. Gut, dass es Websites wie **Devhints** gibt, wo sich im Falle eines Falles schnell nachschlagen lässt, wie man etwa ein Makefile aufbaut oder unter Ruby on Rails ein Formular definiert. Der philippinische Entwickler Rico Sta. Cruz unterhält die Site.

Findet man dort ein gewünschtes Cheat Sheet nicht, lohnt ein Blick auf **OverAPI.com**. Dort haben die Betreiber wie bei Devhints eine Reihe von Cheat Sheets selbst zusammengestellt, teilweise verlinken sie auch Spickzettel auf anderen Sites. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yksu

Anzeige



Richard Rodger

The Tao of Microservices

Manning Publications Co.,
Shelter Island, NY (USA) 2017
ISBN: 978-1-6172-9314-6
328 Seiten, 50 US-\$
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book:
40 US-\$)

Das Große im Kleinen

Viele miteinander kommunizierende, aufgabenspezifische Module anstelle eines monolithischen Anwendungsprogramms: Das Modell der Microservices steht für eine attraktive Software-Architektur, mit der sich in der Praxis jedoch noch kaum jemand auskennt.

Richard Rodger ist einer der wenigen Experten für das Arbeiten mit Microservices. Er hat unter anderem Seneca entwickelt, ein Framework zur Implementierung der sprachunabhängig nutzbaren Modulprozesse. Beim Erläutern der Grundlagen orientiert er sich an den Nachrichten, die die Prozesse innerhalb eines Systems miteinander austauschen. Um diese Kommunikation zu dokumentieren, schafft Rodger eine eigene Notation.

Die Überwachung von Prozessen und ihrer Performanz ist beim Arbeiten mit Microservices nicht so einfach, wie man es von monolithischen Systemen gewohnt ist, denn es gibt mehr variable Größen. Zudem mangelt es an etablierten Werkzeugen. Rodger gibt wertvolle Hinweise dazu, was man messen muss und wie die gewonnenen Informationen zu interpretieren sind. Auch zu typischen Problemen und deren Beseitigung weiß er einiges zu sagen.

Nur selten entstehen neue Projekte direkt mit Microservices. Meistens wird eine bestehende monolithische Anwendung sukzessive in eine Reihe von Diensten umgewandelt. Dieser Strategie ist im Buch ein ganzes Kapitel gewidmet.

Viele Unternehmen möchten die Architektur ihrer Software gern umstellen, bieten von ihrer Organisation her aber schlechte Voraussetzungen dafür. Microservices in einem gewachsenen Unternehmensumfeld einzuführen, ist nicht leicht. Rodger beschreibt einige erprobte Strategien, um Fettnäpfchen zu vermeiden.

In einem Praxiskapitel entwickelt er eine Suchmaschine für Node.js-Module und setzt alles zuvor Gesagte beispielhaft um. Detailliert beschreibt er das Deployment mit Docker-Containern und die Überwachung des Produktionssystems.

Um von der überzeugenden Einführung in Microservice-Architekturen zu profitieren, sollten Leser Business-Englisch verstehen; hilfreich sind zudem grundlegende JavaScript-Kenntnisse und Basiswissen in der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Begleiter im JavaScript-Labyrinth

Was ist bei der Arbeit mit der Vielzahl-Web-Sprache JavaScript wirklich wichtig? Philip Ackermanns anspruchsvoller Leitfaden hilft Entwicklern, ihren Weg im schwer durchschaubaren Dickicht von Techniken und Tools zu finden.

JavaScript ist für webgestützte Applikationen vielfach das Werkzeug der Wahl. Passende Zusatztools und Frameworks erscheinen gefühlt im Wochentakt. Ob Front- oder Backend – Entwickler von Websites, browsergestützten Unternehmensanwendungen und mobilen Apps kommen an der Sprache kaum vorbei. Am Arbeitsmarkt gelten Bewerber mit guten JavaScript-Kenntnissen als hochwillkommen.

Einsteiger sehen sich mit einem dynamisch wachsenden und daher unübersichtlichen Wissensgebiet konfrontiert. Hier setzt Ackermann an. Er wendet sich einerseits an Entwickler, die bereits mit anderen Sprachen professionell gearbeitet haben. Andererseits spricht er auch Leute an, die bereits JavaScript nutzen und ihre Kenntnisse vertiefen wollen. Für völlige Neulinge ist die Lektüre nicht empfehlenswert.

Der Autor handelt die Grundlagen in komprimierter Form ab und liefert eine Übersicht der wichtigsten Werkzeuge und Techniken. Er gibt etwa Auskunft über Laufzeit- und Entwicklungsumgebungen und stellt zahlreiche Tools zum Strukturieren, Testen, Debuggen, Kommentieren und Verteilen von Code vor. Er zeigt Unterschiede zwischen Sprachversionen auf und warnt Umsteiger vor vermeintlich Vertrautem wie dem Schlüsselwort `this`, das in JavaScript nur auf den ersten Blick dasselbe bedeutet wie bei Java.

Funktionale und objektorientierte Programmiertechniken kommen ausführlich zum Zuge. Man lernt einiges über aspektorientierte und reaktive Programmierung. Auch Entwurfsmuster nehmen breiten Raum ein: Auf 90 Seiten stellt Ackermann sämtliche GoF-Muster und deren Verwendung im JavaScript-Kontext vor.

Das schon wegen der komprimierten Fülle des Stoffs anspruchsvolle Buch hält, was sein Titel verspricht: Berufsmäßige JavaScript-Schaffende profitieren für ihre tägliche Praxis auf vielfache Weise von der Lektüre. (Pit Noack/psz@ct.de)

Alle Codebeispiele aus dem Buch: ct.de/ycne



Philip Ackermann

Professionell entwickeln mit JavaScript

Designs, Patterns, Praxistipps

Rheinwerk Computing, Bonn 2018
(2., erw. Aufl.)
ISBN: 978-3-8362-5687-2
684 Seiten, 50 €
(PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 45 €)

Anzeige



H11 UND G9

VON RICHARD BARTSCHER

Grüß Gott! Frau Dr. Ahlers, nehme ich an?“

„Richtig, ich bin Iris Ahlers vom Institut für Astroinformatik der TU München. Grüß Gott, Euer Ehren.“

„Die Zeiten mit ‚Euer Ehren‘ sind leider vorbei; nennen Sie mich einfach Richter Gruber. Bevor wir mit den neueren Erkenntnissen zu dem unerklärlichen Todesfall von Frau Sarah Weiß auf dem Mars vor einem Jahr beginnen: Könnten Sie kurz zusammenfassen, auf welchen Quellen das Gutachten fußt, das Sie heute hier vorstellen werden?“

„Meine Kollegen und ich haben unsere Erkenntnisse vor allem aus protokollierten Daten und Bildaufzeichnungen der Station Hexago-92 gewonnen, außerdem aus dem Mars-Wetter-Almanach der ESA und insbesondere aus den Logdaten der beiden Roboter H11 und G9, die bei der ganzen Sache eine besondere Rolle spielen.“

„Sind das die beiden da drüben?“ Richter Gruber deutet auf den Beistelltisch rechts im Saal, auf dem in einem Schaukasten zwei Roboter ausgestellt sind.

„Nein, nein, H11 und G9 sind noch auf dem Mars. Eigentlich heißen sie DART-H11 und DART-G9. DART steht für duoautonomes Roboterteam, also für Roboter, die immer im Paar eingesetzt werden. Die DART-Klasse war die erste, bei der die damals neue Idee des paarweisen Einsatzes für autonome Roboter konstruktiv und strategisch konsequent umgesetzt wurde. Vor drei Jahrzehnten waren zeitweise mehr als ein Dutzend DART-Pärchen auf dem Mars eingesetzt. Diese beiden in der Glasvitrine sind Referenzexemplare, die auf der Erde für Simulationen und Tests verwendet worden sind. Doch das ist lange her. Ich habe sie für heute aus dem Deutschen Museum ausgeliehen. Darf ich Ihnen die beiden etwas näher beschreiben?“

„Wenn es der Sache dienlich ist“, mahnt der Richter, „und wenn es nicht zu technisch wird.“

Behutsam rollt Iris den Beistelltisch in die Saalmitte. „In dem etwa einen mal zwei Meter messenden Museumsdiorama hat man die beiden Roboter in die Nachbildung einer Marslandschaft gesetzt. Sie erinnern auf den ersten Blick an große Krabben mit Rädern an den sechs Beinen sowie zwei Greifarmen mit Wechselfutter für verschiedene Werkzeuge. Die Rücken sind gänzlich mit Solarzellen bedeckt.“

Gruber runzelt kaum merklich die Augenbrauen, was der Wissenschaftlerin nicht entgeht. „Ich versuche, mich auf das Wesentliche zu beschränken“, kündigt sie an, während sie den Tisch in Position bringt. „Die DART-Klasse war zur Fernerkundung der Marsoberfläche konzipiert. Die zu jener Zeit neu entwickelten Hochleistungssolarmodule und die Fortschritte in der Niedrigtemperatur-Halbleitertechnik machten einen jahrelangen autonomen Betrieb in den ge-

mäßigten Breiten möglich, also bei Temperaturen zwischen minus 100 und plus 30 Grad Celsius. Der paarweise Einsatz war zwar teurer als die Verwendung einzelner Maschinen. Er eröffnete aber einen Strauß an zusätzlichen Möglichkeiten. Das betrifft beispielsweise optische oder seismische Stereo-Sensorik, aber auch gegenseitige Hilfe und Reparatur: Jeder Roboter hat Werkzeuge und Ersatzteile für den Partner dabei. Zudem ergänzen die unterschiedlich spezialisierten Maschinen einander: Hier links der energiereichere DART-H ist ideal für robusten Einsatz, während die zierlichere DART-G auf Situationen zugeschnitten ist, in denen es auf geringes Gewicht und Beweglichkeit ankommt.“

„Sagten Sie ‚er‘ und ‚sie‘?“

„Natürlich sind es nicht wirklich Männchen und Weibchen, aber tatsächlich sprechen wir immer von ‚ihm‘ und von ‚ihr‘.“

NACH ETWA EINEM JAHR VERSTUMMTEN SIE PLÖTZLICH ... NACH ZWEI JAHREN GAB MAN DIE BEIDEN AUF.

„Befremdlich!“, findet Richter Gruber. „Aber zurück zur Sache. Was für eine Rolle spielen diese Roboter im vorliegenden Fall?“

„Ich muss leider noch etwas ausholen: H11 und G9 wurden im Jahr 2027 zu einer Erkundungsmission der Äquatorialregion des Mars ausgesetzt. Sie übertrugen detailreiche Karteninformationen, geologische Messdaten und auch beeindruckende Fotos, doch nach etwa einem Jahr verstummten sie plötzlich. Sandstürme können gerade im Frühjahr Schwierigkeiten bereiten und tatsächlich wütete zu der Zeit ein überdurchschnittlich schwerer Sturm in ihrem Operationsgebiet. Noch Monate später gab es kein Funkzeichen von H11 und G9, und nach zwei Jahren gab man die beiden auf. Man kannte zwar ihre Position beim letzten Kontakt, aber eine Bergung wäre zu aufwendig gewesen.“

Dies wissen wir aus dem damaligen DART-Programm. Das Folgende schließen wir aus den nachträglich geholten Logdaten der beiden.

Wir wissen, dass die letzte Position von H11 und G9 in einer Ebene mit großflächiger Sieldünenbildung liegt. Die letzten Logs aus dem Jahr 2027 zeigen, dass sie in Sturm-

böen immer wieder ins Rutschen gekommen sind. Die Notprogramme sehen in solch einem Fall vor, Windschatten zu suchen. H11 und G9 haben sich daraufhin an die Leeseite einer Düne begeben und in eine Art Winterschlaf versetzt. Durch den wochenlang anhaltenden Sturm wurden sie vollständig von der wandernden Düne verschüttet. Sie waren bewegungsunfähig und ohne Solarenergie. Die Pufferbatterien reichten noch fast ein Jahr lang für ein tägliches kurzes Aufwachen, doch dann versiegten sie.“ Iris macht eine kurze Pause.

„Und welche Rolle spielen zwei vor Jahrzehnten verschollene Roboter in unserem Fall?“, fragt Richter Gruber etwas gereizt.

„Eine große Rolle: In diesem Gebiet wandern die Sicheldünen durchschnittlich mit fast einem Meter pro Erdenjahr. Ungefähr zweihundert Sol, also Marstage, vor dem tragischen Todesfall – also fast dreißig Erdenjahre nach der Verschüttung – muss die Düne wohl über die beiden hinweggewandert sein, sodass sie auf der Luvseite zum Vorschein kamen und ihre Solarzellen wieder Energie produzieren konnten. Wir kennen nicht den genauen Zeitpunkt der Wiederbelebung, denn die Systemuhren hatten sich durch die Tiefentladung der Pufferbatterien auf den 1. Januar 1970 zurückgesetzt. H11 war einige Tage vor G9 erwacht; das sehen wir aus den zahlreichen fehlgeschlagenen Versuchen des Verbindungsaufbaus. Von H11 stammt auch die erste Rundumaufnahme. Sie zeigt, wie er noch bis zum Bauch im Sand steckt und direkt leewärts von ihm G9 gerade erst sichtbar wird.

DIE PUFFERBATTERIEN REICHTEN NOCH FAST EIN JAHR LANG FÜR EIN TÄGLICHES KURZES AUFWACHEN, DANN VERSIEGTE SIE.

Da die Solarkollektoren von G9 ebenfalls zunehmend vom Sand befreit wurden, erwachte auch sie wieder zum Leben. Es gab tagelange Systemabgleichprozeduren der beiden untereinander, immer wieder unterbrochen von Ruhezustandsphasen wegen Energiemangel. Dem folgte eine gründliche gegenseitige Reinigung, bis sich dann, 159 Sol vor dem Todesfall, H11 seinen ersten Meter aus der Düne herausbewegen konnte. Drei Sol später kam mit seiner Hilfe auch G9 aus der Düne frei.“

„Sie spannen uns ja ganz schön auf die Folter“, beschwert sich Richter Gruber.

„H11 und G9 waren nun zwar wieder fast voll funktionsfähig und kommunizierten untereinander. Sie konnten aber keine Verbindung zu ihrer DART-Basis mehr herstellen, da diese längst abgeschaltet war. Auch die Navigation erwies sich als äußerst schwierig. Das Mars-Satellitennavigations-

system war in den dreißig Jahren durch Protokoll-Updates inkompatibel zu den Empfängern von H11 und G9 geworden. In einer Übergangsphase hatten die zwanzig Satelliten noch kompatible Signale ausgestrahlt. Diese wurden jedoch nach wenigen Jahren aus Gründen der Energieeinsparung abgeschaltet. Nur an fünf Satelliten hat man diese Abschaltung schlichtweg versäumt. Zum Glück für H11 und G9.“

„Glück?“, wirft Richter Gruber ein, „wir untersuchen hier einen Todesfall, und Sie sprechen von Glück?“

„Die erste in den Logdateien eingetragene erfolgreiche Positionsbestimmung gelang G9. Unseren Simulationen zufolge konnten die beiden nur über etwa 0,3 Prozent der Zeit ihre Position bestimmen. Eine Koppelnavigation, also durch Nachverfolgung von gelaufener Richtung und Strecke, war nur sehr rudimentär implementiert und wegen Schlupf und Verschleiß an den Antrieben ohnehin sehr ungenau. Ohne konkret vorgegebenes Missionsziel für das Jahr 1970 griffen sie auf ihr Standard-Missionsziel zurück: die Rückkehr zu ihrer DART-Basis, etwa zweihundertvierzig Kilometer in südwestlicher Richtung.

Die Frühjahrsstürme gingen langsam in ruhiges und sonniges Sommerklima über und H11 und G9 kamen trotz großer Navigationsprobleme gut voran, je nach Gelände zwischen einem halben und zwei Kilometern je Sol.

Die Station Hexago-92 ist, wie Sie sicher wissen, noch keine fünf Jahre alt. Sie wurde zwei Kilometer nordöstlich platziert, also ganz in der Nähe der aufgegebenen DART-Basis, damit man jene als Ersatzteillager ausschachten konnte. Der Nachhauseweg von H11 und G9s lief also direkt an Hexago-92 vorbei. Diese Stelle erreichten die beiden am Nachmittag des Sol 4 vor Sarahs Tod.

Sarahs Stationskollegen Daniel und György waren an diesem Morgen mit dem Rover zu einer sechstägigen Untersuchung eines weit entfernten Canyons aufgebrochen, sodass Sarah alleine war. Sie nutzte diese ruhigen Tage für seismische Messungen und muss wohl nicht schlecht gestaunt haben, als H11 und G9 an ihrer Station vorbeigetrottet kamen. Sie tat etwas ganz Natürliches: Sie hob einfach G9, also den Kleineren der beiden Roboter, auf und nahm ihn mit in die Station. Das Einbringen fremder Elektronik in eine Hexago-Station ist zwar verboten, aber die Aufschriften auf G9 zeigten ihr, dass es sich um ein älteres ESA-Modell handelte, sodass sie keine Bedenken hegte. Ganz geheuer muss ihr der Schritt dennoch nicht gewesen sein, denn sie erwähnte den Fund zwar im lokalen Tagebuch, behielt ihr Geheimnis aber ansonsten vorerst für sich.

„Das heißt, weder Daniel und György noch die Missionsleitung wussten zu diesem Zeitpunkt von dem Fund?“

„So gaben es alle zu Protokoll und so ist es auch aus den Unterlagen ersichtlich. Bis zu Sarahs Tod war sie die Einzige, die vom Wiederauftauchen von H11 und G9 erfahren hat. Vermutlich wusste Sarah nichts von deren jahrzehntelanger Vorgeschichte. Sie wird wohl erkannt haben, dass es sich um veraltete Technologie handelte – die DART-Klasse wurde aufgegeben, als Sarah gerade erst geboren war. Aber sie hat nicht weiter recherchiert. Vielleicht auch, um keine Spuren zu hinterlassen.“

„Ist es sicher, dass sie nur diese G9 in die Station genommen hat?“

„Ja, die Intercom-Logs zwischen H11 und G9 belegen das. Fortan war zwischen den beiden eine deutlich höhere Sendeleistung nötig, was dem Hexago-Schild geschuldet ist.

Diese Tatsache ist aber auch ein Teil der fatalen Fehlerkette. Die beiden konnten sich zwar gut verständigen und anhand der Signallaufzeiten wussten sie, dass sie nahe beieinander waren, aber sie konnten einander nicht sehen. Der duoautonomen Robotern einprogrammierte Trieb, zueinander zu finden, wird nur noch vom Selbsterhaltungstrieb übertroffen. So waren H11 und G9 fortan vorrangig damit beschäftigt, sich gegenseitig zu suchen. Aus den Aufzeichnungen der Lagesensoren und der Kamera von G9 wissen wir, dass Sarah immer wieder den Weg zum Stationsausgang mit verschiedenen Hindernissen wie Decken, Stühlen und Kisten verstellte und dass G9 sich meist erfolglos bemühte, diese Hindernisse zu bewältigen. Wenn es ihr doch einmal gelang, wurde sie sofort wieder zurückgesetzt und ihr Parcours wurde erschwert. Die von György später fotografierten Sandspuren rund um Hexago-92 bezeugen wiederum H11s Verzweiflung, seine Partnerin zu finden.“

„Frau Dr. Ahlers, Sie sprechen von Verzweiflung? Ich möchte Sie doch um eine sachlichere Ausdrucksweise bitten. Es handelt sich hierbei nur um Roboter.“

„Verstanden – lassen Sie mich aber dennoch darauf hinweisen, dass auch schon die Exemplare der DART-Klasse komplexe Motivationsszenarien beherrschten und entsprechende Verhaltensweisen ableiten konnten. Kurz und gut, Sarah experimentierte mit G9 und versuchte, ihr Kunststücke beizubringen. Abends drehte sie G9 einfach auf den Rücken.“

„Wie kam es denn nun zu dem Todesfall?“, drängt Richter Gruber.

„Schlussendlich durch einen Programmierfehler in der Firmware der Eingangsschleuse von Hexago, der bewirkte, dass zeitweilig beide Türen der Schleuse geöffnet waren, sodass die Luft entweichen konnte und Sarah ersticken musste.“

„Sie wollen sagen, dass eine umfangreich getestete und langjährig bewährte Sicherheitstechnik versagt hat?“

„So ist es. Wir konnten es zuerst auch kaum glauben. Der Verdacht fiel allerdings bald auf die Schleusentüren, denn die Logs zeigen eindeutig, dass beide Türen minutenlang offen standen. Das wird durch Sicherheitsmechanismen unter allen Umständen vermieden. Aber nach tagelanger Code-Analyse haben wir eine Lücke gefunden, eine unsauber programmierte Mutex-Abhandlung, die zu dem verhängnisvollen Fehler geführt hat.“

„Können Sie das auch einem Laien wie mir erklären?“

„Ich versuche es: Zum Öffnen einer Schleusentür wird eine eindeutige Identifikationsnummer benötigt. Allen nicht im Türsystem eingetragenen IDs ist der Zugang verboten. Und genau so ist das auch nach dem Prinzip ‚safety over security‘ programmiert: Eine Zugangsanfrage wird immer erst einmal als genehmigt angenommen, aber wenn die ID nicht in der Zugangsliste ist, wird sie sofort wieder gekippt, genauer gesagt: logisch negiert. In der Schleusensteuerung ist aber jener Fall nicht ausreichend berücksichtigt, dass zwei Zugangsanfragen gleichzeitig mit ein und derselben unberechtigten ID erfolgen. Das ist heutzutage kein relevantes Szenario, denn jeder Mensch und Roboter hat seine eigene,

eindeutige ID. Bei der damaligen DART-Klasse, und nur dort, operierten aber beide Partner mit derselben ID, um sie nach außen hin wie eine Einheit wirken zu lassen. Unter spezifischen Bedingungen, bei einem sehr unwahrscheinlichen parallelen Ablauf des Programms, kann es dann vorkommen, dass das Ergebnis der Zugangsanfrage für eine unberechtigte ID zweimal gekippt und der Zugang somit fälschlicherweise genehmigt wird. Ich habe hier den entscheidenden Programmcode mit dem verhängnisvollen Fehler mitgebracht.“

Iris überreicht Richter Gruber ein Dokument, das dieser mit fragendem Blick kurz beäugt und dann beiseitelegt.

DAS ERGEBNIS DER ZUGANGSANFRAGE FÜR DIE UNBERECHTIGTE ID WURDE ZWEIMAL GEKIPPT UND SOMIT FÄLSCHLICHERWEISE GENEHMIGT.

Iris fährt fort: „In Sarahs Todesnacht hatte sie offenbar vor dem Schlafengehen vergessen, G9 auf den Rücken zu drehen. Auch der Weg zur Schleuse war nicht versperrt. Sie hatte an diesem Abend ein Schlafmittel eingenommen. So konnte nicht nur H11 von außen, sondern auch G9 am inneren Türsensor Schleusenzugangsanfragen stellen – stundenlang, gleichzeitig und mit derselben ID. Nach Hunderten von Versuchen trat dann morgens kurz nach zwei Uhr das unwahrscheinliche Ereignis ein: In beiden Programmabläufen kam es gleichzeitig zur selben Zugangsabfrage. Dadurch wurden beide Türen gleichzeitig geöffnet.

Das mit dem plötzlichen Druckausgleich verbundene Getöse hat wohl auch Sarah aufgeschreckt, doch sie schaffte es im Dunkeln nicht mehr bis zur Tür. Zehn Minuten später schlossen sich die Türen wieder automatisch und die Klimasteuerung regenerierte den Normalzustand, sodass zwei Tage später die zurückkehrenden Kollegen keine unmittelbare Erklärung für Sarahs Tod vorfanden. Die Aufzeichnungen mehrerer Labor- und Prozessgeräte bestätigen diesen Ablauf.“ Abschließend reicht Iris dem Richter ein zweites Dokument herüber.

„Vielen Dank, Frau Dr. Ahlers. Das lässt den Fall natürlich in einem ganz anderen Licht erscheinen. Erlauben Sie mir bitte, bevor wir die Sitzung für heute beenden, noch eine Frage: Was ist eigentlich aus den beiden Robotern geworden?“

„Nun, G9 war beim Öffnen der Schleuse mit der entweichenden Luft aus der Station geblasen worden, hatte sich aber mithilfe ihres Partners bald wieder berappelt. Mit dem ersten Tageslicht haben die beiden ihre Rückkehr zu den Überresten ihrer DART-Basis fortgesetzt. Dort halten sie sich seitdem auf, erkunden die Ruine und warten auf neue Aufträge. Ein aktuelles Fernerkundungsbild zeigt die beiden dicht beieinander im Windschatten des DART-Landemoduls sitzend, wo sie die letzten Strahlen der untergehenden Sonne zum Auftanken nutzen.“ (psz@ct.de) **ct**

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Raspi ohne Löten“: Pina Merkert (pmk@ct.de), „Turbo-DSL: Super-Vectoring im Test“: Ernst Ahlers (ea@ct.de)
Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)
Stellv. Chefredakteure: Achim Barczok (acb@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de), Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)
Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de)
Ressort Software & Internet
Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)
Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Dieter Brors (db@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Lea Lang (llel@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Anke Poimann (apoi@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de)
Ressort Systeme & Sicherheit
Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@ct.de)
Redaktion: Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (ldm@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de), Olivia von Westernhagen (ovw@ct.de)
Ressort Hardware
Leitende Redakteure: Christof Windeck (cwi@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)
Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)
Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets
Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)
Redaktion: Julius Beineke (jube@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de), Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Alexander Spier (asp@ct.de)

heise online

Chefredakteur: Dr. Volker Zota (vza@heise.de)
Stellv. Chefredakteur: Jürgen Kuri (jk@heise.de)
Leitender Redakteur: Martin Fischer (mfi@heise.de)
Redaktion: Kristina Beer (kbe@heise.de), Daniel Berger (dbe@heise.de), Volker Briegleb (vbr@heise.de), Oliver Bunte (olb@heise.de), Daniel Herbig (dahe@heise.de), Martin Holland (mho@heise.de), Axel Kannenberg (axk@heise.de), Katharina Kraft (kkr@heise.de), Bernd Mewes (bme@heise.de), Martin Reche (mre@heise.de), Fabian A. Scherschel (fab@heise.de), Andreas Wilkens (anw@heise.de), Tilman Wittenhorst (tiw@heise.de)
Korrespondent USA (heise online): Daniel AJ Sokolov (ds@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Ltg., uk@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de)

Koordination Social Media: Martin Fischer (mfi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistentz: Ralf Schneider (Ltg., rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Emert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Maurer

Digitale Produktion: Melanie Becker, Joana Hollasch

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: B3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>
via Tor: sq4lecqyx4izcpkp.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 35 vom 1. Januar 2018.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw
Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:
Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €
(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende
(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €, Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)
oder E-Mail (leserservice@ct.de).


Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2018 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 20/2018

Ab 15. September 2018 im Handel und auf ct.de



Windows-Notebooks und -Tablets mit ARM-Prozessor

Microsoft und Qualcomm trommeln seit Ende 2017 für sogenannte Always-Connected-PCs, doch erst jetzt kommen die ersten Windows-Notebooks und -Tablets mit ARM-Prozessor in die Läden.



Dashcams im Stresstest

Einem aktuellen BGH-Urteil zufolge ist der Einsatz von Dashcams nicht pauschal verboten. Wir testen legale Kameras in puncto Sicherheit, Bildqualität und Bedienung. Der Crashtest beim ADAC offenbart, was nach einem Unfall von den versprochenen Aufnahmen übrig bleibt.

Außerdem:

Große 4K-Monitore

Die über 8 Millionen Pixel eines 4K-Monitors stellen viermal so viele Details dar wie ein Full-HD-Schirm. Es gibt sie ab 370 Euro als 32-Zöller mit blickwinkelstabilem VA- oder IPS-Panel und ergonomisch matterter Oberfläche. Ein lohnendes Upgrade für Ihr Büro zu Hause?

Sicherheits-Checklisten

Mit der Absicherung von Smartphone, PC, Online-Accounts & Co. kann man beliebig viel Zeit verbringen. Meist genügen jedoch wenige Handgriffe, um vor den größten Gefahren geschützt zu sein. Die c't-Sicherheits-Checklisten fassen diese Handgriffe für viele Geräte und Dienste zusammen.

Geleimt per Internet

Identitätsklau, Kontenmissbrauch, Zahlungsbetrug: Kriminelle finden online immer wieder Opfer, die auf neue und alte Tricks hereinfallen. Wer gängige Praktiken kennt, kann Betrugsversuche ins Leere laufen lassen. Denn was zu schön ist, um wahr zu sein – das ist auch nicht wahr.

Noch mehr Heise-Know-how:



c't Digitale Fotografie
5/2018 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



iX 9/2018 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



c't Windows optimieren
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de