



**magazin für
computer
technik**

25. 11. 2017 **25**



Für Business, Entwickler, Gamer

Server-Power on Demand

Test und Praxis: Virtuelle Server bei deutschen Hostern

Bis 55 Zoll mit HDR für PC und Gaming

4K-TVs ab 600 Euro



- Apple iPhone X
- Ikea Trådfri: Smartes Licht
- Microsoft Surface Book 2
- Linux: Fedora 27
- Intel-PC im Scheckkartenformat

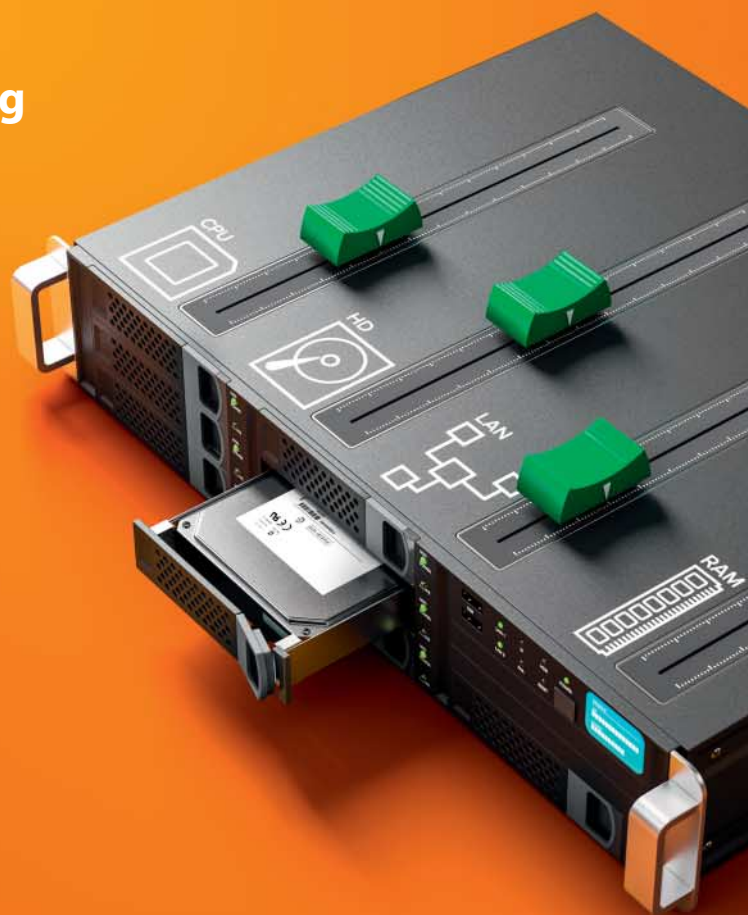
Jetzt noch kostenlos

Von Windows 7 auf 10

Kaufberatung VR-Systeme

Bunte LEDs im und am PC

KI im Browser mit JavaScript



€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00

Technik unterm Tannenbaum

36 c't-geprüfte Geschenketipps für Nerds, Maker, Kinder ...



Anzeige



Letzte Chance im Guten

Alle fünf Jahre wieder

jetzt eingeschult

In einem Jahr hört Microsoft auf, Windows ~~XP~~ ⁷ mit Sicherheits-Updates zu versorgen. ~~Zwölf~~ ²⁰ Jahre lang hat der Hersteller dann an der erfolgreichsten Version seines Betriebssystems herumgefrickelt. ~~Zwölf~~ ²⁰ Jahre voller Hotfixes, Critical Patches und Service Packs. In diesem Zeitraum entwickelt sich ein Mensch von einem schreienden Bündel zu einem krakeelenden Teenager.

Böswillige Hacker freuen sich schon richtig auf das Ende der Patch-Zeit, denn für den Wolf ist eine Schafherde ohne Hirte ein gefundenes Fressen. Auch ~~2014~~ ²⁰²⁰ wird auf zahlreichen Firmen- und Privatrechnern noch ~~XP~~ ⁷ laufen. Wozu auch ändern, was sich seit über einem Jahrzehnt bewährt hat? Diese Bequemlichkeit wird verhängnisvoll sein.

~~2014~~ ²⁰²⁰ wird ein Zero-Day-Exploit auftauchen, mit dem sich ein ~~XP~~ ⁷ mit einem Fingerschnipp untergraben lässt. Heute erscheint das Datum noch in sicherer Ferne, doch in der Computerei rasen die Jahre besonders schnell: ~~2011~~ ²⁰²⁰ liegt ~~zwei iPad-Generationen zurück~~.

Windows ~~XP~~ ⁷ ist schon lange eine Ruine in spe. Sicherheit spielte bei der Entwicklung ~~keine~~ ⁷ große Rolle; eine taugliche Firewall wurde erst drei Jahre später nachgereicht. Virens Scanner haben auf einem ~~XP~~ ⁷-System alle Hände voll zu tun - das Betriebssystem bietet kaum Selbstschutzmechanismen. Versagt der Virenschutz, ~~hat Malware leichtes Spiel~~.

Einige Leute lärmern gern, ~~XP~~ ⁷ reiche weiterhin und Virenschutzprogramme seien eh nur Schlangenöl. Wenn man beim Surfen "aufpasse", genüge ein Gratis-Scanner völlig - eine gefährlich naive Weltsicht. Erwischt diese

↑ Hier Hinweis auf
bleibenden Treiber-
Support einbauen!
c't 2013, Heft 2

Leichtsinnsvögel ein Drive-by-Download, sind sie plötzlich sehr leise.

Einige Sportsfreunde zucken jetzt scheinbar ergeben mit den Schultern: "Okay, wenn Microsoft den Support aufgibt, dann, ja dann steige auch ich um." Und dann verschleppen sie das edle Vorhaben dennoch bis zum GAU.

Die Hopplahopp-Migration eines Systems unter Schädlingsbeschuss bedeutet schweißnasse Hände und abgekaute Fingernägel. Läuft etwas schief, bleibt kein Weg zurück - nicht mal für eine letzte Mail. Bei einem geordneten Umzug kann ~~XP~~ ⁷ notfalls noch ein paar Monate parallel laufen. So lässt sich etwa alte Peripherie weiternutzen, für die es keine aktuellen Treiber gibt.

Heute lässt sich der Umstieg noch Schritt für Schritt planen. Wer ein Backup-Image vom alten System sichert, kann dieses später in eine virtuelle Maschine laden, um letzte Altlasten zu migrieren.

Jetzt ist genau der richtige Zeitpunkt, sich von ~~XP~~ ⁷ zu entwöhnen. Auch und gerade wenn das System gerade wunderbar rund läuft. Der Abschied von einem ~~zwölf~~ ²⁰ Jahre alten Betriebssystem hat nichts mit Wegwerfgesellschaft zu tun, sondern mit Vernunft.

Noch bleibt Ihnen die Chance, in Würde umzusatteln. Wohin, bleibt ganz Ihnen überlassen: Linux, Mac OS, Windows ~~7~~ ¹⁰ oder ~~8~~ - Hauptsache, das System stammt nicht von 2001.

Gerald Himmelein

Gerald Himmelein

↑ Hinweis, dass
Windows 10 noch
kostenlos ist!
(siehe Seite 156).

Anzeige

Anzeige

Inhalt 25/2017

Trends & News

- 16** Prozessorgeflüster: Xeon Phi, ICX-H, NEC SX-Aurora Tsubasa
- 20** Top500-Liste der Supercomputer: China liegt vorn
- 22** Hardware
- 22** Peripherie
- 23** Server & Storage
- 24** Netze
- 26** Web Summit: IT-Branche zwischen Hype und Skepsis
- 28** Anwendungen
- 30** Salesforce setzt auf individualisierte Apps und Dienste
- 31** Unternehmens-Anwendungen
- 32** Apple
- 33** Sicherheit
- 34** Musikexperimente auf der Ableton Loop in Berlin
- 36** Linux
- 38** Spieletipps
- 40** Firefox Quantum: schneller, schlanker und schöner
- 41** Android
- 182** Web-Tipps

Test & Kaufberatung

- 42** **Microsoft Surface Book 2**
- 44** SSHDs von Seagate
- 46** NAS-Festplatte mit 12 TByte: Seagate Ironwolf
- 46** x86-NAS für 2 Laufwerke: Synology DS218+
- 47** Dualband-WLAN-Basis: Aruba OfficeConnect 20
- 48** **Intel-PC im Scheckkartenformat**
- 50** Gitarren-MIDI-Controller: Fishman Triple Play
- 50** Head-up-Display für Motorradhelme: Nuviz HUD Optics Display
- 51** Smarter Lautsprecher: Amazon Echo (2. Generation)
- 51** Fitnesstracker-Uhr: Timex Metropolitan+
- 52** **Apple iPhone X**

56 Ikea Trådfri: Smartes Licht

58 Bluetooth-Ohrhörer: Samsung IconX (2018)

58 High-End-Kopfhörer: Sony WH-1000XM2

60 Android-Smartphone mit 6-Zoll-Display: OnePlus 5T

62 Linux: Fedora 27

114 Kaufberatung VR-Systeme

118 Technik unterm Tannenbaum

132 4K-TVs: Kaufberatung

136 HDR-fähige 4K-Displays von 43 bis 55 Zoll

184 Spielekritik

186 Buchkritik

Wissen

64 Vorsicht, Kunde: Epson-Drucker nimmt Originalpatronen nicht an

68 Predictive Policing: Wenn Software Haftstrafen verhängt



Technik unterm Tannenbaum

Achtung, bald ist Heiligabend! Gegen den aufkeimenden „Was schenke ich bloß“-Stress hat die c't-Redaktion etwas vorbereitet: 36 coole, nützliche und spaßige Geschenketipps vom Geigerzähler über Henkelmann bis Retro-Spielkonsole.

Server-Power on Demand

Mehr CPUs, RAM und Bandbreite in Stoßzeiten zuschalten? Oder auf die Schnelle einen Gaming-Server online bringen – und problemlos alles wieder loswerden, um Geld zu sparen? Das geht mit Mietservern, deren (virtuelle) Hardware Sie nach Bedarf anpassen können: Wir stellen die Angebote vor, vergleichen sie mit den Cloud-Größen und liefern Tipps für die Praxis.



72

- 144 Audioverbindungen über Netzkabel per Dante
- 148 Recht: Online-Shop haftet für Nutzer-Produktbewertungen
- 168 **Bunte LEDs im und am PC**
- 172 Die Technik unterschiedlicher RGB-LED-Streifen
- 174 G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren
- 178 **KI im Browser mit JavaScript**

Praxis & Tipps

72 Server-Power on Demand

- 78 Elastic-Cloud-Angebote von Amazon, Google, Microsoft und Telekom
- 84 Game-Server mit Linux in der Cloud aufsetzen
- 88 GitLab CI/CD: Mietserver bauen Software
- 92 Video-Streaming auf dem eigenen Server
- 111 3D-Druck: 2D-Zeichnungen in Plätzchen-ausstecher verwandeln



95

- 150 Tipps & Tricks
- 156 **Von Windows 7 auf 10**
- 164 OneNote 2016 vs. OneNote-App

Rubriken

- 3 Editorial: Alle fünf Jahre wieder
- 10 Leserforum
- 15 Schlagseite
- 188 Story: Die Keiner-gewinnt-Lotterie von C. S. Dorchain
- 197 Stellenmarkt
- 200 Inserentenverzeichnis
- 201 Impressum
- 202 Vorschau



132

4K-TVs ab 600 Euro

Wir haben sieben kontraststarke 4K-Fernseher getestet – und jede Menge Tipps zusammengetragen, wie Sie damit am besten das TV-Programm genießen, am PC arbeiten und Spiele zocken. Außerdem unterstützen wir Sie mit einer kompakten Kaufberatung bei der Auswahl eines aktuellen Smart-TV.

Anzeige

Anzeige

Leserforum

Realsatire

Editorial Nebenwirkungen, c't 24/2017, S. 3

Das ist doch Satire – dachte ich mir beim Lesen des Editorials – und es wäre nicht einmal eine besonders witzige. „Hersteller verpatzt Zeitumstellung“ ist inzwischen längst ein ausgelutschtes Thema für Witze. Dann habe ich die Produktnamen in eine Suchmaschine geschmissen. Oh weia.

Mithos

Nur – wozu?

Humanoide Roboter fährt Motorradrennen, c't 24/2017, S. 33

Im Auto kann ich mir das ja noch vorstellen, so kann der Insasse, der vorher der Fahrer war, einen Film schauen, eine Kalkulation überarbeiten oder sich mit der Beifahrerin auf die Rückbank verziehen. Aber auf dem Motorrad ist das ja wohl nur Spielerei der Ingenieure. Warum sollte eine Maschine durch die Gegend fahren, die nur eine Maschine befördert, deren einzige Fähigkeit es ist, mit einer Maschine durch die Gegend fahren zu können?

KarlKater

AirPods statt EarPods

Kabellose In-Ear-Kopfhörer und Hearables mit smarten Sonderfunktionen, c't 24/2017, S. 92

Ich habe die AirPods und bin damit hochzufrieden. Die EarPods haben bei mir übrigens nicht gepasst, auch weil die Dinger bei jedem Zupfen am Kopfhörerkabel rausgefallen sind. Vorher habe ich die

Bose mit den StayHere-Einsätzen verwendet, weil ich In-Ears generell nicht vertrage (Schmerzen im Ohr). Bezüglich der Teilnahme am Straßenverkehr halte ich eine gute Abschirmung für sehr schlecht.

Techniker70

Krimi verpasst

Amazon lieferte gefälschte RAM-Riegel, c't 24/2017, S. 62

Als geschulter Tatort-Schauer hätte ich ja erwartet, dass Amazon die Riegel zusammen mit den Fingerabdrücken des Käufers angefordert hätte oder diesen zumindest gebeten hätte, die nächste Polizeiwache aufzusuchen. Ist eine entsprechende Betrugsanzeige so wenig erfolgversprechend, dass sich eine kriminaltechnische Untersuchung nicht lohnt, oder ist es Amazon einfach egal, wer da wann betrogen hat?

Wilfried Niederkrüger

International ist gut

Outlook: Re und Fw statt AW und WG, c't 24/2017, S. 156

Die „internationalen Optionen“ schalten hier also ins Englische. Sonst quält man sich in der IT bei „Internationalisierung“ ja eher, alle anderen Sprachen/Kulturreise zu unterstützen. Aber schön zu sehen, dass das Englische sich auch mal selbst als Teil der „Internationalisierung“ versteht. In Zeiten von „America first“ ist das doch mal ein Anfang! :-)

M76

SATA-SSDs im RAID

c't-Labor statt Bauchgefühl, c't 24/2017, S. 66

Im Heft 24 kann man wieder mal lesen, dass NVMe-SSDs gegenüber SATA III auf normalen Windows Rechnern kaum Vorteile bringen. Würde es denn einen Vorteil bringen, zwei SATA-III-SSDs als Raid 0 zu betreiben? (Auf einem normalen Motherboard, also ohne spezielle RAID-Hardware.) Ich denke an 2 × 500 GByte. Ich frage, weil ich mir demnächst einen neuen Rechner zusammenstellen will, vorrangig für Bildbearbeitung und Videoschnitt. Mein Budget ist begrenzt, und SATA-III-SSDs sind deutlich günstiger als NVMe.

Wolfgang Schweitzer

Zugriffe auf zufällige Adressen beschleunigt ein RAID 0 laut unseren Messungen nicht, lediglich das sequenzielle Lesen und Schreiben von Daten. Windows und Anwendungen werden daher sicher nicht schneller starten. Aber das sequenzielle Lesen und Schreiben dürfte bei Ihrem Anwendungsfall durchaus eine Rolle spielen.

i3 für Puristen

Desktop-Alternativen für Ubuntu 17.10, c't 24/2017, S. 142

Für Nerds und Puristen empfiehlt sich „i3“ als Tiling Manager. Gerade auf kleinen Displays, Netbooks und PCs mit kleiner Leistung ist dieser Desktop unschlagbar. Man muss sich nur etwas mit der Bedienung auseinandersetzen, da alles mit Shortcuts bedient werden muss. Gerade im Linux-Bereich finden sich sicherlich viele Liebhaber: <https://i3wm.org/>

Gloomy_Tree

Aufladebetrag ist wichtig

Tages-Flatrates für das mobile Internet, c't 24/2017, S. 84

Bei Prepaid-Tarifen ist nicht nur relevant, in welchen Intervallen aufgeladen werden muss. Wie erwähnt ist es zum Beispiel bei Congstar (und entsprechenden ja!mobil oder Penny-Mobil) alle 15 Monate. Genauso wichtig ist zu wissen, mit wieviel jeweils mindestens aufgeladen werden muss. Dies kann von der Art der Aufladung abhängen. Auch wenn bei Congstar „nur“ alle 15 Monate aufgeladen werden muss, ist dies mit Gutscheinen von mindestens 15 Euro nur an der Ladenkasse möglich; und das ist mehr als bei O2, wo zwar alle 6 Monate aufgeladen werden muss, aber 1 Euro-Cent dazu ausreicht, wenn man per Überweisung für weitere 6 Monate auflädt.

Oberguru

Onboard-Audio doch schlecht?

Aufbau und Funktionsweise von Audio-Interfaces, c't 24/2017, S. 174

Sie schreiben: „Die vorhandenen Onboard-Anschlüsse sind bestenfalls zum Anschluss von Headsets zur Sprachübertragung geeignet.“ Hingegen loben die

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

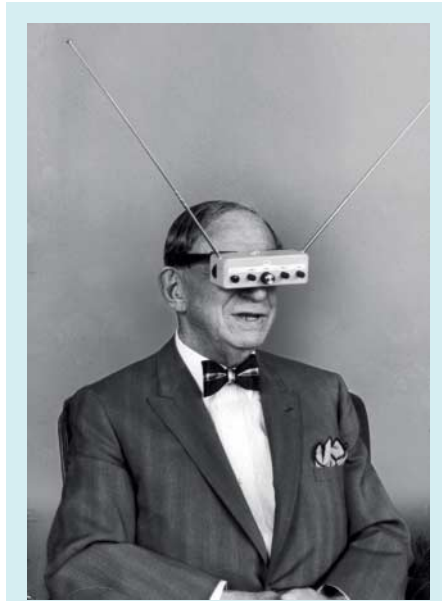
f & g+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige



Sieht aus wie frühe VR – aber es handelt sich nur um eine Fernsehbrille, die Hugo Gernsback 1936 erdachte, aber erst in den 1960ern für realisierbar hielt.

Kollegen vom Mainboard-Test seit Jahren die immer besser werdende Klangqualität der Onboard-Soundchips. Ich habe hier also einen kleinen Logikbruch. Können Sie auflösen?

Peter Braun ✓

Die Bewertung der Onboard-Klangqualität bezieht sich auf die Ausgänge, nicht auf den Headset-Mikrofon-Eingang, weil Onboard-Anschlüsse nicht für den Anschluss hochwertiger Mikrofone ausgelegt sind. Onboard-Anschlüsse sind stets asymmetrisch ausgeführt. Externe Audio-Interfaces für Musiker haben hingegen oftmals symmetrische Anschlüsse und einen höheren Ausgangspegel, wodurch die Signalübertragung weniger störanfällig ist.

VR von Früher

Windows Mixed Reality im Test, c't 24/2017, S. 98

Vor ein paar Tagen habe ich ein Plakat mit der, wie ich denke, frühesten VR-Apparatur darauf gesehen. Was könnte das sein? Ich tippe mal auf Stereo-Fernseher. Wenn man den Mann grob ausschneidet und in die Google-Bildersuche wirft, finde ich nur eine brasilianische, fernsehkritische Dokumentation.

Sie haben richtig getippt. Das sind die „Teleglasses“, die Hugo Gernsback 1936 im LIFE Magazine vorstellte.

Mixed Reality passt

Mixed Reality ist ein Marketingbegriff, ja, aber als solcher erklärt er eigentlich ganz gut, was das Alleinstellungsmerkmal des MS-Ansatzes ist. Das wäre für mich: 1. einheitliche Programmierung (SDK, Environment, etc.), egal ob „echte“ AR wie HoloLens oder „echte“ VR; 2. einheitliche Art und Weise der Raumorientierung, beziehungsweise dass der Raum überhaupt in die Berechnungen einbezogen wird; 3. Gleichbehandlung von HW und SW aller Devices, egal ob sie aus der AR oder VR oder Lichtfeldtechnik kommen. Schlussfolgerung für mich: Der Begriff ist für mich, bezogen auf die breite Palette und den integrativen Ansatz, der einzig richtige.

Hans Nikolaus Beck ✓

Pest und Cholera

Fotos überall bearbeiten, Adobe Lightroom CC geht in die Cloud, c't 24/2017, S. 60

Vielen Dank für den Artikel zum neuen Lightroom. Meine bisherige Lightroom-Bibliothek lässt sich nicht umstellen, da es immer wieder Fehler gibt. Hier auf habe ich seit 1,5 Wochen ein Ticket bei Adobe offen, bisher ohne Reaktion. Bis das Ticket eröffnet wurde, hat mein Rechner mindestens 12 Stunden bei 4 Versuchen verbraten, die Migration zu durchlaufen.

Ich habe derzeit als Kunde die Wahl zwischen Pest und Cholera. Meine Originale liegen – wie die c't immer wieder auch gezeigt hat, dass es geht – auf meinem NAS, nur die Vorschauen und der Katalog liegen auf der Notebook-SSD. Entweder ich wechsle auf Lightroom neu. Dies akzeptiert allerdings als Pfad für das Speichern der Bildkopien keinen Pfad auf mein NAS. Alternativ kann ich zurück auf Lightroom Classic. Dann stehen mir die Schlagwort-Funktionen des neuen Lightroom nicht zur Verfügung.

Lüder de Riese ✓

Gefrickel

Smart-Home-Schaltzentralen binden zunehmend fremde Komponenten ein, c't 23/2017, S. 138

Alleine die Tabelle reicht schon aus, damit man das Smart Home im Moment nur als Gefrickel abtun kann. Welcher Verkäufer

soll sich da auskennen und einen übergreifenden Blick haben, welcher Kunde soll das verstehen? Vermutlich sind 90 Prozent der Reklamationen keine Defekte. Viel Spaß, wenn was nicht funktioniert und der Hausherr erstmal alle Geräte neu startet, die Apps aktualisiert und fluchend an den PC rennt und Google befragt. Ich laufe beim Lüften solange noch zur Heizung und drehe diese zurück, der Fenstergriff ist ja keine 60 cm entfernt.

Pipes

Murmeltier in Redmond

Schade ists um Windows Mobile, c't 23/2017, S. 22

Ich finde es zutiefst bedauerlich, dass die einzige noch verbliebene Alternative zum völlig überbewerteten iOS und zum Big-Brother-Android nun doch vom Markt verschwindet. Dabei war das Bedienkonzept einfach nur genial und selbst in stressigen Situationen sicher bedienbar. Der Fehler hinter Windows Mobile liegt auf keinem Fall in der Hard- oder Software, sondern schlicht im Marketing von Microsoft. Anstatt das wahre Problem aber an der Wurzel zu packen, stampft man eine gute Idee in Redmond lieber ein. Man sollte sich bei MS mal darüber Gedanken machen, was für eine Markenbotschaft damit ausgedrückt wird.

Marcel Wiegand ✓

Ergänzungen & Berichtigungen

Sfirm nicht fürs Handy

Banking-App für Firmen, c't 24/2017, S. 28

Die Überschrift hat einige Leserinnen und Leser verwirrt, deshalb zur Klarstellung: Sfirm ist keine Mobil-App, sondern Software für den PC.

LTE-Band 32 bei Vodafone

Erste Gigabit-LTE-Basisstation in Betrieb, c't 24/2017, S. 41

Vodafone nutzt für seine GBit/s-Funkzellen das LTE-Band 32 (1500 MHz) in seiner vollen Breite von 20 MHz ausschließlich für den Downstream (Simplex) mit 2 x 2 MIMO. Cat 18 kann maximal 10 MIMO-Streams bündeln, je vier Streams laufen auf Band 3 und 7, die restlichen zwei auf Band 32.

Anzeige

Anzeige



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Letztes Prozessorgeflüster

Von Ruhe und Bewegung

Zum ersten Mal in der 29-jährigen Geschichte der International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC) wurde diese von einem Nichtamerikaner geleitet. Auf der SC17 gab es allerlei Neues von Intels Roadmap, von NECs Vektorprozessor, von ARM64-Servern und mehr.

Von Andreas Stiller

Bernd Mohr vom Jülich Supercomputing Centre (JSC) hatte die Ehre – und die Last – der erste internationale Chairman der SC zu sein. Drei Jahre dauerte die Vorbereitung, für die er vom JSC zu 50 Prozent freigestellt wurde. Für reichlich Gesprächsstoff sorgte diesmal Intel schon kurz vorher – nicht mit einem neuen Produkt, sondern mit einer Abkündigung. Der Xeon Phi in der bisherigen Form hat keine Zukunft mehr: Knights Hill wird es nicht mehr geben.

Das war eigentlich spätestens seit dem geänderten Vertrag für den Aurora-Supercomputer an den Argonne Labs

schon klar, der statt eines mit Knights Hill bestückten Rechners für 2018 jetzt einen Exaflops-Rechner für 2021 mit neuer Architektur vorsieht. Der Abschied manifestierte sich auch auf Intels HPC Developer Conference am Wochenende vor der SC17. Zwar gab es hier noch Sessions zu Xeon Phi Knights Landing (KNL), aber in den gezeigten Roadmaps tauchte er meist nicht mehr auf. Gleichzeitig bloggte Trish Damkroger, Leiterin der Intel Data Center Group und General Manager der Technical Computing Initiative: „Ein Punkt über den wir [auf der SC17, Anm. d. Red.] reden werden, ist, einen der zukünftigen Intel-Xeon-Phi-Prozessoren (Codename Knights Hill) durch eine neue Plattform und neue Mikroarchitektur zu ersetzen, die speziell für Exascale design ist.“

ICX-H mit HBM2

Darüber reden wollte Intel – aber nicht mit mir. Und so spitzte ich auch diesmal die Ohren im Convention Center in Denver, so wie schon vor 4 Jahren an gleicher Stelle, wo ich sehr zum Unwillen von Intels HPC-Chef Raj Hazra Details zum Xeon Phi Knights Landing aufschnappte und ausplauderte. Diesmal verriet Intel hinter den Kulissen die „Future direction of Intel Xeon und Intel Xeon Phi Processor and NVM solution“. Und im geschwätzigen Convention Center war es abermals nicht schwierig, einiges davon mitzubekommen, wenn auch durch die rein mündlichen Übermittlungen in fremder Sprache ein paar kleinere Fehlerchen nicht ausblieben.

Demnach wird nicht nur, wie Trish im Blog ausführte, einer der zukünftigen Intel-Xeon-Phi-Prozessoren gecancelt, sondern die ganze Architektur-Linie. Es wird also auch der bereits in der Entwicklung befindliche Nachfolger Knights Peak gestrichen – allerdings nicht ersatzlos. Denn 2019 soll der Xeon Ice-Lake in 10nm+-Technologie herauskommen (ICX, nicht ISX wie ich online veröffentlicht hatte), und zwar nicht nur als normaler Scalable Xeon ICX-SP, sondern auch in der Ausführung ICX-H (Codename Knights

Cove) mit 4 Stacks à 8 GByte High Bandwidth Memory (HBM2) mit bescheidenen 650 GByte/s Bandbreite.

Den Plattformnamen Whitley für ICX mit dem (bislang ungeklärten) Zusatz „with lewi“ hatte Intel schon vor Wochen auf der Website verraten, ebenso wie den zukünftigen Serverprozessor Sapphire Rapids in der Tinsley-Plattform.

Den normalen ICX-SP – vermutlich ohne HBM2 – soll es mit bis zu 38 Kernen geben, mit 8 Kanälen DDR4-3200, deren Bandbreite bei zwei DIMMs pro Kanal allerdings auf 2933 sinkt. Hinzu kommen drei UPI-Links à 11,2 GBit/s, was dann insgesamt einen P+-Sockel mit 4184 Anschlüssen erfordert, 90 mehr als AMDs Epyc.

Die H-Version kommt mit 38 und 44 Kernen, wobei letzteres ein Multichip-Modul aus zwei Dies mit je 22 Kernen sein wird, intern verkoppelt über drei UPI-Links. Nach der ersten Performance-Einschätzung soll das Modul im Linpack etwa 40 Prozent schneller sein als ein ICX-SP mit 24 Kernen.

Zumindest der H, vermutlich aber auch der SP wird mit allen AVX512-Erweiterungen des Knights Landing versehen sein, sodass vorhandene Xeon-Phi-Software weiterläuft – nur muss man dann sicherlich neu optimieren. Hinzu kommt auch die AVX512-Erweiterung VNNI (Vector Neuronal Networks Instructions), womit er auch Nachfolger des für Deep Learning weiterhin vorgesehenen Knights Mill wird, dessen eigentlich geplanter Nachfolger Knights Bay ebenfalls gestrichen wurde. Daneben hörte man auch noch so Namen wie Ice Age und Knights Run für zukünftige Prozessoren.

Vektorrechner

Aber Intel bekommt jetzt Konkurrenz. So hat NEC den Vektorrechner SX-Aurora Tsubasa (Flügel) auf PCIe-Karte fertig. Er wird jetzt bemustert und soll ab Ende Februar 2018 auf den Markt kommen.

Der Prozessor hat acht Kerne mit einem gemeinsamen Cache von 16 MByte.



Xeon Phi stirbt, Knights Mill (hier ein Prototyp auf Supermicro-Board) kommt aber noch – und zwar Ende des Jahres.

Jeder Kern speichert 64 Vektorregister mit jeweils 256 DP-Gleitkommawerten. 32 davon können pro Takt in den drei FMA-Einheiten verarbeitet werden, das macht 192 Flops/Takt/Core.

Er kommt zunächst in drei Ausführungen. Version 10A ist das (wassergekühlte) Flaggschiff mit 1,6 GHz Takt und 48 GByte HBM2. Damit schafft die Karte 2,45 TFlops in doppelter Genauigkeit bei einer Speicherbandbreite von 1,2 TByte/s.

Version 10B hat die gleiche Ausstattung, aber nur 1,4 GHz Takt. Die DP-Performance liegt bei 2,15 TFlops. Es gibt sie auch in einer luftgekühlten Ausführung. Version 10C mit aktiver oder passiver Luftkühlung hat ebenfalls 1,4 GHz Takt und 2,15 TFlops, aber nur 24 GByte HBM2 mit 0,75 TByte/s.

In der Stream-Performance ist die SX-Aurora Tsubasa 10B etwa fünfmal so schnell wie ein Skylake-System mit zweimal Xeon Gold 6148. Beim Linpack liegen beide etwa gleichauf, im Preis ebenfalls. Damit müsste er bei etwa 6000 US-Dollar liegen.

Anwendungen für Vektorrechner in C/C++ und vor allem in Fortran gibt es zuhauf, etwa bei den Klimaforschern – nur ist fraglich, ob sie mit dem begrenzten Speicher von 48 GByte werden auskommen können, denn zusätzlichen DDR4-Hauptspeicher bietet der Vektorrechner nicht. Braucht die Anwendung mehr als 48 GByte, muss sie träge über das PCIe-3.0-Interface auf den Hauptspeicher des Gastsystems zugreifen. Auch die Kommunikation zu weiteren Karten findet über PCIe 3.0 statt. Zu einem eigenen Link à la Nvlink oder zu dem im Oktober endgültig spezifizierten PCIe 4.0 konnte sich NEC leider nicht aufrufen.

ZettaScaler und Pezy-SC2

Da waren die japanischen Kollegen von ExaScaler mutiger. Ihr Pezy-SC2-Beschleuniger bietet bereits PCIe 4.0 – nur das aktuelle Gastsystem mit Xeon-D-1540 noch nicht. Und während NECs Vektorrechner das Deep Learning Trendformat fp16 nicht unterstützt, gehört auch dieses zum Repertoire von Pezy-SC2.

In den Liquid-Immersion-Cooling-Computern von ZettaScaler sorgten die Pezy-Systeme für große Aufmerksamkeit, konnten sie doch die ersten drei Plätze in der Green500-Liste erobern und kamen mit dem Gyoukou (Morgenlicht) des Forschungsinstituts RIKEN immerhin auf



NEC will Skylake-Rackeinschübe mit bis zu 8 SX-Aurora-Tsubasa-Karten ab März 2018 anbieten.

Platz vier der Top500-Liste der Supercomputer (siehe S. 20).

In den Tanks mit sehr edlem Fluoridernert von 3M (Fluorocarbon FC-43) stecken kompakte Xeon-D-Systeme mit jeweils acht Pezy-SC2-Karten. Jede dieser Karten besitzt sechs 64-bittige MIPS-Kerne sowie 2048 Processing Elements, von denen aber aus Ausbeutegründen nur 1984 freigeschaltet sind. Diese Rechenkerne arbeiten mit achtfachem Hyper-Threading. Bei FMA können sie 2 DP-, 4 SP- oder 8 FP16-Operationen pro Takt ausführen. Bei 1 GHz sind das rund 4 DP-TFlops bei 180 Watt. Zum Vergleich: Nvidias Tesla V100 (SMX) kommt auf 7,5 DP-TFlops bei 300 Watt. Volta ist also ein wenig energieeffizienter, aber ZettaScaler hat das sparsamere Gastsystem und das effizientere Kühlkonzept, sodass Nvidias DGX SaturnV Volta mit 15,1 GFlops/Watt von den (kleineren) ZettaScaler-Systemen mit 16,7 bis 17 GFlops/s knapp in der Green500-Disziplin übertroffen wird.

Der Pezy-SC2-Chip hat derzeit vier DDR4-3200-Speicherkanäle mit einer

Gesamtbandbreite von 100 GByte/s. Doch im nächsten Jahr will ExaScaler das zusätzliche Wide-I/O-Speicherinterface mit 1024 Bit Breite fertig gestellt haben, mit dem dann über das „drahtlose“ Thru-Chip Interface (TCI) mit vier DDR4-Kanälen bis zu 2 TByte/s Bandbreite möglich ist – damit hängt man alle anderen HBM2-Stacks locker ab. Das von der Firma Thru-Chips des legendären Transmeta-Gründers Dave Ditzel und des japanischen Professors Tadahiro Kuroda entwickelte TC-Interface arbeitet mit induktiver Kopplung im Nahfeld. Es soll nicht nur schneller und platzsparender als die Stack-Technik mit Thru Silicon Vias (TSV) sein, sondern auch energieeffizienter.

Und die CPU-Konkurrenz?

Ja, auch die CPU-Konkurrenz kommt in Gang. HPE hat jetzt famose SPECfp-Werte für das Zweisockelsystem DL385 Gen 10 mit AMD Epyc 7601 gemeldet – und endlich, endlich wird auch die SPEC-CPU2017-Seite gefüllt. Danach liegt das Epyc-System in SPECfp2017_rate_base



Das Pezy-SC2-Modul in der Hand eines seiner Entwickler. Es leistet 4 TFlops in doppelter Genauigkeit.

Student Cluster Competition

Gleich 16 Teams traten diesmal zum Wettbewerb an. In einem Fotofinish gewannen die Studenten der Nanyang Technological University aus Singapur vor den hochfavorisierten Chinesen der Tsinghua University. Mit ihren acht Tesla-V100-Karten erzielten die Singapurer unter anderem einen fabelhaften Linpack-Wert von 51,77 TFlops, 40 Prozent mehr als der bisherige Rekord, den Studenten der FAU-Uni Erlangen-Nürnberg zur ISC17 erzielten. Das ist bei zugelassenen 3000 Watt in der Effi-

zienz sogar geringfügig besser als beim Spitzenreiter der Green500. In Zukunft wird die Top500-Organisation auch eine zusätzliche Top50-Liste führen, die die Ergebnisse der Studentenwettbewerbe – zur amerikanischen SC, zur europäischen ISC und der asiatischen ASC – enthält. Das deutsche Team der Friedrich-Alexander- und der Technischen Universität München wurde übrigens Opfer eines Hackerangriffes von außen und verlor den Anschluss.

mit 257 Punkten knapp vor einem Cisco-System mit dem über doppelt so teuren Xeon Platinum 8180. Den Vorsprung hatten wir schon vor ein paar Monaten festgestellt. Das System soll im Dezember angeboten werden. Dell ist mit dem PowerEdge R745 für Epyc noch nicht so weit, zeigte ihn aber auf der SC16 als Prototyp „Sneek Peek“.

Das lang erwartete IBM-Power9-System mit Nvidia Tesla V100 soll ebenfalls ab 1. Dezember ausgeliefert werden, und zwar in der luftgekühlten Version mit vier V100 (SMX), im Februar soll das wassergekühlte System mit sechs V100 folgen.

So weit sind die neuen 64-bitigen ARM-Prozessoren für Server noch nicht – aber es gibt immerhin Prototypen. Qualcomm selbst war zwar nicht mit einem eigenen Stand auf der SC17, doch am ARM-Stand konnte man Qualcomms Centriq 2400 (Codename Falkor) im Centriq Open Compute Motherboard bewundern, der erste Serverchip in 10 nm – leider nicht in Betrieb. Anders als sein Cavium-Kollege beschränkt sich der 48-Kerner auf nur einen Sockel mit sechs Speicherkanälen. Partner aus der ersten Liga außer Microsoft mit dem Projekt Olympus kennt man derzeit noch nicht. Das sieht beim ThunderX2 von Cavium ganz anders aus, hier stehen sie bereits Schlange: Bull/

Atos, Cray, Gigabyte, HPE und Penguin – alle zeigten ihre ersten ThunderX2-Prototyp-Systeme. Microsoft hat kurz vor der SC17 angekündigt, den ThunderX2 ebenfalls ins Projekt Olympus für Azure-Server aufzunehmen. Dieser ThunderX2 ist allerdings nicht der mit 56 Kernen, der ursprünglich mal von Cavium geplant war. Nach dem Aufkauf des ARMv8-Designs Vulcan von Broadwell hat der ehemalige Chefarchitekt des Xeon Phi, Avinash Sodani, das Beste aus zwei Welten zusammengemischert. Zunächst hat der Mischprozessor aber nur 32 Kerne.

Cray hat dabei den großen Vorteil, nicht nur mit der Cray XC50 mit ThunderX2 aufwarten zu können, sondern auch mit eigenen hochoptimierenden Compilern. Diese sollen bei einem Großteil der HPC-Applikationen gut 20 Prozent schneller sein als die GNU- oder LLVM-Compiler. Performance-Daten wollte noch keine Firma nennen, die Uni Bristol hat aber schon ein bisschen geplaudert und den aktuellen 32-kernigen Prototyp mit 2,5 GHz Takt im Cray-Scout-System gegen einen Broadwell Xeon E5-2695v4 (2,1 GHz) und Skylake Xeon Gold 6152 (2,1 GHz) im Single-Socket-System laufen lassen. Das sieht bei speicherintensiven Anwendungen nicht schlecht aus, im Stream dank der 8 Speicherkanäle so-

wieso (35 Prozent schneller als Skylake), aber auch bei OpenFoam und anderen. Bei rechenintensiven Anwendungen wie Gromacs obsiegen hingegen die Intel-Prozessoren, da ist schon der Broadwell um 17 Prozent schneller.

HPE hat die Apollo 70 im dichten Formfaktor fertig mit zwei Prozessoren und acht Speicherkanälen. Mit einem ähnlich aussehenden Bull-System Sequoia 1310 baut das Supercomputerzentrum in Barcelona sein Mont-Blanc-Projekt Dibona auf, das 96 Prozessoren mit mindestens 3072 Kernen haben wird. Und sofern die Katalanen in Spanien und damit in der EU bleiben, können die europäischen Partner via PRACE auch daran teilhaben.

So weit, so gut, doch kurz nach der SC17 wurde Cavium von Marvell für 6 Milliarden Dollar aufgekauft – da muss man jetzt erst einmal abwarten, wie Marvell sich bei den Serverprozessoren positionieren will. Und vielleicht kauft ja Broadcom in einem Mega-Deal für geschätzt 130 Milliarden Dollar Qualcomm und hat dann wieder einen ARM64, nachdem man die Eigenentwicklung an Cavium abgestoßen hat – ein hübscher Ringtausch. Und wer weiß, wohin noch das XGene-3-Design von Applied Micro System gelangt, das Besitzer Macom mit dem gesamten Compute Business unlängst an eine Firma „Project Denver Holdings“ verhöckert hat, die zur Carlyle Group gehört.

... und tschüss

Nicht nur vom Xeon Phi – dessen Pentium-artige Architektur übrigens zuerst hier im Prozessorgeflüster (c't 15/2008) verraten wurde und nun kommen passenderweise Details zu seinem Ende – muss man sich verabschieden: Nach 34 Jahren c't und über 500 Prozessorgeflüstereien und vielen Ausplaudereien entschwinde ich nun in den Ruhestand. Ich bedanke mich bei meinen treuen Lesern, vielleicht gibt es ja doch noch den einen oder anderen Artikel. Und wer das A20-Gate liebt, wird mich schon finden. (as@ct.de) **ct**

Anzeige



Asien führt

In der 50. Supercomputer-Bestenliste Top500 liegt China vorne

Von wegen „America first“: China legt sich bei Supercomputern mächtig ins Zeug und übertrumpft die USA. Das Rennen um Exaflops-Superrechner wirft seine Schatten voraus, die teuren Maschinen versprechen Vorteile bei Rüstung und Forschung.

Von Andreas Stiller und Christof Windeck

Die ersten drei Plätze auf der neuen Top500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer blieben unverändert in China und der Schweiz. Im Reich der Mitte laufen jedoch 94 neue Systeme, die meisten zwischen den Plätzen 100 und 300. China hat jetzt 202 Top500-Superrechner, die USA nur 143. Auch bei der aggregierten Performance aller Top500-Systeme liegt China mit 35 Prozent jetzt vor den USA (30 Prozent). 90 Systeme laufen in der EU, in der Schweiz und in

Norwegen. Japan hat als weiteres asiatisches Land einen Treffer gelandet: Der Gyoukou auf Platz vier ist besonders, vor allem bei der Energieeffizienz. Mit 14,17 GFlops/Watt überholt das „ZettaScaler-2.2“-System mit Intel Xeon D-1500 und Pezy-SC2-Beschleunigern viele bisherige Effizienz-Spitzenreiter mit Nvidia-Tesla-Karten. Ganz oben auf der Green500-Liste mit 17 GFlops/Watt steht allerdings das viel kleinere ZettaScaler-System Shoubou B am japanischen Forschungsinstitut Riken.

102 der Top500-Rechner nutzen Beschleuniger, vor allem Nvidia Tesla (86), Intel Xeon Phi (10) und den erwähnten Pezy (5). In weiteren 14 läuft der Xeon Phi als Hauptprozessor. AMD kann bisher weder mit Radeons punkten noch mit einem Epyc – aber es stehen noch fünf Systeme mit Opterons auf der Liste, darunter Titan am Oak Ridge National Laboratory. Die Rechenleistung dieser Nummer 5 steuern allerdings vor allem die Tesla K20x bei. Eine nagelneue Tesla V100 ist im DGX SaturnV Volta dabei, die P100 schon in 42 Systemen. Bei den Prozessoren dominie-

ren Intels Xeons in 94 Prozent aller Systeme. Zu den wenigen Ausnahmen gehören die Nummer 1 mit dem chinesischen ShenWei (Sunway) oder die Nummer 6, Sequoia mit IBM BlueGene/Q. Auf Rang 440 steht der italienische Davide mit Power8+ und Tesla P100. Und der K Computer mit SPARC64 VIIIfx hält sich auf Platz 10. Gar keine Abwechslung gibt es jedoch beim Betriebssystem: Es ist immer Linux.

Bei der Anzahl der Supercomputer-Hersteller in der Top500 machten sich die vielen chinesischen Neusysteme von Inspur und Sugon bemerkbar. HPE bleibt aber mit 123 vorne, vor Lenovo mit 81. Dann folgt Inspur mit 56 vor Cray (53) und Sugon (51).

Bei der aggregierten Leistungsfähigkeit bleibt Cray mit 19,5 Prozent der Top500-Gesamtpformance vorne, vor HPE mit 15,2 Prozent und dem Hersteller NRCPC des Spitzensystems TaihuLight mit 11,1 Prozent. Die Gesamt-Performance aller Top500-Supercomputer zusammen ist gegenüber der Liste vom Juni um 27 Prozent gestiegen, liegt aber mit 845 PFlops noch unter 1 Exaflops. Man braucht jetzt mindestens 548 TFlops, um überhaupt auf die Liste zu kommen. 2018 wollen sich dann IBM Power9 und Tesla V100 in den CORAL-Systemen Sierra und Summit mit jeweils über 100 PFlops an die Spitze setzen.

Und Deutschland?

Neue deutsche Systeme gab es gar nicht in der Liste, aber es wurden zumindest zwei erheblich erweitert. Die mussten das

Kunststück vollbringen, den Linpack über verschiedene Architekturen laufen zu lassen. Beim Jureca am Jülicher Supercomputer Center war das Haswell-System mit Nvidia Tesla und InfiniBand-EDR mit dem von Dell aufgebaute Booster mit Xeon Phi und Omnipath zu verheiraten. Die Ehe klappte: mit 3,8 PFlops kam er auf Platz 29. Und die Johannes Gutenberg-Universität Mainz hat das vorhandene Megware-System mit Broadwell um ein Skylake-System von NEC erweitert. Mit fast 2 PFlops auf Platz 65 wurde er damit Deutschlands schnellster Uni-Rechner.

HPCG

Der Benchmark „High Performance Conjugate Gradients“ (HPCG) soll die für die Top500-Platzierung ausschließlich mit Linpack ermittelte Leistungsangabe ergänzen – ähnlich wie die Green500-Liste etwas über die Effizienz im Linpack aussagt. Noch machen aber erst wenige Top500-Systeme beim HPCG mit, melden also keine Ergebnisse. Ein Benchmark-Lauf ist ein enormer Aufwand, währenddessen der teure Superrechner den eigentlichen Nutzern nicht zur Verfügung steht. Der HPCG hängt jedenfalls stark von der maximalen Transferrate des RAM ab. Unter den HPCG-Top-Ten hat sich nichts geändert, es führt der japanische K-Computer mit 603 TFlops vor dem chinesischen TaihuLight mit 580 und dem amerikanischen Xeon-Phi-System Trinity mit 542 TFlops.

Bei der Energieeffizienz laut Green500 liegen Pezy SC2 und Nvidia Tesla P100 dicht beieinander, der beste P100-Rechner liefert 15,113 GFlops/W. Das effizienteste Xeon-Phi-System



JSC-Leiter Thomas Lippelt und Dells HPC-Experte Werner Hartz berichten über den ersten modularen Supercomputer mit Booster. Jülichs nächster wird aber von Bull/Atos stammen.

schaft mit 5,414 GFlops/Watt nur rund ein Drittel davon und liegt erst auf Platz 21. Das beste System mit „normalem“ Xeon E5, also ohne Beschleuniger, liefert immerhin auch schon 4,761 GFlops/W. Der Top500-führende TaihuLight kommt in der Green500 auf Platz 20 mit 6,051 GFlops/W, schluckt im Betrieb aber satte 15,371 Megawatt. Da er in der Spitze 0,093 Exaflops leistet, muss für die kommenden Exaflops-Superrechner die Effizienz noch drastisch steigen. Der Gyoukou mit 0,0191 EFlops aus 1,35 MW liegt da schon besser: Für 1 EFlops bräuchte man 52 dieser Maschinen, die zusammen theoretisch 71 Megawatt verschlingen. (ciw@ct.de) **ct**

Anzeige

Top 10 der 50. Top500-Liste der Supercomputer

Platz (Juni 2017)	Rechner Hersteller	Betreiber	Land	CPU-Cores	GPU-Cores	Rmax PFlops	Energieeffizienz GFlops/W	HPCG TFlops
1 (1)	Sunway Taihu-Light (NRCCPC)	Nat. Supercomp. Center in Wuxi	China	40.960 × 260 ShenWei 26010, 1,45 GHz	—	93,016	6,05	371,16
2 (2)	Tianhe-2 (NUDT)	Nat. Supercomp. Center in Guangzhou	China	32.000 × 12 Xeon E5-2692v2, 2,2 GHz	48.000 × 57 Xeon Phi	33,862	1,9	580,11
3 (3)	Piz Daint (Cray)	Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS)	Schweiz	5320 × 12 Xeon E5-2690v3, 2,6 GHz (+2862 × 18 Xeon E5-2695v4)	5320 × 56 Nvidia Tesla P100	19,59	10,4	470
4 (69)	Gyoukou (Exascaler)	Agency for Marine-Earth Science and Technology	Japan	1250 × 16 Xeon D-1571 1,3 GHz	10.000 × 1984 Pezy SC2 (700 MHz)	19,16	14,17	k. A.
5 (4)	Titan (Cray)	Oak Ridge National Lab (ORNL)	USA	18.688 × 16 Opteron 6274, 2,2 GHz	18.688 × 14 Nvidia Tesla K20x	17,59	2,14	322,32
6 (5)	Sequoia (IBM)	Lawrence Livermore National (LLNL)	USA	98.304 × 16 Bluegene/Q, 1,6 GHz	—	17,173	2,18	330,37
7 (10 upgrade)	Trinity (Cray)	DOE/NNSA/LANL/SNL	USA	18.861 × 16 Xeon E5-2698v3, 2,3 GHz + 14144 × 68 Xeon Phi 7250	—	14,137	3,678	546,12
8 (6)	Cori (Cray)	NERSC	USA	9152 × 68 Xeon Phi 7250	—	14,014	3,56	355,44
9 (7)	Oakforest-PACS (Fujitsu)	JCAHPC	Japan	8208 × 68 Xeon Phi 7250	—	13,554	4,99	385,48
10 (8)	K Computer (Fujitsu)	RIKEN AICS	Japan	88.128 × 8 SPARC64 VIIIfx, 2 GHz	—	10,51	0,83	602,74

Mini-ITX-Board mit HDMI 2.0

Das LGA1151-Mainboard Gigabyte Z370N WIFI mit Z370-Chipsatz nimmt Core-i-Prozessoren der achten Generation auf. Als Besonderheit lötet der Hersteller auf das Mini-ITX-Board den Level Shifter/Protocol Converter MCDP2800 auf, sodass die CPU-Grafik UHD Graphics 630 per HDMI 2.0 4K-Inhalte mit 60 Hz an TV-Geräte ausgeben kann. Darüber hinaus ist das Z370N WIFI mit einer DisplayPort-1.2- und einer HDMI-1.4-Buchse ausgestattet.

Der PEG-Slot des Mini-ITX-Boards unterstützt PCI-Express-Bifurcation: Damit lässt sich mithilfe einer Riser-Card der PCIe-x16-Steckplatz auf zwei PCIe-x8-Ports aufteilen. Allerdings sind solche Adapterkarten nur bei wenigen Händlern erhältlich und kosten um die 80 Euro. Zu den Anschlüssen auf der I/O-Blende des Z370N WIFI zählen unter anderem 2× Gigabit-Ethernet, 6× USB 3.0 sowie zwei Antennenbuchsen für WLAN nach 802.11ac-Standard. Das Mini-ITX-Board kostet 160 Euro. (chh@ct.de)



Das Gigabyte Z370N eignet sich dank Mini-ITX-Format zum Bau kompakter PCs.

Workstation mit bis zu 18 CPU-Kernen

Die Workstations ThinkStation P520 und P520c von Lenovo richten sich an Architekten, Designer und Ingenieure. Sie sind mit Prozessoren der Serie Xeon W ausgestattet. Dank Taktfrequenzen von bis zu 4,5 GHz und maximal 18 Kernen sollen sich damit Single-Thread-Anwendungen wie CAD aber auch anspruchsvolle Rendering-Aufgaben erledigen lassen. In der Maximalconfiguration nimmt die Midi-Tower-Variante Thinkstation P520 zwei Nvidia Quadro P6000, 256 GByte DDR4-2666-RAM, zwei M.2-NVMe-SSDs und bis zu acht Festplatten auf. In die kompaktere Thinkstation P520c passen eine Quadro P5000, bis zu 128 GByte Arbeitsspeicher und sechs Laufwerke. Die Workstations sollen ab Ende Januar 2018 in den Handel kommen. Preise hat Lenovo noch nicht veröffentlicht. (chh@ct.de)

HDR-fähiger 4K-Projektor



Der DLP-Beamer W1700 für 1800 Euro projiziert Bilder in 4K-Auflösung per Pixelshift.

Ein 4K-Beamer für 1800 Euro? Das klingt zu schön, um wahr zu sein. Tatsächlich handelt es sich beim BenQ W1700 mitnichten um einen DLP-Beamer mit 3840×2160 Spiegelchen. Stattdessen nutzt er den von Texas Instruments entwickelten DMD-Chip mit 2716×1528 Spiegelchen und projiziert per Pixelshift Bilder mit 3840×2160 Bildpunkten auf die Leinwand – BenQ spricht fälschlicherweise von 8,3 Millionen Pixeln und echter 4K-Auflösung. Vergleichbare Beamer gibt es auch von Acer und Optoma. Wie wir am Beispiel des Acer-Laser-Beamers VL7850 (siehe c't 24/2017) mit gleichem Chip feststellen konnten, bemerkt man jedoch nur aus der Nähe, dass es sich um Pseudo-4K handelt.

Der W1700 unterstützt an einem seiner zwei HDMI-Eingänge den Hochkontrast HDR. Sein Farbumfang ist allerdings auf 96 Prozent des Videofarbraums Rec709 begrenzt – für farbstärke HDR-Bilder ist das etwas wenig. Zum leichteren Aufstellen hat BenQ einen 1,2fachen Zoom eingebaut, ein Lensshift fehlt. An den Sub-D-Port kann man ältere Notebooks anschließen, der eingebaute 5-Watt-Lautsprecher sollte für die Präsentationsunterhaltung genügen. BenQ verspricht einen Lichtstrom von 2200 ANSI-Lumen und 12 Monate oder 2000 Stunden Lampenlebensdauer. Die Garantiezeit für den 4,2 Kilogramm leichten Beamer umfasst zwei Jahre. (uk@ct.de)

Peripherie-Notizen

Hisense übernimmt Toshiba's TV-Sparte und sichert sich damit für 40 Jahre alle Rechte am TV-Geschäft des japanischen Unternehmens. Die Marke Toshiba sowie laufende Verträge bleiben bestehen, der Vertrieb erfolgt über die bisherigen Partner – in Europa ist das Westel.

Seit den November-Updates für Windows 7, 8.1 und 10 funktionieren viele Nadeldrucker nicht mehr, die etwa noch in Arztpraxen und Apotheken im Einsatz sind. Betroffen sind besonders Modelle vom Marktführer Epson, aber auch einige Oki-Drucker. Bis Microsoft und Druckerhersteller eine Lösung finden, hilft das Deinstallieren und Blockieren der Updates KB4048957 (Windows 7), KB4048958 (Windows 8.1) sowie KB4048954 und KB4048955 für Windows 10.

Cluster-Rack mit 1000 Raspberry Pi

Das US-Forschungsinstitut Los Alamos National Laboratory (LANL) packt für Softwaretests über 1000 Raspberry Pi 3 in ein Rack. Die Firma BitScope entwickelt dafür einen Einschub namens Cluster Module mit sechs Höheneinheiten (6 HE), der 144 Raspis aufnimmt. Sieben dieser 6-HE-Einschübe fasst ein 42-HE-Schrank, in dem dann 1008 Raspberry Pi 3 mit 4032 ARMv8-Kernen laufen.

In ein Cluster Module passen drei Cluster Packs (CP), von denen zwei je 60 (CP60) und eines 30 (CP30) Raspis aufnimmt. Die Cluster Packs sorgen auch für die Stromversorgung der Rechner. Von den insgesamt 150 Raspis sind 6 als Reserve vorgesehen. In jedem Cluster Module sitzen noch die nötigen Netzteile und Lüfter sowie drei Gigabit-Ethernet-Switches mit je 48 Ports und zwei 10GbE-Ports für den Top-of-Rack-(ToR)-Switch. Pro Cluster Module sind also sechs 10GbE-Ports am ToR-Switch nötig, bei sieben Cluster Modules folglich 42 Ports.

Bei 5 Watt „typischer“ Leistungsaufnahme pro Raspi verspricht BitScope unter 6 kW pro Rack. Die Kosten sollen unter 150 US-Dollar pro Raspi-Knoten liegen. Dank Netzwerk-Boot können alle Raspis im Rack auf Wunsch dasselbe Software-Image laden.

(ciw@ct.de)

Bild: BitScope



Mit solchen BitScope Cluster Blades CP60 für 60 Raspberry Pi 3 baut ein US-Forschungsinstitut einen Serverschrank für 1000 Minirechner.

NVDIMM-N mit 32 GByte

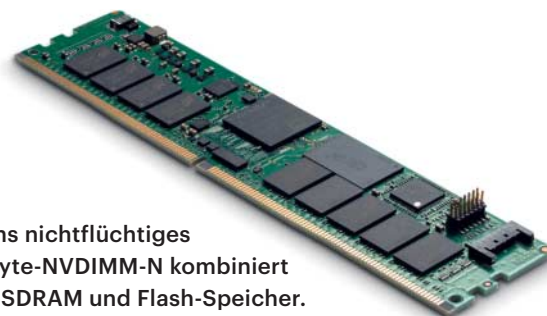


Bild: Micron

Microns nichtflüchtiges 32-GByte-NVDIMM-N kombiniert DDR4-SDRAM und Flash-Speicher.

Micron hat ein nichtflüchtiges DDR4-Speichermodule mit 32 GByte Kapazität angekündigt. Bisher waren solche NVDIMM-N mit höchstens 16 GByte erhältlich. Sie sind für kritische Daten in Storage-Systemen und Datenbank-Servern gedacht, die bei Stromausfall nicht verlorengehen sollen.

Durch zusätzlichen Flash-Speicher und eine Kurzzeit-Stromversorgung retten NVDIMMs Informationen. Beim NVDIMM-N kombinieren die Hersteller DDR4-SDRAM auf einem Registered DIMM mit Flash-Speicher sowie Akkus oder Superkondensatoren. Letztere liefern so lange Strom, wie ein Controller benötigt, um Daten vom DRAM ins Flash zu kopieren.

Microns NVDIMM-N enthält ein technisches Schmäckerl: Damit sich die Daten nach dem Stromverlust und nach dem Neustart umkopieren lassen, muss das NVDIMM die DRAM-Datenleitungen jeweils vom Speicherbus trennen und mit dem Flash-Controller koppeln. Jeder Chip hat also zwei Sätze mit je vier Signalleitungen, denn es handelt sich um x4-SDRAMs.

Einen Preis für das 32-GByte-NVDIMM-N nennt Micron bisher nicht. Normale ECC-RDIMMs mit 32 GByte DDR4-2666 sind ab 300 Euro erhältlich. Für ein 8-GByte-NVDIMM-N (DDR4-2133) verlangt HPE mehr als das Doppelte. (ciw@ct.de)

Anzeige

Renovierte Router

Im Dezember will Draytek seine WLAN-Routerserie Vigor2862 zu Preisen zwischen 250 und 490 Euro (UVP) ausliefern. Die Geräte eignen sich besonders für Firmen, die mehrere Nutzergruppen mit eigenen, logisch getrennten LANs und WLANs versorgen wollen. Gegenüber den 2860er-Modellen wurde das WLAN modernisiert: Die damit ausgestatteten Geräte funken nun mit 4 MIMO-Streams (IEEE 802.11n-600/11ac-1733), im 5-GHz-Band gemäß „Wave 2“ (MU-MIMO). B-Varianten, die zwei Modems fürs Bonding zweier xDSL-Leitungen enthalten, sollen hierzulande erscheinen, sobald ein Provider die Technik anbietet. Auch die 2925er-Serie ohne xDSL-Modem bekommt das WLAN-Upgrade: Vier neue Modelle (Vigor2926) kosten zwischen 240 und 480 Euro.

Ferner will Draytek seinen WLAN-Access-Point VigorAP 920 in zwei Varianten für den Außeneinsatz herausbringen (VigorAP 920R/RP). Das RP-Modell gibt einen Teil der per LAN-Kabel (PoE) zugeführten Energie weiter an seinen zweiten Port, beispielsweise an eine LAN-Kamera. Beide Modelle arbeiten laut Datenblatt zwischen -40 °C und +70 °C Umgebungstemperatur und sind staub-/wasserdicht nach IP67. (ea@ct.de)



Drayteks Vigor2862er-Router haben modernes WLAN bekommen, sie funken mit bis zu 4 MIMO-Streams.

Kompakter IoT-Server



Das Embedded-Board QNAP QBoat Sunny soll als Miniserver als Miniserver Anwendungen im Internet of Things antreiben.

QNAP, Hersteller von Netzwerkspeichern, hat mit seinem QBoat Sunny ein ungewöhnliches Produkt angekündigt: Das inklusive Kühlkörper 144 mm × 126 mm × 34 mm kleine Embedded-Board soll als Miniserver dienen, auf dem Internet-of-Things-Anwendungen lokal laufen können. Den Kern bildet ein ARM-Prozessor Annapurna Labs AL-314 nebst 2 GByte RAM und 512 MByte Flashspeicher. Die mit 1,7 GHz getaktete Quad-Core-CPU hat genug Dampf, um selbst 10-Gigabit-Ethernet nahezu auszulasten: Wir maßen beim damit bestückten NAS TS-431X bis zu 840 MByte/s Lesedurchsatz (c't 13/2017, S. 60). Die Netzanbindung läuft über drei Gigabit-Ethernet-Ports, dazu kommen zwei USB-3.1-Ports und Analog-Audiobuchsen. Als Massenspeicher kann man zwei M.2-SSDs bestücken. Ein dritter M.2-Slot nimmt bei Bedarf ein WLAN-Modul oder ähnliche Erweiterungen auf.

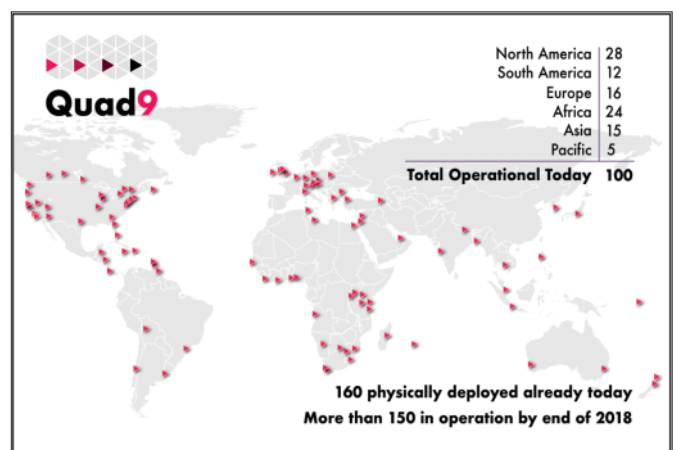
QNAP stellt für QBoat Sunny sein Linux-basiertes NAS-Betriebssystem QTS in einer abgespeckten Lite-Version bereit. Sie enthält die Kernfunktionen Datenspeicherung, Vernetzung und Containerisierung (Docker und LXC). Dazu kommt für IoT-Entwickler die QIoT Suite Lite (Node-RED, Freeboard). Die Verfügbarkeit des Systems ist noch offen, der Preis nicht: 189 Euro. (ea@ct.de)

DNS-Dienst mit Malware-Schutz

Mitte November 2017 ist der DNS-Dienstleister Quad9 (www.quad9.net) an den Start gegangen: Das von mehreren Firmen getragene, im kalifornischen Berkeley angesiedelte, nicht gewinnorientierte Konsortium finanziert sich überwiegend durch öffentliche Mittel und Spenden. Es stellt als kostenlosen Dienst eine Namensauflösung für das Domain Name System bereit und verspricht, keine individuellen Daten über dessen Nutzer zu sammeln. Dabei ist Quad9 der erste große DNS-Dienstleister, der per TLS verschlüsselte Anfragen beantwortet.

Zurzeit laufen zwei unterschiedliche DNS-Dienste auf rund 100 weltweit verteilten Servern. Unter den Adressen 9.9.9.9 und 2620:fe::fe erhält man DNSSEC-validierte Daten, wobei bekannte Malware-Quellen anhand von Listen von derzeit 19 Zulieferern ausgefiltert werden. 9.9.9.10 (2620:fe::10) arbeitet ungefiltert und ohne DNSSEC-Prüfung.

Später sollen zwei weitere, für Content Delivery Networks und IoT-Anwendungen optimierte Dienste folgen. Quad9 kündigte an, Filteranfragen lokaler Behörden lokal umzusetzen, wenn ein gültiger Gerichtsbeschluss vorliegt. (ea@ct.de)



Das gratis nutzbare DNS-Netz Quad9 will Ende 2018 mehr als 150 weltweit verteilte Server laufen haben. Zurzeit sind zwei Dienste in Betrieb, einer gefiltert mit DNSSEC-Validierung, einer ungefiltert ohne DNSSEC.

Anzeige

Die neue Verantwortung

Auf dem Web Summit schlägt die Branche auch nachdenkliche Töne an

In Lissabon beschäftigten sich die Tech-Konzerne teils erstaunlich selbstkritisch mit ihrer eigenen Verantwortung im Umgang mit KI und Big Data. Vor allem wollen sie politischer Regulierung zuvor-kommen.

**Von Holger Bleich
und Volker Briegleb**

Margrethe Vestager ließ keinen Raum für Missverständnisse: „Wir müssen uns unsere Demokratie zurückerobern“, forderte die EU-Wettbewerbskommissarin auf dem Web Summit Anfang November in Lissabon. „Wir können sie nicht den Googles und Facebooks überlassen.“ Vestager verwies auf die Erfolge der Kommission. Facebook hat seine Strafe für irreführende Angaben bei der WhatsApp-Übernahme bezahlt, und Google hat zwar gegen seine Milliarden-Buße Einspruch eingelegt, aber immerhin schon Garantien

hinterlegt. „Jetzt holen wir uns die fälligen Steuern von Apple.“

Die Botschaft an die mächtige IT-Branche ist klar: Die Politik ist bereit, den Kampf aufzunehmen. Dabei geht es nicht nur um Wettbewerbsrecht und Steuern. Big Data und die neuen Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) oder smarte Autos bedeuten der Kommissarin zufolge, dass sich die Branche auch grundlegenden ethischen Fragen stellen muss.

Die EU-Kommission zeigte sich auf dem Web Summit gewillt, diese Fragen regulatorisch zu beantworten, wenn es die Branche nicht selbst tut. Zum Beispiel beim Umgang mit dem immensen Datenschatz, der durch alte und neue Technologien gehoben wird. „Daten sind das neue Öl“, sagte Intel-Chef Brian Krzanich. „Und dieses Öl ist der Treibstoff für Künstliche Intelligenz.“ Während der Intel-CEO lieber auf die Chancen der KI verwies, zeigten sich andere Teilnehmer deutlich nachdenklicher.

Der Physiker Stephen Hawking etwa warnte in einer Videobotschaft zur Eröffnung des Web Summit deutlich vor den

gesellschaftlichen Risiken der neuen Technologien. KI habe das Potenzial, ganze Volkswirtschaften auf den Kopf zu stellen. Oder die Technik könne für autonome Waffensysteme und zur Unterdrückung missbraucht werden, mahnte Hawking: „Wir können nicht vorhersehen, was passiert, wenn wir den menschlichen Geist mit der KI verbinden.“

Digitale Genfer Konvention

2010 war der Web Summit als Meeting für Start-ups und Investoren mit gerade mal 400 Teilnehmern in Dublin gestartet. In Lissabon zählte Konferenzveranstalter Paddy Cosgrave sieben Jahre später 60.000 Teilnehmer. In den vollen Messehallen stellten enthusiastische Entwickler ihre Businesspläne vor, umringt von IT-Konzernen wie Google und Amazon, aber auch Mercedes, BMW und Volkswagen, die in großem Stil auf Talentsuche gingen. Es wirkte etwas bizarr: In den Hallen herrschte grenzenloser Forscherdrang vor, während einige Meter weiter auf der Konferenz diskutiert wurde, wie sich die IT-Branche noch zähmen lässt.

Ein besonders düsteres Bild zeichnete Microsoft-Präsident und Chefjustiziar Brad Smith. Seiner Ansicht nach macht die Digitalisierung unser Leben zwar besser, aber auch verletzlicher. Ein Wettrüsten mit „unsichtbaren Waffen“ sei in vollem Gange. Vorfälle wie ein Cyber-Angriff auf Server in der Ukraine im Mai zeigen Smith zufolge, wie verletzlich kritische Infrastruktur mittlerweile ist: „Das sind zwar Angriffe auf Maschinen, betroffen sind aber Menschen – etwa Patienten in Krankenhäusern.“

Smith appellierte an die Moral von Unternehmen: „Versprechen Sie, niemals Regierungen bei Angriffen zu unterstützen!“ Er forderte eine „Digitale Genfer Konvention“: Alle Regierungen müssten sich verpflichten, niemals zivile Infrastruktur anzugreifen, keine Daten zu stehlen und sich nicht in Wahlen anderer Staaten einzumischen. (hob@ct.de) **ct**



Foto: Stephen McCarthy/Web Summit

EU-Kommissarin Margrethe Vestager zeigt klare Kante: „Wir können die Demokratie nicht den Googles und Facebooks überlassen.“

»Wir haben es ein bisschen vergeigt«

Jon von Tetzchner hat Opera gegründet und führt das Erbe des beliebten Browsers mit Vivaldi fort. Auf dem Web Summit in Lissabon sprach er mit c't über den Datenhunger in der IT-Branche.



Der isländische Telekommunikationsforscher Jon Stephenson von Tetzchner betreibt seit 2013 das Unternehmen Vivaldi.

c't: Jon, was bringt Sie auf den Web Summit?

Jon von Tetzchner: Ich bin hier, um über Datenschutz zu sprechen. Wir als Branche sammeln viel mehr Daten als nötig. Nur weil man es kann, heißt das nicht, dass man es auch machen sollte.

c't: Wird es da einen Punkt geben, an dem die Nutzer nicht mehr mitspielen?

von Tetzchner: Das ist ein gesamtgesellschaftliches Problem. Bisher hat man zu sehr auf das Individuum geschaut: Wenn die wissen, wohin ich reise, da kann ich sagen, ich hab da nichts zu verbergen. Aber wenn man auf die Gesellschaft als Ganzes blickt – da wird es zu einem Problem. Dieser Datenschatz, Targeting und schlimmstenfalls psychologische Analyse – das ist keine gute Kombination. Wir bauen da eine fantastische Propaganda-Plattform. Das ist nicht das, wofür ich im Internet bin.

c't: Warum sind Sie im Internet?

von Tetzchner: Ich habe bisher versucht, alle anderen auch reinzubringen. Weil ich glaube, dass es fast so was wie ein Menschenrecht ist. Es gibt ein Recht auf Information. Ich glaube, das Internet bringt die Welt zusammen und nach vorne. Aber wie jede Technologie kann man es missbrauchen. Doch wir regulieren viele verschiedene Dinge, zum Beispiel andere Medien, warum also nicht auch dieses?

c't: Sie fordern, Facebook, Google und die anderen Plattformen sollten stärker reguliert werden?

von Tetzchner: Ja, warum sollten die anders behandelt werden? In erster Linie sollten sie nicht so viele Daten sammeln, die sie nicht brauchen, und sie sollten diese Daten nicht ihren Werbekunden

zur Verfügung stellen. Werbung hat doch gut funktioniert: Wenn du auf eine Technik-Seite gehst, siehst du Werbung für Technik, auf einer Mode-Seite für Mode. Heute siehst du auf der Technik-Seite Werbung für Mode, weil du dir vor zwei Wochen mal irgendwo Mode angeguckt hast. Ich sehe da keinen Fortschritt. Sie brauchen diese Informationen über uns nicht, und sie sollten sie nicht benutzen dürfen.

c't: Inzwischen wird Werbung schon unheimlich, wenn in meinem Facebook-Feed Anzeigen für Sachen auftauchen, die sich meine Frau irgendwo angeguckt hat, und dabei ist sie nicht mal auf Facebook.

von Tetzchner: Oder ein Beispiel von meiner Frau: Sie war in einer Mall und hat Sushi geholt. Danach hat sie eine E-Mail von dem Laden bekommen und war außer sich. Woher hatten die ihre E-Mail-Adresse? Das ist das Problem, wenn verschiedene Datensätze abgeglichen werden. Wenn ich einen Shop besuche und mir dort etwas ansehe, wie können mir diese Produkte dann überallhin folgen? Das geht nur, wenn sie diese Informationen mit jemandem anderen teilen. Und soweit ich weiß, ist das illegal.

Nur weil uns die Technik in die Lage versetzt, diese Dinge zu machen, werden sie nicht plötzlich legal. Wenn die Gesetze da nicht greifen, weil es Lücken gibt, dann müssen wir uns um diese Gesetzeslücken kümmern. Wir müssen uns die Frage beantworten, in welcher Welt wir leben wollen – eine, in der Propaganda und Werbung uns manipulieren? Das passiert gerade. Sie lesen unsere Reaktionen ab, packen uns in Gruppen und überprüfen, ob wir so reagieren, wie sie das wollen. Und nicht zuletzt wird das für politische Zwecke eingesetzt.

c't: Wurde die Büchse der Pandora nicht längst geöffnet? Die Technik entwickelt sich so schnell, wohingegen die Politik und der Gesetzgebungsprozess eher langsam sind. Kann die Regulierung da noch Schritt halten?

von Tetzchner: Wir haben uns schon immer Regeln gegeben, wenn wir festgestellt haben, dass eine Technik nicht wirklich gut für uns ist. Auch wenn es nur Daten sind, können sie Schaden anrichten – und zwar signifikanten Schaden für die Gesellschaft. Es ist an der Zeit, dass wir uns darum kümmern.

c't: Hier auf dem Web Summit wird viel über Künstliche Intelligenz geredet und all die Daten, die dafür erhoben werden. Teilen Sie den Eindruck, dass die Branche sich der Risiken bewusst wird und es nicht vergeigen will?

von Tetzchner: Ein bisschen haben wir es schon vergeigt. Und ich glaube, wir sollten das wirklich reparieren. Wir müssen zeigen, dass wir aus unseren Fehlern lernen und nicht nur darüber reden. Ich liebe Technik, und deshalb möchte ich, dass Technologie für Fortschritt sorgt. Eigentlich möchte ich diese Debatten nicht führen müssen. Aber wir haben jetzt eine Technologie, die missbraucht wird, und wir sollten das regulieren und dann nach vorne blicken. Sonst bleibt ein Stigma auf dem ganzen Internet und allem, was wir aufbauen. (vbr@ct.de)

Feines Bokeh fürs Dual-Kamera-iPhone



Die iPhone-App Focos hat sich auf feine Hintergrundunschärfe spezialisiert. Auch die Schärfenebene in Aufnahmen lässt sich nachträglich verändern.

Dual-Kamera-Smartphones wie die neueren iPhones oder Google Pixel 2 sehen Bilder nicht mehr als flache 2D-Pixelmatrix, sondern erfassen auch räumliche Informationen, mit denen sich Fotos nachträglich optimieren lassen. Anhand der daraus gefertigten Tiefenkarte des Bildes zeichnet etwa der Portrait-Modus des iPhone den Hintergrund weich – ungefähr so, als habe man ein Objektiv mit langer Brennweite und weit geöffneter Blende an einer Kamera mit großem Sensor benutzt. Die iPhone-App Focos gestaltet diese Hintergrund-Unschärfe raffiniert – von realistisch bis verspielt.

Echtes Bokeh ist mehr als ein banaler Weichzeichner: Es ist plastisch und verleiht Szenen einen ganz eigenen Charakter, weil etwa helle Bereiche und Glanzlichter von einzelnen oder Myriaden aus überlagerten Reflexen in der typischen Blendenform des Objektivs modelliert werden. Das Bokeh defekter Objektive steht hoch im Kurs – etwa das strudelförmige älterer Objektive. Außer solchen realistischen Effekten rechnet Focos auch verspielte Lichtreflexe ins Bild, etwa in Schmetterling- oder Herzform. Es nutzt die 3D-Informationen außerdem, um den Fokuspunkt nachträglich zu setzen. Eine Dauerlizenz von Focos kostet umgerechnet 8,50 Euro. (atr@ct.de)

Affinity: Mehr Speed, mehr Komfort

Die 1.6er-Updates für Affinity Photo und Affinity Designer bringen Zusatzoptionen für einige Werkzeuge. Bessere Performance verspricht der Hersteller beim Zoomen und Schwenken sowie bei großen Dokumenten. Eine neue Dropdown-Liste sortiert die Schriftensammlung in jüngst verwendete, benutzte und bevorzugte Fonts. Sonderzeichen findet man über den Glyphen-Browser. Text lässt sich jetzt auch vertikal ausrichten. Beim PDF-Export wurde unter anderem die Umsetzung von Farbverläufen verbessert.

Im Pinseleditor von Affinity Photo 1.6 lassen sich nun Nass wirkende Ränder gestalten. Zudem hat Serif die Unterstützung von Photoshop-Plug-ins verbessert und die Anwendung nicht-destruktiver Effekte (Live Filter) beschleunigt. (atr@ct.de)

SoftMaker Office 2018 mit Ribbons

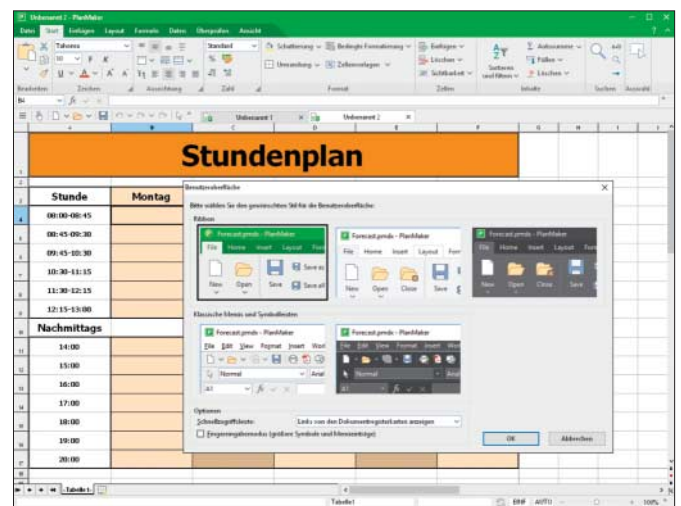
Der Nürnberger Hersteller SoftMaker hat Version 18 seines Office-Pakets für Windows veröffentlicht; Varianten für Linux und macOS sollen folgen. SoftMaker Office umfasst das Textprogramm TextMaker, die Tabellenkalkulation PlanMaker, das Präsentationsprogramm Presentations und ein erweitertes Thunderbird für E-Mails, Termine und Aufgaben. In der Professional-Variante kommen der Duden Korrektor sowie vier Duden- und Langenscheidt-Wörterbücher hinzu.

Größte Neuerung ist die neu gestaltete Oberfläche in TextMaker, PlanMaker und Presentations, die nun der von Microsofts aktuellen Office-Programmen mit Ribbons (Menübändern) ähnelt. Umsteiger können jederzeit kurz ins klassische Menü wechseln, falls sie nach einem Befehl suchen. Alternativ lässt sich die Oberfläche auch dauerhaft auf die klassischen Menüs und Symbolleisten umstellen.

Während TextMaker, PlanMaker und Presentations bisher mehrere Dateien desselben Typs stets zusammen in einem Programmfenster öffneten, kann man sie jetzt auch in einem separaten Fenster anzeigen, indem man den Reiter wie aus einem Webbrowser auf den Desktop zieht. PlanMaker bietet nun wie Excel die Option, spezielle Tabellen anzulegen, deren Daten sich durch automatisch erzeugte Autofilter in den Spaltenüberschriften leicht analysieren lassen. Presentations stellt Folienübergänge und Animationen mittels OpenGL dar, sodass sie laut SoftMaker flüssiger als bisher abgespielt werden. Die Referentenansicht zeigt auf einem separaten Monitor jetzt die aktuelle und die nächste Folie samt Notizen an.

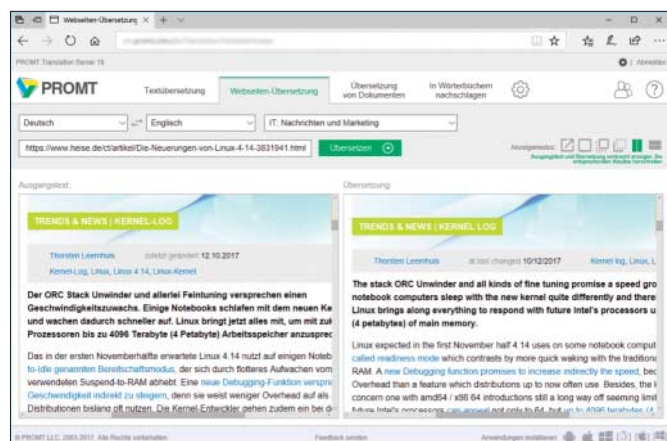
Die Standardversion von SoftMaker Office 2018 kostet 69,95 Euro, die Professional-Variante mit Duden Korrektor 99,95 Euro. Privatanwender dürfen das Paket auf bis zu fünf PCs desselben Haushalts einrichten, die kommerzielle Nutzung ist auf einen PC und zusätzlich ein tragbares Gerät beschränkt. (db@ct.de)

Testversion: ct.de/ynqk



Die neue Oberfläche von SoftMaker Office präsentiert Funktionen in Ribbons. Bei Bedarf kann man auf die traditionellen Menüs umschalten.

Prompt mit mehr Sprachen



Beim Übersetzen von Webseiten-Inhalten mit Prompt 18 bleibt das Layout der Seite erhalten.

Auf die Version 12 des Übersetzungsprogramms Prompt folgt jetzt unmittelbar Version 18. Für den Desktop gibt es den Übersetzer in drei Versionen: Home (je nach Sprachen ab 29 Euro), Professional (ab 99 Euro) und Expert (ab 149 Euro). Unter dem Namen Prompt 365 gibt es auch eine Abo-Variante (ab 99 Euro/Jahr). Die neue Version des Prompt Translation Servers unterstützt jetzt 19 Sprachen, darunter Portugiesisch, Brasilianisch, Arabisch, Türkisch, Chinesisch und Japanisch.

Der Hersteller verspricht linguistische Verbesserungen bei den Wörterbüchern, beim Übersetzen von Komposita und Homonymen sowie bei der Behandlung von Eigennamen, geographischen Bezeichnungen und nicht erkannten Wörtern und Wendungen. Je nach Sprache umfasst das Programm eine ganze Reihe von Fachwörterbüchern, für das Sprachpaar Englisch – Deutsch sind es 20, etwa für Business, Jura und Medizin. Mit benutzereigenen Wörterbüchern und Satzarchiven lassen sich Professional- und Expert-Version anpassen. Der Übersetzer bearbeitet – wahlweise im Stapelbetrieb – Dateien in den MS-Office-Formaten, PDF, HTML, XML oder RTF. (dwi@ct.de)

Geld sammeln via PayPal

Der Dienst MoneyPool von PayPal sammelt Geldbeträge für einen gemeinsamen Zweck, beispielsweise das Geschenk für den Kollegen. Aus der PayPal-App heraus lässt sich eine MoneyPool-Webseite erstellen – individuelles Titelbild plus Angaben zu Zweck und Schlussdatum der Sammlung verleihen ihr eine persönliche Note. Per SMS, E-Mail, WhatsApp oder sozialem Netzwerk gibt der Urheber den Link zur Seite weiter.

Der Empfänger überweist den Betrag seiner Wahl gebührenfrei von seinem PayPal-Konto an den MoneyPool. Das Geld erscheint zunächst auf einem gesperrten Unterkonto des Initiators. Ein Aktivitäten-Feed zeigt, wie viel Geld schon zusammengekommen ist und auf Wunsch auch, wer wie viel beigesteuert hat. Der Initiator bekommt das Geld auf sein reguläres PayPal-Konto übertragen, sobald der Zielbetrag erreicht ist. Andernfalls werden die Überweisungen nach Ablauf der Sammelfrist zurück abgewickelt. (hps@ct.de)

Anwendungs-Notizen

Hersteller Macphun heißt jetzt Skylum und entwickelt seine Anwendungen nun auch für Windows. Zeitgleich mit der Namensänderung erscheint Version 2018 des **nichtdestruktiven Foto-Entwicklers** Luminar.

PicApport startete als reiner **Fotoserver**, um Bilder auf allen Geräten im Heimnetz anzuzeigen. In Version 7 mutiert der Verteiler zum Verwalter, der Metadaten wie Stichwörter und Geotags auch ändert oder ergänzt.

Die App Adobe Scan zum **Digitalisieren von Papierdokumenten** erhält mehr künstliche Intelligenz aus Adobes Machine-Learning-Plattform Sensei. Die Suche fahndet automatisch nach Dokumenten, Belegen und Visitenkarten. Die Scan-Optimierung bereinigt jetzt auch Schatten und Knicke.

Anzeige

Hightech-Neuerungen ohne Einstiegshürden

Salesforce setzt auf individualisierte Apps und Dienste

Künstliche Intelligenz, App-Entwicklung und Funktionen zur Business Intelligence waren wichtige Themen auf der Salesforce-Hausmesse Dreamforce.

Von Peter Schüler

Die Personalisierung vieler Dienste steht im Mittelpunkt der Neuerungen, die Salesforce auf der Dreamforce in San Francisco vorgestellt hat. Technik, die man bislang eher als Rohmaterial für eigene Apps sehen konnte, lässt sich jetzt in Diensten mit dem Namenszusatz „My“, etwa in MyEinstein oder MyTrailhead, direkt anwenden. MyLightning umfasst Werkzeuge, um derart personalisierte Apps zu entwickeln.

MyLightning

Lightning steht bei Salesforce für alles, was mit Design und Entwicklung von Apps zu tun hat, zum Beispiel Entwicklungskonsole, App-Builder und Components-Framework. Seit der Dreamforce heißt das Stichwort nun MyLightning.

Außer knapp 300 vorgefertigten Themes können Entwickler jetzt ihre eigenen entwerfen und ihre Apps zudem mit dynamischen Webseiten ausstaffieren. Ein Vortrag auf der Konferenz zeigte, was daraus entstehen kann: Eine Webseite fragt den Surfer nach seinen Wünschen. Je nachdem, was die Software aus dessen Eingabe erkennt, fragt sie dann nach Details oder zeigt eine Liste mit Schaltflächen für alle offenen Bestellungen dieses Kunden; abschließend beantwortet die Seite die gestellte Frage mit einer konkreten Auskunft über den gewählten Vorgang.

Mit dem ebenfalls neu vorgestellten Lightning Flow lassen sich mehrere Prozesse zu Workflows verbinden. Im Extremfall braucht ein Versicherungskunde lediglich ein Foto hochzuladen, um eine Schadensmeldung auszulösen und deren Bearbeitung zu veranlassen.

Mein Einstein, Dein Einstein, ...

Unter dem Label Einstein vermarktet Salesforce seine Errungenschaften in künstlicher Intelligenz, stiftet mit der Namensgebung aber ein wenig Verwirrung: Im Lauf der vergangenen zwei Jahre hat das Unternehmen vornehmlich Anwendungen neuronaler Netze vorgestellt. Funktionen auf dieser Basis dienen dazu, natürlichsprachliche (englische) Texte zu interpretieren und Fotos zu klassifizieren. Premiere feierte jetzt die Betaversion eines Diensts, der die Anzahl bestimmter Objekte in einem Bild erkennt, zum Beispiel Personen mit Handtasche vor einem Schaufenster.

Die prominenteste Einstein-Neuerung heißt MyEinstein Predictions. Damit kann jeder Anwender ein Salesforce-Objekt wie die Tabelle seiner Kunden aus einem Bezirk auswählen und als Basis eines neuronalen Netzes definieren. Dabei wählt er eine Tabellenspalte, etwa für die Umsatzhöhe des Kunden, als Zielgröße aus und das Netz trainiert Vorhersagen für diesen Wert anhand aller übrigen Felder des Datensatzes. Danach kann es diese Zielgröße für jeden neuen Datensatz anhand von dessen sonstigen Daten vorhersagen. Weil der Definitionsbereich

der Trainingsdaten von vornherein feststeht, müssen auch Anwender ohne Kenntnisse in Data Science keine unsinnigen Ergebnisse befürchten.

Ebenfalls unter dem Label Einstein, aber weniger prominent angekündigt, hat Salesforce die Funktion Discovery herausgebracht. Damit lassen sich manuell definierte Daten-Zeitreihen aus mehreren Tabellen analysieren, wobei die Software auf konventionelle Korrelationsrechnung zurückgreift. Die Auswertung einschließlich statistischer Tests zur Bewertung der einzelnen Einflussgrößen beansprucht dann etwas Zeit – in den Dreamforce-Demos mit bis zu 100 Datensätzen jeweils ein paar Sekunden. Danach liefert das System eine Trendanalyse, die für jeden Zeitpunkt auch angibt, wie stark sich jeder einzelne Einflussfaktor auf das Ergebnis ausgewirkt hat. Ganz ohne Zutun des Anwenders lässt sich der Bericht so auch als „Was wäre, wenn“-Analyse für jeden dieser Faktoren interpretieren.

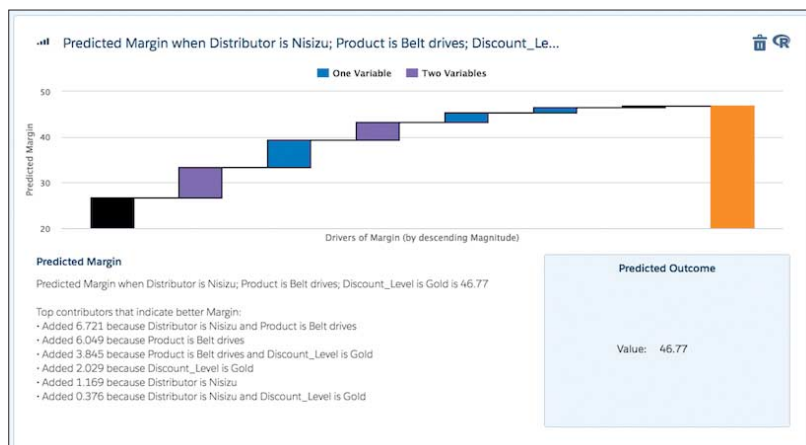
MyTrailhead

Das kostenlose Kursangebot Trailhead erstreckt sich nun auch auf die Einstein-Funktionen, legt den Schwerpunkt aber auf Anleitungen zur Benutzung, nicht auf Grundlagen zur Bewertung der Ergebnisse.

Mit MyTrailhead können Kundenunternehmen die Kurse mit ihrem eigenen Corporate Image aufhübschen, und mehr noch: Mit dem kostenpflichtigen Modul MyTrailheadmaker können sie jetzt auch eigene Kurse formulieren und ihren Mitarbeitern zugänglich machen.

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

Konferenzgebühr und Reisekosten des Autors wurden von Salesforce getragen.



Einstein Discovery untersucht selbstständig die Einflussgrößen auf erfasste Daten und präsentiert die Ergebnisse prägnant in Wort und Bild.

Lexoffice holt Rechnungen

Der Buchhaltungs-Webdienst Lexoffice fragt mit der Erweiterung Invoicefetcher täglich alle festgelegten Online-Portale nach digitalen Rechnungen ab und lädt diese automatisch als PDF-Belege herunter. HTML-formatierte Rechnungen konvertiert der Dienst in PDF und übergibt sie zusammen mit einem Link auf das Originaldokument. Der Download erfolgt unmittelbar oder im Monatsrhythmus mit einem Sammelarchiv. Die Erweiterung ist beim Anschluss an maximal drei Rechnungsportale und mit einem Zwischenspeicher-Kontingent von 100 MByte kostenlos; darüber hinaus beginnen die Preise bei monatlich 6,99 Euro netto. (hps@ct.de)

Terracotta DB in Memory und im Grid

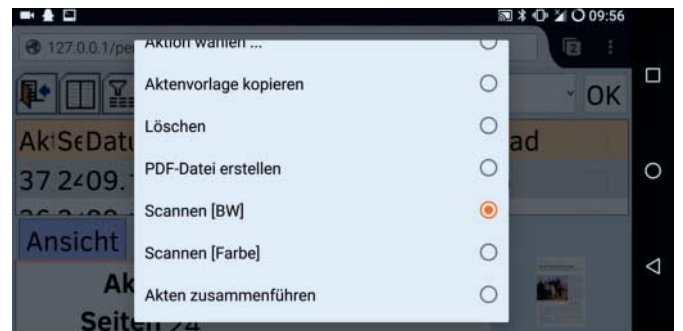
Die Software AG hat mit Terracotta DB eine In-Memory-Datenbank fertiggestellt, die vergleichbar zu Engines wie SAP HANA Daten sowohl für analytische als auch für Transaktionsaufgaben im Hauptspeicher verwalten soll. Die Neuerscheinung ist keine relationale Datenbank, sondern ein Key-Data-Store, der sich vor allem als Speicher für unstrukturierte Daten eignet. An Stelle ACID-konformer SQL-Zugriffe steht eine Java-API zur Verfügung.

Anders als HANA soll sich Terracotta DB ohne Rückgriff auf herkömmliche Massenspeicher über den lokalen Hauptspeicher des Datenbankservers hinaus skalieren lassen. Dazu dient ein Grid aus vernetzten Servern als „striped memory“. Das heißt, es werden kleine Memory-Sektionen auf die einzelnen Knoten verteilt und beim Aufruf parallel an den Prozessor übermittelt. So lässt sich die Latenz laut Hersteller unabhängig von der Datenbankgröße im Voraus abschätzen. (hps@ct.de)

ArchivistaBox-DMS für die Hosentasche

Das seit Langem in Form von Appliances verfügbare Archivsystem ArchivistaBox ist jetzt auch auf Android-Smartphones erhältlich. Der Hersteller Archivista offeriert die Software jetzt vorinstalliert auf Smartphones vom Typ LG G6 mit der Google-unabhängigen Android-Alternative LineageOS. Das System nutzt den Smartphone-Speicher, um Dateien im Gesamtumfang von maximal 250 GByte zu speichern und zu verwalten. Dokumente übernimmt es per USB oder WLAN oder über die SANE-Schnittstelle und USB direkt vom Scanner. Dabei soll die Smartphone-Hardware bis zu 200 Druckseiten pro Minute erfassen, mit der integrierten Zeichenerkennung verarbeiten und indexieren können.

Preise für das System einschließlich des LG-Smartphones (Straßenpreis: 400 Euro brutto) beginnen bei netto 600 Schweizer Franken (circa 520 Euro) für maximal 20 GByte Dokumentenbestand. Weil die Software bei der Installation vorübergehend Root-Rechte benötigt, wird sie momentan nicht als gewöhnliche App angeboten. Der Hersteller arbeitet aber nach eigener Aussage an einer APK-Datei, die sich auf beliebigen Android-Geräten installieren und über einen Appstore vertreiben lässt. (hps@ct.de)



ArchivistaBox kann direkt vom Smartphone aus einen Scanner steuern.

Anzeige

Probleme bei neuen iPhones

Besitzer neuer iPhones berichten über einige Probleme: Vereinzelt brauchen demnach das iPhone 8, 8 Plus und X besonders lange für die genaue Ortsbestimmung per GPS oder kommen bei der Navigation nicht hinterher. Das OLED-Display des iPhone X zeigt in seltenen Fällen schon nach kurzer Zeit einen vertikalen grünen Strich, der am rechten oder linken Rand von oben nach unten verläuft. Der helle Streifen tritt spontan auf, sowohl in Apps als auch auf dem Home- oder Lockscreen; dabei scheint es sich um einen Hardware-Fehler zu handeln. Apple tauscht betroffene Geräte aus.

Ein anderes Phänomen betrifft den oberen Lautsprecher des iPhone X, der auch als Ohrhörer dient: Bei manchen

Geräten hören Nutzer hier während der Wiedergabe von Musik, Videos mit Ton, Telefonaten oder Alarm- und Klingeltönen Störgeräusche wie Brummen oder Knistern. Zwar bietet Apple auch in diesem Fall einen Austausch an, Forenkommentaren zufolge schafft dies aber nicht immer Abhilfe; möglicherweise muss Apple das Problem wie anfangs beim iPhone 8 und 8 Plus per Software-Update lösen. Bei unseren Geräten trat keines der beschriebenen Phänomene auf (siehe Test auf S. 52). Das Problem, dass das Display beim iPhone X bei Kälte zeitweise nicht auf Eingaben reagierte, räumt das am 16. No-



Bild: MacRumors

Einige iPhone-X-Besitzer berichten von einem grünen Streifen auf dem OLED-Display.

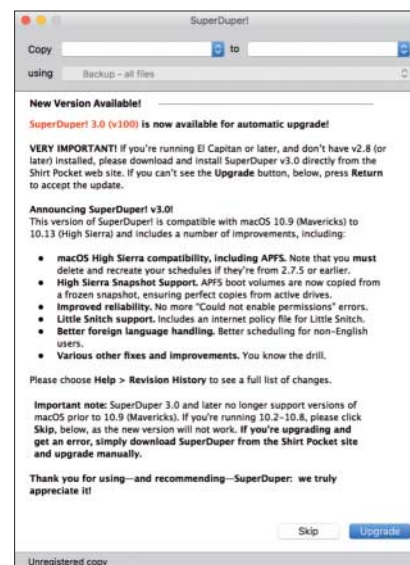
vember erschienene iOS 11.1.2 ebenso aus der Welt wie verzerrte Videos und Live Photos, die mit dem iPhone X aufgenommen wurden.

Apples biometrisches Anmeldeverfahren Face ID lässt sich offenbar unter bestimmten Umständen überlisten: Nachdem erste Tests kurz nach der Verfügbarkeit des iPhone X gezeigt hatten, dass die Gesichtserkennung eineiige Zwillinge nicht auseinanderhalten kann, folgen nun Berichte zu anderen Methoden, Face ID zu umgehen. So zeigt eine Frau in einem YouTube-Video, wie ihr zehnjähriger Sohn ihr per Gesichtsmuster gesichertes iPhone X entsperrt. Dies gelang allerdings nur unter schlechten Lichtverhältnissen; in hellem Tageslicht neu eingerichtet, ließ sich Face ID nicht vom Sohn entsperren.

Wie glaubwürdig der Bericht der vietnamesischen Sicherheitsfirma BKA ist, Face ID mittels einer speziellen Maske mit Silikonelementen auszutricksen, steht dahin: Die Forscher weigerten sich, Face ID neu aufzusetzen und das Experiment zu wiederholen. Die Methode funktioniert nur aus einem bestimmten Winkel und die Vorbereitung dauerte mehrere Stunden.

(bkr@ct.de)

SuperDuper! 3.0 kann APFS



SuperDuper! 3.0 unterstützt macOS High Sierra und APFS-Laufwerke.

Mit der kürzlich erschienenen Version 3.0 ist das Backup-Tool SuperDuper! vollständig mit macOS High Sierra (10.13) kompatibel und unterstützt nun Apples neues Dateisystem APFS. Es ist auch unter Apples aktuellem Betriebssystem in der Lage, bootfähige Sicherungskopien des gesamten Systems auf anderen Laufwerken zu erstellen. Mit APFS formatierte Boot-Volumes kopiert es dazu aus einem eingefrorenen Schnappschuss (Frozen Snapshot) heraus; bislang nutzte nur der in macOS eingebaute Backup-Dienst Time Machine diese Funktion. Die Entwickler empfehlen Nutzern, die unter High Sierra von Version 2.7.5 oder älter umsteigen, die Backup-Pläne zu löschen und neu anzulegen. Die Basisversion von SuperDuper! ist kostenlos, erweiterte Funktionen wie Scheduler und Scripting kosten für Neukunden 28 US-Dollar, für Bestandskunden ist der Umstieg gratis. Das Tool ist mit macOS ab 10.10 (Yosemite) kompatibel. (bkr@ct.de)

Apple-Notizen

Seit Anfang November gibt es mehr **Hörspiele und Hörbücher** bei Apple Music. Nach ersten Schätzungen sind mittlerweile gut tausend neue Titel insbesondere auch aus dem deutschsprachigen Raum hinzugekommen, darunter Klassiker wie „Die drei ???“ und Kinderhörspiele wie „Bibi und Tina“, aber auch die Hörbuchfassung des neuen Dan-Brown-Romans „Origin“.

In den Vereinigten Staaten will die Software-Firma Aqua Connect ein **Einfuhrverbot für Apple-Produkte** erwirken. Laut einer Beschwerde vor der internationalen Handelskommission der Vereinigten Staaten (ITC) habe Apple zwei Screen-Sharing-Techniken unerlaubt in macOS und iOS integriert. Parallel dazu verklagt Aqua Connect Apple auf Zahlung von Schadenersatz.

Smart Install macht tausende Cisco-Switches angreifbar

Kriminelle Hacker haben Ciscos Plug&Play-Dienst Smart Install, der eigentlich der Fernkonfiguration dient, für Remote-Angriffe auf schätzungsweise 200.000 Netzwerk-Switches missbraucht. Davon stehen rund 6400 in Deutschland, einige bei Betreibern kritischer Infrastrukturen, die mittlerweile informiert sind.

Anfällig sind prinzipiell alle Geräte, die Smart Install unterstützen – vor allem Cisco-Switches der Catalyst-Serie, aber auch einige Integrated Service Router. Der Dienst, über den sich die aktuelle Konfiguration auslesen und ändern sowie die Firmware aktualisieren lässt, erfordert keinerlei Authentifizierung. Sofern er direkt über das Internet erreichbar ist, können Angreifer ganz einfach darauf zugreifen.

Cisco sieht den Fehler bei den Admins: Wer Smart Install aus dem Internet erreichbar mache, handle grob fahrlässig. Dementsprechend gibt es vom Hersteller keinen Patch – immerhin aber einen Scanner namens smi_check für die Suche nach anfälligen Geräten. Alternativ schafft ein schneller Scan auf TCP-Port 4786 Klarheit. Wer fündig wird, sollte Smart Install entweder abschalten oder den Zugriff nur über ein separates Admin-Netz ermöglichen. (ovw@ct.de)

#AVGater: Angriff aus der Viren-Quarantäne

Bei einer ausgefallenen Angriffstechnik namens #AVGater missbraucht ein Angreifer den Quarantäne-Ordner von Anti-Viren-Programmen für die Systemübernahme. Dazu benötigt er allerdings physischen oder Remote-Zugriff mit einem Standard-Benutzerkonto auf den jeweiligen Rechner.

Zunächst legt der Angreifer eine mit Schadcode präparierte Programmbibliothek (DLL) in die Viren-Quarantäne und tarnt sie durch passende Namensgebung als oft genutzte Windows-Library. Dann präpariert er das System mit Verknüpfungen (NTFS junction points) auf das Verzeichnis eines Windows-Dienstes mit Systemrechten.

Betätigt der Angreifer nun die Wiederherstellungsfunktion, verschiebt die mit den benötigten Privilegien ausgestattete AV-Anwendung die DLL dorthin. Sofern der Angriff gelingt, lädt der Windows-Dienst die DLL beim nächsten Reboot. Sie läuft dann mit Systemrechten und ist vom Angreifer fernsteuerbar.

Emsisoft, Ikarus, Kaspersky, Malwarebytes, Trend Micro und ZoneAlarm haben ihre AV-Produkte mit Patches gegen #AVGater abgesichert und verteilen diese über den normalen Update-Prozess. Weitere Hersteller arbeiten noch an der Behebung der Schwachstelle; AV-Nutzer sollten deshalb verstärkt auf die Aktualität ihrer Software achten. Laut Microsoft ist der Windows Defender nicht betroffen. (ovw@ct.de)

Der rätselhafte Fall „Ordinypt“

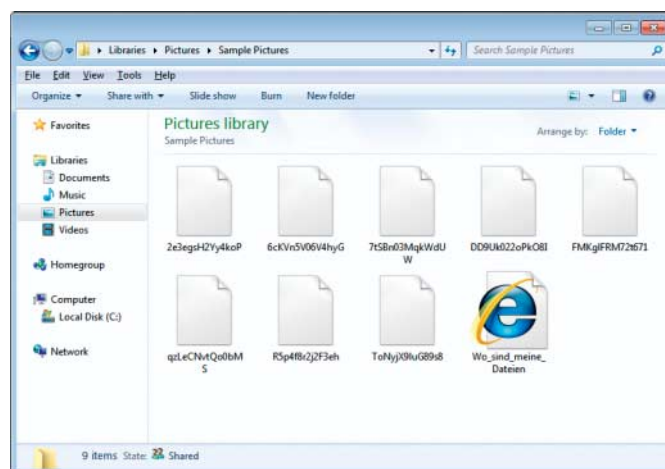


Bild: GData

Ordinypt: umbenannte Dateien samt Erpresser-Botschaft

Mitte November entdeckten Sicherheitsforscher des Antiviren-Herstellers GData einen neuen Erpressungstrojaner, den sie auf den Namen „Ordinypt“ taufen. Schnell stellte sich heraus, dass der Schädling nur vorgab, die Dateien auf den befallenen Systemen zu verschlüsseln – in Wirklichkeit benannte er die Dateien lediglich um und löschte deren Inhalt. Ein Bezahlen des geforderten Lösegeldes ist also zwecklos.

Rätsel gibt die Verbreitung des Schädlings auf. Ähnlich wie beim Massenausbruch des Trojaners Goldeneye im Dezember 2016 wurden raffiniert gemachte Phishing-Mails direkt an Personalabteilungen deutscher Firmen geschickt. Die als Bewerbungs-PDFs getarnten EXE-Dateien waren in Wirklichkeit der in Delphi geschriebene Schadcode des Trojaners. Allerdings scheinen die aktuellen Mails, anders als bei Goldeneye, nur an sehr wenige Empfänger versandt worden zu sein; insgesamt sind c't nur ein paar Dutzend Opfer bekannt.

Eine große Infektionswelle blieb aus. Dementsprechend konnten die Angreifer auch nur wenig Geld verdienen und richteten geringen Schaden an. Ob dahinter Absicht steckt oder ob bei der Verteilung der Mails etwas schiefgelaufen ist, ist nach wie vor unklar. (fab@ct.de)

Sicherheits-Notizen

VMware hat zum Teil kritische Sicherheitslücken in **AirWatch Launcher, AirWatch Console for Android, Fusion, Horizon View Client** und **Workstation** geschlossen.

Nutzer der Sicherheitslösung **Symantec Endpoint Protection (SEP)** sollten zügig auf die Versionen 12.1 RU6 MP9 oder 14 RU1 updaten. Alle Vorgänger-Versionen enthalten drei Schwachstellen, die unter anderem das Umgehen von Sicherheitsmechanismen erlauben.

Unter Elektromuckern

Musikexperimente auf der Ableton Loop in Berlin

Absurde Instrumente, verblüffende Deep-Learning-Algorithmen und die neuesten Trends der Musikproduktion: Zum dritten Mal lud Ableton internationale Künstler und Musikentwickler zur Loop-Konferenz ins altherwürdige Funkhaus nach Berlin ein.

Von Hartmut Gieselmann

Bereits eine Woche vor der Loop-Konferenz ließ der Berliner Hersteller Ableton die Katze aus dem Sack: Die neue Version der beliebten Digital Audio Workstation Live 10 soll im ersten Quartal 2018 erscheinen und viele kleine Workflow-Verbesserungen mitbringen. Vorab konnten wir einen ausführlichen Blick auf die Beta-Version werfen, die bereits beeindruckend stabil läuft (siehe ct.de/yx6e). In Berlin ging es denn auch gar nicht um Live 10, sondern um einen Gedankenaustausch von Musikern und Entwicklern, die die Grenzen der elektronischen Musik vorantreiben wollen – egal mit welchen Werkzeugen und mit welcher Software. Trotz des saftigen Eintrittsgeldes von 250 bis 350 Euro waren die Workshops quasi ausverkauft. Dort konnte man beispielsweise lernen, wie man aus einem einzigen Sample einen ganzen Song aufbaut. Etwa 2000 Teilnehmer reisten rund um den Globus an – von Tokyo bis San Francisco.

Kreativ-Kopf Dennis DeSantis von Ableton hatte eine illustre Riege von Musikern und Wissenschaftlern ins Funkhaus geladen. Drum&Bass-Produzent Goldie war aus Großbritannien angereist und erläuterte seine komplexen Arrangement-Ideen, die er in seinem jüngsten Album „The Journey Man“ umgesetzt hatte. Darin verlässt er die sonst so gradlinigen 4/4-Takt-Strukturen der Tanzmusik und mischt krumme Metren mit weitläufigen Vocal- und Orchester-Parts, die schon mal einen 20-minütigen Spannungsbogen aufbauen. „Ich male die Struktur des Songs

vorher mit Bleistift auf Papier. Dabei überlege ich mir, wie ich die Energie auf- und wieder abbaue, wie ich spannende Überleitungen von einem Thema zum nächsten schaffe“, erklärte Goldie im Interview. DAW-Programme wie Ableton Live seien eine große Hilfe, aber man dürfe sich nicht von ihrer strikten Struktur einschränken lassen. Um das Metrum aufzubrechen, lässt er schon mal Streicher im 3/4-Takt gegen eine Bassline im 4/4-Takt laufen. „Experimentiert mehr mit Polyrhythmen“, gab er dem Publikum auf den Weg.

Die laute Gefahr

Mastering-Ingenieurin Mandy Parnell (Björk, Brian Eno, White Stripes) zog über die schlechte Musikqualität der Streaming-Dienste her. Vor allem prangerte sie die automatisierten Kompressions-Algorithmen an, die es ihrer Zunft quasi unmöglich machten, das Endresultat zu kontrollieren. Parnell hofft, dass neue Codecs wie Master Quality Authenticated (MQA) die Situation künftig verbessern und den Mastering-Ingenieuren die nötige Kontrolle über die Klangqualität zurückgeben. Sie hatte auch konkrete Tipps für Bedroom-Produzenten parat und wies auf die



Der Experimentalmusiker Koka Nikoladze führte einen Streichsensor vor, der Bewegungen eines Geigenbogens in MIDI-Signale umsetzt.

immer noch hohe Bedeutung der Mono-kompatibilität hin sowie darauf, Songs zugunsten einer besseren Dynamik nicht zu laut zu mischen.

Vor zu lauter Musik warnte auch Susan Rogers, ehemals Tontechnikerin von Prince und heute Professorin am Musik-College in Berklee. „Jeder trägt Sonnenbrillen, um seine Augen vor zu viel Licht zu schützen, aber kaum jemand nutzt Ohrstöpsel zum Schutz vor Lärm“, erklärte sie. In ihrem Vortrag legte sie dar, wie Nervenzellen im Ohr bei zu lautem Lärm platzen und sich dadurch das akustische Auflösungsvermögen verringert – so als ob man einen A/D-Wandler von 24 Bit auf 4 Bit reduziert. Zur Kompensation würde das Gehirn einzelne Frequenzen über Gebühr verstärken, wodurch es zur Hyperakusis (Empfindlichkeit gegenüber bestimmten Frequenzen) oder zum Tinnitus komme. Fast jeder zweite Musiker leide inzwischen unter dem Ohrenpfeifen, während es in der restlichen Bevölkerung nur 10 bis 20 Prozent sind. Neben bekannten Desensibilisierungstherapien hofft Rogers, dass künftig auch Medikamente helfen. So hätten brasilianische Forscher just festgestellt, dass Oxytocin-Nasenspray den Tinnitus verringern kann. Es würde allerdings noch dauern, bis das verschreibungspflichtige Hormon zur Therapie zugelassen werde.

Maschinenmusik

Auf der Suche nach neuen Klängen und Instrumenten basteln manche Musiker die seltsamsten Apparaturen. Koka Nikoladze aus Georgien demonstrierte etwa seinen Streichsensor „Koka’s Macbook Bow“, den er mit einem Geigenbogen auf der Rückseite seines Macbook spielte. Der Sensor setzte die Streichbewegungen in MIDI-Signale um, mit denen er Sounds wie von einem Theremin oder einem Streich-Synthesizer spielte. Gitarren rückte er mit einem selbst gebauten E-Bow mittels Magneten und Propellern zu Leibe und verstärkte Töne über eine Lautsprecher-Rückkopplung. Hören kann man die Sound-Experimente auf seiner Webseite (ct.de/yx6e).

Die Cellistin Alice Elderidge aus Sussex (England) experimentiert ebenfalls mit Rückkopplungen und baute in ihr Cello einen Tonabnehmer mit Verstärker und Lautsprecher ein. Ihr „Resonating Feedback Cello“ wurde denn auch mit allerlei Bögen und Schlägeln traktiert, um

seltsame sphärische und drohnenhafte Sounds zu erzeugen, die an eine Mischung aus John Cage und Caspar Brötzmann Massaker erinnerten.

Ebenso experimentell ging es bei Gene Kogan zu, der Deep-Learning-Algorithmen in Max for Live umsetzt, die bekannte Stücke etwa von John Coltrane oder Chopin analysieren und mit deren Sound dann selbstständig Musik improvisieren (ct.de/yx6e). Dazu führte er Beispiele wie WaveNet von Deepmind, Sprachsynthese von Lyrebird oder auch den neuronalen Synthesizer NSynth von Magenta vor.

Das größte Problem bei der neuronalen Musiksynthese sei laut Kogan jedoch der Zeitfaktor, da Musik im Unterschied zu Bildern nicht statisch sei und sich immer wieder verändere. Die per Algorithmen erzeugte Musik konnte zwar die Klangfarbe des Ausgangsmaterials imitieren – wenn zuweilen auch stark verrauscht –, hatte aber überhaupt keinen Bezug zum zeitlichen Ablauf der Kompositionen. Um es mit Hape Kerkeling zu sagen: Es klang größtenteils einfach „Hurz!“. Die Forscher glauben jedoch daran, dass Deep Learning in Zukunft ähnlich revolutionäre Musik-Synthese-Möglichkeiten erschließen wird, wie bei der Analyse und Manipulation von Bildern und Videos.

3D-Sound für DJs

Nach den Kinos soll der 3D-Sound künftig auch die Clubs und Tanztempel erobern. Ableton will der Live 10 Suite per

integriertem Max for Live einen Surround-Panner spendieren, der mehr als die üblichen zwei Stereo-Kanäle ausgeben kann. In der aktuellen Beta fehlt er jedoch noch. Dolby führte in Berlin zudem erstmals seine neue DJ-Suite für Atmos vor. Sie besteht aus einem Panner-Plug-in (AU, VST), das einzelne Sounds frei im dreidimensionalen Raum platzieren und rhythmisch zum Song-Tempo bewegen kann. Zusammen mit einem Stereo-Bed, das die Grundelemente des Mixes wie die Kick-Drum, die Snare und den Bass enthält, schickt der Panner seine 3D-Sounds an eine parallel zur DAW laufende Atmos-Monitor-App, die schließlich die Lautsprecher ansteuert.

Ein fertiger Mix besteht somit aus dem Stereo-Grundgerüst sowie elf weite-

ren 3D-Objekten, die jeweils als Stereo-Stems aus der DAW herausgerendert werden. Das soll mit Live, aber auch mit anderen DAWs wie Cubase oder Logic Pro X funktionieren. Im Unterschied zur Atmos-Produktion „Kraftwerk 3D“ lassen sich die Atmos-DJ-Mixe jedoch offenbar nicht von normalen AV-Receivern abspielen, sondern nur von einer speziellen Atmos-DJ-App, die Lautsprecher-Anlagen in ausgerüsteten Clubs und Discos ansteuert. Details waren von Dolby jedoch noch nicht zu erfahren. Auf den Markt kommen soll die im Beta-Stadium befindliche Atmos-DJ-Suite in etwa einem halben Jahr.

(hag@ct.de) **ct**

Projekt-Beispiele und Preview auf Live 10: ct.de/yx6e

Alice Elderidge präparierte ihr Cello mit Tonabnehmern, Verstärkern und Lautsprechern, um aus Rückkopplungen neuartige Klänge zu erzeugen.



Anzeige

Audacity 2.2



Den Open-Source-Audio-Editor Audacity 2.2 gibt es für Linux, macOS und Windows.

Das Audacity-Projekt hat Audacity 2.2 für Linux, macOS und Windows veröffentlicht. Der freie Audio-Editor kann nun auch MIDI-Dateien importieren und direkt abspielen. Auf Windows-Systemen funktioniert das out-of-the-box, unter Linux und macOS müssen dafür Programme nachinstalliert werden.

Vier neue Oberflächen-Themes sind hinzugekommen: ein helles, ein dunkles, eines mit hohem Kontrast und das aus früheren Versionen bekannte. Letzteres lässt sich verändern und als „Custom Theme“ speichern. Überarbeitete Menüstrukturen sorgen für mehr Übersicht: Die Hauptmenüpunkte enthalten wichtige Funktionen, weniger häufig verwendete Features sind in Untermenüs gewandert.

Ebenfalls neu ist der Standard-Aufnahmemodus: Statt einen neuen Track zu starten, hängt Audacity eine Aufnahme nun standardmäßig an das Ende des gewählten Tracks an. Die bisherige Einstellung ist ebenfalls verfügbar. (lmd@ct.de)

Linux Mint 18.3 Beta

Das Linux-Mint-Projekt hat die Betaversion seiner nächsten Distributionsausgabe freigegeben. Linux Mint 18.3 „Sylvia“ Beta steht in den Varianten mit Cinnamon beziehungsweise Mate-Desktop als installierbares Live-System zum Download bereit. Linux Mint 18.3 wird die letzte Version sein, die auch als Ausgabe mit Plasma-Oberfläche verfügbar ist. Der Desktop aus dem KDE-Projekt dürfte sich aber weiterhin über die Paketquellen nachinstallieren lassen. Ein Veröffentlichungstermin für die finale Version Linux Mint 18.3 steht noch nicht fest. Dabei wird es sich um eine langzeitunterstützte Version (LTS) handeln, die bis 2021 Aktualisierungen erhält.

Linux Mint 18.3 unterstützt auch das neue Paketformat Flatpak. Selbst die überarbeitete, grafische Software-Verwaltung soll damit zurechtkommen. Beliebte Anwendungen wie Spotify, WhatsApp, Skype, Google Earth, Steam und Minecraft sollen nun leichter zu installieren sein. (lmd@ct.de)



Linux Mint 18.3 Beta bringt eine überarbeitete Software-Verwaltung mit, die auch Flatpak unterstützt.

Linux-Notizen

Die neue Version 2.4.1 des nichtlinearen Video-Editors **OpenShot** soll mehr Stabilität bringen und Videos beim Arbeiten mit hohen Frame-Raten von 50, 60 oder 120 fps besser abspielen können.

Mageia 5 wird noch bis Ende des Jahres mit Aktualisierungen versorgt. Eigentlich war das Lebensende der Linux-Distribution für Ende Oktober angekündigt worden. Das Upgrade von Mageia 5 auf Mageia 6 ist aber wohl schwieriger als erwartet, daher nutzen viele User noch immer die ältere Version.

Arch Linux liefert keine Updates für die i686-Plattform mehr, die Linux-Distribution für Fortgeschrittene wird nicht länger für die 32-Bit-Architektur angeboten. Ende November werden entsprechende Pakete allmählich aus den Paketquellen verschwinden. Wer ein 32-Bit-Arch-Linux nutzt, muss entweder seine Hardware 64-Bit-fähig machen oder zu einem Fork wechseln.

Das LXQt-Team hat **LXQt 0.12** veröffentlicht. Die ressourcenschonende Qt-Desktop-Umgebung soll unter anderem nun besser mit HiDPI-Displays zurechtkommen.

Das freie Kart-Rennspiel **SuperTuxKart 0.9.3** enthält neue Rennstrecken, Fahrzeuge und Funktionen. Erstmals ist das Spiel auch für Android erhältlich.

SparkyLinux 4.7 bringt Aktualisierungen für alle Pakete. Die Linux-Distribution basiert auf Debian GNU/Linux 9. Als Betriebssystemkern dient Linux 4.9, als Installer ist Calamares 3.1.8 dabei.

Der Windowmanager **Enlightenment** ist in der neuen Version 0.22 erhältlich. Die neue Ausgabe verbessert unter anderem die Wayland-Unterstützung und bietet eine bessere Gadget-Infrastruktur.

Anzeige

Geschäft mit dem Tod

In der Simulation **A Mortician's Tale** (Windows, macOS, 15 Euro) von Laundry Bear Games schlüpfen die Spieler in die Rolle der Leichenbestatterin Charlie. Nach der abgelegten Prüfung muss sie jetzt den Job von der Pike auf lernen. Zu ihrem Alltag gehört es, Leichen einzubalsamieren, Beerdigungen zu besuchen und Angehörige zu trösten.

Der Titel ist eine Mischung aus Simulation und Point-and-Click-Adventure, wenn auch ohne spielerische Herausforderungen. So setzt sich das kurze Spiel mit dem Tod und unserer Beerdigungskultur auseinander. Nicht selten bleibt da ein Kloß im Hals stecken. (Andreas Müller/hag@ct.de)



A Mortician's Tale liefert einen makabren Einblick in den Alltag einer Leichenbestatterin.

Geheimnisse über den Wolken

Die Walking-Simulation **The Tower of Tortenna** (Windows, macOS, kostenlos) von Tower Team entführt den Spieler in eine postapokalyptische Welt über den Wolken. Umgeben von anderen Türmen erkundet man seltsame Architektur und macht sich auf die Suche nach Artefakten, um das Geheimnis des Turms zu lüften. Das weckt den Entdeckergeist des Spielers, der sich aus den zahlreichen Notizen die Hintergrundgeschichte zusammenreimt.

Den Entwicklern ist eine originelle Erkundungstour gelungen, die mit sphärischer Musik und minimalistischer Grafik überzeugt – eine entspannende Abenteuerreise für geduldige Entdecker. (Andreas Müller/hag@ct.de)



The Tower of Tortenna entführt den Spieler zu einer Entdeckungstour über den Wolken.

Doktor auf Reisen

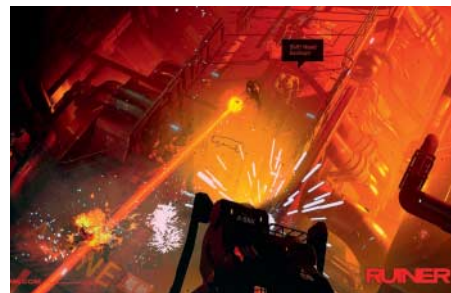


In **Wunderdoktor** heilt der Spieler allerlei seltsame Krankheiten.

Das Geschicklichkeitsspiel **Wunderdoktor** (Windows, macOS, Linux, 10 Euro) von Ghostbutter dürfte Fans ungewöhnlicher Spielthemen gefallen. Während der Spieler mit einem eigenartigen Gefährt durch die Landschaft reist, muss er als titelgebender Held allerlei merkwürdige Personen mit noch merkwürdigeren Krankheiten heilen. Ein Patient wird von Pickeln geplagt, die der Arzt einfach wegklicken kann; ein anderer wird von einem Geist geärgert, den der Spieler mit einer Art Fliegenklappe wegscheuchen muss. Manchmal muss auch das Skalpell ran.

Zunächst fallen die skurrile Bilderbuch-Grafik und die witzigen, teilweise makabren Dialoge auf. Im späteren Spielverlauf wird die Therapie zu einem spannenden Wettlauf mit der Zeit, der an „Papers, Please!“ erinnert. Skurril, originell und witzig. (Andreas Müller/hag@ct.de)

Cyber-Shooter



Hart, blutig und schnell: **Ruiner** ist ein kompromissloses Action-spektakel.

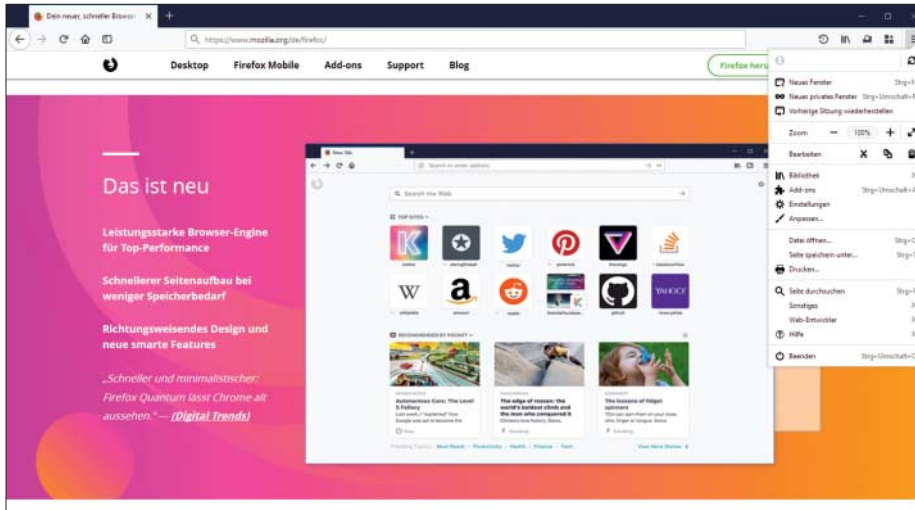
Der Twin-Stick-Shooter **Ruiner** (Windows, PS 4, Xbox One, 20 Euro) von Reikon Games spielt im Jahre 2091. Als Psychopath macht sich der Spieler in der isometrischen Perspektive auf eine Rachemission und nimmt es mit einem korrupten System auf. Schwer bewaffnet ballert er sich von einer Arena in die nächste, weicht Gegnern aus und nimmt es mit ein paar fiesen Bossen auf. Nach knapp zehn Stunden ist er am Ziel.

Der düstere Cyber-Look passt zum Schwierigkeitsgrad, denn der schnelle Bildschirmtod gehört zum Spiel genauso dazu wie die aufspritzenden Blutfontänen. Ein Spiel für Hardcore-Gamer, die es gerne etwas deftiger mögen.

(Andreas Müller/hag@ct.de)

Downloads und Video: ct.de/y9z1

Anzeige



Quantensprung

Mozilla veröffentlicht Firefox Quantum

Mozilla erfindet Firefox neu und veröffentlicht mit Quantum das „größte Update aller Zeiten“. Der Browser ist schneller, schlanker und schöner geworden und soll endlich mit Chrome mithalten. Probleme gibt es allerdings mit den Erweiterungen.

Von Daniel Berger

Er ist wirklich schnell, das fällt sofort auf. Die Webseiten sind zügig da, kein Tab bleibt lange leer – so mancher Chrome-Nutzer dürfte positiv überrascht sein, wenn er den neuen „Firefox Quantum“ ausprobiert. Bislang galt Mozillas Browser doch eher als behäbig. Jetzt geht Mozilla lautstark in die Offensive und bietet dem Rivalen Chrome die Stirn. Der ist allerdings deutlicher Marktführer, auch in Deutschland, dem Land der Firefox-Liebhaber.

Mark Mayo betont im Gespräch mit c't: „It is really fast“, wirklich schnell. Der Firefox-Chef hofft, dass Chrome im Vergleich zu Firefox Quantum geradezu veraltet wirkt. Der runderneuerte Browser soll sich dank neuer Engine nicht mehr wie ein Kompromiss anfühlen und endlich die Kehrtwende einleiten. Dafür haben die Entwickler 75 Prozent der Codebasis von Firefox angefasst, 6.886.199 Code-

zeilen geändert und 4.888.199 neue hinzugefügt. Der interne Umbau war keine „glamouröse Arbeit“, sagt Mayo. „Es gab eine Menge zu tun.“

Die Veröffentlichung von Quantum bringt einen mehrjährigen Transformationsprozess zum vorläufigen Abschluss. Eines der größten Teilprojekte war der Umstieg auf eine Multiprozess-Architektur in Version 54. Bis dahin griff Firefox üblicherweise nur auf einen Prozessorkern zurück – ein enger Flaschenhals. Mit Version 57 nutzt auch die neue CSS-Engine „Quantum CSS“ (Stylo) mehrere Kerne, um Webseiten schneller zu zeichnen. Die in Rust geschriebene CSS-Engine entfaltet ihre Kraft insbesondere bei komplexeren Seiten und Web-Apps, erklärt Mark Mayo.

Bei internen Benchmarks mit Speedometer 2.0 war Firefox 57 laut Hersteller doppelt so schnell wie Version 52, was wir mit eigenen Messungen bestätigen konnten. Im Vergleich zu Microsoft Edge 41 (128 Punkte) liegt Firefox 57 (125 Punkte) gleichauf; Chrome 62 hat mit 189 Punkten aber einen deutlichen Vorsprung. Im Alltagsgebrauch merkt man jedoch kaum einen Unterschied: Firefox 57 macht eine gute Figur und die Schwuppdizität stimmt.

Neues Photon-Design

Außer der neuen Quantum-Engine hat Firefox auch ein frisches Aussehen erhal-

ten: „Photon“. Dank der neuen Bedienoberfläche lässt Firefox sich besser auf hochauflösenden Bildschirmen mit dem Finger bedienen. Die Tabs sind nun eckig und liegen auf einer dunklen Titelleiste, von der es auch eine helle Variante gibt. Die Dev-Tools wurden ebenfalls aufgehübscht und verbessert.

Insgesamt wirkt die Version 57 aufgeräumter als ihre Vorgänger. Das Hauptmenü haben die Designer schlanker gestaltet, es lässt sich allerdings nicht mehr umsortieren und erweitern. Die Symbolleiste bleibt anpassbar und bietet Platz für optionale Icons. Zusätzlichen Raum bietet ein „Überhangmenü“, das sich ausklappt. Neu ist die „Bibliothek“: Sie sammelt zentral alles, was beim Surfen so anfällt, also Lesezeichen, „wichtige Seiten“, die Chronik, Downloads und mehr. Der Download-Button erscheint in der Symbolleiste nur noch, wenn der Browser eine Datei heruntergeladen hat. In der Adresszeile verbirgt sich hinter drei Punkten ein weiteres Menü mit Website-spezifischen Optionen. Der Nutzer kann damit etwa schnell einen Screenshot erstellen.

Add-ons gehen nicht mehr

Firefox-Nutzer, die viele Erweiterungen installiert haben, könnten allerdings eine böse Überraschung erleben: Ab sofort sind nur noch Add-ons erlaubt, welche die WebExtension-APIs nutzen. Die veralteten XPCOM- und XUL-Schnittstellen wurden abgeschaltet. Dadurch schrumpfte das Angebot an kompatiblen Add-ons merklich – von über 21.000 auf rund 6.000. Das führte zu Kritik, auch weil Mozilla die Nutzer vorab nicht ausreichend informiert habe, so ein oft gelesener Vorwurf. Das Sandboxing bei Add-ons sorgt immerhin für mehr Sicherheit: Wegen des Umstiegs auf WebExtensions laufen diese nun in einem eigenen Prozess, was zugleich deren Stabilität erhöht.

Nach dem Update ist vor dem Update: Version 57 war nur „der erste Schritt in einer Evolution“, erklärt Mark Mayo. Eine der größeren Veränderungen wird die Einführung von WebRender sein, einem weiteren Bestandteil von Quantum. Laut Mayo soll der Renderer für Webseiten irgendwann ab Version 60 kommen. Es werde das größte „Pipeline-Update“ in nächster Zeit sein. Zunächst muss sich aber zeigen, ob die Nutzer Lust auf den neuen Firefox haben und ihm eine (zweite) Chance geben. Verdient hat er sie.

(dbe@ct.de) **ct**

Nachgebessert

Android 8: Update gegen Display-Probleme beim Pixel 2; neue Funktionen für Google Home und Assistant

Normalerweise behebt das monatliche Update für Android Sicherheitslücken. Doch diesmal soll es bei den Pixel-2-Smartphones die Display-Probleme lösen und bessere Farbeinstellungen bringen.

Von Stefan Porteck

So dürfte sich Google die Markteinführung der eigenen High-End-Smartphones der Pixel-2-Serie nicht vorgestellt haben: Nach anfänglichem Lob über die lange Laufzeit und das flotte Android 8 machte sich rasch Kritik am Display des Pixel 2 XL breit. Es passte mit einer flauen Darstellung, einem Blaustich und von einigen Nutzern beklagten Einbrenneffekten nicht zum aufgerufenen Premium-Preis.

Google sah sich gezwungen, mit dem November-Update zu reagieren: Es verringert die maximale Helligkeit des Pixel 2 XL von – ohnehin nur durchschnittlichen – 520 cd/m² auf 450 cd/m² und dimmt die weißen Schaltflächen in der

Navigationsleiste am unteren Bildrand. Das soll die Gefahr von Einbrennen an kontrastreichen Kanten verringern.

Ferner lässt sich nun in den Display-Einstellungen die Farbdarstellung zwischen „Verstärkt“, „Natürlich“ und „Gesättigt“ auswählen. Die „Gesättigt“-Option schaltet den vollständigen Farbumfang des Displays frei, der mit seinen sehr satten Farben etwa DCI-P3 entspricht. Nach dem Update wirkte die Darstellung auf dem Pixel 2 XL genauso kräftig, wie man es von anderen High-End-Smartphones mit OLED-Display kennt.

Ärgerliches Detail am Rande: Der Fix für die WLAN-Lücke KRACK ist im November-Update nicht enthalten. Er war erst am 6. 11. fertig – der Stichtag für die Patches ist bei Google aber stets der 5. des Monats. Dennoch sind Pixel- und Nexus-Geräte die erste Wahl, wenn es um die Versorgung mit aktuellen Android-Versionen geht. Bei anderen Herstellern dauert es meist erheblich länger: Schaut man sich die monatliche Android-Statistik an, so ist von der aktuellen Version 8 wenig zu

sehen, und Android 7 schiebt sich mit einer Verbreitung von knapp 18 Prozent gerade mal vom vierten auf den dritten Platz. Das mit rund 32 Prozent am häufigsten genutzte Android bleibt Marshmallow.

Das ist wohl auch einer der Gründe, weshalb Google den Assistant aus seiner Nexus- beziehungsweise Pixel-Exklusivität herausgeholt hat und nun auch für ältere Betriebssysteme anbietet. Auf diese Weise hat Google die Möglichkeit, ihm serverseitig oder über Updates der Google-Home-App neue Tricks beizubringen.

So ist nun seit wenigen Tagen auch im deutschen Assistant das App-Verzeichnis verfügbar. Es bietet einen einfachen Zugriff auf verfügbare Actions des Google Assistant und Chat-Bots. Wer ein Google Home mit eingebautem Assistant oder einen Chromecast sein Eigen nennt, profitiert zudem vom jüngsten Update der Home-App: Sie präsentiert sich in aufgeräumterem Aussehen und bietet beim Streaming nun die Möglichkeit, außer der Lautstärke auch die Höhen und Bässe einzustellen.

Serverseitig haben die Home-Lautsprecher zudem ein Broadcast-Feature spendiert bekommen: Nach dem Befehl „Ok, Google. Broadcast ...“ gesprochene Sätze geben alle verknüpften Home-Lautsprecher wieder – praktisch beispielsweise, um die gesamte Familie zum Essen zu rufen. Bislang funktioniert das nur im englischen Sprachraum, weitere Sprachen inklusive Deutsch sollen aber in Kürze folgen. (spo@ct.de) **ct**

Anzeige

Leistung und Laufzeit

Das 13,5-Zoll-Notebook Microsoft Surface Book 2



cher Abwärme viel mehr Rechenleistung – und das, obwohl Microsoft ihn neuerdings lüfter- und damit lautlos kühlt. Freilich bricht die Performance ein, je länger die Last anhält, doch dafür muss der Prozessor mehrere Minuten lang unter Volldampf stehen: Das Batch-Konvertieren mehrerer Dutzend Raw-Bilder klappte ohne Leistungseinbrüche.

Leistung

Trotz passiver CPU-Kühlung gibt es dennoch einen Lüfter, und zwar für die Zusatz-GPU. Statt des Low-End-Chips GeForce 940M hat Microsoft nun die ungleich leistungsstärkere Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1050 eingebaut, die aktuelle 3D-Spiele in mittlerer Detailstufe flüssig darstellt. So viel GPU-Power in einem so kompakten Notebook erhält man sonst nur im viel schwereren Gaming-Laptop Dell Alienware 13 [3]. Leider gibt Microsoft dem GTX 1050 nur 2 GByte GDDR5-Speicher mit auf den Weg; 4 GByte wären zukunfts-sicherer gewesen. Der Lüfter rauscht schlimmstenfalls mit akzeptablen 0,8 Sone.

Der Vierkern-Prozessor und die Mittelklasse-GPU kommen in fast allen Ausstattungsvarianten zum Einsatz, die sich sonst nur hinsichtlich Arbeitsspeicher (8 oder 16 GByte) und SSD-Größe (256 GByte bis 1 TByte) unterscheiden. Sie kosten zwischen 2250 und 3450 Euro. Die einzige Ausnahme ist das 1750 Euro teure Einstiegsmodell: Es enthält einen Doppelkern-Prozessor der siebten Core-i-Generation; die Nvidia-GPU und ihr Lüfter fehlen. Die wünschenswerte Variante mit Vierkernprozessor und ohne Nvidia-Chip sieht Microsoft nicht vor. Die 256er-SSD im Testgerät las mit rund 2 GByte/s, schrieb aber nur mit 320 MByte/s. Die größeren SSDs teurerer Konfigurationen dürften höhere Schreibraten erzielen.

Microsoft hat beim Touchscreen das arbeitsfreundliche Seitenverhältnis von 3:2 und die Auflösung von 3000 × 2000 Punkten beibehalten. Das blickwinkel-

Äußerlich hat sich bei der zweiten Generation von Microsofts teurem High-End-Laptop Surface Book wenig getan, doch im Inneren kommt nun viel potentere Hardware zum Einsatz.

Von Florian Müssig

Huch, was ist daran denn neu? Diese Frage stellt sich automatisch, wenn man das neue Surface Book 2 sieht und auch seinen mittlerweile zwei Jahre alten Vorgänger kennt [1]. Wie gehabt ist das Gerät ein Hybrid zwischen Notebook und Laptop. Der Großteil der Hardware steckt im eigenständig agierenden Tablet-Deckel, während das Tastaturdock einen Zusatz-Grafikchip und einen großen Zweit-

akku enthält. Anders als der Surface Laptop [2] ist das Surface Book weiterhin nur in Silber erhältlich.

Einzig sichtbare Änderung von außen: Statt eines MiniDP-Ausgangs gibt es an der rechten Seite nun eine USB-C-Buchse, die sowohl DisplayPort- als auch USB-Signale ausgibt und zudem zum Laden des Akkus verwendet werden kann. Allerdings schneidet Microsoft keine alten Zöpfe ab: Der proprietäre, magnetisch andockende Surface Connector, der dieselben drei Funktionen wie die USB-C-Buchse bietet, ist weiterhin an Bord. Somit lässt sich bisheriges Zubehör wie etwa Microsofts optionale Dockingstation (230 Euro) weiterhin verwenden.

Statt eines Doppelkern-Prozessors der sechsten Core-i-Generation kommt in der getesteten Ausstattungsvariante nun ein Vierkernprozessor der achten Generation zum Einsatz. Dieser liefert bei glei-



Eine USB-C-Buchse ist neu, das ungewöhnliche Scharnier und das daraus resultierende ebensolche Profil sind geblieben.

stabile IPS-Panel stammt weiterhin von Panasonic, schafft neuerdings fast 400 cd/m² und erkennt nun außer Microsofts Stiften auch das Eingabegerät Surface Dial. Anders als beim ersten Surface Book liegt der Stift nicht mehr bei, sondern muss wie das Dial dazugekauft werden; beide kosten je 110 Euro.

Die Tastatur stellt mit ausreichend Hub und gut spürbarem Druckpunkt auch Vielschreiber zufrieden. Die weiße Tastenbeleuchtung harmonisiert wie schon beim Vorgänger nicht mit den silbernen Tasten: Man erkennt deren Beschriftung dann kaum. Anders als bei Notebooks mit schwarzen Tasten muss man die Beleuchtung hier also tagsüber manuell aus- und im Dunkeln wieder zuschalten, statt sie permanent aktiviert zu lassen.

Laufzeit

Im 1,64 Kilo schweren Surface Book 2 stecken insgesamt 81 Wh Akkukapazität, die im Test bei reduzierter Helligkeit und geringer Systemlast für über 19 Stunden Laufzeit sorgten. Das Tablet allein wiegt 712 Gramm und hält bis zu fünfeinhalb Stunden durch.

Trotz des hohen Preises gewährt Microsoft nur ein Jahr Garantie. Eine Microsoft Complete genannte Verlängerung auf zwei Jahre inklusive Unfallversicherung kostet 250 Euro; noch längere Zeiträume gibt es nur für Firmenkunden.

Fällt der Ladestand des Akkus im Tastaturdock unter 10 Prozent, was bei anhaltender 3D-Last nach knapp eineinhalb Stunden der Fall ist, so wird die Nvidia-GPU deaktiviert. Bis zum Anschließen an ein Netzteil steht dann wie bei ausgedocktem Tablet nur die im Prozessor integrierte Intel-Einheit UHD 620 zur Verfügung.

Das erste Surface Book litt unter Kinderkrankheiten und Qualitätsschwankungen [4]; bei unserem Surface Book 2 ist uns im Testzeitraum nichts dergleichen aufgefallen. Tablet wie Tastaturdock sind

mit viel Kleber verschlossen. Die einzige austauschbare Komponente ist die SSD im M.2-2280-Format, alles andere ist auf die Hauptplatine gelötet.

Fazit

Das Surface Book 2 ist ein sehr teures High-End-Notebook mit tollem Bildschirm und ewiger Laufzeit; abseits von 3D-Spielen bleibt es durchgängig lautlos. Anders als bei Windows-Tablets, wo das Bildschirm-Seitenverhältnis von 3:2 mittlerweile Standard ist, findet man es bei

Notebooks sonst nur noch beim Huawei MateBook X [5]. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Teurer Spaß, Microsofts Edel-Laptop Surface Book, c't 26/2015, S. 68
- [2] Florian Müssig, Billig-Surface, Microsofts Surface Laptop mit Windows 10 S, c't 15/2017, S. 126
- [3] Florian Müssig, OLED-Gamer, Das kompakte Gaming-Notebook Dell Alienware 13 R3, c't 6/2017, S. 44
- [4] Clemens Gleich, Oberflächlich, Qualitätsmängel beim Microsoft Surface Book, c't 15/2017, S. 50
- [5] Florian Müssig, Ausgebremstes Debüt, Huawei erstes Notebook MateBook X, c't 18/2017, S. 96

Microsoft Surface Book 2: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	HN4-00004
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Windows Hello)	— / — / — / — / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	— / 2 × L, 1 × R (1 × Typ C) / — / —
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (SD) / R / R
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	— / ✓ / — / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Panasonic TDM13056: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 3000 × 2000, 3:2, 267 dpi, 4 ... 388 cd/m ² , matt
Prozessor	Intel Core i7-8650U (4 Kerne mit HT), 1,9 GHz (4,2 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1050 (2048 MByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	— / PCIe: Marvell (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	— / USB: Marvell (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / —
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung (256 GByte, NVMe) / —
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	81 Wh Lithium-Ionen / — / —
Netzteil	95 W, 382 g, 11 cm × 5,5 cm × 3 cm, Kleingerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,64 kg / 31,2 cm × 23,1 cm / 1,6 ... 2,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,8 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	1 W / 0,3 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m ² / max)	3,4 W / 8,2 W / 11,3 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	52,1 W / 13,9 W / 80,6 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	89,1 W / 0,9
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / WLAN (200 cd/m ²)	19,4 h (4,2 W) / 14,9 h (5,4 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	9,2 h (8,8 W) / 1,4 h (46,9 W) ¹
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2,1 h / 9,4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,8 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2011,7 / 322,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	103916 / 81257
Leserate SD-Karte	56,9 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	19,8 / 11,4 MByte/s / —
Qualität Audioausgang / Dynamikumumfang	⊕ / 90,4 dB(A)
CineBench R15 (1 / n CPU)	153 / 636
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	14395 / 5014 / 1727
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2250 €
Garantie	1 Jahr

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden ¹ siehe Text



Superschnelle Harddisk

Hybrid-Festplatten als Systembeschleuniger

Nichts bringt ein PC-System so einfach in Schwung wie eine SSD. Wer mehr als 256 oder 512 GByte Speicherplatz benötigt, muss dafür allerdings tief in die Tasche greifen. Als Mittelweg gilt die SSHD, eine Festplatte mit SSD-Cache.

Von Lutz Labs

SSHDs, Solid-State Hybrid Disks, sind ein Gemisch aus klassischer Festplatte und SSD. Beim Lesen großer Datenmengen und beim Schreiben liegen sie auf dem Niveau einer Festplatte, beim Lesen

häufig benötigter Dateien hingegen auf SSD-Niveau. Das erreichen sie durch in der Regel 8 GByte Flash-Speicher, den die Hersteller mit einbauen. Für den Anwender ist der SSD-Teil nicht sichtbar, auch das Betriebssystem sieht nur ein Laufwerk. Die Firmware einer SSHD analysiert die geladenen Dateien und speichert häufig angeforderte im SSD-Cache.

Seagate hat vor einiger Zeit das Notebook-Modell ST1000LX015 und die Desktop-Variante ST1000DX002 herausgebracht. Während die 2,5-Zoll-SSHD mit maximal 2 TByte Speicherkapazität erhältlich ist, bietet Seagate die 3,5-Zoll-SSHD auch mit 4 TByte Speicher an.

Unsere Testmuster haben jeweils 1 TByte Kapazität. Erwartungsgemäß ist die Desktop-Platte bereits bei den Benchmarks schneller – das liegt dran, dass sie mit 7200 U/min schneller dreht als die Notebook-Platte (5400 U/min) und die größere Scheibe vor allem in den äußeren Regionen mehr Daten pro Umdrehung liefert. Doch synthetische Benchmarks bilden die Praxis nur schlecht ab; für die Beurteilung der Leistung sind Anwendungs-Benchmarks besser geeignet.

Echte Benchmarks

Für die Betrachtung der Anwendungsperformance verwenden wir den BAPco SYSmark 2014. Unser Referenzsystem (Core i7-7700, 16 GByte DRAM) kommt mit einer Notebook-Platte (WD Blue, 500 GByte) auf einen Sysmark-Wert von 933 Punkten, mit einer 3,5-Zoll-Toshiba-Festplatte (X300, 5 TByte) auf 1272 Punkte. Mit einer SSD (Samsung 850 Pro, 256 GByte) schaffte das System 1600 Punkte.

1371 Punkte erreichten wir mit der Desktop-SSHD, rund 100 Punkte brachte die Beschleunigung durch den SSD-Teil. Die Notebook-SSHD hingegen beschleunigte das System auf 1244 Punkte, also um mehr als 300 Punkte oder genau 30 Prozent – diese Beschleunigung merkt man auch bei der täglichen Arbeit.

Fazit

Notebooks lassen sich mit einer SSHD deutlich beschleunigen; rund 10 Euro beträgt der Aufpreis gegenüber einer Festplatte – das lohnt sich auf jeden Fall. Anders liegt der Fall bei der Desktop-SSHD: Die Beschleunigung fällt nur gering aus und der Aufpreis beträgt happige 25 Euro.

(ll@ct.de) **ct**

Hybrid-Festplatten – Benchmarks				
	sequenzielle Transfer- raten beim Schreiben [MByte/s] ¹ min. / mittel / max. besser ▶	sequenzielle Transfer- raten beim Lesen [MByte/s] ¹ min. / mittel / max. besser ▶	Zugriffszeiten Schreiben / Lesen [ms] ¹ ◀ besser	IOPS Schreiben / Lesen ² besser ▶
Seagate FireCuda Compute (2,5")	61/100/138	59/97/134	19/19,7	271/281
Seagate FireCuda (3,5")	90/162/214	92/163/214	2,7/14,3	204/365

¹ gemessen mit H2benchw, Blockgröße 128 KByte ² gemessen mit Iometer, 4k-Blöcke, QD=32

Hybrid-Festplatten – Messwerte				
	Temperatur nach 30 Minuten Seek ◀ besser	Lautstärke [Sone] Ruhe / Betrieb ◀ besser	Leistungsaufnahme idle Motor aus / idle mit LPM / idle ◀ besser	Leistungsaufnahme Betrieb Schreiben / Lesen ◀ besser
Seagate FireCuda Compute (2,5")	36	0,3/0,5	0,4/1,4/1,5	2,9/3
Seagate FireCuda (3,5")	39	0,7/0,7	0,7/3,4/3,6	5,2/5,5

Hybrid-Festplatten		
Modell	FireCuda Compute	FireCuda
Hersteller	Seagate, www.seagate.de	Seagate, www.seagate.de
Bezeichnung	ST1000LX015	ST1000DX002
Kapazität laut Hersteller ¹	1 TByte	1 TByte
von Windows erkannte Kapazität	931 GByte	931 GByte
nicht korrigierbare Lesefehler ²	1 × 10 ⁻¹⁴	1 × 10 ⁻¹⁴
DRAM-Cache ²	128 MByte	64 MByte
Garantie	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	5,6 Cent	6,6 Cent
Straßenpreis	56 €	66 €

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. ² Herstellerangaben

Anzeige



Mehr Speicherplatz im NAS

Seagate bringt für große Netzwerkspeicher eine Helium-gefüllte Festplatte mit 12 TByte Kapazität.

Seagates Helium-gefüllte NAS-Festplatte Ironwolf Pro (ST12000VN0007) dreht mit 7200 Umdrehungen pro Minute, hat 256 MByte DRAM-Cache, die Wahrscheinlichkeit unkorrigierbarer Bitfehler liegt bei einem Bit pro 10^{15} gelesene – ein üblicher Wert für NAS-Festplatten.

Anders als die Platten aus der einfachen Ironwolf-Serie besitzt die Pro-Version Vibrationssensoren; die Ironwolf Pro eignet sich damit für NAS-Gehäuse mit bis zu 16 Laufwerksschächten.

In Benchmarks schlug sich die Ironwolf Pro gut: Knapp 270 MByte/s beim sequenziellen Lesen und Schreiben sind für eine Festplatte ein sehr guter Wert; bei Zugriffen auf zufällige Adressen erreichte sie mehr als 600 IOPS – ebenfalls gut. Dabei nahm die Ironwolf Pro dank Helium-Füllung im Betrieb nur rund 8 Watt auf, bei abgeschaltetem Motor waren es noch 0,7 Watt. Mit der sehr geringen Festplatten-Lautstärke von 0,1 Sone im Leerlauf und 0,5 Sone im Betrieb dürfte ein NAS sogar im Wohnzimmer stehen.

Im Falle eines Defekts bietet Seagate in den ersten zwei Jahren eine kostenlose Datenrettung an. Dank hoher Geschwindigkeit, niedriger Leistungsaufnahme und geräuscharmem Betrieb ist die Ironwolf Pro auch für heimische NAS-Systeme gut geeignet. (ll@ct.de)

Seagate Ironwolf

NAS-Festplatte mit 12 TByte

Hersteller	Seagate, www.seagate.de
Modellbezeichnung	ST12000VN0007
Straßenpreis	416 €



Mikroserver

Der Netzwerkspeicher Synology DS218+ kommt mit einem Apollo-Lake-Celeron als CPU. Er taugt so nicht nur für verschlüsselte Datenlager, sondern auch für Virtualisierung.

Der neue Celeron beschleunigt AES-Verschlüsselung in Hardware: Unser Testmuster schaffte 448 MByte/s (8K-Blöcke, ein Kern unter Volllast). Das merkt man beim Zugriff auf verschlüsselte Ordner, dieser geht über den einzigen LAN-Port ebenso flott wie unverschlüsselt (max. 112 MByte/s bei großen Dateien).

Der zweite Kern schafft Reserve für andere Zwecke, beispielsweise eine im nachrüstbaren Docker laufende Nextcloud-Instanz. Wenn die ab Werk bestückten 2 GByte RAM nicht genügen, kann man ein SO-DIMM-Modul werkzeugfrei nachrüsten (DDR3L, max. 4 GByte).

Die Leistungsaufnahme war mit zwei WD30EFRX-Platten erfreulich niedrig; sie sinkt ein gutes Stück, wenn die Platten schlafen dürfen. Geräuschmäßig dominierte bei unserem Muster der Lüfter. Die bei minimal eingestellter Drehzahl gemessenen 0,6 Sone waren noch gut, aber nicht mehr wohnzimmertauglich. (ea@ct.de)

Synology DS218+

x86-NAS für 2 Laufwerke

Hersteller	Synology, www.synology.de
Bedienelemente	Ein, Copy, Reset, 6 LED
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 3 × USB 3.0, 1 × eSATA
SMB-Durchsatz mit	2 × WD30EFRX, RAID1, BTRFS, Schreiben/Lesen
kleine Dateien (256 KByte)	47 / 15 MByte/s
mittlere Dateien (2 MByte)	88 / 49 MByte/s
große Dateien (400 MByte)	111 / 112 MByte/s
Geräuschentwicklung	0,6 / 0,5 Sone (idle/HD aus)
Leistungsaufnahme	15,6 / 6,1 Watt (idle/HD aus)
Preis	325 € (ohne Platten)

Anzeige



Firmen-WLAN einfach gemacht

Mit den preisgünstigen WLAN-Basen Aruba OfficeConnect 20 will HPE Kleinunternehmern den Aufbau eigener WLANs erleichtern. Zum Einrichten genügt ein Smartphone.

Gleich vorab: Für größere Firmen, die mit mehreren logischen Funkzellen (Multi-SSID) auf demselben Access Point verschiedene Nutzergruppen bedienen wollen, taugen die OfficeConnect 20 nicht. Sie unterstützen weder Multi-SSID noch VLAN-Tagging noch nutzerindividuelle Authentifizierung per IEEE 802.1x/Radius.

Die OC20-Basen spannen nur zwei logische Funkzellen auf: das Stamm-WLAN, das auch Zugriff aufs LAN gestattet, und ein Gastnetz, das nur ins Internet führt. Ersteres wird immer mit einem Passwort für alle verschlüsselt. Das Gastnetz kann offen funken, mit optionaler Authentifizierung über das Facebook-Wifi-Portal, oder ebenfalls mit einem WPA2-Passwort geschützt. Hewlett-Packard Enterprise (HPE) hat die Cloud-gesteuerten OC20er bewusst auf einfache Installationen ausgerichtet, die

immerhin aus bis zu 8 Access Points bestehen können.

Einrichtung und (Fern-)Steuerung setzen einen funktionierenden Internetzugang und ein LAN voraus, über das auch die Energieversorgung laufen kann (Power-over-Ethernet). Zwar arbeitet ein OC20-System autonom weiter, wenn das Internet mal abreißt, aber man kann es über die für Android und iOS erhältliche

App „OfficeConnect Wi-Fi Portal“ dann nicht einmal mehr im eigenen WLAN administrieren.

Das Smartphone findet unkonfigurierte APs über eine Bluetooth-Verbindung und leitet einen dann in wenigen Schritten bis zum funktionierenden WLAN. Anschließend kann man das Netz auch von außerhalb oder per Browser konfigurieren. Der zuerst eingerichtete AP wird zum WLAN-Controller. Fällt er einmal aus, übernimmt ein anderer nach kurzer Bedenkzeit automatisch die Funktion.

Wer sicherstellen will, dass die WLAN-Nutzer sich benehmen, kann in beiden Netzen einen Webfilter zuschalten. Leider hat HPE nirgends dokumentiert, wie er funktioniert, wer welche Websites in welche der 10 Kategorien einordnet und wie man das eigenen Erwartungen anpassen kann.

Sperren wir probeweise die Kategorie „Social“, ließen sich neben den erwarteten Sites etwa auch Spiegel Online und Wetter Online nicht mehr aufrufen; YouTube dagegen ging noch. Lassen Sie die Filterschalter also lieber in Ruhe, wenn Sie nicht alle Nas' lang hören wollen: „Das Internet ist kaputt!“ Schon mit einem Gratisdienst wie dem Opera-VPN ist der Filter ohnehin im Handumdrehen ausgehebelt.

Die WLAN-Performance gegen ein Acer-Notebook Aspire V3-372 war über 20 Meter durch Wände je nach Band sehr gut bis zufriedenstellend. Zwar scheitern die APs zurzeit an spezielleren Anforderungen, Multicast-Streams wie EntertainmentTV sind mangels MC2UC ungenießbar, aber um typische Internetzugänge auszureizen, reicht der von uns gemessene Durchsatz allemal. Dabei war die Stromkosten bestimmende Leistungsaufnahme angemessen niedrig. Angesichts des ebenfalls niedrigen Preises bekommen WLAN-hungrige Start-ups einen guten Gegenwert. (ea@ct.de)

Anzeige

Aruba OfficeConnect 20

Dualband-WLAN-Basis

Hersteller / Typennummer	Hewlett-Packard Enterprise, www.hpe.com / JZ074A
WLAN	IEEE 802.11n-300/ac-867, simultan dualband
Bedienelemente	Reset, 2 Statusleuchten
Anschlüsse	1 x RJ45 (Gigabit-Ethernet, PoE IEEE 802.3af)
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (V13)	96 / 58-85 MBit/s
5 GHz nah/20 m	111 / 82-111 MBit/s
Leistungsaufnahme	5,5 / 5,7 Watt (Netzteil Stromnetz / PoE switchseitig)
Preis	140 €



Rechenkärtchen

Mini-PC Intel Compute Card für Embedded Systems

Eine Compute Card ist ein nur 5 Millimeter flacher PC, dessen Grundfläche der einer Scheckkarte gleicht. Compute Cards sind zum Einbau in andere Geräte gedacht, laufen aber auch in einem Dock.

Von Christof Windeck

Nach den Mini-PCs der Baureihe NUC und den noch kleineren HDMI-Sticks kommt von Intel nun die Compute Card im Format 5,5 cm × 9,5 cm bei nur 0,5 cm Dicke. Derzeit gibt es vier Varianten mit unterschiedlichen Prozessoren. Sie sind zum Einbau in andere Produkte gedacht, etwa in Kassensysteme, Industriesteuerungen, Verkaufsautomaten oder digitale Anzeigetafeln. Dank der einheitlichen Bauform der Kärtchen lassen sich unterschiedliche Produktvarianten bauen.

Einen Lüfter benötigt die Compute Card nicht, sofern sie ihre Wärme an einen Kühlkörper weitergeben kann. Ein zweigeteilter proprietärer Stecker führt die Anschlüsse heraus, und zwar einerseits nach dem Konzept von USB Typ C: DisplayPort 1.2, USB 3.0 und Stromversorgung. Andererseits hat der Stecker zusätzliche Kontakte, die sich optional nutzen lassen: Für einen weiteren DisplayPort oder HDMI 1.4 sowie für USB 3.0, USB 2.0, SATA 6G und Gigabit Ethernet. Alternativ zu SATA und GbE ist PCIe 2.0 x2

möglich. Analoge Audiosignale gibt es nicht, Sound liefern Compute Cards via DisplayPort, HDMI oder USB-Adapter.

Im Dock

Für Entwickler gibt es ein flaches Compute-Card-Dock mit leisem Lüfter. Es nutzt fast alle Anschlüsse des Kärtchens außer SATA und PCIe. Wir haben die billigste Compute-Card-Version CD1C64GK mit Celeron N3450 aus der Familie Apollo Lake gekauft. Sobald man die Card ins Dock steckt, bootet das System. Um die Karte zu entnehmen, drückt man auf eine hinterleuchtete Sensor-Auswurf-taste, dann fährt das System herunter und ein Motor schiebt die Compute Card heraus. Am Dock lassen sich zwei Displays anschließen, die maximal 4K-/UHD-Auflösung zeigen, einmal mit 60 Hertz (MiniDP) und einmal mit 30 Hz (HDMI).

Die Installation von Windows 10 1709 verlief reibungslos, lieferte fast alle Treiber mit und ließ knapp 41 GByte Speicherplatz frei. Intels „Compute Card Dock Lock and Eject Tool“ funktionierte jedoch nicht und die Wiedergabe von YouTube-Videos ab Full-HD-Auflösung gelang erst mit einem neueren Grafiktreiber von der Intel-Webseite. Damit ruckelten aber 4K-Videos von YouTube, die CPU-Last lag dabei über 50 Prozent. Das ist möglicherweise ein Problem des Grafiktreibers, denn Windows 10 spielte auch HEVC-Videos nicht ab. Der Celeron N3450 hat vier Kerne, die

bis zu 2,2 GHz erreichen; trotzdem fühlt sich der Karten-PC träge an. Das liegt vermutlich am lahmen eMMC-Flash-Speicher, der gerade einmal 7200 IOPS und 120 MByte/s beim Lesen schafft. Die Cinebench-R15-Werte sind typisch für einen Celeron N3450. Allerdings drosselt sich der Prozessor nach rund 20 bis 30 Sekunden Dauervollast mit Prime95 auf 1,5 GHz. In der Spitze nimmt das System aus Compute Card, Dock und Netzteil 14,3 Watt auf, gedrosselt sind es zirka 10 Watt. Im Leerlauf braucht der Rechner weniger als 4 Watt, mit aktiven Netzwerkkomponenten und Ethernet-Anschluss sind es 5 Watt. Im BIOS-Setup findet sich eine Option zum Booten von Linux, mit der Ubuntu 17.10 ziemlich rund lief.

Fazit

Intels Compute Card ist extrem kompakt, sparsam und bezahlbar und damit eine interessante Bereicherung der PC-Bauformen. Die bescheidene Rechenleistung schränkt den Einsatzbereich aber stark ein. Auch die viel teureren Kärtchen mit Core-m3- beziehungsweise Y-Klasse-Prozessor können kaum mehr als 10 Watt verbraten und takteten deshalb nicht besonders hoch. Immerhin stecken darin aber wohl schnellere SSDs. (ciw@ct.de) **ct**

Mini-PC für Embedded Systems	
Gerät	Compute Card CD1C64GK
Hersteller	Intel, www.intel.de
Intel-Prozessor	Celeron N3450 (Quad-Core, 1,1/2,2 GHz, 6 Watt TDP, Apollo Lake)
Grafik/RAM	HD Graphics 500 (in CPU)/4 GByte LPDDR3
Anschlüsse	proprietärer Dock-Anschluss mit USB Typ C (Strom, USB 3.0, DP 1.2) plus DP 1.2 oder HDMI 1.4, USB 3.0 oder USB 2.0, PCIe 2.0 x1 od. Gigabit Ethernet, PCIe 2.0 x1 oder SATA 6G
Anschlüsse Dock	MiniDP 1.2, HDMI 1.4, 2 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, Gigabit Ethernet (RJ45)
WLAN/Antenne/Ethernet	Intel Dual-Band Wireless-AC 7265 (802.11ac, 2x2, BT 4.2)/intern/Intel I211, GbE
eMMC-Flash	SanDisk DF4064 (64 GByte)
Abmessungen	Card: 5,5 cm × 0,5 cm × 9,45 cm, Dock: 14,5 cm × 2,4 cm × 16 cm
Netzteil Dock	Steckernetzteil FSP065-10AABA 19V/3,43A
Lieferumfang	Netzteil (2,4 m Kabel), VESA-Halterung
Messwerte (Full HD, USB-Tastatur-/Maus, Windows 10, im Dock)	
Cinebench R15	47/136 Punkte (Single-/Multi-Threading)
eMMC sequenz.	100 / 120 MByte/s (schreiben/lesen)
eMMC IOPS QD32 (QD1)	4200 (3200) / 7200 (6100) (schreiben/lesen)
Leistungsaufn.	0,8 Watt Soft-off (0,2 W nur Netzteil)
Leerlauf/Volllast	3,8 W (5 W mit Ethernet/WLAN)/14,3 W
Geräusch	0,2 / 0,2 Sone (Leerlauf / Volllast)
Preis	Card: 160 €, Dock DK132EPJ 120 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden	

Anzeige



MIDI-Orchester für Gitarre

Gitaristen steuern mit dem MIDI-Konverter Fishman Triple Play sowie Sound-Bibliotheken von EastWest weitere Synthesizer und Instrumente.

Fishmans Triple Play ist ein klassischer Guitar-to-MIDI-Konverter. Sein magnetischer Tonabnehmer überträgt die Schwingungen separat für jede Stahlsaiten an eine kleine akkubetriebene Steuereinheit, die daraus MIDI-Daten errechnet (Pitch, Velocity, CCs) und drahtlos an den mitgelieferten USB-Empfänger sendet.

Die Montage ist auch für Laien überschaubar: Den Tonabnehmer klebt man möglichst nahe an der Brücke auf den Gitarrenkorpus oder nutzt einen mitgelieferten Metallbügel. Den kleinen Controller klistet man per Magnet auf eine am Gurtknopf zu verankernde Halterung oder fixiert ihn mit Klebeband auf dem Korpus.

Die Triple-Play-App arbeitet standalone oder als Plug-in. Sie ordnet jeder Saite einen MIDI-Kanal mit eigenem Software-Instrument zu oder verteilt Klänge auf bis zu vier Zonen des Griffbretts. Einbinden lässt sich zudem ein externes Instrumenten-Plug-in oder der Originalsound der Gitarre über ein Audio-Interface. Alternativ steuert der Triple-Play-Controller ein beliebiges Musikprogramm per USB MIDI an – das klappt treiberlos sogar mit iOS-Geräten über deren USB-Adapter.

Passend zum Triple Play bietet die Firma EastWest fünf Bibliotheken an: Orchestra, Ethnic and Voices, Soundscapes, Guitar and Bass, Keyboards and Percussion. Die Pakete enthalten jeweils 75

(Soundscapes) bis 190 virtuelle Instrumente (Orchestra) und sind einzeln oder per Abo in der Composer Cloud erhältlich.

Besonders gut hat uns Soundscapes gefallen. Die sphärischen Klanglandschaften entwickeln durch die spezielle Notenanzordnung der Gitarre (Voicing) und die typischen Spielweisen eine hohe atmosphärische Dichte, die mit einem Keyboard nur schwer zu erreichen ist. Exotische Saiteninstrumente der „Ethnic and Voices“ profitieren von einer ähnlichen Spieltechnik. Da Gitarristen nicht immer alle Instrumente zur Hand haben, kommen auch ein gut gesampelter Music-Man-Bass und eine Flamenco-Gitarre mit Nylonsaiten gelegen. Gleiches gilt für die Orchester-Library und das Set mit Keyboards und gestimmter Perkussion wie Marimba oder Glocken. Durch die Kombination verschiedener Sounds ergeben sich interessante Klangstrukturen.

Fishmans Guitar-to-MIDI-Lösung überzeugt durch schnelle wie präzise Tonhöhenenerfassung bei akzeptablen Latenzen. Die Klangqualität der EastWest-Bibliotheken ist tadellos, die Anpassung an Triple Play hervorragend. Für experimentierfreudige Gitarristen eine empfehlenswerte, wenn auch nicht ganz preiswerte Lösung. (Kai Schwirzke/hag@ct.de)

Fishman Triple Play mit EastWest MIDI Guitar Series

Gitarren-MIDI-Controller und Sample-Libraries

Hersteller	Fishman, www.fishman.com , EastWest, www.eastwest.com
Anschluss	USB (Standard MIDI Device)
Betriebssysteme	Windows ab 7, macOS ab 10.7
Formate	VST 2.4, AU
Preise	Fishman Triple Play: 327 € jede EastWest-Library: 99 € Composer-Cloud-Abo: 27 €/Monat, 280 €/Jahr



Aufs Auge gedrückt

Im Auto erfreuen sich Head-Up-Anzeigen großer Beliebtheit, weil sie den Blick auf der Straße halten. Jetzt gibt es das erste System für Motorradfahrer. Es wird außen an den Helm geklebt.

Der Crash-Sicherheit soll das aufgeklebte HUD-Kästchen laut Hersteller Nuviz nicht schaden: Je nach Aufprallwinkel lösen sich Sollbruchstellen oder der Verbindungkleber des Geräts.

An Funktionen bietet Nuviz an: Navigation, GPS-Tacho, Bluetooth-Headset zum Telefonieren oder Musik hören (wird im Helm montiert), Kamera und Video-Aufnahme. Der Fahrer steuert einfache Funktionen über eine BT-Fernbedienung am Motorrad, komplexere Funktionen übernimmt eine Smartphone-App. Die einzelnen Funktionen überzeugen so mittel. Der Navi-Software fehlt Erfahrung, den Headset-Sachen Flexibilität; auch die Kamera ist nichts Besonderes. Kunden müssen sowohl auf den Nuviz-Akku selbst als auch auf den des Smartphones achten. „Bis zu 8 Stunden“ verspricht der Hersteller. Der (proprietäre) Akku ist fix ausgetauscht.

Was das Nuviz aber wirklich disqualifiziert, ist sein Kernversprechen: Blick auf der Straße halten. Das Refokussieren des Auges zieht mehr Aufmerksamkeit von der Straße weg als der Blick auf ein gut montiertes Navi oder den Tacho. Noch nicht empfehlenswert.

(Clemens Gleich/jow@ct.de)

HUD Optics Display

Head-Up-Display für Motorradhelme

Hersteller	Nuviz
Hardware	Display 800 × 480 Pixel, 1,6-GHz-CPU, 1 GByte RAM, 16 GByte Flash, MicroSD, GPS, WLAN, Bluetooth, Kamera
Gewicht	240 g
Preis	699 €



Sprechröhre

Der neue Amazon Echo ist schicker und günstiger als der Vorgänger. Der smarte Lautsprecher soll zudem besser klingen und zuhören.

Die Runderneuerung ist Amazon nur zum Teil geglückt, im Auslieferungszustand erschreckte der neue Echo mit einer höhenlastigen und teilweise blechnen Wiedergabe ohne Bass. Nach einigen Updates tritt letzterer zwar energischer auf, doch der zweite Echo bleibt für Musik nicht die erste Wahl. Zu präsent sind die Höhen, zu dumpf tönt der Bass und zu unausgewogen ist das Zusammenspiel. Dank Klinkenausgang und Bluetooth-Übertragung an andere Lautsprecher lässt sich die Schwäche immerhin umgehen. Angenehm, weil klarer, ist die Qualität der Sprachwiedergabe. Auch versteht Assistentin Alexa jetzt Kommandos besser, wenn der Echo gleichzeitig Musik in (moderater) Lautstärke spielt.

Statt 180 Euro kostet die zweite Generation nur noch 100 Euro. Die Lautstärke wird wie beim Echo Dot nun über schnöde Tasten an der Oberseite geregelt, statt schnellem ac-WLAN gibt es lediglich n-Geschwindigkeit. Im 5-GHz-Band wird nur der schmale Bereich unterhalb von Kanal 48 genutzt.

Gelingen ist das Äußere: Der Zylinder ist kompakter geworden und dank zahlreicher Hüllen passt er besser zur restlichen Einrichtung. Die Hüllen lassen sich wechseln und werden einzeln für 20 bis 30 Euro angeboten.

(asp@ct.de)

Amazon Echo (2. Generation)

Smarter Lautsprecher

Hersteller	Amazon, www.amazon.de
Maße, Gewicht	148 mm × 88 mm × 88 mm, 822 g
Verbindungen	WLAN: 802.11a/b/g/n (2,4 GHz / 5 GHz nur Kanäle 36 bis 48), Bluetooth, 1 × Line-Out
Preis	100 €



Chamäleon

Die Timex Metropolitan+ protokolliert Schritte und Schlaf – und macht dabei einiges besser als andere Fitnesstracker.

Von einer herkömmlichen Uhr unterscheidet sich die Metropolitan+ durch drei zusätzliche Zeiger und zwei kleine Zifferblattbereiche. Der zweite Sekundenzeiger zeigt wahlweise die zurückgelegte Wegstrecke in Kilometern oder die gezählten Schritte in Tausendern an. Das untere Zifferblatt stellt den Fortschritt auf dem Weg zum selbst gewählten Tagesziel dar. Der obere Druckknopf schaltet die Anzeige zwischen Schritten und Entfernungen um – die jeweilige Betriebsart lässt sich im oberen Zifferblattbereich ablesen.

Die Aktivitätsdaten protokollierte die Metropolitan+ in unseren Tests ziemlich genau. Trotzdem lässt sich in der App die Empfindlichkeit der Sensoren anpassen. Gemessene Körperdaten speichert die Uhr bis zu einer Woche. Spätestens dann muss man zum Synchronisieren mit dem oberen Druckknopf die Bluetooth-Verbindung zum Smartphone aufbauen. Das ist zwar nicht so komfortabel, aber dafür hält die CR2025-Batterie der Metropolitan+ laut Timex bis zu anderthalb Jahre durch.

Die App bereitet die Körperdaten ansprechend auf und sortiert sie übersichtlich nach Tag, Woche, Monat und Jahr. Das Schlafracking differenziert zwischen Leicht- und Tiefschlaf. Erfreulich: Die App kommt ohne Anmeldung und Cloud-Zwang aus. (spo@ct.de)

Timex Metropolitan+

Fitnesstracker-Uhr

Systemanf.	Android ≥ 4.4 oder iOS ≥ 8.0
Durchmesser, Höhe	42 mm, 12 mm
Gewicht	ca. 75 g
Zifferblatt	analoge Schritt- und Entfernungsanzeige
Batterie	CR2025
Straßenpreis	140 €

Anzeige

Für die nächsten 10 Jahre

Apple iPhone X mit randlosem Display im Test



Apple meldet sich mit dem iPhone X in der High-End-Klasse zurück. Mit farbstarkem OLED-Display und verschwindend kleinen Bildschirmrändern läutet es die größte Design-Veränderung seit dem ersten iPhone ein.

Von Hannes A. Czerulla

Das iPhone X ist da. Und es ist der erste Vertreter einer neuen Generation von Apple-Smartphones. 10 Jahre ist es her, dass Steve Jobs das erste Modell in die Luft hielt, und so einen großen Sprung in Sachen Design und Technik wie jetzt hat das iPhone seit der ersten Version nicht mehr gemacht.

Die Unterschiede zwischen iPhone 6, 6s, 7 und 8 konnte man nur den Ausstattungslisten entnehmen. Doch dem iPhone X sieht man seine Innovationen auf den ersten Blick an: Der traditionsreiche

Homebutton ist Geschichte und die Vorderseite des Telefons besteht fast vollständig aus dem Display.

Kein Knopf, kein Fingerabdruck

Kein Homebutton bedeutet auch kein Touch ID mehr, also keinen Fingerabdrucksensor an der Gehäusefront. Hersteller wie Samsung oder Huawei lösten dieses Problem, indem sie den Fingerabdrucksensor auf die Gehäuserückseite verbannten. Doch das fühlte sich stets nach einem Kompromiss an. Apple präsentiert mit dem iPhone X die konsequentere Lösung und überprüft statt des Fingerabdrucks das Gesicht des Nutzers.

Face ID nennt Apple seinen Gesichtsscanner, der mit 3D-Bildern des Nutzergehalts arbeitet: Beim Einrichten projiziert eine Infrarot-LED 30.000 Messpunkte aufs Gesicht, das System erstellt ein mathematisches Modell und legt es in der Secure Enclave des Gerätes ab – einem gesicherten Coprozessor, der bereits die Fingerabdruckinformationen speicherte. Ein Bild des Nutzergehalts daraus zu rekonstruieren sei laut Hersteller nicht möglich. Auch beim Entsperren fertige Face ID kein Foto an.

In unserer mehrwöchigen Testphase funktionierte Face ID zuverlässig und noch unauffälliger als Touch ID. In etwa 90 Prozent der Fälle wurde unser Gesicht (mit Brille) erkannt, sogar in völliger Dunkelheit oder wenn Sonne direkt in die Kameralinse schien. Nach einiger Zeit dachten wir gar nicht mehr daran, dass wir gerade Face ID nutzten. Schaut der Nutzer nicht aufs Smartphone oder hat die Augen geschlossen, bleibt das Gerät gesperrt. Face ID soll sich von Bartwuchs, wechselnden Frisuren und Alterung nicht irritieren lassen. Laut Apple liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Anderer Face ID überlistet, bei 1.000.000:1; bei Touch ID war es 50.000:1. Mit Fotos lässt sich die Sicherung nicht austricksen, allerdings schafften wir es mit Zwillingen. Sehr ähnlich aussehende Verwandte erhalten eventuell Zugriff.

Auch andere Apps können Face ID nutzen, bekommen aber keinen Zugriff auf die Gesichtsdaten, sondern nur die Information, ob die Authentifizierung erfolgt oder fehlgeschlagen ist. Wer sich also bei Touch ID keine Sorgen um Datenschutz und Sicherheit machte, braucht es bei Face ID auch nicht zu tun.

Apple nutzt die Gesichtserkennung auch für eine nette Spielerei namens „Animojis“. In der Nachrichten-App nehmen Figuren wie Einhorn, Pandabär oder Kothaufen die Mimik und Kopfbewegungen des Anwenders an. Auf diese Weise kann man mit der eigenen Stimme scheinbar von

Emojis gesprochene Bildnachrichten als kleine Clips verschicken. In einer kommenden Version von Snapchat wird die Technik dazu verwendet, Masken passgenau und hauteng live aufs Gesicht zu legen.

Neue Bedienung

Der Wegfall des Homebuttons macht neue Steuerungsgesten nötig. Das Display aktiviert man mithilfe des weiterhin vorhandenen Stand-by-Knopfs an der rechten Gehäuseflanke oder man tippt auf die Anzeige. Es erscheint zunächst der Sperrbildschirm. Face ID scannt automatisch nach dem Gesicht des Nutzers und ent-

sperrt gegebenenfalls. Anschließend muss der Nutzer den Sperrbildschirm noch nach oben schieben. Die zusätzliche Geste ist nötig, damit man beispielsweise die Uhrzeit ablesen oder nach neuen Nachrichten schauen kann, ohne dass das Gerät komplett entsperrt.

Siri ruft man auf, indem man den Stand-by-Knopf lang drückt oder „Hey Siri“ sagt. Letztere Funktion muss bei Einrichtung des Geräts oder in den System-einstellungen erlaubt werden. Auf den Homescreen springt man aus Apps, in dem man von unten in den Bildschirm wischt. Die richtige Stelle dafür markiert

Laufzeiten				
Modell	Laufzeit Videowiedergabe (200 cd/m²) [h] besser ►	Laufzeit Videowiedergabe (max. Helligkeit) [h] besser ►	Spiele ¹ (200 cd/m²) [h] besser ►	Laufzeit WLAN-Surfen (200 cd/m²) [h] besser ►
Apple iPhone X	11,1	8,7	7,3	10,4
Apple iPhone 8	9,4	5,2	6,9	13,6
Apple iPhone 8 Plus	10,6	5,7	6,4	14,2
Samsung Galaxy Note 8	12,9	6,8	7,3	12,7
Samsung Galaxy S8	14	7,9	6,2	15,3
Google Pixel 2 XL	12,9	13	8,3	12,4

¹ Spiel: Asphalt 8

Anzeige

iOS mit einem grauen Balken am unteren Display-Rand. Etwas unpräziser und mühseliger erscheinen die Gesten, um zwischen den Apps zu wechseln und vor allem um Apps zu schließen: In die App-Übersicht gelangt man, indem man in den Bildschirm wischt und dann in der Mitte verharret. Da der Finger ein paar Sekundenbruchteile an der Stelle verbleiben muss, verlangsamt diese Geste den Vorgang ungemein. Als flinker stellte sich die Alternative heraus, mit dem Finger ins Display und dann nach rechts zu wischen.

In der App-Übersicht lassen sich die Programme nicht mehr einfach beenden, indem man sie nach oben schnipst. Man muss den Finger länger auf einen der Tabs legen und warten, bis das Schließen-Symbol erscheint. Nun tippt man entweder das Symbol für jeden Tab an oder schiebt die Apps wie gewohnt nach oben aus dem Bildschirm.

Für jahrelange iPhone-Nutzer ist die Bedienung ohne Homebutton gewöhnungsbedürftig, doch nach kurzer Zeit geht sie in Fleisch und Blut über und funktioniert genauso schnell wie mit Hardware-Knopf.

Display so weit das Auge reicht

Wie schon die Mitbewerber Samsung, Huawei & Co. baut Apple einen fast randlosen Bildschirm ein. Anders als bei den Samsung-Geräten hat er keine nach hinten gebogenen Seiten und auch keine unterschiedlich großen Ränder wie beispielsweise das LG V30. Stattdessen beträgt der Abstand des Displayrands zur Gehäusekante überall 4 Millimeter.

Ganz ohne Manko kommt aber auch das iPhone X nicht zum Randlosen: Im oberen Teil des Displays prangt eine Einbuchtung („Notch“), in der die Sensoren und Kameras untergebracht sind. Die Anzeige läuft einfach darum herum. Auf dem Homescreen befindet sich links der Einbuchtung die Uhrzeit, rechts davon die Symbole für Mobilfunk- und WLAN-Empfang und der Akkustand. Verbundene Bluetooth-Geräte und den Akkufüllstand in Prozent sieht man nur noch im Kontrollzentrum. Auf Screenshots wird die Einbuchtung ausgefüllt. Außerdem sind die Ecken des Bildschirms abgerundet, wodurch zusätzlich ein paar Pixel für die Anzeige verloren gehen.

App-Entwickler müssen ihre Programme für das neue Seitenverhältnis 19,5:9 anpassen. Bislang ist das bei nur we-



Bild: Jeremias Racke

Mithilfe einer Infrarotkamera sieht man die 30 000 Messpunkte, mit der das iPhone X das Gesicht des Nutzers abtastet.

nigen Apps der Fall. Noch nicht aktualisierte Programme nutzen nur einen Teil des Bildschirms und zeigen oben und unten 8 Millimeter breite schwarze Balken.

Abgesehen davon ist das von Samsung hergestellte Display eins der besten, die man in einem Smartphone findet: Endlich setzt auch Apple auf OLED-Technik und der hohe Kontrastwert von über 10 000:1 spricht für die Entscheidung. Mit über 650 cd/m² ist es heller als die bisher verwendeten LCDs und nähert sich den Rekordwerten von Galaxy S8 und Note 8. Zwar handelt es sich um eine sogenannte Pentile Matrix mit weniger Subpixels, aber dank der zeitgemäßen Auflösung von 2436 × 1125 Pixel beziehungsweise 458 dpi sind keine der typischen Schwächen wie Regenbogeneffekte zu sehen.

Farben erscheinen satt, aber nicht ganz so knallig wie auf einigen anderen OLED-Geräten, da die Anzeige exakt auf den Farbraum DCI-P3 kalibriert ist. Über die Genauigkeit freuen sich ambitionierte oder professionelle Fotografen, doch vielen anderen Nutzern werden die Farben des Bildschirms etwas flau vorkommen. Samsung beispielsweise lässt in den Systemeinstellungen die Wahl, ob sich die OLED-Displays auf den RGB- oder DCI-P3-Farbraum beschränken sollen.

Zwar warnt Apple vor eventuellen Einbrenneffekten, doch stellten wir diese bislang bei kaum einem OLED-Telefon fest. Betrachtet man das Display von der Seite, driften die Farben ins Grünliche –

ein typischer OLED-Effekt. Allerdings schaut man normalerweise nie aus diesem Winkel aufs Display.

Glas gegen Kabel

Statt aus Aluminium besteht die Rückseite aus Glas wie beim iPhone 4 und 4s. Ob sie auch genauso anfällig für Risse ist, können wir noch nicht beurteilen. Eine Reparatur schlägt mit 611 Euro zu Buche, ein Display-Austausch mit 321 Euro. Die Kameras stehen einen guten Millimeter aus der Rückseite heraus. In dem Winkel zwischen Kamerabuckel und Glasrückseite sammelte sich bei unserem Testgerät bereits Dreck. Zwar ist das Gehäuse nach Schutzart IP67 gegen Wasser und Staub geschützt, Apple gibt darauf aber keine Garantie.

Der Verzicht auf Aluminium erlaubt es Apple, einen Qi-Lader einzubauen. Passende Ladestationen gibt es in allen Preisregionen. Mit iOS 11.2 sollen die neuen iPhones statt mit den sonst üblichen 5 Watt auch mit 7,5 Watt kabellos laden. Die Ladedauer liegt immer noch deutlich über der mit Kabel, da viel Energie ungenutzt in den Äther geht. Wirklich schnell lädt aber auch nicht das mitgelieferte kabelgebundene 5-Watt-Netzteil. Erst das Ladegerät des iPad mit 12 Watt (25 Euro) füllt den Akku in zeitgemäßen 30 Minuten auf 50 Prozent.

In den meisten Laufzeittests liegt das iPhone X (2716 mAh) kurz vor dem iPhone 8 Plus (2691 mAh). Im Wettkampf mit dem Samsung Galaxy Note 8 oder Google Pixel 2 XL gerät das iPhone X aber deutlich ins Hintertreffen. Im Alltag hielt unser Testgerät eineinhalb bis zwei Tage durch.

Eine Klinkenbuchse für Kopfhörer fehlt. Ein Adapter und EarPods-Headset mit Lightning-Anschluss liegen bei. Weiterhin sitzen die Ohrhörer bei vielen Trägern locker oder fallen gar heraus. Die Stereolautsprecher oben und unten im Gerät sind so laut wie im iPhone 8 und können notfalls ein kleines Zimmer beschallen. Ab etwa dreiviertel des Maximalpegels wird der Klang allerdings unerträglich.

Hardware

Das Basismodell des iPhone X ist mit 64 GByte Flash-Speicher bestückt und dürfte den meisten Nutzern genug Platz bieten. Wer mehr braucht, muss das Modell mit 256 GByte Speicher nehmen und nochmals 170 Euro draufzahlen.

Beim Prozessor handelt es sich um den gleichen A11 Bionic wie im iPhone 8

und so fallen die Offscreen-Benchmark-Werte gleich hoch aus. Die CPU besteht aus zwei schnellen Kernen und vier stromsparenden. Neu ist, dass die Kerne alle gleichzeitig arbeiten können – so wie bei den meisten CPUs für Android-Geräte.

Bei Auslastung eines Kerns sind die Benchmark-Ergebnisse um etwa ein Viertel höher als beim iPhone 7, im Multi-Thread-Modus etwa um das Doppelte. Im Vergleich zu Qualcomms Spitzenchip Snapdragon 835 ist der Apple A11 je nach Szenario 50 bis 100 Prozent schneller. Dank eines effizienten Wärmemanagements läuft das iPhone X unter Volllast länger mit maximaler Leistung als die meisten Android-Konkurrenten. Nach ein paar Minuten brechen aber auch hier die Benchmark-Werte ein und es braucht eine vergleichsweise lange Abkühlungsphase, bis die CPU zu alter Stärke zurückfindet. Rechenleistung ist dennoch mehr als genug vorhanden und die Performance bleibt ein Thema, mit dem man sich beim iPhone-Kauf nicht beschäftigen muss.

Kamera

Wie bei den iPhone-Plus-Modellen kommen im iPhone X zwei Hauptkameras zum Einsatz. Während die eine Kamera mit dem Smartphone-typischen Weitwinkel aufnimmt, handelt es sich bei der anderen um ein Zweifach-Tele. Bei guten Lichtverhältnissen gehören die Aufnahmen beider Kameras zu den besten, die man aus einem Smartphone rausholen kann: Hohe Kontraste lichtet die Kamera realitätsnah ab. Dasselbe gilt für die Farben, die nun kräftiger als bei den Vorgängermodellen erscheinen. Die Detailtiefe ist hoch, aber nicht ganz auf dem Niveau der High-End-Konkurrenz. In der Dämmerung und Dunkelheit stehlen die Geräte von Samsung und LG dem iPhone sowieso die Show: Spätestens bei unter 20 Lux zeigen die Apple-Fotos einen Rotstich, begleitet von leichtem Rauschen und Farb aberrationen. Auf Wunsch stellt die Kamera den Hintergrund unscharf.

Beim Videodreh lässt die iPhone-Kamera wiederum ihre Muskeln spielen und produziert großartig aussehende Filme in 4K-Auflösung und mit bis zu 60 Bildern pro Sekunde. Der Haken: Eine solche Videodatei belegt rund 400 MByte pro Minute! Doch auch in Full-HD mit 60 oder 30 fps dreht man tolle Videos und kann während der Aufnahme zwischen Weitwinkel- und Telekamera umschalten. Der Slow-Motion-Modus erfasst nun auch in Full-HD-Auflösung 240 fps. Einen großen Anteil an der Videoqualität hat der optische Bildstabilisator, der anders als beim iPhone 8 Plus in beide Hauptkameras eingebaut ist. Er arbeitet so zuverlässig und effizient wie kaum ein anderer. Gelegentlich liegt das Bild so stabil wie mit einem Gimbal.

Fazit

Das Apple iPhone X ist nicht das beste Smartphone, aber es ist das beste iPhone. Die hauseigenen Alternativen wie das iPhone 8 oder die weiterhin erhältlichen 7 und 6s wirken neben dem iPhone X wie aus einer vergangenen Ära. Nur das iPhone X zeigt, wie ein aktuelles Smartphone aussehen sollte. Dank des fast randlosen hochauflösenden OLED-Displays hat Apple auch wieder zu den anderen Herstellern aufgeschlossen. Die traditionellen Tugenden bleiben: schnellste Hardware, gute Kamera und perfekt verarbeitetes Gehäuse. Face ID ist ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber allen anderen und man möchte es nach kürzester Zeit nicht mehr missen.

Eigentlich gäben wir eine klare Kaufempfehlung für das iPhone X – aber nicht zu diesem Preis. Wer auch für Android offen ist, bekommt mit dem Samsung Galaxy S8 oder Note 8 für 600 beziehungsweise 300 Euro weniger ähnliche und teils überlegene Technik. Auf Face ID und iOS muss man dann halt verzichten.

(hcz@ct.de) **ct**

Apple iPhone X

Smartphone		
Betriebssystem	iOS 11.1	
Prozessor	Apple A11 Bionic	
Grafik	Apple GPU Family 4	
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	3 GByte / 64 GByte (59,55 GByte)	
Wechselspeicher	—	
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 / ✓	
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, QZSS	
Fingerabdrucksensor	—	
mobile Datenverbindung ¹	LTE Cat. 12 (600 MBit/s Down, 150 MBit/s Up), HSPA	
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2716 mAh (10,4 Wh) / — / ✓	
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Lightning / USB-PD	
Abmessungen (H × B × T)	15,4 cm × 7,5 cm × 0,9 cm	
Gewicht	174 g	
Schutzart	IP67	
Farbvarianten	grau, silber	
Kamera-Tests		
Kamera-Auflösung Fotos / Video	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)	
maximale Blende / optischer Zoom	1,8 / 2x	
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	7,2 MPixel (3088 × 2320) / Full-HD (1920 × 1080)	
Display-Messungen		
Technik / Diagonale (Größe)	OLED / 5,8 Zoll (13,5 cm × 6,3 cm)	
Auflösung / Seitenverhältnis	2436 × 1125 Pixel (457 dpi) / 19,5:9	
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2...657 cd/m² / 92 %	
Kontrast / Farbraum	> 10.000:1 / DCI-P3	
Preis	1150 € (64 GByte); 1320 € (256 GByte)	
¹ Herstellerangabe	✓ vorhanden	— nicht vorhanden

Anzeige



Nordlichter

Ikeas Lichtsystem Trådfri im Test

Das „unmögliche Möbelhaus“ macht auch in Sachen Licht einiges möglich. Mit Trådfri haben die Schweden ein vernetztes Lichtsystem im Angebot, das sich neuerdings per Sprachassistentz steuern lässt und kompatibel zu Philips Hue ist.

Von Sven Hansen

Ikeas Trådfri-Sortiment kann sich sehen lassen. Zur Wahl stehen unterschiedliche Retrofit-Leuchtmittel, vorkonfigurierte LED-Lichtpaneele, leuchtende Schranktüren sowie passende Bewegungsmelder, Dimmer und Taster zur Steuerung. Für die Verbindung zum Heimnetz sorgt das Gateway mit Ether-

net-Port, das per Funk mit den Trådfri-Komponenten kommuniziert. Alle nutzen ZigBee Light Link und vernetzen sich in einem Mesh-Netzwerk im 2,4-GHz-Band.

Ikea führt derzeit 22 Artikel im Sortiment – darunter einzelne Komponenten und ganze Sets. Einige Leuchtmittel sind nur in Kombination mit einer Fernbedienung zu erhalten, einige Zubehörteile nur mit einer Lampe (siehe Tabelle).

Bei den Retrofit-Leuchtmitteln kann man zwischen drei gängigen Fassungs-typen (E14, E27, GU10) wählen. Ikea bietet einfache Warmweiß-Lampen mit 2700 K (WW), zwischen 2200 (kaltweiß) und 4400 Kelvin (warmweiß) einstellbare Weißspektrumleuchten (WW/CW) und neuerdings auch eine RGB-Variante an. Die breiteste Auswahl gibt es bei der „dicken“ E27er. Hier bekommt man sogar eine WW/CW mit klarem Kunststoffde-

ckel, die in durchbrochenen Hängeleuchten für ein schöneres Schattenspiel sorgt. Die GU10-Spots gibt es immerhin noch als WW- oder WW/CW-Leuchtmittel, während die kleine E14er nur als Leuchtkugel mit 2700 Kelvin erhältlich ist.

Die schicken Float-LED-Panels kann man zwischen Warm- und Kaltweiß justieren. Sie kommen mit einem stabilen Rahmen für die Wand- oder Deckenmontage und lassen sich über optionale Kabeladapter aneinanderreihen. Eine besondere Variante sind die LED-Türen Surte und Jormlien. Alle Panels bekommt man nur im Set mit einer Funkfernbedienung: Wer sie zu größeren Lichtinstallationen bündeln möchte, hat am Ende also ein paar Fernbedienungen übrig.

Eine Trådfri-Remote steuert bis zu 10 Lampen an. Über die fünf Tasten kann

Ikea Trådfri		
Leuchtmittel	LED1622G12	LED1623G12
Typ	E27	E27
LED-Bestückung	WW	WW
Lumen ¹	1000	1000
Leistungsaufnahme ¹	12,5 Watt	12,5 Watt
Standby	0,5 Watt	0,4 Watt
Preis	25 € ²	10 €
¹ Herstellerangabe ² nur im Set mit Bewegungsmelder		

man die Helligkeit regulieren und zwischen vorgegebenen Farbprofilen wechseln. Mit dem Dimmer in Puck-Form hat Ikea eine besonders witzige Fernbedienung im Angebot: Der Magnetknopf lässt sich in der Halterung parken oder einfach an den Kühlschrank heften. Dank eines Gyrosensors genügt ein Dreh am Knopf, um das Licht zu dimmen.

Auch der Bewegungsmelder mit eingebautem Dämmerungssensor ist eigentlich eine Fernbedienung, die maximal 10 angelernte Lampen bei Bewegung automatisch für eine Dauer von bis zu 15 Minuten einschaltet. Alle drei Komponenten laufen mit Knopfzellen, die zwei Jahre durchhalten sollen.

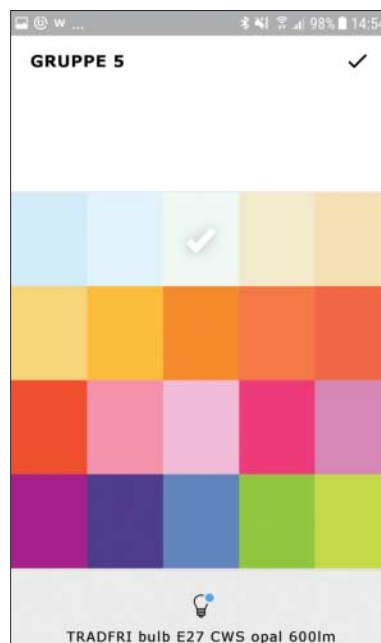
Trådfri funktioniert auch ohne App – die Brücke zum Netzwerk und damit zum Smartphone schlägt das Gateway. Man bekommt es einzeln (30 Euro) oder im Starter-Set mit zusätzlicher Fernbedienung und zwei Leuchtmitteln.

Lichtblitz

Die Einrichtung des Gateways klappte ohne Probleme. Die kostenlose Trådfri-App (iOS/Android) erkannte die Hardware sofort. Ikea nutzt keinen zusätzlichen Cloud-Dienst, die App arbeitet daher nur im WLAN – wenn man sich nicht selbst um einen entsprechenden VPN-Tunnel ins Heimnetz kümmert.

Das Anlernen der Leuchtmittel geschieht mit Hilfe der App. Hat man ein Set aus Leuchtmittel und Steuerung gekauft, meldet man zunächst den entsprechenden Dimmer, Taster oder Bewegungsmelder durch Drücken des Pairing-Buttons an. Dieser zieht die mit ihm verbundenen Leuchten dann automatisch nach. Auch nachträglich zugekaufte Lampen kommen nur über eine Fernbedienung oder einen Bewegungsmelder ins System.

Sind alle Leuchten verbunden, lassen sie sich in der App in frei benennbaren Gruppen verwalten. Die App ordnet dabei alle an einer Fernbedienung angelernten



Die Trådfri-App bietet wenig Funktionen. Das RGB-Leuchtmittel lässt sich zum Beispiel nur in festen Farbstufen ansteuern.

Leuchten einer Gruppe zu. Man kann sie über die App nachträglich umorganisieren. Insgesamt ist Trådfri-App vor allem deshalb recht übersichtlich, weil sie kaum Funktionen bietet. So lassen sich beim RGB-Leuchtmittel nur 25 fest in der App hinterlegte Farben wählen. Systemübergreifende Möglichkeiten gibt es kaum zu entdecken: Immerhin findet sich in der App eine Sonnenaufgangssimulation sowie ein Zufallsmodus, der das Lichterspiel bei Abwesenheit in Bewegung hält.

Update

So richtig spannend ist das System erst, wenn sich die Bridge auf das kürzlich veröffentlichte Update 1.2 aktualisiert hat. Es bringt die Unterstützung für Apples Homekit, Amazons Alexa sowie die Kompatibilität zu Philips' Lichtsystem Hue. Über die Trådfri-App lässt sich das System problem-

los mit Alexa verknüpfen. Nachdem man die zusätzliche Trådfri-Skill aktiviert hat, kann man die Leuchten per Sprachbefehl schalten und dimmen. Über Alexas Szenensteuerung lassen sie sich dann sogar raumübergreifend ansprechen.

Auch unter iOS ließ sich das Gateway im Test durch Eingabe des in der Trådfri-App angezeigten Homekit-Codes problemlos einklinken – danach hatte man das Licht auch im Dialog mit Siri im Griff.

Mit dem Update auf Version 1.2 wird Ikeas Lichtsystem auch kompatibel zu Philips Hue und lässt sich mit einer Hue-Bridge ansteuern. Wichtig dabei: Jede einzelne Trådfri-Leuchte benötigt dieses Update, das sich nur über Ikeas Gateway aufspielen lässt. Erst danach lassen sich die Lampen nach einem Werks-Reset (sechsmaliges Aus-/Einschalten) über die ZigBee-TouchLink-Funktion mit iConnectHue (iOS) oder Hue Essentials (Android) ins Philips-System ziehen. Die Steuerung erfolgt danach über jede beliebige Hue-App.

Fazit

Ikea liefert seine per ZigBee vernetzten Trådfri-Bausteine zu einem attraktiven Preis: Das billigste vernetzte GU10-Leuchtmittel ist schon für 7 Euro zu haben. Auch die übrigen Komponenten sind vergleichsweise günstig und können – zumindest bei den LED-Panels und dem Dimmer – sogar mit skandinavischem Design punkten. Die Auswahl an Leuchtmitteln ist groß, die Hardware spannend. Bei der Trådfri-App ist allerdings noch viel Luft nach oben.

Wer nicht warten möchte, bis Ikea seine Steuer-App gepimpt hat, kann sich eine zusätzliche Hue-Bridge besorgen – die Bridge der ersten Generation genügt. Für das Philips-Gateway existieren inzwischen unzählige Steuer-Apps, mit denen man auch Ikeas Trådfri-Familie den maximalen Funktionsumfang entlocken kann. (sha@ct.de) **ct**

	LED1545G12	LED1546G12	LED1624G9	LED1537R6	LED1650R5	LED1536G5	L1527 (Floalt)	L1528 (Floalt)	L1529 (Floalt)	L1530 (Jormlien)	L1531 (Surte)
	E27	E27 / klar	E27	GU10	GU10	E14	Panel 30 cm × 30 cm	Panel 30 cm × 90 cm	Panel 60 cm × 60 cm	Tür 80 cm × 40 cm	Tür 60 cm × 38 cm
	WW/CW	WW/CW	RGB	WW/CW	WW	WW	WW/CW	WW/CW	WW/CW	WW/CW	WW/CW
	980	950	600	400	400	400	670	2200	2800	600	400
	12	13,1	8,6	6	5,3	5	12,5	29	34	12,5	9
	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt	0,5 Watt
	20 €	20 €	35 €	15 €	7 €	15 €	70 € ³	120 € ³	130 € ³	120 € ³	90 € ³

³ nur im Set mit Fernbedienung



Neugieriger Ohrstöpsel

Die Samsung Gear IconX (2018) vereinen die besten Eigenschaften kabelloser Ohrhörer. Nur Datenschutz fehlt.

Wären die Samsung IconX (2018) noch rechtzeitig zum Vergleichstest der kabellosen In-Ear-Ohrhörer (c't 24/2017 S. 92) gekommen, wären sie einer der Favoriten gewesen. Kabel haben die IconX keine. Zum Laden steckt man sie in die mitgelieferte Box mit USB Typ-C und eigenem Akku. Mit diesem lassen sich die Ohrhörer in der Schatulle etwa dreimal wiederaufladen. Ohne laufen sie etwa 4 Stunden bei 80 db.

Die trockenen Bässe gefallen genauso wie die klaren Höhen. Die Ohrhörer isolieren die meisten Außengeräusche und sitzen angenehm und fest genug für den Sport. Bewegungen erfassen sie automatisch. Koppelt man die Gear IconX mit einem aktuellen Samsung-Gerät, installiert dieses automatisch die App Samsung Gear, die unnötigerweise auf den Standort und die Kontakte zugreift und die Koppelung verhindert, wenn der Nutzer nicht zustimmt. Andere Android und iOS-Geräte verbinden sich problemlos.

Dank 3,4 GByte internem Speicher können die IconX (2018) auch ohne Smartphone Musik abspielen. Die Steuerung per Tipp- und Wischgesten reagiert (vor allem bei Kälte) unpräzise, und die Sprachsteuerung deaktiviert man lieber. (hcz@ct.de)

Samsung Gear IconX (2018)	
Bluetooth-Ohrhörer	
Gewicht Ohrhörer / Case	14 g / 55 g
Bluetooth / Codecs	4.2 / k. A.
Preis	230 €

Unterwegs gut unterhalten

Der Bluetooth-Kopfhörer Sony WH-1000XM2 lässt kaum Wünsche offen: großartiger Klang, effizientes Noise Cancelling und angenehmer Sitz. Einige Probleme hat er aber vom Vorgänger geerbt.

Der geschlossene Over-Ear-Kopfhörer Sony WH-1000XM2 mit Bluetooth gehört mit seinem kantigen, matten Gehäuse zu den schickeren Vertretern seiner Art. Die großen Schalen umschließen auch große Ohren und liegen nicht auf. So kann man den Kopfhörer mehrere Stunden lang ohne Beschwerden tragen – auch mit Brille. Auf sehr schmalen Köpfen sitzt er etwas locker, verrutscht aber selten. Um den Kopfhörer in der mitgelieferten Tasche zu verstauen, klappt man ihn ein. Zur Steuerung hat er ein großes Touchpad am rechten Hörer, das auf Tipp- und Wischgesten reagiert. Blind funktioniert die Touch-Steuerung nicht so gut wie echte Knöpfe, meist macht der Kopfhörer aber das, was man will.

Bereits passiv dämpft der WH-1000XM2 einen guten Teil der Umgebungsgerausche. Hinzu kommt das aktive Noise Cancelling, dessen Intensität man mithilfe der Android- oder iOS-App bestimmen kann. Stimmen blockiert es kaum, aber sonore Geräusche wie Flugzeuggerauschen oder Verkehrslärm blendet die Technik größtenteils aus. Hat man Noise Cancelling aktiviert, ohne etwas abzuspielen, hört man etwas lauterer Rauschen als bei anderen Kopfhörern dieser Art. Möchte man sich unterhalten, deckt man den rechten Ohrhörer mit der Handfläche ab, damit der Kopfhörer in den „Ambient Mode“ schaltet und vom Mikrofon aufgefangene Stimmen durchleitet. Die meisten Gesprächspartner verwirrt die Geste, doch die Technik funktioniert.

Wer sich die WH-1000XM2 anhört, ist vom Klang begeistert: Bässe wummern extrem tief und präzise, spielen sich aber – für die meisten Hörer – nie zu weit in den Vordergrund. Ähnliches gilt für die andere Seite des Spektrums: Höhen sind klar und detailliert. Nur Stimmen und Gesang sind nicht ganz so präsent.

Einige Macken des Vorgängers MDR-1000X bestehen weiterhin: Zwar bleibt



der WH-1000XM2 nun auch aktiv, wenn nichts abgespielt wird und kann somit bei aktiviertem Noise Cancelling als Schallschutz dienen. Ist aber kein Zuspielderät verbunden, schaltet der Kopfhörer nach fünf Minuten ab. Sich ins GSM-Netz einbuchende Handys verursachen weiterhin ein Störgeräusch, das aber nicht sonderlich laut ist. Die Laufzeit bei Zimmerlautstärke und aktiviertem Noise Cancelling beträgt über 26 Stunden. Zum Laden hat der WH-1000XM2 eine Micro-USB-Buchse. Laden und Musikhören gehen aber nicht gleichzeitig. Auch ein Klinkenkabel für den kabelgebundenen Betrieb liegt bei.

Ärgste Konkurrenten des Sony-Kopfhörers sind die ähnlich teuren Bose QuietComfort 35 II und der Sennheiser PXC 550 (c't 22/2016, S. 53). Der QC 35 II kann klanglich nicht mithalten. Das Duell WH-1000XM2 gegen PXC 550 geht unentschieden aus: Sennheisers Modell sitzt auch auf schmalen Köpfen sicher, pausiert automatisch, wenn man ihn absetzt und blockt Geräusche auch ohne verbundenen Zuspielder. Sonys Kopfhörer klingt im Bassbereich ein klein wenig besser, sitzt angenehmer – aber lockerer – und schaltet per Handauflagen auf Durchzug. Eigentlich hilft nur Ausprobieren bei dieser Entscheidung. Mit keinem der Kopfhörer macht man etwas falsch. (hcz@ct.de)

Sony WH-1000XM2	
Bluetooth-Kopfhörer	
Gewicht	276 g
Bluetooth / Codecs	4.1 / SBC, AAC, aptX, aptX HD, LDAC
Preis	380 €

Anzeige



Hohe Schlagzahl

Android-Telefon OnePlus 5T mit 6-Zoll-Display im Test

Im Halbjahrestakt bringt OnePlus neue Spitzenmodelle mit einigen Detailänderungen heraus, diesmal standen Display und Kamera an. Doch nicht alle Neuerungen gehen als eindeutige Fortschritte durch.

Von Jörg Wirtgen

Nur ein halbes Jahr nach dem OnePlus 5 (siehe c't 15/2017) bringt der chinesische Hersteller das 5T auf den Markt. Augenfälligste Änderung ist das Display: Es ist fast anderthalb Zentimeter in der Länge gewachsen – und zeigt weiter knallhelle OLED-Farben mit guter Helligkeit.

Weil die Außenmaße gleich bleiben, schrumpft der obere und untere Gehäuserand entsprechend. Die Android-Steuerung erfolgt nun über eine virtuelle Tastenleiste unten auf dem Display. Sie lässt sich in den Einstellungen ausschalten und dann per Wischer von unten wieder einblenden – Ähnliches ist von Galaxy S8 & Co. bekannt, die elegantere Lösung hat das iPhone X (siehe S. 52).

Der Fingerabdruck-Scanner ist auf die Rückseite gewandert. Dort sitzt er mit genügend Abstand zur Kamera, um ihn sicher zu erreichen. Zusätzlich baut OnePlus eine Gesichtserkennung ein. Die arbeitet in unter einer halben Sekunde, ließ sich nicht von Fotos überlisten und nicht von Brillen oder Mützen verwirren. Liegt das Handy auf dem Tisch, muss man sich aber weit drüberbeugen oder es doch in die Hand nehmen.

Kamera so lala

War die Dual-Kamera des OnePlus 5 noch eine der ganz wenigen mit einem Teleobjektiv, geht das 5T einen Schritt zurück: Die zweite Kamera hat nun die gleiche Weitwinkel-Brennweite und springt bei sehr wenig Licht an; unter 10 Lux laut OnePlus, unter 4 Lux laut unserem Labor, was schlecht beleuchteten Innenräumen entspricht. Doch unsere dann 20 MP großen Testfotos litten unter Farbsäumen an fast allen Kanten. Da gefielen uns die 16-MP-Fotos der Primärkamera besser. Sie soll die gleiche geblieben sein und hat weiter absaufende Schatten, lieferte aber

mehr Details bei schlechtem Licht als die des Vorgängers.

Ein Tipp auf den x2-Knopf in der Kamera-App ruft nun einen reinen Digitalzoom auf, der schlechtere Ergebnisse erzielt als die optische 1,6fach-Vergrößerung des Vorgängers. Mit dem guten Digitalzoom des Huawei Mate 10 Pro oder gar echten Smartphone-Teles hält das 5T nicht mit. Die künstliche Hintergrundunschärfe bekommt das 5T besser hin als manch anderes Dual-Kamera-Handy.

Geblichen sind das schlanke Metallgehäuse, der Kopfhöreranschluss, der ganz gute Mono-Lautsprecher, der praktische Stummschalter und der sauschnelle Snapdragon 835, der seine Höchstleistung jetzt etwas länger hält als zuvor. Ein microSD-Slot fehlt weiter. Das 5T ist Dual-SIM-fähig und unterstützt Cat.-12-LTE mit allen hierzulande gängigen Bändern. Der ebenfalls unveränderte Akku hält trotz des größeren Displays ungefähr so lange wie beim OnePlus 5.

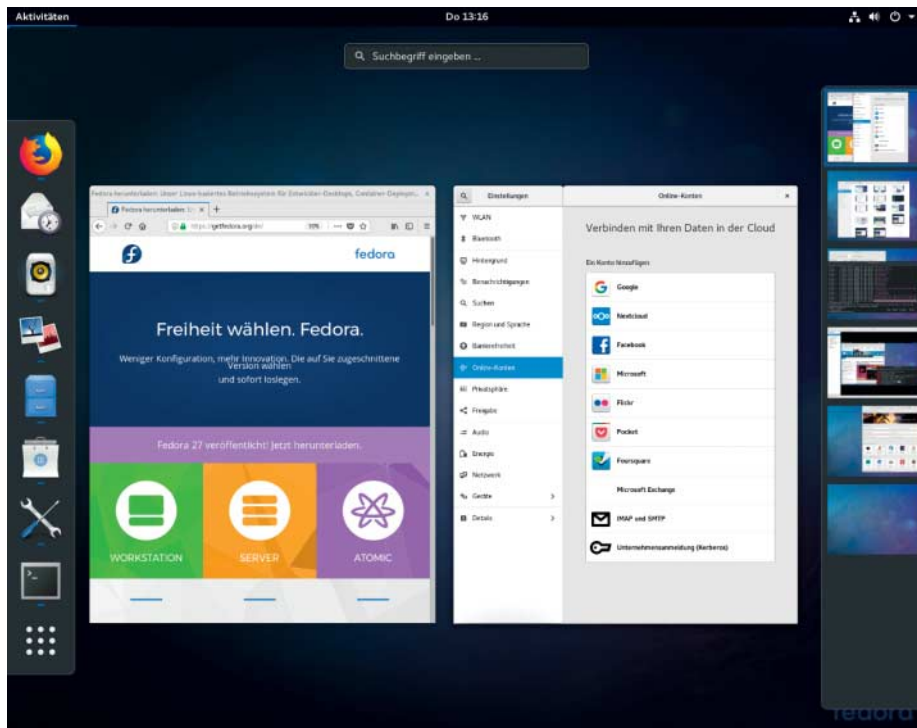
Fazit

Keine Frage, OnePlus ist wieder ein schönes Smartphone mit Leistung im Überfluss zu einem guten Preis gelungen. Das Display macht was her, mit einem rückseitigen Fingerabdruckscanner müssen sich auch Fans anderer Geräte arrangieren. Ohne Tele konkurriert das 5T nicht mehr mit Note 8 & Co., sondern landet eine Klasse drunter. Dort hat es keinen so deutlichen Preisvorteil, sodass es schwerer wiegt, dass das 5T nicht wasserdicht ist und die Kamera keinen optischen Stabilisator hat.

(jow@ct.de) **ct**

Android-Smartphone	
Modell	OnePlus 5T
Betriebssystem	OxygenOS 4.7.1 (Android 7.1.1)
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 (aptX, aptX HD) / ✓ / ✓ (GPS, Baidou, Glonass, Galileo)
Akku / tauschbar / Qi	3300 mAh (14,4 Wh) / ✓ / –
USB-Anschluss	Typ-C (USB 2.0, kein OTG, kein DisplayPort)
Maße / Gewicht	15,6 cm × 7,5 cm × 0,7 cm / 165 g
Rückkameras	15,9 + 20,1 MPixel, beide f/1,7, 24 mm
Frontkamera	15,9 MPixel
Messungen	
Display	OLED, 13,6 cm × 6,8 cm (6 Zoll), 2160 × 1080 Pixel (404 dpi), 18:9, 2 ... 480 cd/m ² (93 % Ausleuchtung)
Laufzeiten bei 200 cd/qm	Video: 16,2 h, WLAN-Surfen: 12,5 h, Spielen: 9,7 h
Benchmarks	3DMark Ice Storm Unlimited: 40715, Coremark 11532 Single, 58346 Multi-Thread
Preis	499€ (64 GByte, 6 GByte) / 559€ (128 GByte, 8 GByte)

Anzeige



Vorneweg

Fedora 27 bringt endlich Active-Directory-Support

Die neue Ausgabe der Linux-Distribution glänzt mit einem neuen Gnome-Desktop, der Ansätze zu einer Wayland-tauglichen Remote-Desktop-Lösung mitbringt. Fedora unterstützt jetzt auch zwei gängige Techniken, um die bislang Patente rankten.

Von Thorsten Leemhuis

Das Fedora-Projekt hat Version 27 seiner Distributionsfamilie veröffentlicht. Ihr Aushängeschild ist und bleibt die Fedora Workstation, bei der sich auch die sichtbarste Neuerung findet: eine neue Gnome-Version mit einer grundrenovierten Systemsteuerung und einer verbesserten Desktop-Suche. Die Laufwerksverwaltung kann jetzt auch die Größe von Partitionen ändern; beim ebenfalls auf Gnome 3.26 aufbauenden Ubuntu Desktop 17.10 beherrscht die Software das nicht.

Fedora liefert auch das jüngst vorgestellte Multimedia-Processing-Framework Pipewire mit. Laut seinem Entwickler soll es mittelfristig Audio-Server wie PulseAudio und JACK beerben, zugleich aber auch Anwendungen bei der Video-Ausgabe unterstützen. Das ist allerdings noch Zukunftsmusik, denn bislang kommt Pipewire nur für einen neuen Ansatz zur Fernsteuerung des Gnome-Desktops zum Einsatz. Im Unterschied zur bisherigen Remote-Desktop-Funktion soll sie auch funktionieren, wenn Gnome auf dem fernzusteuernenden Rechner im Wayland-Modus läuft. Das Ganze ist aber noch hochexperimentell, standardmäßig inaktiv und funktioniert bei einem Kurzversuch nicht.

Active Directory

Das Fedora beiliegende Samba eignet sich nun zum Aufsetzen eines Active Directory (AD). Ähnlich wie bei Suse Linux Enterprise oder Red Hat Enterprise Linux blieb der AD-Server-Support bei Fedora bislang außen vor, weil er eine Samba-eigene Kerberos-Implementie-

rung nutzte. Damit ist mit Samba 4.7 jetzt Schluss, denn das kann AD-Dienste auch mithilfe von MIT Kerberos realisieren, das die erwähnten Distributionen bevorzugen. Mittelfristig dürften daher auch die anderen den AD-Support in Samba anknüpfen.

Fedora versucht, die Lebensdauer und Performance von SSDs zu steigern, indem es den Discard-Support nun selbst bei Partitionen aktiviert, die bei der Installation verschlüsselt wurden. Der OpenSSH-Client unterstützt indes SSH-1 nicht mehr, das schon länger als veraltet gilt.

Unterbau

Ein kaum verändertes Linux 4.13 dient als Kernel. Das kürzlich erschienene Linux 4.14 soll in den nächsten Wochen folgen: Im Unterschied zu anderen Mainstream-Distributionen macht der Kernel bei der Systemaktualisierung von Fedora immer mal wieder größere Versions-sprünge.

Die 3D-Treiber stammen von Mesa 17.2 und beherrschen erstmals die Textur-Kompression mit S3TC. Bislang mussten Fedora-Anwender den Support für diese von vielen Spielen benötigte Technik manuell nachinstallieren, weil sie bis vor Kurzem durch Patente geschützt war. Auch die Wiedergabe von per AAC (Advanced Audio Coding) komprimierten Audio-Dateien ist einfacher geworden: Fedora hat Support für gängige AAC-Formatvarianten integriert, nachdem der Patentschutz für einige bei AAC verwendete Techniken jüngst abgelaufen ist. Den Support für andere gängige Audio- und Video-Codecs muss man bei Fedora aber nach wie vor anderswoher nachinstallieren, was mehr Know-how erfordert als bei Ubuntu. Das Gleiche gilt für die proprietären Grafiktreiber von Nvidia, die dem aus Open-Source-Software bestehenden Fedora wie eh und je fehlen.

Das im Spätsommer vorgestellte Java 9 liegt bei, ist aber nicht Standard-Java, weil es als Technical Preview gilt. Auch an anderer Stelle ist die Distribution auf einem aktuellen Stand und bringt etwa LibreOffice 5.4 und Firefox 57 mit. KDE-Fans müssen sich beim Fedora „KDE Spin“ allerdings noch mit Plasma 5.10 als Bedienoberfläche begnügen. Die in der Endphase der Fedora-27-Entwicklung erschienene Version 5.11 dürfte bald über die Systemaktualisierung folgen, wie es bei Fedora normal ist. Ähnlich verhält es

sich bei der Distributionsvariante mit Cinnamon: Über Updates erhält diese bereits Version 3.6 des Desktops, die in Linux Mint erst in Kürze mit 18.3 einfließt.

32-Bit-UEFI hochhelfen

Fedora ist die erste Mainstream-Distribution, bei der die x86-64-Images auch per UEFI auf Systemen booten, die trotz eines 64-Bit-Prozessors eine 32-Bit-UEFI-Firmware einsetzen. In diese Klasse fallen vor allem einige Tablets und HDMI-Stick-PCs aus den letzten Jahren, die Intels Bay- oder Cherry-Trail-Prozessoren mit einem 32-Bit-Windows kombinieren.

Dank einiger Verbesserungen am Support für die auch als AArch64 bekannte 64-Bit-ARM-Architektur soll sich Fedora jetzt besser für Single-Board-Computer wie Raspberry Pi 3, Dragonboard 410c und Pine64 eignen.

Fazit

Das neue Fedora bringt wieder viele Neuerungen, aber weniger als bei Fedora gewohnt. Der S3TC- und AAC-Support beseitigt einige Eigenarten, durch die es Fedora seinen Nutzern bislang schwerer machte als etwa Ubuntu. Einige Marotten hat Fedora aber nach wie vor. Für Linux-Neulinge eignet sich die Distribution daher nicht besonders. Vielmehr richtet sie sich an technisch interessierte und etwas versiertere Anwender, die eine gut vorkonfigurierte und abgestimmte Distribution mit umfangreicher und topaktueller Ausstattung suchen. *(thl@ct.de) ct*

Hauptneuerung lässt auf sich warten

Die wohl bedeutendste Änderung von Fedora 27 fehlt noch: die Server Edition der Distributionsfamilie. Diese will das Projekt Anfang 2018 nachreichen. Sie entsteht mithilfe der neuen Bauweise aus „Modulen“, die RPM-Pakete zu größeren Funktionsblöcken bündeln. Dabei steckt etwa das Basissystem in einem Modul, der ganze Python-Stack in einem anderen und der Apache Webserver in einem weiteren. Diese Module will das Fedora-Projekt unabhängig vom normalen Release-Zyklus seiner Distribution pflegen. Außerdem sollen sich die Module kombinieren lassen, wie der Nutzer es gerade braucht.

Ziel des Ganzen: mehr Flexibilität. Anwender sollen beispielsweise früher auf einen neuen Python-Stack wechseln können, wenn sie diesen auf einem Server oder in einem Container-Image unbedingt benötigen. Ein Modul mit einer neuen Python-Generation kann das Fedora-Projekt nämlich freigeben, sobald diese erschienen ist. Bislang erhalten Anwender ein neues Major-Release manchmal erst Monate später im Rahmen einer neuen Fedora-Version. Dabei bekommen sie zugleich auch ein neues Basissystem oder einen neuen Webserver, obwohl sie das vielleicht gar nicht wollen.

Red Hat, die treibende Kraft hinter Fedora, steckt viel Energie in diesen Ansatz, der tiefer greift als der Modul-Ansatz von Suse Enterprise Linux. Vieles deutet darauf hin, dass die nächste Generation von Red Hat Enterprise Linux (RHEL) die Modulbauweise von Fedora übernehmen wird.

Anzeige

Späte Initialzündung

Epson-Drucker nimmt Originalpatronen nicht an

Beim Kauf eines Druckers bekommt man mitunter zusätzliche Tinte verbilligt dazu. Doch wer die beigelegte Tinte nicht sofort nutzt, guckt später in die Röhre – jedenfalls wenn der Drucker von Epson kommt.

Von Tim Gerber

Andreas H. druckt beruflich häufig auch mal im A3-Format. Deshalb kaufte er sich Ende Mai 2016 einen Epson WorkForce Pro WF-8510DWF zum stolzen Preis von 900 Euro. Damit er nicht immer das Papier von A4 zu A3 wechseln muss, erwarb er zugleich auch eine Zusatzkassette für weitere 290 Euro. Dafür erhielt er vom Händler einen Rabatt für einen Satz original Epson Tintenpatronen von etwa 10 Euro. Der Satz XL-Patronen kostete mit Rabatt noch knapp 200 Euro. Insgesamt investierte Andreas H. also an einem schönen Tag im Mai 1300 Euro in Produkte des Herstellers Epson.

Die Patronen erwiesen sich als recht ergiebig und hielten trotz regelmäßigen Gebrauchs über ein Jahr lang durch. Die dem Drucker beiliegenden Patronen bewahrte der Kunde wegen ihrer geringeren Kapazität „als Backup“ auf. Ende September ging dann aber doch die erste der XL-Patronen zur Neige und nun wollte Andreas H. auf seine in Reserve gehaltene Patrone aus dem Lieferumfang des Druckers zurückgreifen. Doch bei dem Versuch, die frisch aus der Original-Verpackung entnommene Patrone einzusetzen, erlebte der Kunde sein blaues Wunder: Das Gerät meldete einen Fehler und verweigerte den Dienst mit dieser Patrone.

Prompt wandte sich Andreas H. an den Business-Service von Epson und schilderte das Problem. Der Support meldete sich schon einen Tag später, am



Anzeige



Die mit dem Drucker gelieferten Patronen können später nicht mehr verwendet werden, suggeriert diese Fehlermeldung am Epson Workcenter.

25. September, und erklärte dem Kunden: „Die mitgelieferten Patronen sind die sogenannten Setup-Patronen. Diese sind nur bei der Erstinitialisierung nutzbar. Den Hinweis dazu haben Sie bei der Einrichtung des Druckers erhalten und diese Information ist ebenfalls im Handbuch zu finden. Da das Gerät bereits mit anderen Patronen initialisiert wurde, sind die Patronen nicht mehr verwendbar.“

Damit wollte sich Andreas H. jedoch nicht abspesen lassen. Im Handbuch konnte er dazu nichts finden und wo sonst hätte er diese Informationen bei der Inbetriebnahme des Druckers finden sollen? Vielleicht hatte er etwas übersehen. Sicherheitshalber fragte er deshalb den Support nach der genauen Quelle der Information. „Die Information können Sie dem Gerät beigelegten Startup Guide

entnehmen“, hieß es in einer weiteren Mail. Andreas H. fand aber lediglich ein Dokument mit dem Titel „Hier starten“ bei seinen Unterlagen, das keine Hinweise auf die Setup-Patronen enthielt. Ein Startup Guide habe seinem Drucker nicht beigelegt, sagt Andreas H. Unabhängig von dieser Frage wies der Kunde den Hersteller-Support jedoch darauf hin, dass er die technische Sperre der Patronen für fragwürdig halte.

Epson verwies nun nur noch auf „seine Webseite“, wo man zu jedem Produkt ein Startup Guide als PDF fände, und zitierte daraus noch mal den Text, den man dem Kunden bereits zu Anfang als Erklärung geboten hatte. Damit wollte sich Andreas H. aber noch immer nicht zufrieden geben, weshalb er sich an die c't-Redaktion wandte.

Ungereimt

In der Tat schien auch uns die Sache mit den Setup-Patronen reichlich merkwürdig. Bekannt ist, dass die Druckköpfe von Tintendruckern im Auslieferungszustand oftmals mit einem speziellen Antioxidationsmittel befüllt sind, damit sich an den empfindlichen Düsen kein Flugrost bildet. Um dieses Korrosionsschutzmittel auszuspülen und den Druckkopf zu befüllen, geht anfangs eine Menge Tinte verloren. Denkbar wäre, dass dafür auch eine spezielle Tinte benötigt wird. In diesem Fall aber hätte der Drucker die Verwendung normaler Nachkaufpatronen für seine Ini-

tialisierung verweigern müssen. Anhand der Chips auf den Patronen ist die Druckerfirmware ja offenbar in der Lage, diese zu unterscheiden. Warum also nicht gleich der Hinweis direkt am großen Display des Druckers? Anstatt sich darauf zu verlassen, dass der Kunde das über hundert Seiten dicke Handbuch studiert oder den Startup Guide – wenn er denn überhaupt beiliegt. Und nicht zuletzt: Warum tauscht man einem guten Kunden wie Andreas H. die Patronen nicht einfach um? Selbst wenn er möglicherweise einen Hinweis übersehen haben sollte.

Herausgewunden

Mit diesen Fragen wandten wir uns an die Pressestelle von Epson, die uns innerhalb weniger Tage antwortete: Die Setup-Patronen seien speziell entwickelt, „um die in den jungfräulichen Druckköpfen enthaltene Füllflüssigkeit auszuspülen.“ Sie seien dafür besonders gut geeignet, eine Inbetriebnahme sei aber auch mit normalen Patronen möglich. Die Setup-Patronen seien aufgrund ihres Designs eben nur für das Setup einsetzbar. Weil eine Initialisierung aber auch mit üblichen Patronen möglich sei, beschränke Epson sich darauf, dem Anwender ausdrücklich zu empfehlen, eine Initialisierung nur mit den mitgelieferten Setup-Patronen durchzuführen.

Warum diese „Empfehlung“ allerdings in einem Startup Guide im Internet versteckt sein soll und nicht etwa deutlich auf dem 7-Zoll-Farbdisplay des Druckers erscheint, bleibt damit offen. Auf der Produktseite von Epson Deutschland (siehe ct.de/ynpe) haben wir ein solches Startup Guide übrigens nicht finden können und eine konkrete Adresse hatte der Support Andreas H. auch nicht genannt.

Immerhin zeigt die Epson-Pressestelle Verständnis, dass der Kunde Andreas H. von dieser ganzen Sache nicht sonderlich begeistert ist. Seine unbrauchbaren Setup-Patronen will man ihm deshalb „aus Kulanz“ kostenlos gegen einen Satz XL-Patronen austauschen. Warum es dafür erst einer Anfrage der c't bedurfte und der Business-Support das nötige Fingerspitzengefühl nicht von selbst aufzubringen vermochte, soll nun bei Epson „intern geklärt werden“. (tig@ct.de) **ct**

Epson-Benutzerinformationen:
ct.de/ynpe

**VOR
SICHT
KUNDE!**

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.

Anzeige

Im Namen des Algorithmus

Wenn Software Haftstrafen verhängt

Bei Justiz und Polizei kommen immer häufiger Programme zum Einsatz, die Aussagen zur Wahrscheinlichkeit zukünftiger Straftaten treffen sollen. In den USA nehmen solche Vorhersage-Algorithmen bereits aktiven Einfluss auf Gerichtsurteile – mit zum Teil verheerenden Folgen für die Betroffenen. Und China verwandelt sich gleich ganz in eine totalitäre Datengesellschaft.

Von Peter-Michael Ziegler

Den 12. August 2013 wird Eric Loomis nie vergessen. Denn an diesem schönen Sommertag im Mittleren Westen der USA verurteilte ein Gericht der Kleinstadt La Crosse im Bundesstaat Wisconsin den damals 31-Jährigen zu elf Jahren Gefängnis. Der Vorwurf: Führen eines Fahrzeugs ohne Einwilligung des Besitzers und versuchte Flucht vor der Polizei.

Mindestens sechs der elf Jahre muss Loomis in der „Jackson Correctional Institution“ absitzen, einer Haftanstalt mittlerer Sicherheitsstufe, die rund 70 Kilometer von La Crosse entfernt ist. Fünf Jahre lang unterliegt Loomis zudem einer „erweiterten Überwachung“, er muss also dauerhaft eine elektronische Fußfessel tragen, sollte er im Jahr 2019 aus dem Gefängnis entlassen werden.

Risikoeinstufung

Die selbst für amerikanische Verhältnisse drakonische Strafe hat Loomis vor allem einem Umstand zu verdanken: Der Software COMPAS, die inzwischen in mehreren US-Bundesstaaten zum Einsatz kommt und 2012 auch vom Department

of Corrections (DOC) in Wisconsin eingeführt wurde. COMPAS steht für „Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions“ und gibt vor, das Rückfallrisiko von Straftätern verlässlich berechnen zu können.

Der Hersteller der Software, das auf IT-Dienstleistungen spezialisierte Unternehmen Northpointe Inc. mit Sitz in Michigan, vermarktet das COMPAS-Programm als „datengestütztes, statistisches Risikobeurteilungstool, das auf Basis einer ‚nationalen Normbevölkerung‘ validiert wurde“. Für jeden Delinquenten wird bei COMPAS ein individueller „Risk Score“ errechnet, der Auswirkungen auf das spätere Strafmaß hat.

In die Risikobeurteilung fließen nicht nur eigene Vorstrafen ein, sondern auch eventuelle Vorstrafen naher Verwandter wie Eltern und Geschwister. Berücksichtigt werden zudem Erkenntnisse über Alkohol- oder Drogenmissbrauch in der Familie, soziale Bindungen, der Umgang mit „anti-sozialen“ Freunden oder Bekannten, Schulden, häufige Wohnort- oder Beschäftigungswechsel, Tendenzen zu Wut oder Aggression sowie eine „kognitive Verhaltensprognose“.

Erfasst werden die einzelnen Parameter zum Teil über automatisierte Datenbankabfragen, zum Teil über Erhebungen, die Justizangestellte im Rahmen einer „Pre-Sentence Investigation“ (PSI) während der Untersuchungshaft durchführen. Herstellerangaben zufolge vergleicht die Software auf Grundlage dieser Daten dann, wie sich wegen vergleichbarer Delikte bereits Verurteilte mit einem ähnlichen sozialen Hintergrund zwei Jahre nach der Haftentlassung verhalten haben.

Die Logik hinter COMPAS ist recht simpel: Spuckt die Software für einen Angeklagten auf einer Skala von 1 bis 10 einen hohen Risk Score aus, lässt der

Richter keine Bewährung zu, sondern schickt ihn präventiv hinter Gitter – schließlich belegen die Algorithmen ja, dass der zu Verurteilende mit hoher Wahrscheinlichkeit innerhalb von 24 Monaten sowieso wieder straffällig würde.

Schwarzer Kasten

Im Fall von Eric Loomis, der weiß Gott kein Chorknabe ist, dem im Strafverfahren aber auch keine Handlungen nachgewiesen werden konnten, die langjährige Haftstrafen gerechtfertigt hätten, ermittelte COMPAS nicht nur ein hohes Rückfallrisiko, sondern auch eine hohe Gewaltbereitschaft des Angeklagten. Für den Richter das Signal, Loomis gleich für mehrere Jahre aus dem Verkehr zu ziehen.

Allerdings legt Northpointe seine Algorithmen nicht offen, sondern beruft sich bei Nachfragen auf den Schutz geistigen Eigentums. Prozessbeteiligte können also nicht überprüfen, ob beim Berechnen eines Risk Scores womöglich Fehler passiert sind. Eric Loomis sah dadurch sein Recht auf einen fairen Prozess verletzt und strengte ein Berufungsverfahren an. Doch bislang haben alle Instanzen bis hinauf zum United States Supreme Court – das höchste Gericht der USA – seine Klagen abgewiesen.

Dabei steht inzwischen fest, dass COMPAS alles andere als zuverlässig ist. So belegt eine 2016 veröffentlichte Studie der Investigativ-Plattform ProPublica, dass die COMPAS-Algorithmen beispielsweise schwarzen Angeklagten grundsätzlich ein höheres Risiko attestieren, erneut straffällig zu werden, als dies tatsächlich der Fall ist. Bei weißen Angeklagten ist es hingegen genau umgekehrt. ProPublica überprüfte dazu mehr als 10.000 COMPAS-Prognosen, die im Verlauf von Gerichtsverfahren in Florida erstellt worden waren.



Quelle: Film Pre-Crime

Wer Predictive Policing betreiben will, benötigt Daten, Daten, Daten. Im Bild eine Videoüberwachungswand der Polizei von Chicago.

Anzeige

Maschinelles Lernen

Kritik am Einsatz der Northpointe-Software kommt auch aus der Wissenschaft. IT-Experten und Juristen renommierter US-Universitäten haben inzwischen eigene Machine-Learning-Algorithmen für Risikomodelle entwickelt, mit denen sich die Rückfallwahrscheinlichkeit von Straftätern mindestens genauso gut berechnen lassen soll wie mit COMPAS. Mit einem wichtigen Unterschied: Sowohl Richter als auch Angeklagte könnten jederzeit überprüfen, wie der Algorithmus zur Entscheidung kommt, jemand sei ein Hochrisiko-Fall oder nicht.

„In der Strafjustiz steht viel zu viel auf dem Spiel, als dass man blind einem proprietären Algorithmus vertrauen sollte“, erklärt Cynthia Rudin, IT-Dozentin an der Duke University. „Wir haben inzwischen Vorhersagemodelle, die gut funktionieren, die aber keine geheimen Black Boxes sind. Das dürfen wir im Interesse unserer Bürger nicht länger ignorieren.“

Rudin verweist in diesem Zusammenhang gerne auf Europa, wo 2018 eine neue EU-Datenschutz-Grundverordnung in Kraft tritt. Verankert ist darin unter anderem ein Passus, wonach Betreiber von Datenverarbeitungssystemen mit automatisierter Entscheidungsfindung künftig verpflichtet sind, betroffenen Personen „ausagekräftige Informationen über die involvierte Logik sowie die Tragweite und die angestrebten Auswirkungen einer derartigen Verarbeitung“ zur Verfügung zu stellen.

Voraussagende Polizeiarbeit

Algorithmen zur automatisierten Entscheidungsfindung sind auch die Basis sogenannter Predictive-Policing-Produkte, die häufig als eine Art Wundermittel für Polizeibehörden angepriesen werden. Beim Predictive Policing, also der „voraussagenden Polizeiarbeit“, unterscheidet man zwei Spielarten: Eine, die auf Individuen abzielt, bei der also intensiv personenbezogene Daten verarbeitet werden, wie das vor allem in den USA und Großbritannien bereits der Fall ist. Und eine, die weitgehend ohne personenbezogene Daten auskommt.

Personenbezogenes Predictive Policing bedeutet, dass Strafverfolgungsbehörden gezielt Informationen über Einzelpersonen oder auch Gruppierungen wie Gangs sammeln. Gearbeitet wird auch hier in der Regel mit Risk Scores: Wer eine bestimmte Schwelle überschreitet, bekommt präventiven Besuch von der Polizei. Welche Konsequenzen das für Betroffene haben kann, zeigt auf verstörende

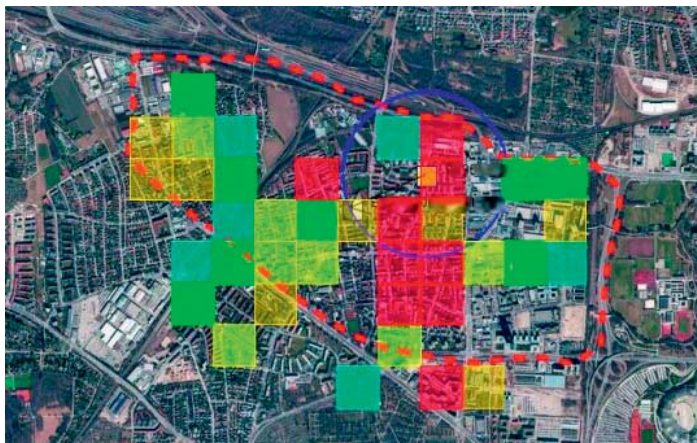


Bild: Institut für musterbasierte Prognosetechnik

Weise der Dokumentarfilm „Pre-Crime“, der gerade in deutschen Kinos anläuft.

„Eines der größten Probleme ist, dass niemand die Daten kontrolliert, mit denen etwa in London oder Chicago beim personenbezogenen Predictive Policing gearbeitet wird“, warnt Regisseur Matthias Heeder. „Keiner weiß, wie diese Daten zustande kommen, aus denen die Algorithmen dann ihre Prognosen errechnen. Und ist man erst einmal in solch eine Maschinerie hineingeraten, existiert auch kein gesetzliches Verfahren, das einem helfen könnte, da wieder rauszukommen.“

Folgedelikte

In Deutschland müssen sich die Polizeibehörden aus Datenschutzgründen derzeit noch auf nicht personenbezogene Predictive-Policing-Produkte wie „PRECOBS“ (Pre Crime Observation System) oder „PreMAP“ (Predictive Mobile Analytics for Police) beschränken. Bei beiden Programmen geht es darum, auf Grundlage von Falldaten der jüngsten Vergangenheit Prognosen darüber anzustellen, wo aktuell ein erhöhtes Risiko etwa für Wohnungseinbrüche oder Autodiebstähle besteht.

Theoretische Grundlage ist in beiden Fällen das sogenannte „Near Repeat Victimization“-Phänomen. Dieses besagt, dass insbesondere nach Delikten wie Einbruch, Straßenraub, bewaffnetem Überfall und Diebstahl aus einem Kraftfahrzeug oft in kurzer Zeit und im direkten Umfeld mit Folgedelikten zu rechnen ist. Ein automatisiertes Berichts- und Prognosesystem speist die auf Mustererkennung basierenden Erkenntnisse in die tägliche Einsatzplanung der Polizei ein.

Während Hersteller, Polizei und Innenpolitiker immer wieder argumentieren, durch den Einsatz solcher Software ließen sich „deutliche Tatreduktionen“ feststel-

Die Software PRECOBS prognostiziert auf Basis von Falldaten der jüngsten Vergangenheit, wo ein erhöhtes Risiko für Wohnungseinbrüche besteht.

len, kommt das Freiburger „Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Strafrecht“ in der 2017 erschienenen Studie „Predictive Policing als Instrument zur Prävention von Wohnungseinbruchdiebstahl“ zu einem ganz anderen Schluss.

Sechs Monate lang untersuchten die Freiburger Forscher die Wirksamkeit von PRECOBS im Rahmen eines Pilotprojekts im Verantwortungsbereich der Polizeipräsidien Karlsruhe und Stuttgart. Als Ergebnis schreiben die Verfasser, die „kriminalitätsmindernden Effekte“ von Predictive Policing lägen im Pilotprojekt „wahrscheinlich nur in einem moderaten Bereich“. Auch könnten die Fallzahlen „allein durch dieses Instrument nicht deutlich reduziert werden“, heißt es in der Studie.

Totalüberwachung

Wohin die Reise in Sachen Big-Data-Analysen, Mustererkennung, automatisierter Entscheidungsfindung, Risk Scores und Predictive Policing führt, zeigt das Beispiel China. Denn dort sollen bis zum Jahr 2020 sämtliche privaten und staatlichen Datenbanken miteinander verknüpft werden. Das Ziel: die Einführung eines landesweiten Scoring-Systems, dem alle Bürger unterworfen sind.

Erfasst werden soll jegliches Verhalten der Menschen – wer bei Rot über die Straße geht, erhält Minuspunkte, wer zu viele Minuspunkte einsammelt, wird gesellschaftlich geächtet. Ein flächendeckendes Videoüberwachungssystem mit angeschlossener zentraler Gesichtserkennungsdatenbank sorgt dafür, dass dem Staat nichts mehr entgeht. Belohnt wird nur, wer sich den Prinzipien des Staates kritiklos unterordnet. Einst fiktive Werke wie Minority Report, 1984 und „Person of Interest“ sind so aktuell wie niemals zuvor.

(pmz@ct.de) **ct**

Anzeige

Leistung on Demand

Fünf Cloud-Server-Angebote im Vergleich



Cloud-Server im Vergleich	Seite 72
Elastic-Clouds der Großen	Seite 78
Game-Server aufsetzen	Seite 84
Software-Builds skalieren	Seite 88
Video-Streams ausspielen	Seite 92

Server-Miete mit langen Laufzeiten und starren Ressourcen war gestern. Deutsche Webhoster ermöglichen in ihren Clouds auch Gelegenheits-Admins und kleinen Firmen die volle Flexibilität: Server stundenweise, hin und her kopierbar, Ressourcen skalierend und minutengenau abgerechnet – zu moderaten, transparenten Preisen.

Von Holger Bleich

Sie bemerken, dass Ihr Gameserver zu Stoßzeiten langsam in die Knie geht? Warum spendieren Sie ihm für die gut besuchte Daddelrunde am Wochenende nicht noch zwei Prozessorkerne und etwas mehr RAM? Die Seitenauslieferung Ihres Blogs lahm, weil Ihr aktueller Artikel auf heise online erwähnt wurde? Verteilen Sie doch die Last per Load Balancer in den nächsten Wochen auf einen zweiten Webserver. Sie möchten Ihr Software-Update gerne testen, bevor Sie es aufs Produktsystem loslassen? Kein Problem: Klonen Sie Ihren Datenbankserver und testen Sie erst einmal in Ruhe auf der Kopie.

Das sind nur drei von vielen möglichen Szenarien, die bis vor kurzem Kunden bei den großen Clouds wie Amazon AWS, Microsoft Azure oder der Deutschen Telekom vorbehalten waren. In ihren „Infrastructure-as-a-Service“-Modellen (IaaS) bilden sie ganze Rechenzentren in der Cloud ab – und der Kunde darf über sein Web-Kontrollzentrum (virtuelle) Server starten, stoppen, kopieren, neu mit Hardware bestücken, untereinander vernetzen und clustern. Der Clou: Bezahl wird nur, was tatsächlich genutzt wird: Wird der virtuelle Prozessorkern wieder aus der Maschine entfernt, kostet er auch nichts mehr, und das meist minutengenau (siehe Artikel ab S. 78).

Doch die Flexibilität der großen Clouds steht nur geschäftlichen Kunden offen, die überdies noch eine gehörige Portion Know-how mitbringen müssen. Es wird viel Vorwissen vorausgesetzt, und die Abrechnungsmodelle erschließen sich

nur langsam. Wer etwa bei Amazon im Spieltrieb mal eben zig virtuelle Linux-Maschinen (VMs) startet und in den Experimentierwahn verfällt, kann auf der nächsten Kreditkartenabrechnung sein blaues Wunder erleben.

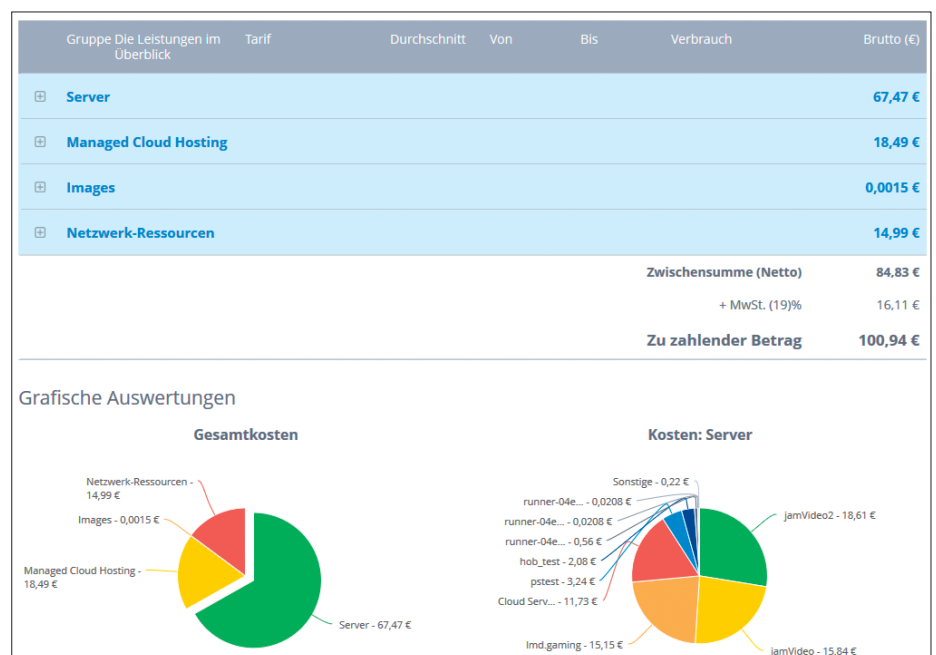
Skalier- und durchschaubar

Immer mehr deutsche Webhoster bieten diese Flexibilität nun auch Privatkunden und kleineren Unternehmen. Wer einen Rootserver im Internet benötigt, muss sich deshalb nicht mehr zwingend Gedanken um lange Vertragslaufzeiten, hohe Einrichtungskosten und starre Ressourcen machen: Einige Hoster bieten

IaaS-Angebote für Kunden, die jederzeit skalierbare Cloud-Server wünschen, ohne preisliche Ein- oder Ausstiegshürde. Werden die Server momentan gar nicht benötigt, friert man sie für einen geringen Betrag ein und holt sie bei Bedarf wieder hervor.

Für diese Marktübersicht haben wir uns bei Providern umgesehen, die ihre Cloud-Infrastruktur in deutschen Rechenzentren unterbringen und ihr Angebot auch Privatkunden zur Verfügung stellen – was keine Selbstverständlichkeit ist. Bei fünf Providern wurden wir fündig, nämlich 1&1, Domainfactory, Hostnet, Netclusive und Strato. Für Strato gilt die Besonderheit, dass das Unternehmen jüngst vom United-Internet-Konzern übernommen wurde und deshalb nun de facto eine Schwesterfirma der zum selben Konzern gehörenden 1&1 ist. Es ist bislang unklar, inwieweit die beiden großen Webhoster ihre Produkte künftig verschmelzen werden.

Die Hosting-Provider erreichen allesamt nicht die Flexibilität und Angebotsbreite der großen Clouds, das dürfte aber in den meisten Anwendungsszenarien privater und kleinerer gewerblicher Kunden nicht ins Gewicht fallen. Stattdessen punkten sie oft mit einfachem Handling, leicht verständlicher Dokumentation, selbsterklärenden Admin-Oberflächen und insbesondere transparenten Preisen sowie Kostenbremsen.



Vorbildlich: 1&1 schlüsselt die laufenden Kosten für jede VM auf und prognostiziert die Gesamtkosten pro Monat.

Achtung, Kleingedrucktes

Bei der Auswahl des Cloud-Server-Angebots sollten Sie vorab auch einen Blick in die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der in Frage kommenden Provider werfen. Mitunter offenbart sich dort, dass Ihre beabsichtigte Nutzung vertragswidrig ist. So verbietet etwa Hostnet in einer „Common Use Policy“, dass „die Bandbreite (oder auch CPU-Last bei virtuellen Systemen) ein stark erhöhtes Maß überschreitet.“ Laut Policy spricht der Anbieter hier Kunden an, „die bereits im Vorfeld genau wissen, dass ihr Projekt den Rahmen des Üblichen sprengen wird.“ Auch Netclusive behält sich vor, „den Einsatz von Techniken zu untersagen und zu unterbinden, die den Server beziehungsweise das Netzwerk übermäßig stark belasten“. Was allerdings unter „stark erhöhtes Maß“ oder „übermäßig starker Belastung“ zu verstehen ist, wird weitgehend offen gelassen. Hierüber wird man sich mit dem Anbieter streiten müssen, wenn er sich auf die Klauseln beruft und den Server sperrt oder einseitig kündigt.

Wenn Sie auf einem Cloud-Server personenbezogene Daten verarbeiten wollen, müssen Sie – um den Anforderungen des Datenschutzes gerecht zu werden – mit dem Provider eine Vereinbarung über eine Auftragsdatenverarbeitung (ADV) schließen. Ab Mai 2018 lautet der Begriff „Auftragsverarbeitung“ und ist in Art. 23 der neuen EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) geregelt. Hintergrund: Der Server-Besitzer gilt als sogenannte „verantwortliche Stelle“ für die Sicherheit der Daten. Ohne eine vertragliche oder gesetzliche Grundlage hat er kein Recht, personenbezogene Daten in der Cloud zu verarbeiten. Durch eine ADV wird der Provider des Cloud-Servers als Auftragnehmer des Server-Besitzers tätig und unterliegt dessen Kontrolle.

Für den Datenschutz ist auch der Serverstandort wichtig, denn personenbezogene Daten dürfen nicht ohne weiteres außerhalb der EU gespeichert und verarbeitet werden. Das Drittland muss über ein adäquates Datenschutzniveau verfügen. (Nicolas Maekeler/hob@ct.de)

Hat man sich – meist kostenlos und mit Startguthaben (siehe Tabelle) – angemeldet, kann man binnen weniger Minuten eine Root-VM mit eigener IPv4-Adresse ins Internet bringen. Zunächst gilt es, den Server zu bestücken: Wie viele Prozessorkerne (vCores), wie viel Hauptspeicher (RAM) und wie viel Plattenplatz

(SSD- oder HDD-Storage) sollen es zu Beginn sein? Einige Provider geben Ausbaustufen vor.

Erzwungene Downtimes

Außer beim Jiffybox-Angebot von Domainfactory lassen sich diese Ressourcen bei den Providern später jederzeit sepa-

rat anpassen, was allerdings stets mit einem Neustart und damit mit verschiedenen langen Downtimes der Server verbunden ist. Spitzenreiter im positiven Sinn ist hier 1&1, wo wir im Test immer unter 60 Sekunden Reboot-Zeit lagen. Die Ressourcen kosten in der Regel einen Fixbetrag pro Zeiteinheit, mehr dazu in der Tabelle am Ende des Artikels.

Zuletzt wählt man ein Betriebssystem-Image aus, mit dem der virtuelle Server bestückt wird. Meist stehen zumindest aktuelle Versionen der Linux-Distributionen CentOS, Debian und Ubuntu zur Verfügung. Drei unserer fünf Kandidaten bieten außerdem auch Windows Server 2012 R2 oder 2016 an. Achtung: 1&1 berechnet pro vCore (!) einen stolzen Aufpreis von 10 Euro monatlich für Windows Server 2016, weil Lizenzkosten fällig und an den Kunden weitergegeben werden – bei Netclusive und Strato fallen keine zusätzlichen Kosten für den Kunden an.

Geregelte Flexibilität

Läuft die VM, lässt sie sich beispielsweise via SSH-Client oder oft auch mit einer Webkonsole administrieren. Monitoring-Services der Provider geben auf der Admin-Oberfläche Auskunft über die Last und den IP-Traffic. Beobachten Sie Ihre Server-Anwendungen: Stellt sich beispielsweise heraus, dass der SQL-Server des Online-Shops einen Flaschenhals darstellt, können Sie ihn in eine zweite VM auslagern und die Maschinen verbinden. Alternativ experimentieren Sie mit den zugewiesenen Ressourcen. Vielleicht benötigt der MySQL-Server ja nur mehr RAM, um nicht ins Stottern zu geraten – Sie haben Flexibilität gebucht.

Ihre VMs können Sie jederzeit duplizieren. Der Klon kann dazu dienen, in einem Verbund die Last mit seinem Original zu teilen. Mit ihm lässt sich aber auch experimentieren, um nicht „am lebenden Objekt arbeiten“ zu müssen. Damit die Server von außen erreichbar sind, benötigen sie eine öffentliche IP-Adresse. Weil IPv4-Adressen ein knappes Gut geworden sind, knausern die Provider damit. Oft ist in den Angeboten nur eine Adresse inklusive, jede weitere kostet dann. Hier lauert eine Kostenfalle, wenn die IP-Adressen separat abgerechnet werden und damit aus dem Sichtfeld des Kunden geraten.

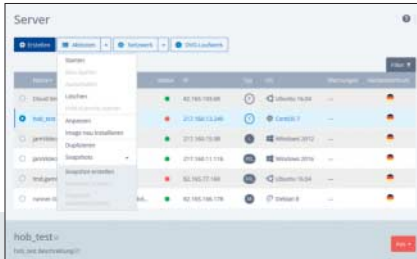
Anders als in den großen Clouds ist bei den Hostern der ein- und ausgehende

The screenshot shows a configuration interface for a cloud server. It has three main sections: Betriebssystem, CPU, and HDD. Each section has a slider to adjust the resource level and a dropdown menu to select a specific configuration. The 'Verbrauch' (consumption) and 'Vorgemerkt' (recommended) status are shown for each section.

Section	Resource	Current Value	Consumption (Credits pro Monat)	Status
Betriebssystem	OS	CentOS 7 64bit (HV)	1.460	Vorgemerkt
CPU	Core	4	2.920	Vorgemerkt
HDD	Storage	60 GB	438	Vorgemerkt

Speicherbedarf für das Betriebssystem: 5 GB

Per Schieberegler – hier bei Strato – weist der Admin einer neuen VM Ressourcen zu.

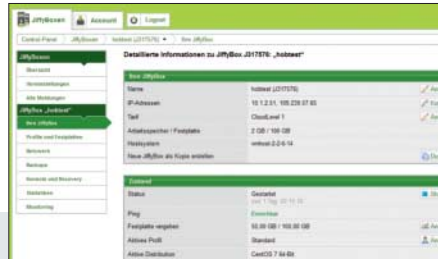


1&1

Im „CloudPanel“ von 1&1 fühlt man sich sofort zu Hause: Die Oberfläche präsentiert ihre vielen Optionen übersichtlich und sinnvoll gegliedert. Zu jeder VM zeigt sie Konfiguration, Aktivitätsprotokolle und Daten des inklusiven Monitorings. Vorbildlich transparent: Unter dem Punkt „Kosten“ schlüsselt das CloudPanel den momentanen und auf einen Monat projizierten Ressourcen-Verbrauch detailliert auf. Neue VMs generiert und startet das „Fast Deployment“ von 1&1 extrem schnell – im Test lag es stets unter einer Minute. Ressourcenänderungen erfordern einen Neustart, der ebenso schnell vonstatten geht.

1&1 bietet rund um seine Cloud-Server einen enormen Funktionsumfang. So lässt sich die Last über einen Load Balancer auf mehrere VMs verteilen. Vom Admin festgelegte Firewall-Regeln ermöglicht 1&1 für jede VM separat. Der Administrator kann seine VMs über ein privates Netzwerk (VLAN) untereinander verbinden. Eine Nutzer- und Rollenverwaltung macht es ihm möglich, Kollegen zuzufügen und ihnen fein granuliert Rechte für bestimmte Optionen zu geben – ideal für schnell wachsende IT-Projekte. Ein API macht überdies alle Funktionen der Admin-Oberfläche für die Automatisierung via Software zugänglich.

- 👍 sehr gute Admin-Oberfläche
- 👍 enormer Funktionsumfang
- 👍 schnell und reaktiv



Domainfactory

Unter dem Namen Jiffybox hat Domainfactory seit 2010 als erster und für lange Zeit einziger deutscher Webhoster flexible Cloud-Server im Programm. Außer bei den Preisen und den angebotenen Linux-Images hat sich seitdem kaum etwas getan. Schade ist, dass sich nur zwischen verschiedenen Ressourcen-„Leveln“ wechseln lässt, nicht aber jede der Ressourcen vCore, RAM und Plattenplatz einzeln steuerbar ist. Jedes Aufstocken stellt den Admin vor eine Geduldsprobe: Jiffybox fährt die Maschine herunter und kopiert sie um. Nach eigenen Angaben dauert das eine Minute pro 2 GByte Plattenplatz – 50 GByte Plattenplatz ergeben also eine Downtime von stolzen 25 Minuten.

Die Admin-Oberfläche ist schnörkellos und reaktiv. Hier macht es Spaß, mit den VMs zu jonglieren. Entwickler klonen mal eben eine Konfiguration, um ein Upgrade ihrer Software zu testen. Als zusätzliches Fallnetz steht die Backup-Funktion bereit. Über ein API ist Jiffybox nahezu komplett fernsteuerbar. Achtung: Seitdem Domainfactory zum Hosteurope-Konzern gehört, wird nicht mehr in Deutschland, sondern im französischen Straßburg gehostet. Über den Menüpunkt „Hosting in Deutschland“ lässt sich für pauschal 2 Euro monatlich das Hosting der Server in einem deutschen Rechenzentrum erzwingen.

- 👍 einfache Bedienung
- 👍 günstige Preise und Kostenbremse
- 👎 nur Ressourcen-„Level“



Hostnet

Wer mal eben auf die Schnelle einen Rootserver benötigt, könnte bei Hostnet richtig sein. Viel mehr hat der Host in seinem Cloud-Server-Angebot „Baremetal“ allerdings auch nicht zu bieten. Über das simple Interface lassen sich VMs starten und stoppen – das wars fast schon. vCore-Anzahl und RAM kann man außerdem ändern, muss dann allerdings ähnlich wie beim Erstellen eines Servers ohne Feedback des Frontends eine gefühlte Ewigkeit warten, bis sich etwas tut. Für den ersten Serverstart etwa haben wir wiederholt rund 15 Minuten gemessen. Eine Besonderheit: Hostnet bietet verschiedene Software-Ausstattungen namens „Hosting-Scenes“ an – der Admin kann beispielsweise wählen, ob er lieber ein klassisches LAMP oder einen nginx-Webserver mit MariaDB vorinstalliert bekommt.

Nicht nachvollziehbar ist die Preisgestaltung der Ressourcen, denn sie steigt mit Zwischensprüngen an, was Kalkulationen erschwert. Überraschend und ärgerlich fanden wir die „Common Use Policy“, eine Ergänzungsvereinbarung zum Vertrag. Hier erklärt der Hoster viele CPU- oder IP-Traffic-intensivere Verwendungen für vertragswidrig, beispielsweise Game- und Streaming-Server (siehe Kasten). Hostnet erklärt damit deutlich, wer als Kunde erwünscht ist und wer nicht.

- 👍 sofort loslegen
- 👎 lahmes Deployment
- 👎 unklare Traffic-Policy

IP-Traffic im Paket enthalten und wird nicht extra berechnet. Netclusive allerdings verkauft die Bandbreite indirekt dennoch separat: Inbegriffen sind lediglich auf 25 MBit/s gedrosselte Netzwerk-Interfaces. Wer die Schleuse zum Internet

weiter öffnen will, zahlt pro VM einen Aufpreis. Strato drosselt pro Account „aus Sicherheitsgründen“ ab 5000 GByte Verbrauch pro Monat die Geschwindigkeit auf 10 MBit/s. Der Provider betont, dass der Kunde seine „ursprüngliche Anbin-

dung aber selbstverständlich jederzeit und kostenfrei im Kundenlogin wieder freischalten“ könne.

Zur Sicherheit sollten Sie regelmäßige Backups Ihrer Server fertigen. Schön ist es, wenn Ihnen der Provider Platz dafür



Netclusive

Aus dem rudimentären, verwirrenden Admin-Frontend von Netclusive geht hervor: Der Hoster setzt voll auf die Virtualisierungsplattform Parallels und nutzt auch deren Provisionierungs-Tool Odin. Als wir eine VM anlegen wollten, erhielten wir eine Fehlermeldung. Die telefonische Hotline antwortete, da müsse sie mal eben einen Dienst neu starten – danach klappte der Start immerhin. Fehlermeldungen erhielten wir aber dann auch, als wir die VM duplizieren wollten, dasselbe beim Backup. Diese Aktionen seien „aufgrund einer Abhängigkeit zu einer Funktion“ fehlgeschlagen, „welche durch den technischen Fehler beeinflusst wurde“, erklärte Netclusive später.

An Betriebssystemen standen veraltete Debian- und Ubuntu-Versionen bereit. Als Netclusive von unseren Tests erfuhr, legte man immerhin das aktuelle Ubuntu 16.04 nach. PHP gibt es unter „Software-Vorlagen“ lediglich in der Version 5. Die Installation dauerte Stunden und schlug schlussendlich fehl. Laut Support lag das an Paketabhängigkeiten. Die VM ins Internet zu bringen scheiterte daran, dass wir keine Möglichkeit gefunden haben, die gebuchte öffentliche IP-Adresse mit ihr zu verbinden. Hinzu kommt, dass sich nichts erklärt, auch die Preise nicht: „Geschätzter monatlicher Preis null 17.19 per month“ lautete die Auskunft.

- ➔ grottiges Frontend
- ➔ vieles funktionierte nicht
- ➔ intransparente Preise



Strato

Wie beim klassischen Webhosting werfelt Strato gefühlt gleichmäßig lahm: Im Vergleich zum direkten Wettbewerb 1&1 (neuerdings aus demselben Konzern United Internet) dauert alles länger: eine VM anlegen, Ressourcen ändern, klonen. Der Hoster punktet mit einer soliden, übersichtlichen Admin-Oberfläche und einigen Zusatzfunktionen, insbesondere damit, VMs zu Clustern zusammenschalten und mit einer gemeinsamen IP-Adresse zu versorgen. Schade nur, dass der Load Balancer dazu nicht im Preis inbegriffen ist und mindestens 39 Euro extra pro Monat kostet.

Zwar gibt Strato im Frontend an, welche Kosten monatlich anfallen können, dies aber in der Strato-eigenen Währung „Credits“. Der Hoster hat sich jüngst mit einem Manifest Transparenz und Fairness verordnet. Da wirkt es bizarr, dass er in einem kostenmäßig ohnehin schwer zu durchschauenden Segment wie den Cloud-Servern mit einer Währung eine zusätzliche Hürde für die Kunden einbaut: Bei Strato muss man im Prepaid-Verfahren „Credits“ einkaufen, um billiger wegzu kommen. Allerdings verfällt dieses Guthaben zum Monatsende, sodass man auch deutlich schlechter fahren kann, als wenn man im „Starter“-Modus agiert, in dem ein Strato-Credit einem Eurocent entspricht.

- ➔ solides Hosting
- ➔ Features kosten extra
- ➔ intransparentes Credit-System

Schnittstelle dafür bereitstellt. Drei der fünf von uns getesteten Webhoster bieten ein RESTful API an, mit dem sich die in der Admin-Oberfläche vorhandenen Funktionen ansteuern lassen. Bei 1&1 erreichten wir allerdings schnell ein Limit und erhielten die Fehlermeldung „TOO_MANY_REQUESTS“. Der Provider erklärte: „Bei unseren Verträgen sind das im ersten Vertragsmonat 25 Requests pro Minute. Diese Anzahl ergibt sich aus unseren Erfahrungswerten, die wir basierend unseren Kundenverträgen gesammelt haben.“ Danach erhöhe man diese Anzahl auf 50.

Teuer oder nicht?

Es bleibt die Frage, zu welchem Preis man die große Flexibilität erkaufte. Legt man als Maßstab herkömmliche V-Server mit starren Ressourcen zugrunde, die es bei vielen Webhostern mit langen Vertragslaufzeiten zu mieten gibt, ist der Aufpreis hoch.

Zum Beispiel Strato: Der V-Server „Linux V10“ kostet pro Monat 5 Euro bei einer Laufzeit von mindestens 12 Monaten. Dafür erhält der Kunde einen Rootserver in der Cloud, der mit einem vCore, 2 GByte RAM und 50 GByte SSD-Speicher ausgestattet ist. Unsere Beispielrechnung in der Tabelle zeigt, dass eine schlechter bestückte Cloud-VM mit bis zu 16 Euro monatlich zu Buche schlägt – wenn sie denn durchläuft.

Ähnlich sieht es bei den anderen Angeboten aus. Wer also mit fest zugewiesenen Ressourcen gut lebt, sollte dabei bleiben, weil er damit wesentlich billiger fährt. Interessant sind die flexiblen Server-Clouds für alle, die mit unterschiedlichen Hardware-Anforderungen ihrer geplanten Projekte rechnen. Ein Shop etwa, der 11 Monate pro Jahr gut läuft, aber in der Vorweihnachtszeit richtig brummt, benötigt genau dann mehr Power, die sich bequem zuschalten lässt. Mit der Möglichkeit, Cluster zu bilden und Load Balancer vorzuschalten, kommen die Provider diesen Szenarien entgegen. Diese Funktionen bilden eben einen Teil des Mehrwerts, der mit bezahlt werden muss.

Umgekehrt kann es auch sein, dass eine VM nur einen oder zwei Tage pro Woche laufen muss, dafür aber je nach erwarteter Last in unterschiedlicher Konfiguration. Gameserver sind ein Beispiel dafür, Videokonferenz- oder VoIP-Server ein anderes. In diesen Fällen kann es sein, dass die Flexibilität der Server-Clouds

anbietet und die Backups nach einem gewählten Plan selbst durchführt. Achtung: Derlei Backups helfen Ihnen natürlich nicht, wenn das gesamte Rechenzentrum ausfällt. Deshalb sollten trotz dieser Services Sicherungen wichtiger Daten räum-

lich getrennt vorliegen, um im Ernstfall die Downtime möglichst gering zu halten und insbesondere Kundendaten nicht zu verlieren.

Wer Prozesse automatisieren will, wird schätzen, wenn sein Provider eine

Cloud-Server-Angebote					
Anbieter	1&1	Domainfactory	Hostnet	Netclusive	Strato
Produkt	Cloud Server Flex	JiffyBox	Baremetal Cloud Server	Cloud Server	ServerCloud
Internet	https://hosting.1und1.de/dynamic-cloud-server	https://www.df.eu/de/cloud-hosting/	https://www.hostnet.de/server/baremetal-cloud-scenes.html	https://www.netclusive.de/cloud-server	https://www.strato.de/server/server-cloud/
Ausstattung					
max. vCores pro VM	16	12	16	12	8
max. RAM pro VM	128 GByte	32 GByte	32 GByte	64 GByte	32 GByte
max. Plattenpeicher pro VM	500 GByte SSD	500 GByte SSD	1000 GByte SSD	1000 GByte HDD	1000 GByte HDD
max. Anzahl VMs	99	7	k. A.	200	100
Virtualisierungsbasis	VMware	Xen	Xen	Linux-Container, Virtuozzo	Hyper-V
Betriebssysteme	ArchLinux, OpenSuse, CoreOS, Debian 9, CentOS7, Ubuntu 16.04, Windows Server 2012 R2 (5 € pro Core/Monat), Windows Server 2016 (10 € pro Core/Monat)	CentOS 7, Debian 9, fedora 25, OpenSuse 42.2, Ubuntu 16.04 LTS	ArchLinux, CentOS 7, Debian 8.7, fedora 25, FreeBSD 11.1, gentoo, OpenSuse Leap 42.2, OpenSuse Tumbleweed, Ubuntu 16.04	CentOS 7, Debian 8, Ubuntu 16.04 LTS, Windows Server 2012 R2	Debian 9, CentOS 7, Ubuntu 16.04, Windows Server 2012 R2, Windows Server 2016
docker-ready	✓	✓	✓	✓	✓
IPv4-Adressen	1 ink. (jede weitere 5 € pro Monat)	1 ink. (jede weitere 10 €, maximal 3 zusätzlich)	1 ink. (jede weitere 10 € pro Monat)	1 ink.	1 pro VM ink. (sowie Gruppen-IP-Adresse Cluster-IP)
IPv6-Adressen	–	✓ (beta)	–	–	✓
Domains ink.	–	–	–	1	–
API	RESTful API	RESTful API	–	RESTful API	–
Hoster-Mail-Service	✓	–	–	–	–
Load-Balancer	✓	–	– (Aufpreis)	✓	– (Aufpreis)
IP-Traffic	unlimitiert	unlimitiert	unlimitiert (aber „Common Use Policy“)	gestaffelt ab 25 MBit/s	unlimitiert (Drosselung auf 10 MBit/s nach 5 TByte/Monat)
SSL-Zertifikat ink.	✓ (Symantec)	–	✓ (Let's Encrypt)	–	✓ (RapidSSL)
Backup-Platz	– (Aufpreis 0,20 €/GByte/Monat)	✓	–	✓	50 GByte (FTP)
Verfügbarkeit per anno	99,9 %	99,9 %	99,99 %	99,9 %	99,99 %
Ressourcen-Änderung ohne Reboot	✓	–	–	–	–
VM einfrieren	✓	✓	✓	✓	✓
VM klonen	✓	✓	–	✓	✓
Web-Konsole	✓	✓	✓	✓	–
Vertrag					
Zahlungsart	SEPA	SEPA	SEPA	SEPA	SEPA
Startguthaben erster Monat	100 €	–	–	100 €	–
Zahlungsintervall	monatlich	monatlich	monatlich	monatlich	monatlich
Abrechnungstakt für Ressourcen	angefangene Minute	angefangene Stunde	angefangene Sekunde	angefangene Stunde	angefangene Stunde
Kündigungsfrist	–	–	–	–	1 Monat
Mindestvertragslaufzeit	–	–	–	–	1 Monat
Kosten					
Setup-Gebühr (einmalig)	–	–	–	4,99 €	1,00 €
Preis vCore	7,20 €/Monat	nicht separat	ca. 4 €/Monat	6 €/Monat	max. 7,30 €/Monat
Preis GByte RAM	7,20 €/Monat	nicht separat	ca. 4 €/Monat	7,20 €/Monat	max. 7,30 €/Monat
Preis HDD/SSD	1,44 €/Monat pro 20 GByte	nicht separat	ca. 18 €/Monat pro 50 GByte	7,20 €/Monat pro 100 GByte	max. 1,46 €/Monat pro 20 GByte
Preisbeispiele					
1 vCore + 1 GByte RAM + 20 GByte HDD	15,84 €/Monat	feste Level	ca. 10 €/Monat	18,48 €/Monat	max. 16,06 €/Monat
4 vCore + 4 GByte RAM + 100 GByte HDD	64,80 €/Monat	feste Level	48,50 €/Monat	60,96 €/Monat	max. 65,70 €/Monat
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe p. a. pro anno					

sogar Geld sparen hilft, weil ein Server nicht sechs Tage pro Woche bezahlt wird und nichts tut.

Kurzum: Ein Kostenvergleich lässt sich nicht pauschal ziehen. Das Schöne ist, dass jeder selbst gefahrlos testen kann, ob ihm das Server-Cloud-Prinzip entgegenkommt. Ein Account ist rasch eingerichtet, vertragliche Mindestvertragslaufzeiten gibt es meist nicht. Wer nur einen Tag

herumprobiert, zahlt eben auch nur für diesen einen Tag, und sagt dann gegebenenfalls Tschüss. Am besten lesen Sie aber erst einmal in den folgenden Artikeln praktische Ideen dazu, was sich mit den Cloud-VMs alles Sinnvolles anstellen lässt.

Im direkt folgenden Artikel erklären wir, welche Vor- und Nachteile die großen Elastic Clouds von Amazon, Microsoft,

Google und der Deutschen Telekom mit sich bringen. Dort fühlt sich eher zu Hause, wer noch mehr Flexibilität verlangt, als die deutschen Hoster sie bieten. Das geht allerdings auf Kosten der Preistransparenz und Benutzerfreundlichkeit. Ohnehin ist in den großen Clouds nur willkommen, wer Business-Accounts anlegt und eine entsprechende Kreditkarte zückt. *(hob@ct.de) ct*



Hochnebel

Elastic-Cloud-Angebote von Amazon, Google, Microsoft und Telekom

Für wenige Minuten brachiale Rechenpower von dutzenden CPU? Oder für kleines Geld eine lahme Kiste, dafür aber hochverfügbar rund um die Uhr? Elastic Clouds sollen allen Ansprüchen gerecht werden, doch unzählige Konfigurationsmöglichkeiten machen die Kosten intransparent. Wir haben die größten Anbieter verglichen.

Von Mirko Dölle

Rechenpower auf Abruf, beliebig viel, jederzeit, überall und maßgeschneidert. Das versprechen Elastic Clouds, virtuelle Rechenzentren, in denen man nach Belieben oder Notwendigkeit virtuelle Server anmieten und miteinander verknüpfen kann. Für deutsche Firmen sind dabei Dienstleister besonders interessant, die ein deutsches Rechenzentrum betreiben, sodass es keine rechtlichen Schwierigkeiten mit etwaiger Datenweitergabe ins Ausland gibt.

Wir haben uns deshalb die Angebote der drei größten Betreiber Amazon, Google und Microsoft angesehen, die inzwi-

schen auch Server in deutschen Rechenzentren anbieten, und außerdem die Open Telekom Cloud der Deutschen Telekom berücksichtigt. Wichtig war für uns nicht nur, zwischen verschiedenen leistungsstarken Servern wechseln zu können, sondern auch die Bewältigung von Lastspitzen durch Skalierung. Ein ganz besonderes Augenmerk haben wir auf die Kostentransparenz und den Zugang zu den Diensten gelegt – im Idealfall sollte jedermann leicht die Angebote ausprobieren können und vor der Buchung exakt überblicken können, was ihn der Dienst letztlich kostet.

Kartenzwang trotz Guthaben

Alle vier Firmen bieten Neukunden üppige Startguthaben, damit sie den Cloud-Dienst kostenlos ausprobieren können: Bei Amazon sind es ein Jahr lang Maschinenstunden für den Dauerbetrieb einer kleinen EC2-Instanz inklusive 30 GByte Festplatte oder SSD und 15 GByte Datenvolumen pro Monat, Google schreibt dem Konto 300 US-Dollar gut, das man innerhalb eines Jahres verbrauchen kann, bei Microsoft sind es ebenfalls Maschinenstunden für 12 Monate plus 200 US-Dollar für 30 Tage und bei der Telekom 250 Euro, die erst nach einem Jahr verfallen.

Verführerische Angebote – doch wie immer gibt es einen Haken: Das Startguthaben bekommt nur, wer sich zunächst als Kunde registriert. Dazu braucht man eine Mobilfunknummer für eine Authentifizierung per SMS und eine gültige Kreditkarte. Bei der Telekom muss man ein bestehendes Telekom-Festnetz- oder Mobilfunk-Rechnungskonto, eine Bankverbindung oder ein Paypal-Konto angeben.

Die Fixierung auf Kreditkarten zur Anmeldung bei Amazon, Google und Microsoft bereitet in der Praxis Probleme, denn kleinere Unternehmen haben hierzulande keine eigene Firmen-Kreditkarte, allein schon aus Furcht vor Missbrauch. In mittleren und größeren Unternehmen ist meist ein Gespräch mit Geschäftsführer, Prokurist oder Buchhaltung angesagt, bevor ein Mitarbeiter die Daten bekommt und sich für den Cloud-Dienst anmelden darf. Mit dem Paypal-Konto oder Girokonto, wie es die Telekom verlangt, verhält es sich ähnlich.

Firmenmitarbeiter können die Cloud-Dienste deshalb nicht so leicht ausprobieren. Einzig Amazon akzeptiert auch Prepaid-Kreditkarten, mit denen sich das Missbrauchsrisiko deutlich senken lässt, Google und Microsoft bestehen auf einer

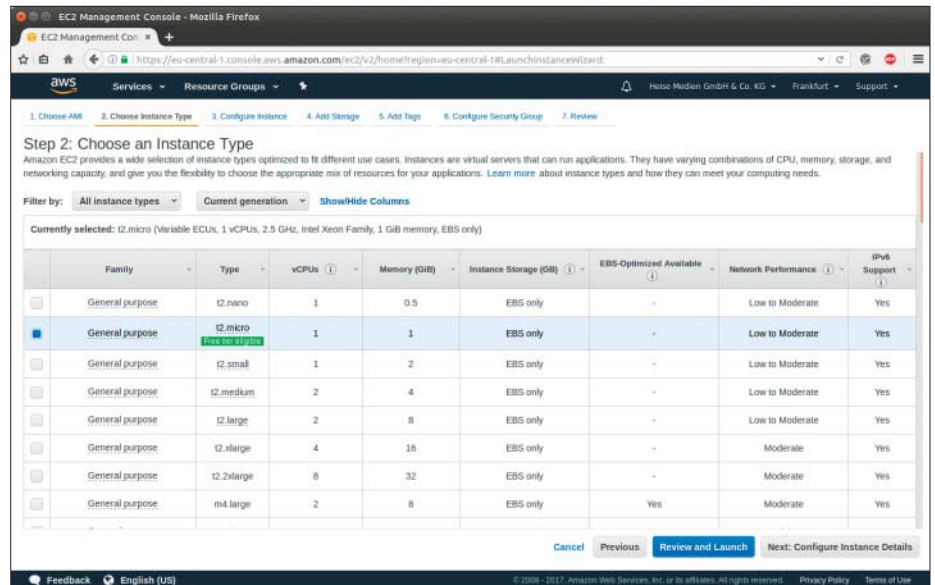
herkömmlichen Kreditkarte zwecks Inhaberüberprüfung.

Hochflexibel, aber intransparent

Die Konfigurationsmöglichkeiten der Elastic-Cloud-Angebote sind umfangreich, was sich in den hochkomplexen Web-Frontends widerspiegelt. Nicht-Admins sind damit schnell überfordert, die richtige „Availability Zone“, „Security Group“ und „DeH“ auszuwählen. Vergleichsweise einfach ist es bei Google und Microsoft, wo sämtliche Details zum Start einer neuen Instanz in einer Maske untergebracht sind, weniger übersichtlich bei der Telekom und am unübersichtlichsten bei Amazon.

Bei allen vier Anbietern gibt es eine große Leistungsbandbreite. Sie reicht von einem CPU-Kern, 512 MByte RAM und lahmem Netzwerk bis hin zu 128 Cores, knapp 2 TByte RAM und 25-Gbit-Anbindung – alles nur eine Frage des Geldes. Die günstigsten Maschinen gibt es je nach Anbieter für 10 bis 20 Euro pro Monat Betriebszeit, mit Vollausrüstung werden daraus bis zu 6000 Euro pro Monat. Da die Server üblicherweise sekundengenau abgerechnet werden, bei mindestens einer Betriebsstunde, kann es sich durchaus lohnen, so große Maschinen stundenweise anzumieten anstatt sie selbst vorzuhalten.

Im Dauerbetrieb sind die sogenannten Elastic-Cloud-Server mitunter teurer als die auf Seite 72 vorgestellten dynamischen



Neukunden bekommen bei Amazons EC2-Service so viel Rechenzeit gutgeschrieben, dass sie einen Server mit einem virtuellen CPU-Kern und 1 GByte RAM ein Jahr lang kostenlos betreiben können.

Server. Der Vorteil der Elastic Cloud liegt in der garantierten Verfügbarkeit von mindestens 99,95 Prozent (weniger als 4,5 Stunden Downtime pro Jahr) bei allen vier Anbietern sowie in der Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit, mit der sich auch extreme Lastspitzen bewältigen lassen.

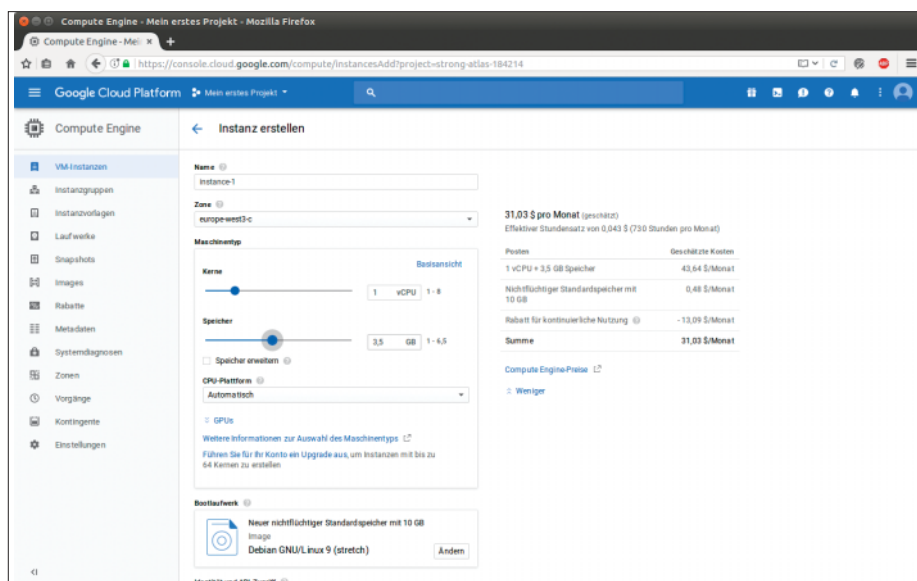
Wie viel ein Elastic-Cloud-Server tatsächlich kostet, lässt sich vorab nur mühsam herausfinden. Die Kostentransparenz ist bestenfalls dürftig und meist unzureichend. Keiner der vier Anbieter nennt die

Preise aller Optionen, die beim Bestellen einer neuen Instanz ausgewählt wurden, im Detail. Am übersichtlichsten ist es bei Google, dort werden beim Anlegen einer neuen Instanz parallel die voraussichtlichen monatlichen Kosten angezeigt, inklusive etwaigen Rabatten. Erzeugt man ein zusätzliches Laufwerk oder erstellt einen Snapshot, erfährt man jedoch nicht, was das kostet.

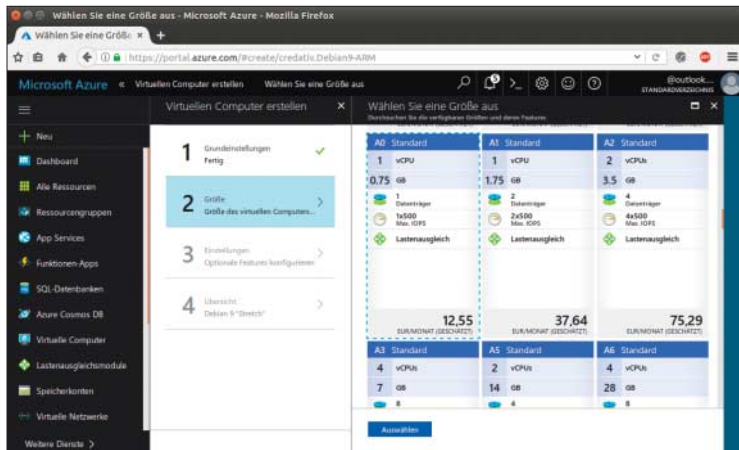
Microsoft zeigt bei Azure eine Schätzung für die monatlichen Kosten einer neuen Instanz sowie in der Zusammenfassung der Bestellung den Stundenpreis an. Etwaige Zusatzkosten wie für Load Balancer sieht man hingegen nicht. Die Telekom-Cloud zeigt stets einen Link zu einem externen Online-Preisrechner an, der die aktuell gewählten Optionen weitgehend berücksichtigt. Vollständig ist das nicht, so ließen sich bis Redaktionsschluss die Kosten für Bare Metal Server nicht ermitteln.

Bei Amazon muss man sich von Hand durch den Online-Preisrechner klicken und höllisch aufpassen, dass man nicht versehentlich den Preis für ein ganz anderes Produkt oder eine andere Region berechnet. Insgesamt ist die Transparenz bei Amazon am schlechtesten. Da hilft es auch wenig, dass man sich die bereits angefallenen Kosten im Cost Explorer und der monatlichen Rechnung detailliert ansehen kann – denn dann ist es eigentlich schon zu spät.

Wir würden uns eine Art Preisschild im Web-Frontend zur Cloud-Verwaltung



Googles Cloud-Frontend zeigt bereits während der Bestellung, was man später bezahlen muss – allerdings nur bei virtuellen Servern. Was ein zusätzliches Laufwerk oder ein Snapshot kostet, muss man von Hand nachschlagen.



Microsofts Kosten-Voraussage deckt nur die Basis-kosten des virtuellen Servers ab, Erweiterungen sind nicht eingerechnet.

wünschen, wo an jeder Instanz und an jeder Option konkret dransteht, was sie pro Stunde kostet und in diesem Monat bereits gekostet hat.

Mehr Power

Gleich vorweg: Die Leistungsfähigkeit bereits laufender Instanzen lässt sich bei keinem der Anbieter anpassen. Hat man einen Elastic Cloud Server mit einem CPU-Kern und 1 GByte RAM gestartet, ist man darauf festgenagelt, bis man die Instanz herunterfährt. Erst beim nächsten Start können Sie leistungsfähigere Maschinentypen auswählen.

Eine solche Downtime von mehreren Minuten kann man als Unternehmen genau dann nicht gebrauchen, wenn sie erforderlich wird – etwa weil man auf einem großen Portal wie Slashdot oder heise online erwähnt wurde und nun der Webserver unter der Last zusammenbricht.

Die Lösung ist ein Cluster aus mehreren Servern, zwischen denen ein Load Balancer die Last verteilt. So können Sie für den Normalbetrieb eine einzelne kostengünstige Instanz mit geringer Leistung verwenden und erst, wenn die Last ansteigt, leistungsfähigere Instanzen starten. Sinkt die Last, schalten Sie die teuren Maschinen wieder ab.

Das geht bei allen Anbietern automatisch per Auto Scaling, indem man etwa eine Auslastungsschwelle vorgibt, ab der weitere Instanzen gestartet werden. Nimmt die Last ab, werden die zusätzlichen Instanzen automatisch heruntergefahren.

Image als Prototyp

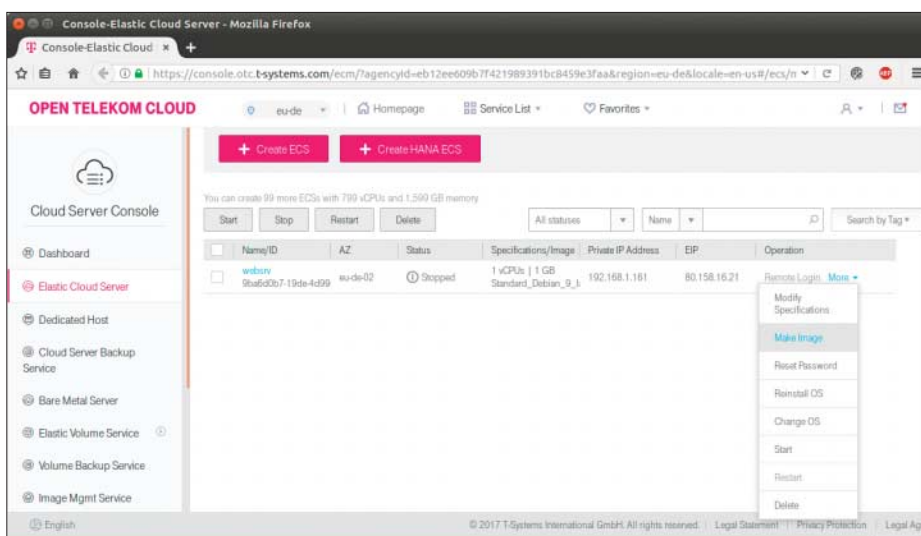
Der einfachste Weg, um manuell oder automatisch weitere Instanzen Ihres Servers starten zu können, ist, beizeiten ein Image Ihres Servers anzulegen, das als Bootme-

dium für zusätzliche Instanzen dient. In der Google- und der Telekom-Cloud geht das besonders leicht: Haben Sie den ersten Elastic-Cloud-Server fertig konfiguriert, halten Sie ihn über das Web-Frontend an und erzeugen aus dem Datenträger der Instanz ein neues Image. Wenige Minuten später finden Sie im Image Management Service das Image Ihres Prototyps im privaten Bereich und können damit einen zusätzlichen Server starten oder das Image im Auto Scaler verwenden. Letzterer hat den Nachteil, dass Sie nur gleiche Maschinentypen starten können, also im Zweifel nur weitere leistungsschwache Instanzen statt einer wesentlich leistungstärkeren hochgefahren werden.

Bei Amazons EC2-Service ist das Verfahren umständlicher, hier legen Sie zunächst einen Snapshot der angehaltenen EC2-Instanz Ihres Webservers im Elastic Block Store an. Die Daten landen automatisch in Amazons S3-Service, ohne dort sichtbar zu sein, was in Frankfurt pro Monat knapp 50 Cent für das Standard-Root-Dateisystem mit 8 GByte kostet. Aus dem Snapshot erstellen Sie anschließend das Image für zusätzliche Server. Dabei sind Sie selbst dafür verantwortlich, darauf zu achten, dass Sie das Image nur mit EC2-Instanzen verwenden, die dafür auch geeignet sind.

Bei Microsoft Azure ist es ein Abenteuer, eigene Images zu erstellen. Dies geht nicht im Web-Frontend, sondern nur auf der Kommandozeile des jeweiligen Servers, wofür die Azure-Tools nachinstalliert werden müssen. Entsprechende Pakete bietet Microsoft für alle unterstützten Betriebssysteme an, so auch für das von uns verwendete Debian, allerdings sind die Abhängigkeiten unvollständig. So scheiterten wir schon beim ersten Schritt, uns über die Kommandozeile bei Azure einzuloggen: `az login` beschwerte sich über fehlende SSL-Bibliotheken und tat nichts. Eine Lösung fanden wir weder bei Bing noch beim Microsoft-Support; das von uns eröffnete Support-Ticket wurde bis zum Redaktionsschluss nicht bearbeitet.

Klappt das Login, muss im zweiten Schritt die sogenannte Provisionierung des Systems entfernt werden – wobei der Benutzer-Account für den SSH-Zugang, die Befehlshistorie und etliche andere Daten vom Server gelöscht werden. Ab diesem Zeitpunkt ist kein Login mehr auf dem Server möglich, man muss ihn später über das Web-Frontend ausschalten und löschen. Man zerstört also das gerade ein-



Mit nur einem Klick lässt sich in der Open Telekom Cloud aus einer angehaltenen Server-Instanz ein Image erstellen, das dann als Boot-Device für weitere automatisch gestartete Server dient.

Anzeige

gerichtete System – und darf bei einem Fehler ganz von vorne beginnen.

Versteckte Kosten

Auto Scaling allein kann die Lastspitze etwa eines Webservers nicht allein abfangen, für die Aufgabenverteilung benötigt man zusätzlich einen Load Balancer. Dieser verursacht weitere monatliche Kosten sowie Traffic-abhängige Kosten – von denen man beim Bestellen nichts erfährt.

Bei der Telekom etwa kostet der Load Balancer 2,3 Cent zuzüglich 0,4 Cent für die öffentliche IPv4-Adresse – pro Stunde. Was auf den ersten Blick kaum erwähnenswert aussieht, summiert sich auf 20 Euro im Monat. Da fallen die Traffic-Kosten von 6,8 Cent pro Gigabyte kaum mehr ins Gewicht. Die Preise der anderen Anbieter sind ähnlich: So verlangt Amazon 2,5 Cent pro Stunde und 0,8 Cent pro Gigabyte ausgehenden Traffic, Google 2,5 Cent pro Stunde und 0,8 Cent pro Gigabyte eingehend wie ausgehend und Microsoft 2,2 Cent pro Stunde für den Load Balancer und 0,5 Cent pro Gigabyte Traffic, eingehend wie ausgehend.

Fazit

Elastic-Cloud-Server eignen sich trotz vergleichsweise hoher Kosten gut, um dynamisch schnell auf Lastspitzen reagieren zu können. Amazon, Google, Microsoft und

Lightsail: Amazon-Cloud ganz einfach

Mit Lightsail hat Amazon ein EC2-ähnliches Angebot geschaffen, das sich gezielt an Entwickler oder Anwender ohne Admin-Hintergrund richtet. Es ist erheblich leichter zu bedienen als das Web-Frontend des Elastic-Cloud-Service, an das sich selbst gestandene Administratoren erst gewöhnen müssen. So genügen bei Lightsail vier Klicks, um einen neuen Server mit Wordpress oder nur dem nackten Betriebssystem zu installieren, und ähnelt auch optisch den traditionellen Virtual Private Servern anderer Anbieter. Dazu passt auch, dass Amazon die Preise vergleichsweise plakativ und

pro Monat angibt – oder anzugeben versucht: Den „\$5 Plan“ übersetzt Amazon mit „\$5 Jahr USD“, verlangt aber natürlich trotzdem 5 US-Dollar pro Monat und nicht pro Jahr.

Ganz unkompliziert ist es dann aber doch nicht: So gibt es bei Lightsail keine Schieberegler, mit denen man leicht weitere Kerne oder zusätzlichen Speicher buchen könnte. Stattdessen muss man zunächst die Lightsail-Instanz anhalten, einen Snapshot von ihr anfertigen und kann dann mit diesem Snapshot eine neue Instanz mit geänderter Hardware starten.

Telekom stellen alle dafür notwendigen Komponenten bereit, vom hochverfügbaren virtuellen Server über Load Balancer und Auto Scaler bis hin zur Datenbank.

Die Kostentransparenz ist jedoch keine Stärke der Anbieter und schürt so Ängste vor der großen Rechnung am Monatsende: Sofern man überhaupt Preise angezeigt bekommt, beziehen sie sich nur auf den virtuellen Server, nicht jedoch auf Zusatzleistungen oder Traffic – auch wenn diese mitunter mehr kosten als der Server selbst. Die Notwendigkeit, die Firmenkre-

ditkarte oder das Firmenkonto schon beim Ausprobieren und trotz üppiger Freikontingenten angeben zu müssen, hält davon ab, die Cloud-Dienste auszuprobieren.

Dabei sind Elastic-Cloud-Server eine interessante Alternative zu traditionellen Virtual Private Servern, insbesondere wenn man sie nur gelegentlich benötigt und ansonsten in der Cloud schlummern lässt. Die Bedienung will allerdings erlernt sein, sonst verliert man in den abertausenden Optionen und Möglichkeiten schnell den Überblick. (mid@ct.de) **ct**

Elastic-Cloud-Angebote im Vergleich

Angebot	Amazon Web Service	Google Cloud	Microsoft Azure	Open Telekom Cloud
URL	aws.amazon.com	cloud.google.com	azure.microsoft.com	cloud.telekom.de
Dienst	EC2	Compute Engine	Virtuelle Computer	Elastic Cloud Server
Gutschrift für Neukunden	12 Monate t2.micro-Maschine	12 Monate B15-Maschine, 200 US-\$ (max. 12 Monate)	12 Monate B15-Maschine, 200 US-\$ (max. 30 Tage)	250 € (max. 12 Monate)
Kreditkarte/Bankverbindung erforderlich	akzeptiert Prepaid-Kreditkarte	✓	✓	✓
Leistungsspanne				
CPU	1-128 Kerne	1-64 Kerne	1-64 Kerne	1-36 Kerne
GPU	0-8	0-8 Kerne	0-24 Kerne	0-8 Kerne
RAM	1-3904 GByte	0,6-52 GByte	1-896 GByte	1-890 GByte
Storage	1 GByte-48 TByte	1 GByte-64 TByte	1 GByte-32 TByte	1 GByte-32 TByte
Betriebssysteme	Windows, Linux, BSD	Windows, Linux	Windows, Linux	Windows, Linux
Preisbeispiele				
1 CPU, 1 GByte RAM, 20 GByte Storage	9,32 €/Monat (t2.micro, st1)	20,83 €/Monat (custom-1-1)	16,26 €/Monat (A0, S4)	11,14 €/Monat (c1.medium)
4 CPUs, 4 GByte RAM, 100 GByte Storage	138,42 €/Monat (t2.xlarge, st1)	84,14 €/Monat (custom-4-4)	134,99 €/Monat (A4, S10)	141,84 €/Monat (c1.xlarge)
Load-Balancer mit 1 Regel, statische IP-Adresse, 25 GByte Traffic	18,84 €/Monat	22,15 €/Monat	16,19 €/Monat	21,34 €/Monat
Kostentransparenz				
Preisangabe bei Bestellung	–	nur virtueller Server	nur virtueller Server	–
Preisangabe bei Änderung	–	–	–	–
Preisangabe in Admin-Frontend	–	–	–	–
externer Kostenrechner	✓	✓	✓	✓
Bewertung	⊖⊖	⊖	⊖	⊖
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe				

Anzeige



Wolkenzockersheim

Game-Server mit Linux in der Cloud aufsetzen

Ein Cloud-Server eignet sich auch zum Spielen: Die Hardware-Ausstattung lässt sich kurzfristig an die Systemanforderungen des jeweiligen Spiels anpassen. Weitere Spiele sind schnell installiert und auch ein Voice-Server hat noch Platz.

Von Liane M. Dubowy

Wer „Ark: Survival Evolved“ mit Freunden spielen möchte, ohne sich gleich auf einem öffentlichen Server beweisen zu müssen, setzt einfach selbst einen passwortgeschützten Server auf. Wenn man sich sowieso zum Spielen verabredet, muss der auch nicht rund um die Uhr laufen. Praktisch ist so ein Server auch für Spiele wie Starbound, die ihren Spielstand nicht in der Steam-Cloud spei-

chern. Wer dann mal am Gaming-PC, mal am Notebook spielt, kann mit einem Game-Server dasselbe Spiel weiterspielen, egal von welchem Gerät aus.

Für solche und andere Fälle ist ein Cloud-Server die perfekte Wahl: Hier ist Platz für einen oder mehrere Spiele-Server und die Hardware lässt sich gegebenenfalls einfach an die Anforderungen anpassen. Bei Bedarf läuft auf dem Server auch noch eine Voice-Chat-Software wie Mumble oder TeamSpeak, über die man nebenbei mit Mitspielern plauscht oder eine Taktik ausarbeitet [2].

Zu den beliebtesten Online-Spielen zählt aktuell „Ark: Survival Evolved“. Wer sich auf einen Online-Server wagt, bekommt es aber meist nicht nur mit gefährlichen Dinosauriern zu tun, sondern muss sich auch noch gegen andere, meist weit fortgeschrittene Spieler beweisen. Wer lieber mit Freundinnen und Freunden gemeinsam ums Überleben kämpft, ganz ohne „Player vs. Player“ (PvP), nutzt dafür

einen eigenen Server. Ein Passwortschutz sorgt dafür, dass nur die mitspielen, die man auch dabei haben möchte.

Hardware nach Wunsch

Im Prinzip eignet sich jeder Cloud-Anbieter für den Betrieb eines Gaming-Servers, vorausgesetzt, dass er einen solchen nicht in seinen Geschäftsbedingungen explizit ausschließt. Besonders einfach geht das mit den Cloud-Servern von 1&1, Strato oder Domain Factory. Ein Cloud-Server ist hier mit wenigen Klicks eingerichtet und steht kurz darauf bereit.

Allerdings ist das nicht unbedingt die billigste Lösung: Soll der Server rund um die Uhr mit stets demselben Spiel laufen, ist es billiger, einen dedizierten Game-Server zu mieten. Eine Websuche fördert reichlich Angebote für Ark und andere Spiele zutage, die für zehn Slots schon bei 8 Euro pro Monat losgehen.

Um einen Game-Server mit „Ark: Survival Evolved“ aufzusetzen, ist neben

einem 64-Bit-Betriebssystem ein Server mit mindestens 6 GByte RAM Voraussetzung. Schon ohne verbundene Clients braucht der Ark-Server über die Hälfte des Arbeitsspeichers, je mehr Clients sich mit dem Server verbinden, desto mehr RAM ist nötig. Für einen Cloud-Server mit 8 GByte werden pro Monat etwa 40 bis 50 Euro fällig – aber nur wenn dieser durchgehend läuft. Startet man den Server lediglich bei Bedarf, wird es deutlich billiger. Ein Server mit Linux eignet sich am besten, denn man spart die Lizenzgebühren für Windows. Wir haben den Test auf einem Cloud-Server XXL von 1&1 durchgeführt.

Wer statt Ark das charmante 2D-Weltraum-Abenteuer-Spiel Starbound auf einem Cloud-Server zocken möchte, braucht deutlich weniger Hardware-Ressourcen: Hier reichen schon eine aktuelle Multicore-CPU und 1 bis 2 GByte RAM für eine Handvoll Spieler. Der Hersteller verzichtet auf genaue Angaben, daher sollte man in diesem Fall mit 2 GByte RAM starten und bei Bedarf einfach die Hardware aufrüsten.

Linux nach Wahl

Meist stehen mehrere Linux-Distributionen zur Wahl, wir haben uns im Test für die 64-Bit-Variante von Ubuntu Server 16.04 entschieden, die die meisten Provider derzeit anbieten. Ist der Server einsatzbereit, was in der Regel schon nach wenigen Minuten der Fall ist, können Sie sich per SSH anmelden:

```
ssh root@182.40.203.3
```

Ersetzen Sie die IP-Adresse durch die Ihres Servers oder falls vorhanden den Domain-Namen des Cloud-Servers. Erstere entnehmen Sie dem Admin-Backend Ihres Providers nach dem Serverstart. Anschließend sollten Sie per `sudo apt-get update && apt-get dist-upgrade` sicherstellen, dass das System auf dem neuesten Stand ist.

Steam-Server einrichten

Game-Server, die über die Spieleplattform Steam laufen, lassen sich mit Hilfe des Steam-Kommandozeilen-Clients SteamCMD recht einfach installieren und aktualisieren. Ist SteamCMD einmal eingerichtet, genügt ein Befehl, um einen weiteren Spiele-Server herunterzuladen.

Aus Sicherheitsgründen sollten Sie SteamCMD nicht als Administrator mit root-Rechten starten, sondern von einem gewöhnlichen Benutzerkonto aus. Legen

```
steam@localhost:~$ steamcmd
Redirecting stderr to '/home/steam/.steam/logs/stderr.txt'
[ 0%] Checking for available updates...
[----] Verifying installation...
Steam Console Client (c) Valve Corporation
-- type 'quit' to exit --
Loading Steam API...OK.

Steam>login anonymous

Connecting anonymously to Steam Public...Logged in OK
Waiting for user info...OK

Steam>force_install_dir /home/steam/gameserver/ark

Steam>app_update 376030 validate
Update state (0x3) reconfiguring, progress: 0.00 (0 / 0)
Update state (0x3) reconfiguring, progress: 0.00 (0 / 0)
Update state (0x5) validating, progress: 80.43 (4772854846 / 5934495459)
Update state (0x11) preallocating, progress: 54.54 (3236799551 / 5934495459)
```

Der Steam-Kommandozeilen-Client lädt den Ark-Server ins gewünschte Verzeichnis herunter.

Sie dazu einen Benutzer namens `steam` an, indem Sie als Administrator `root` den Befehl `useradd -m steam` tippen.

Wechseln Sie mit `cd /home/steam` in das Home-Verzeichnis des neuen Users. SteamCMD installieren Sie unter Ubuntu (noch mit root-Rechten) am einfachsten aus dem Multiverse-Repository:

```
apt install steamcmd
```

Nach der Installation müssen Sie den Lizenzbedingungen zustimmen. Wechseln Sie dann mit `su steam` zum Steam-User, bevor Sie SteamCMD aufrufen. Der kurze Befehl `steamcmd` startet den Steam-Konsolen-Client und aktualisiert ihn automatisch. Sie landen dann an einem Prompt „Steam>“, an dem Sie sich mit `login anonymous` ohne Angabe eines Benutzerkontos anmelden. Manche Game-Server setzen den Kauf des jeweiligen Spiels voraus, dann müssen Sie an dieser Stelle Ihre Steam-Anmeldedaten angeben.

Klappt die Installation aus den Paketquellen nicht oder verwenden Sie eine Distribution, in der das Paket fehlt, finden Sie im Valve-Wiki eine Anleitung für die manuelle Installation. Das Valve-Wiki sowie alle weiteren im Artikel genannten Dokumentationen und Downloads finden Sie über ct.de/ymaw.

Ein Startskript enthält die gewünschte Map, den Server-Namen, das Server- und das Admin-Passwort für den Ark-Server.

Game-Server installieren

Nach dem Aufruf von SteamCMD und dem anonymen Login legen Sie zunächst das Verzeichnis fest, in das Ihr Game-Server installiert werden sollen:

```
force_install_dir /home/steam/gameserver/ark
```

Existiert das Verzeichnis noch nicht, legt der Befehl es an. Nun brauchen Sie die App-ID des betreffenden Spiels, die beispielsweise die Liste dedizierter Server im Steam-Wiki liefert. Um den Ark-Server zu installieren, tippen Sie:

```
app_update 376030 validate
```

Das lädt den Server ins vorher festgelegte Verzeichnis herunter und überprüft die Dateien anschließend. Wollen Sie stattdessen Starbound installieren, ersetzen Sie die App-ID durch 211820. Mit `exit` verlassen Sie SteamCMD. Zum Aktualisieren eines Game-Servers rufen Sie SteamCMD auf und geben dieselben Befehle erneut ein.

Ark-Game-Server starten

Informationen wie Server-Passwort, Server-Bezeichnung, der verwendete Port und die maximale Spielerzahl gibt man dem Startaufruf des Ark-Game-Servers mit auf den Weg. Da dieser dadurch recht

```
steam@localhost:~/gameserver/ark$ #! /bin/bash
ShooterGame/Binaries/Linux/ShooterGameServer TheIsland?listen?
SessionName=ctzocktARK?ServerPassword=geheim?ServerAdminPasswo
rt=lsav#oh98ds,$6 -server -log
```

```

steam@localhost: ~/gameserver/ark
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
steam@localhost:~/gameserver/ark$ vi ark_server_start.sh
steam@localhost:~/gameserver/ark$ sh ./ark_server_start.sh
Using binned.
4.5.1-0+UE4 7038 3077 402 7
[S_API FAIL] SteamAPI_Init() failed; SteamAPI_IsSteamRunning() failed.
Setting breakpad minidump AppID = 346110

```

Über das Skript lässt sich der Server einfacher starten. Die Fehlermeldung können Sie ignorieren.

lang und unhandlich wird, empfiehlt es sich, stattdessen ein kleines Startskript anzulegen.

Legen Sie mit einem Editor wie vi oder nano im Ark-Verzeichnis die Datei `ark_server_start.sh` mit folgendem Inhalt an:

```

#!/bin/bash
ShooterGame/Binaries/Linux/Shooter_
GameServer TheIsland?listen?Session_
Name=SERVERNAME?ServerPassword=PASS_
WORT?ServerAdminPassword=ADMINPASS_
WORT -server -log

```

Falls Sie das Skript woanders ablegen, müssen Sie den Pfad zur ausführbaren Datei `ShooterGameServer` entsprechend anpassen. Für die Platzhalter `SERVERNAME`, `PASSWORT` und `ADMINPASSWORT` tragen Sie die gewünschten Werte ein. Das Kommando `chmod +x ark_server_start.sh` macht das Skript ausführbar. Der Aufruf des Skripts mit dem Kommando `./ark_server_start` aus dem Ark-Verzeichnis sollte den Server starten. Falls die im Screenshot oben abgebildete Fehlermeldung auftaucht, können Sie diese ignorieren.

Wollen Sie den Server nicht jedes Mal manuell starten, können Sie den automatischen Start mit Hilfe von `systemd` einrichten. Eine Anleitung dafür liefert das

Ark-Wiki. Die weitere Konfiguration, etwa die Anzahl der verfügbaren Slots, ob es ein PvE- oder PvP-Server sein soll oder wie schnell Sie Erfahrungspunkte erhalten oder Dinos zähmen, legen Sie in der Datei `ShooterGame/Saved/Config/Linux Server/GameUserSettings.ini` im Ark-Verzeichnis fest. Eine Liste der verfügbaren Einstellungen liefert das Wiki.

Ports freischalten

Damit der Ark-Server von außen erreichbar und in der Server-Liste sichtbar wird, müssen Sie noch dafür sorgen, dass die Firewall die UDP-Ports 7777, 7778 und 27015 öffnet. Bei Cloud-Servern von 1&1 öffnen Sie diese Ports nicht im Linux-System, sondern extern über das CloudPanel im Control-Center von 1&1 im Browser. Unter „Netzwerk/Firewall-Richtlinien“ bearbeiten Sie die Netzwerkkonfiguration des Game-Servers und fügen die genannten Ports unter „Konfiguration“ hinzu.

Spielen!

Haben Sie den Ark-Server gestartet, sollte er nach einiger Zeit in der Ark-Serverliste („Ark beitreten“) im Spiel auftauchen, wenn die Optionen „Inoffiziell“ und „Alle Spielmodi“ ausgewählt sind.

Das kann allerdings eine Weile dauern, schneller finden Sie den Server, wenn Sie im Steam-Fenster „Anzeige/Server“ öffnen, in das Register „Favoriten“ wechseln und per Rechtsklick mit „Server mittels IP-Adresse hinzufügen“ die IP und den Port Ihres Ark-Servers eintragen.

Mögliche Stolperfallen

Klappt die Verbindung zum Server nicht, sollten Sie überprüfen, ob Client und Server dieselbe Version des Spiels nutzen. Nicht immer werden Versionen gleichzeitig ausgespielt. Die Version des Game-Servers sehen Sie im Steam-Client unter „Anzeige/Server“, wenn Sie ihn dort hinzugefügt haben. Die Client-Version zeigt das Hauptmenü des Spiels unten links.

Ein weiteres Problem kann sein, dass der Game-Server nicht genug Dateien gleichzeitig öffnen kann. Für dieses und weitere Probleme liefert das Ark-Wiki Lösungen.

Kostenlose Spiele

Für spaßige Stunden muss man nicht zwingend ein Spiel bei Steam kaufen. Eine ganze Reihe kostenloser Open-Source-Spiele eignet sich dafür bestens [2]. Freie Shooter sind beispielsweise *Xonotic*, *Alien Arena* oder *Sauerbraten*.

Viel Raum für Kreativität bietet der freie *Minecraft*-Klon *Minetest*, der für Linux, macOS und Windows verfügbar ist. Der *Minetest*-Server ist schnell aufgesetzt: Installieren Sie das Paket `minetest-server` aus den Paketquellen, nehmen Sie mit root-Rechten ein paar Änderungen in der gut dokumentierten Konfigurationsdatei `/etc/minetest/minetest.conf` vor und tragen Sie die IP-Adresse des Servers ein. Anschließend starten Sie den Server:

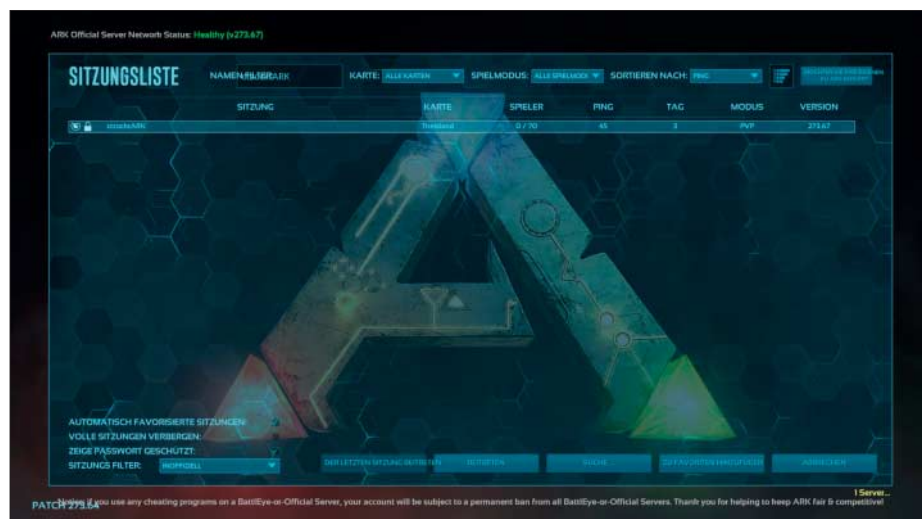
```
minetestserver --info
```

Details zur Konfiguration liefert das *Minetest*-Wiki. In *Minetest* öffnen Sie „Play Online“ und tragen rechts die IP-Adresse des Servers, den Port 30000, Ihren Benutzernamen und gegebenenfalls das Server-Passwort ein. Mit „Verbinden“ laden Sie die *Minetest*-Online-Welt. (lmd@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Gesprächsrunde, Sprachkonferenz-Software für Linux-Gamer, c't 15/2013, S. 68
- [2] Rudolf Opitz, Martin Fischer, Liane M. Dubowy, Zusammen zocken, Multiplayer-Spiele für die LAN-Party, c't 3/2016, S. 144

Alle Wiki-Seiten unter: ct.de/ymaw



Der Ark-Server taucht im Server-Browser des Spiels auf, wenn „Inoffiziell“ ausgewählt ist.

Anzeige



Softwarefabrik

GitLab CI/CD: Mietserver bauen Software

Für Entwickler gehört es heute zum guten Ton, eine Versionsverwaltung zu nutzen, Softwareprojekte häufig zu bauen, sie systematisch zu testen und auch kleinteilig aktualisierte Versionen zu veröffentlichen. Mit Linux, GitLab und Docker lässt sich im Handumdrehen eine eigene Softwarefabrik hochziehen und dank Docker-Machine mit Rechenpower aus der Miet-Cloud ergänzen.

Von Peter Siering

Moderne Hilfsmittel für Entwickler helfen nicht nur beim Prahlén am Stammtisch, sondern sparen Zeit und Nerven: Sie automatisieren Schritte wie Bauen und Testen, die man oft von Hand oder per Skript erledigt, was fehleranfällig ist oder aus Zeitmangel schließlich unterbleibt. Regelmäßiges Bauen und Testen zahlt sich aber später in Form besserer Ergebnisse und gesparter Zeit aus. Entwickler können sich auf das Wesentliche konzentrieren und sind nicht ihre eigenen Skript- oder Klicksklaven. Linux, GitLab und Docker liefern die Fertigteile für eine solche Softwarefabrik.

GitLab ist eine in Ruby geschriebene Web-Anwendung, die der beliebten Hosting-Plattform GitHub mehr als nur nach-

eifert. Anders als GitHub ist GitLab kostenlos auch auf eigenen Servern einsetzbar. Es bietet die üblichen Funktionen: Git-Repositories, auf die per HTTP oder SSH zugegriffen werden kann, Web-Ansichten auf die Repository-Daten, Bug-Tracker, Wiki und Werkzeuge für „Continuous Integration and Delivery/Deployment“ (CI/CD), also automatisierte Builds, die automatisch auch Tests laufen lassen und kontinuierlich fertigen Code ausliefern.

Docker schlüpft für diesen Artikel in mehrere Rollen: Es liefert die Bausteine zum Aufbau der eigenen Softwarefabrik, was das Einrichten erheblich abkürzt. Docker arbeitet aber auch innerhalb der Fabrik, um saubere Build-Umgebungen zu konstruieren. Da liegt es dann sehr nahe, dort auch gleich Docker-Images fabrizieren zu lassen und somit einen Anwendungsfall zu zeigen, der archetypisch für die Nutzung der GitLab-CI/CD-Funktionen ist. Wenn Sie mit Docker noch gar nicht vertraut sind, helfen die Artikel aus c't 15/2017 beim Einstieg [1].

Eine solche auf Container spezialisierte Softwarefabrik besteht aus diversen Komponenten, die auch ihrerseits alle als Container eingerichtet werden: Den Dreh- und Angelpunkt stellt GitLab dar. Es dient als Frontend und bewahrt die Quelltexte auf. Außerdem liefert es die fertigen Images aus – in der Docker-Welt heißt das „Registry“ und entspricht am ehesten einem Paket-Repository. Aufträge zum Bauen von Container-Images (oder auch anderer Software) nehmen GitLab-Runner entgegen; das sind autonome Systeme, die regelmäßig bei einer GitLab-Instanz nach Arbeit fragen.

Ein GitLab kann mehrere Runner beschäftigen. Ein Runner kann auch als Weiche dienen: Er startet weitere Runner je nach Bedarf oder beendet sie – für das Autoscaling eignen sich automatisiert startbare Cloud-Server, wie sie die größeren Hoster anbieten (siehe vorangehende Artikel). Zwischen dem Runner und dem Anbieter vermittelt Docker-Machine: Es installiert und verwaltet Docker auf entfernten Systemen – für die Anpassung sorgen Treiber, die es für diverse Anbieter und Techniken gibt, unter anderem Azure, Amazon, Google, 1&1, KVM und Hyper-V.

Theoretisch genügen GitLab und Runner, aber man handelt sich diverse Schwierigkeiten ein, wenn man versucht, sie ohne SSL oder mit selbstsignierten Zertifikaten zur Kooperation zu bewegen. Leichter fällt all das, wenn man „typische“

Container-Infrastruktur davor spannt: einen Nginx-Webserver als Reverse-Proxy, der eingehende HTTP-Anfragen an Container vermittelt und mit einem weiteren Container zusammenarbeitet, der passende SSL-Zertifikate für die eigene Domain bei Letsencrypt beschafft [1].

Im Keller

Wir haben all das zu einem Paket geschnürt, das Sie mit einem Aufruf von Docker-Compose auf einem für den Docker-Einsatz gerüsteten System starten können. Hintergründe dazu finden Sie ebenfalls in [1]. Sie benötigen ein System, dessen Ports 80 und 443 aus dem Internet erreichbar sind (gegebenenfalls mit einer Portweiterleitung dorthin). Die beiden Hostnamen registry und gitlab Ihrer eigenen Domain müssen dort erreichbar sein, etwa registry.example.com und gitlab.example.com – ein CNAME-Record genügt, der auf einen dynamisch generierten Hostnamen zeigt.

Legen Sie ein Verzeichnis gitfab an, laden Sie die unter ct.de/yxdu bereitgestellte Datei gitfab.yml herunter und ergänzen Sie eine Datei namens „.env“, in der Sie Ihren Domain-Namen und eine E-Mail-Adresse für Letsencrypt hinterlegen:

```
DOMAINNAME=example.com
EMAILADDRESS=user@example.com
```

Das Gleiche erreichen Sie, indem Sie unser gitfab-Repository auf GitHub klonen. Das Anlegen der Container mit

```
docker-compose -f ./gitfab.yml up -d
```

dauert etliche Minuten, trägt also nicht sofort Früchte: Die GitLab-Installation erzeugt Zertifikate und richtet Datenbanken ein. Warten Sie, bis Sie Ihr GitLab im Browser, etwa unter gitlab.example.com erreichen. Die gitfab.yml-Datei richtet für GitLab drei Container ein: gitlab, gitlabrun und gitlabmachine. Letzteren können Sie später für eigene Gehversuche mit der Parallelverarbeitung von Aufträgen in Ihrer Softwarefabrik (Autoscaling) verwenden. Machen Sie sich aber erst mit Hilfe von gitlabrun mit dem lokalen Betrieb vertraut – alles im ersten Schritt zu versuchen, endet schnell in tiefem Frust.

In der Halle

Nach der Installation erwartet eine frische GitLab-Instanz das Festlegen eines Passworts für den Systemverwalter. Die Anmeldung an die Web-Oberfläche erfolgt als Benutzer root mit ebendiesem Passwort. Es empfehlen sich dann einige

Handgriffe: Deaktivieren Sie in der „Admin Area“ (Schraubenschlüssel in der oberen Menüleiste) unter „Settings“ (Zahnrad in der linken Navigationsleiste unten) in „Sign-up Restrictions“ (nicht „Sign-In...“) die Option „Sign-up enabled“; die Änderung wird erst durch einen Klick auf „Save“ am Ende der Seite wirksam. So schließen Sie aus, dass sich Fremde einen Zugang zu Ihrer GitLab-Instanz einrichten.

Für die Arbeit mit GitLab sollten Sie einen weiteren Benutzer anlegen – die Funktion dazu finden Sie ebenfalls in der „Admin Area“ als ersten Punkt. Standardmäßig schickt GitLab einem neuen Nutzer eine E-Mail mit Link, über den er sich ein Passwort geben kann. Sie können das überspringen, indem Sie den Benutzer bearbeiten („Edit“-Knopf in der Übersicht) und dort ein Passwort festlegen. Bei der ersten Anmeldung muss der Benutzer das zwar erneut eingeben, aber Sie müssen sich nicht mit der E-Mail-Konfiguration herumplagen.

Um einen GitLab-Runner in Betrieb zu nehmen, brauchen Sie Informationen, die GitLab in der Web-Oberfläche preisgibt. Rufen Sie dazu in der „Admin area“ analog zu „User“ unter „Overview“ den Menüpunkt „Runner“ auf: Dort stehen die URL und ein Token, die Sie bei der Registrierung angeben müssen. Wenn Sie unsere Vorlage für Docker-Compose ctgitlab.yml zur Installation verwendet haben, dann rufen Sie zur Registrierung des Runners auf der Kommandozeile

```
docker exec -it gitlabrun \
  gitlab-runner register
```

auf. Dieser Befehl fragt nicht nur diese beiden Angaben ab, sondern einige weitere. Fürs Erste leben Sie mit unseren Vorschlägen, die genügen, um zunächst einmal probeweise lokal Container-Images zu produzieren. Entnehmen Sie die Angaben für „coordinator URL“ sowie „token“ der Web-Oberfläche. Übernehmen Sie „description“, lassen Sie „tags“ leer, erlauben Sie dem Runner für alle Projekte aktiv zu sein (bei „lock“ geben Sie also „false“ an), als „executor“ geben Sie „docker“ ein und als „default image“ tut es „debian:stretch“.

Im Anschluss ist noch ein Eingriff an der erzeugten Konfiguration nötig. Ergänzen Sie im Container „gitlabrun“ mit

```
docker exec -it gitlabrun nano \
  /etc/gitlab-runner/config.toml
```

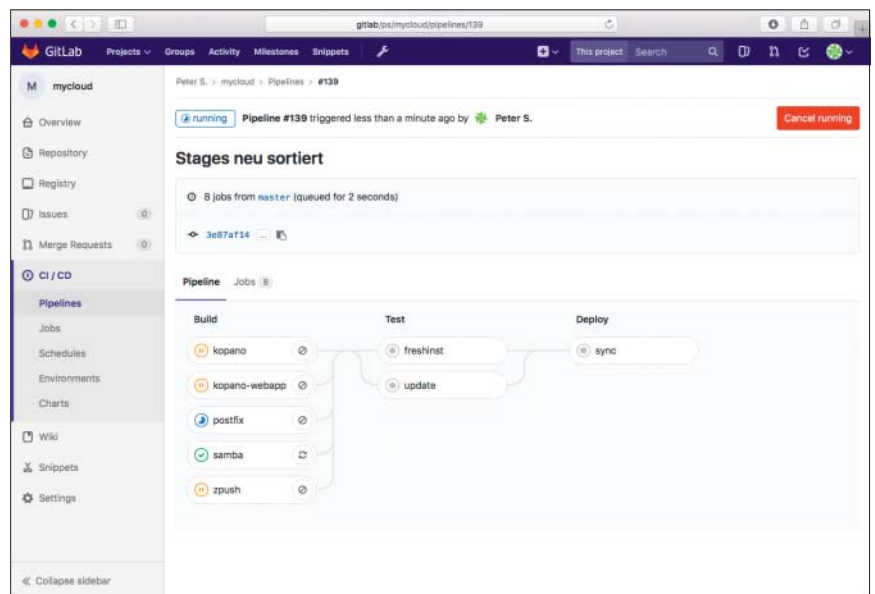
in der Konfigurationsdatei /etc/gitlab-runner/config.toml den Volumes-Eintrag wie folgt:

```
volumes = ["/var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock", "/cache"]
```

Fügen Sie außerdem die Zeile:

```
network_mode = "gitfab_extern"
```

im Abschnitt [runners.docker] hinzu, damit im GitLab-Runner erzeugte Container im gleichen Netzwerk landen wie die mit Docker-Compose und gitfab.yml erzeugte



GitLab kann Teilaufgaben eines großen Projekts parallel bauen. Im Gespann mit Docker-Machine kann es diese Aufgaben bei einem Cloud-Server-Anbieter outsourcen.

Für den Zugriff auf die API-Funktionen müssen 1&1-Kunden ein Nutzerkonto anlegen und ihm entsprechende Rechte einräumen.

Umgebung. Zum ersten eigenen in der Fabrik gebauten Container-Image ist es jetzt nicht mehr weit: Legen Sie in Ihrem GitLab ein neues Projekt an und werfen Sie dort ein minimales Dockerfile ab, etwa dieses (das wird in der Praxis natürlich deutlich mehr tun, etwa einen Compiler anwerfen et cetera):

```
FROM debian:stretch
cmd ["/bin/echo","Hello World"]
```

Damit die GitLab-CI/CD-Mechanismen bei einem Commit den Bau der Software, etwa des Beispiel-Containers, veranlassen, fehlt noch eine konkrete Bauanleitung. Die schreiben Sie in die Datei .gitlab-ci.yml und stecken sie ins Hauptverzeichnis des Git-Repository. Der nächste Commit triggert dann auch gleich das Bauen des Containers des Beispielprojekts. Die Bauanleitung für den Container könnte so aussehen:

```
image: docker:git
stages:
  - allinone
hello:
  stage: allinone
  script:
    - docker build -t $CI_REGISTRY/$
$CI_PROJECT_PATH:latest .
    - docker login -u gitlab-ci-token
    -p $CI_BUILD_TOKEN $CI_REGISTRY
    - docker push $CI_REGISTRY/$
$CI_PROJECT_PATH:latest
```

Diese Bauanleitung ist stark vereinfacht. Grundsätzlich verarbeitet GitLab solche Anleitungen in mehreren Phasen (Stages) und nennt das eine Pipeline. Teilaufgaben in einer Phase heißen Jobs. Eine geeignete Runner-Infrastruktur vorausgesetzt, kann GitLab Jobs parallel ausführen. Erst ein erfolgreicher Abschluss einer Phase führt in die nächste. Wenn eine Teilaufgabe scheitert, bricht GitLab den Gesamtauftrag ab. Es gibt vordefinierte Phasen, die man aber nicht verwenden muss.

Was letztlich eine Bauanleitung tut, bestimmt der Entwickler. Da der eigentliche Bau in Containern erfolgt, kann der Prozess zusätzliche Software einrichten, etwa Compiler installieren. Testen kann, muss aber nicht Bestandteil der Bauanleitung sein. Im Rahmen des Bauens können zum Beispiel Binärdateien entstehen, die ein Compiler ausspuckt und die GitLab als Download bereitstellen kann („Artifact“ genannt).

Im Fall von Container-Images bietet es sich an, die Ergebnisse, also die fertigen Images, gleich in die Registry zu schieben, die GitLab bereits mitbringt. Das Beispiel für ein simples Container-Image zeigt genau diese Schritte: Bau des Containers und Push in die Registry. Das Image lässt sich dann auf jedem Docker-Host nutzen. Die Registry erwartet standardmäßig eine Anmeldung mit den GitLab-Zugangsdaten („ps“ in der URL ist durch den eigenen Benutzernamen zu ersetzen):

```
docker login reg.example.com
docker pull reg.example.com/ps/hello
```

Dass hinter den Kulissen mehr passiert, als die Dateien vermuten lassen, zeigen die zahlreichen Optionen, die auf die Runner und den Bauprozess Einfluss nehmen können. Es gibt sie fürs Caching, zur Definition von Abhängigkeiten zwischen Jobs, zum Anstoßen weiterer Skripte et cetera. Außerdem ist es möglich, Regeln zu definieren, die darüber bestimmen, welche Aktion in der Versionsverwaltung überhaupt Bauläufe anstößt.

Überm Dach

Bei komplexeren Projekten kann Rechenleistung für den Bauvorgang entscheidend sein. Hier kommen die Cloud-Server ins Spiel, die Schwerpunkt dieser Artikel sind: Von einem speziell konfigurierten GitLab-Runner aus lassen sich Cloud-Server so provisionieren, dass sie als ausgelagerte

Produktionsstätte einer Softwarefabrik agieren. Docker-Machine fährt die bei Bedarf hoch und löscht sie wieder, sodass zwischenzeitlich keine Kosten anfallen, sondern nur für die konkreten Bau- und Testläufe.

Die Basis einer solchen Konfiguration ist ein GitLab-Runner, in dem Docker-Machine installiert und mit passenden Treibern für den jeweiligen Cloud-Hoster versorgt ist. Statt eines Cloud-Hosters darf das auch ein Server im Haus sein, der mit gängiger Software für die Virtualisierung versehen ist, etwa VMware, Hyper-V oder KVM. Docker-Machine erzeugt dort für GitLab virtuelle Maschinen und versorgt sie mit einer Docker-Installation.

Der GitLab-Runner-Container enthält bereits Docker-Machine als Binärdatei. Für einige Cloud-Hoster benötigen Sie zusätzliche Treiber. Die Treiberbinärdateien sollten im selben Verzeichnis wie das Docker-Machine-Binary stehen, also in /usr/bin. Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, dass Sie die richtigen Parameter gefunden haben, starten Sie von Hand per Docker-Machine mal probeweise eine Maschine, etwa mit

```
docker-machine create -d oneandone \
  --oneandone-api-key a ... 88ac \
  --oneandone-size M \
  --oneandone-os debian8-64min \
  --oneandone-datacenter DE \
  meinetestmaschine
```

Docker-Machine kennt einige Befehle, die auch später helfen können, wenn der Autoscaler nicht mitspielt. Mit docker-machine ls erfahren Sie, welche Instanzen gestartet worden sind, und mit docker-machine rm -f können Sie hängengebliebene Instanzen aus dem gitlabmachine-Container heraus abräumen; eventuell müssen Sie Docker-Machine dort die Zugangsdaten für den Zugriff auf den Cloud-Hoster bereitstellen, für Amazons Cloud beispielsweise in /root/.aws/credentials.

Eine vollständige Konfigurationsdatei (config.toml) für einen GitLab-Runner, der automatisch weitere Build-Instanzen startet, könnte so aussehen:

```
concurrent = 4
check_interval = 0
log_level = "debug"
[[runners]]
  name = "gitlabmachine"
  url = "https://gitlab.example.com/"
  token = "04e202515 ... 092945"
  executor = "docker+machine"
```

```

limit = 5
[runners.docker]
  tls_verify = false
  image = "debian:stretch"
  privileged = false
  disable_cache = false
  volumes = ["/var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock", "/cache"]
  shm_size = 0
[runners.cache]
[runners.machine]
  IdleCount = 0
  IdleTime = 1200
  MaxBuilds = 4
  MachineDriver = "oneandone"
  MachineName = "pctest-%s"
  MachineOptions= [
    "oneandone-api-key=a ... 88ac",
    "oneandone-size=M",
    "oneandone-os=debian8-64min",
    "oneandone-datacenter=DE"
  ]
  OffPeakTimezone = ""
  OffPeakIdleCount = 0
  OffPeakIdleTime = 0

```

Das Gerüst schreibt der Aufruf von `docker exec -it gitlabmachine gitlab-runner register`, wenn Sie die Nachfragen mit zur GitLab-Instanz passenden Daten füttern und als „executor“ jetzt „docker+machine“ wählen. Die Parameter für den jeweiligen Cloud-Hoster sind zu ergänzen – starten Sie mit kleinen Werten für „MaxBuilds“, damit Sie nicht durch Fehler Geld verlieren. Rechnen Sie damit, dass der Hoster bei allzu heftiger API-Aktivität durch Docker-Machine empfindlich reagiert und den Zugang einschränkt.

Wenn die Autoscale-Konfiguration steht, sollten Sie dem bisher aktiven lokalen Runner in der Web-Oberfläche eine Pause verordnen. Anschließend starten Sie versuchsweise einen Baulauf, etwa durch Einfügen einer trivialen Änderung im Git-Repository oder durch Betätigen des Knopfes zum Wiederholen eines Bauvorgangs. Die Log-Dateien geben üblicherweise Einblick in Dinge, die schief laufen. Auch für den Autoscale-Betrieb gibt es zahlreiche Optionen zur Optimierung unter anderem

für einen Cloud-basierten, für die Runner beziehungsweise die erzeugten VMs gut erreichbaren Cache – das alles lässt sich im Detail in der Dokumentation nachlesen.

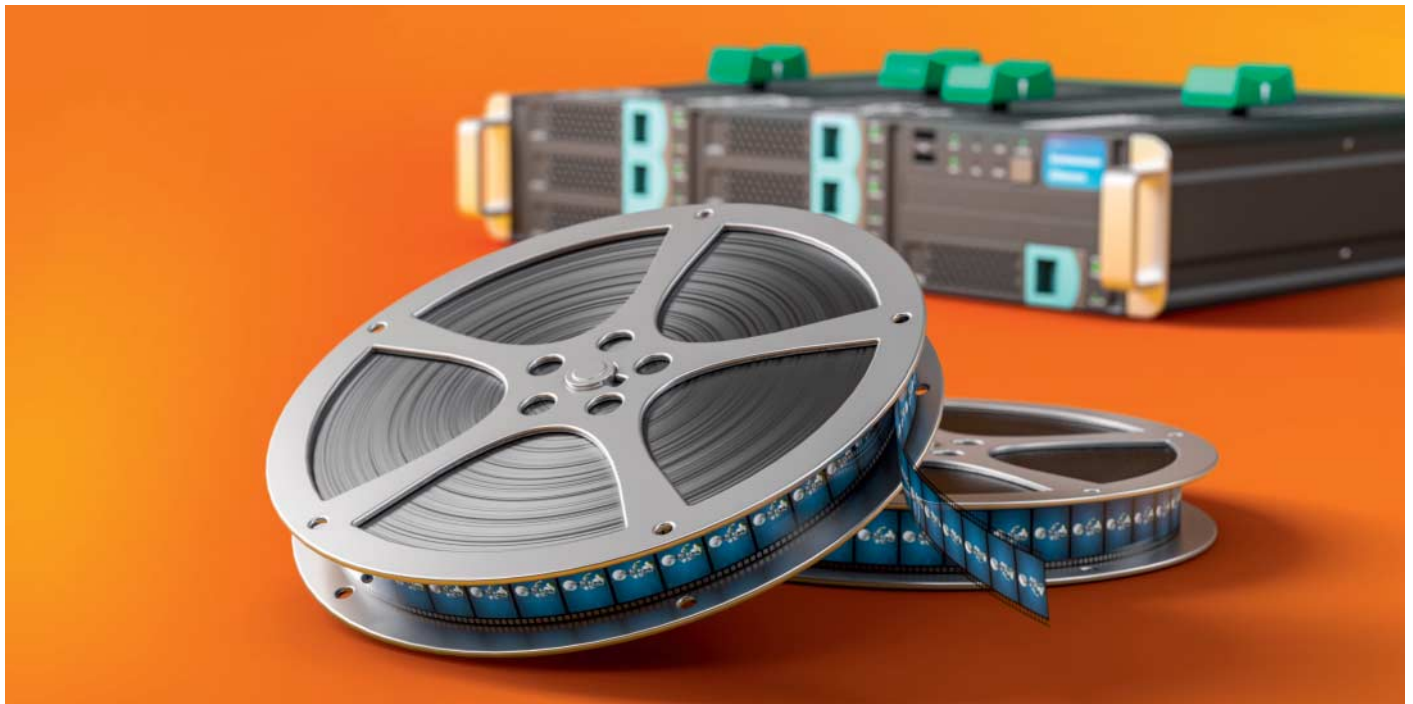
Die nötigen Handgriffe auf Seiten der Cloud-Hoster unterscheiden sich erheblich. Im Fall des Angebots von 1&1 ist es für den Einsatz von Docker-Machine nötig, ein Benutzerkonto einzurichten und für dieses Konto einen API-Key zu generieren. Den übermitteln Sie dann über die zuvor gezeigte Konfigurationsdatei an Docker-Machine. Bei anderen Anbietern sollte das analog gelingen. Voraussetzung ist, dass für das jeweilige API ein Treiber für Docker-Machine existiert. 1&1 hat einen solchen auf GitHub veröffentlicht, die vieler anderer Anbieter stecken schon in den Docker-Machine-Binärdateien. (ps@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Merlin Schumacher, Docker-Praxis mit Linux, Wo Container punkten, c't 15/2017, S. 106

Downloads, Lese-Tipps: ct.de/yxdu

Anzeige



Live und in Farbe

Video-Streaming auf dem eigenen Server

Ein Server, der Live-Videos klötzchenfrei an viele Zuschauer verteilen soll, ist vor allem hungrig nach Datenrate – eine Voraussetzung, die Cloud-Server meist mühelos erfüllen. Wer seinen eigenen Streaming-Dienst betreiben will, muss mehrere Werkzeuge miteinander verknüpfen. Mit einer Container-Umgebung unter Windows machen Sie die Lösung flexibel und portabel.

Von Jan Mahn

YouTube und Facebook bieten Live-Streaming kostenlos für alle Benutzer an. Wer aber zum Beispiel bewegte Bilder von Schulungen oder Veranstaltungen produziert, möchte das Material nicht unbedingt in die Hände eines fremden Unternehmens geben. Wenn Sie selbst bestimmen möchten, wer das Video sehen darf, ob und welche Werbung angezeigt wird und wer die Rechte daran hat, benötigen Sie einen eigenen Streaming-

Server. Da die meisten Streams nur einige Stunden am Stück laufen sollen, sind stündlich abgerechnete Cloud-Server eine kostengünstige Wahl als Grundlage. Ein Server mit 4GByte RAM und 4 Kernen versorgt bereits über 20 Zuschauer mit HD-Video material.

Für das Projekt benötigen Sie verschiedene Open-Source-Programme und einen Windows Server: Auf dem heimischen Computer gestalten Sie ein Videosignal und übertragen es an die Software Mona-Server, die auf dem Server läuft. Dort greift der VLC media player das Bild ab, wandelt es um und übergibt es scheinchenweise an den Webserver IIS. Mit unserer Anleitung können Sie die Funktion der einzelnen Komponenten kennenlernen – wahlweise auf einer virtuellen Maschine zu Hause oder auf einem Cloudserver.

Um die Einrichtung nicht immer wieder per Hand vornehmen zu müssen und eine Umgebung zu schaffen, die schnell bei einem oder mehreren Cloud-Anbietern läuft, haben wir die Komponenten nach dem Zusammenbau in Docker-Container verpackt. Wie Containerisierung unter Linux funktioniert, haben wir bereits ausführlich vorgestellt, das Beispiel in die-

sem Artikel dient auch als Einstieg in die Container-Technik unter Windows [1].

Studio-Einrichtung

Die Reise des Videosignals beginnt auf einem lokalen Computer. Damit Sie zwischen unterschiedlichen Quellen wechseln und mehrere Bilder über- oder nebeneinander anordnen können, sollten Sie eine Software für die Videoregie einsetzen. Weit verbreitet ist das Open-Source-Projekt „OBS Studio“ für Windows, macOS und Linux. Alle verwendeten Programme finden Sie unter ct.de/y2gh. Die Oberfläche ist vergleichsweise simpel, das erzeugte Videosignal dagegen kann mit etwas Einarbeitung sehr komplex werden. Im Feld „Quellen“ können Sie eine Videoquelle einbinden – das kann zum Beispiel ein Standbild oder ein gespeichertes Video sein, eine Webcam oder das Signal einer HDMI-Capture-Card. Für die ersten Gehversuche reicht ein beliebiges Bewegtbild.

Protokollkunde

Den Weg durchs Internet tritt das Signal über das „Real Time Messaging Protocol“ (RTMP) an, das ursprünglich Macromedia entwickelt und in Verbindung mit Flash

eingesetzt hat – aber keine Angst, das Protokoll ist mittlerweile zum Großteil offengelegt und funktioniert ganz ohne Flash. Ziel der RTMP-Verbindung soll der Server in der Cloud sein, der das Videosignal für die Weiterverarbeitung entgegennimmt. Der Standard-Port für RTMP ist 1935, den Sie in der Firewall auf dem Server für eingehenden Verkehr öffnen müssen. Einige Anbieter für Cloud-Server haben eine eigene Firewall vorgeschaltet, die Sie über die Weboberfläche konfigurieren.

Vom Server muss das Video an die potenziellen Zuschauer gelangen. Für diese Aufgabe ist „HTTP Live-Streaming“ (HLS) weit verbreitet. Entwickelt von Apple, ursprünglich nur für das Zusammenspiel mit Quicktime und dem Browser Safari, funktioniert HLS mittlerweile auch außerhalb der Apple-Welt. Der Server zerteilt das Video in kleine Blöcke von wenigen Sekunden. Diese Schnipsel stellt er auf einem gewöhnlichen Webserver mit einer fortlaufenden Zahl am Ende zum Abruf bereit. Damit der Player am anderen Ende weiß, welche Fragmente er der Reihe nach herunterladen und zu einem kontinuierlichen Stream zusammensetzen soll, stellt der Server zusätzlich eine in UTF-8 encodierte Playlist mit der Endung `m3u8` zur Verfügung. Sie enthält im Klartext die Adressen der nächsten Videos und wird regelmäßig aktualisiert. Die Videos selbst sind mit H.264 encodiert und haben die Dateierweiterung `„.ts“`.

Server-Bausteine

Richten Sie zum Experimentieren bei einem Hoster Ihrer Wahl oder auf dem

Heimserver einen Server mit Windows Server 2012 R2 oder 2016 sowie mindestens zwei Kernen und 2 GByte RAM ein. Für den eingehenden Datenverkehr über RTMP ist die kleine Software `MonaServer` zuständig. Für Windows können Sie diese fertig kompiliert herunterladen. Extrahieren Sie das zip-Archiv zum Beispiel nach `„C:\monaserver\“`. Führen Sie die Datei `MonaServer.exe` aus, öffnet sich ein Kommandozeilenfenster und der Server beginnt, unter anderem auf den Ports 1935 und 80 zu lauschen. Damit er als reiner RTMP-Server arbeitet, müssen Sie die anderen Protokolle in einer Konfigurationsdatei abschalten. Legen Sie die Datei `„MonaServer.ini“` mit folgendem Inhalt im Server-Verzeichnis an und starten Sie anschließend `MonaServer`:

```

;MonaServer.ini
[RTMP]
port = 1935
[RTMFP]
port = 0
[HTTP]
port = 0
[RTSP]
port = 0

```

Auf dem lokalen Streaming-PC können Sie jetzt in OBS Studio einen Test-Stream starten. Öffnen Sie die Konfiguration über „Datei/Einstellungen“. Unter dem Menüpunkt „Stream“ wechseln Sie auf „Benutzerdefinierter Streamingserver“ und geben Sie die URL `„rtmp://<IP IHRES SERVERS>:1935/“` und einen Streamingsschlüssel wie `„secret123“` ein. Schließen Sie die Einstellungen und starten Sie die

Sendung rechts über den Button. Hat der Verbindungsaufbau funktioniert, beginnt ganz unten eine Uhr zu zählen. Auf dem Server erscheint eine Zeile in der `MonaServer`-Kommandozeile, die auf einen verbundenen Client hinweist.

In der aktuellen Konfiguration akzeptiert der Server jeden RTMP-Stream und gibt das Signal bereitwillig über RTMP weiter. Um das zu verhindern, sind ein paar Zeilen Skript nötig – `MonaServer` verarbeitet Anweisungen in der Skriptsprache Lua. Legen Sie im Unterordner `„www“` eine Datei mit dem Namen `„main.lua“` an und füllen Sie diese mit den Zeilen

```

function onConnection(client)
function client:onPublish(publication)
  if publication.name ~= "secret123" then
    error("Sie sind nicht berechtigt.")
  end
end
end

```

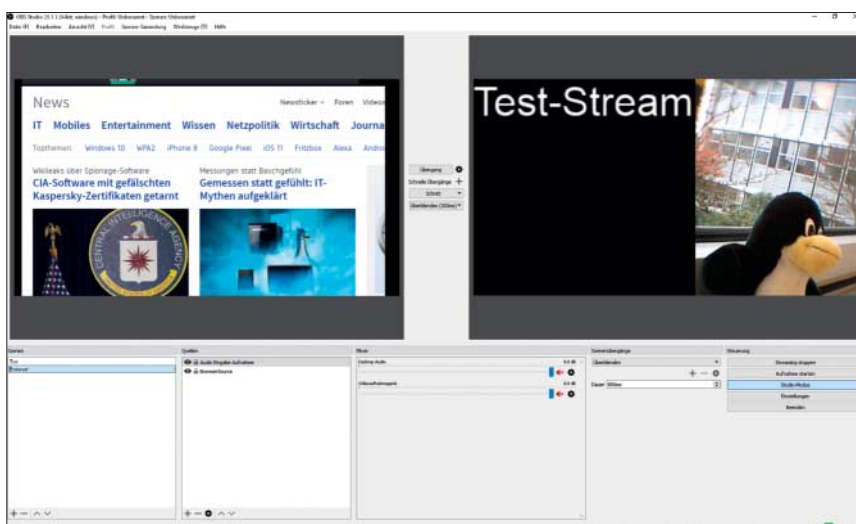
Ab jetzt prüft der Server bei jedem Verbindungsaufbau über RTMP, ob der Streaming-Key `„secret123“` übertragen wurde, und trennt andernfalls sofort die Verbindung.

Wandlungsfähiger Player

Als nächster Baustein in der Signalkette kommt mit VLC ein alter Bekannter ins Spiel. Dass er viel mehr kann, als stressfrei sämtliche Videoformate abzuspielen, hat sich mittlerweile herumgesprochen. Auch als stabiler Live-Videoconverter verrichtet er seinen Dienst.

Installieren Sie auf dem Server die aktuelle Version von der Seite des Videolan-Projekts. Testweise können Sie den Player öffnen und über das Menü „Medien/Netzwerkstream öffnen“ vom lokalen `MonaServer` das Signal abgreifen: `„rtmp://127.0.0.1/secret123“`. Wenn OBS Studio gerade sendet, öffnet sich jetzt das Livebild.

VLC hat die Umwandlung in HLS-Schnipsel bereits eingebaut. Zur Auslieferung der Pakete über HTTP fehlt aber noch ein Webserver. Windows Server liefert den IIS bereits mit, bei vielen Cloud-Anbietern ist er sogar schon installiert. Sofern das nicht der Fall ist, öffnen Sie den Server-Manager, klicken Sie oben rechts auf „Verwalten“ und anschließend auf „Rollen und Features hinzufügen“. Im Assistenten wählen Sie den Punkt „Web Server (IIS)“ und die zugehörigen Management Tools aus. Anschließend sollte der IIS beim Aufruf der



Mit OBS Studio kombinieren Sie verschiedene Eingabequellen zu einem Stream, den Sie live senden können.

```
#EXTM3U
#EXT-X-TARGETDURATION:1
#EXT-X-VERSION:3
#EXT-X-ALLOW-CACHE:NO
#EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:29
#EXTINF:1.00,
http://127.0.0.1/hls/stream-00000029.ts
#EXTINF:1.00,
http://127.0.0.1/hls/stream-00000030.ts
#EXTINF:1.00,
http://127.0.0.1/hls/stream-00000031.ts
#EXTINF:1.00,
http://127.0.0.1/hls/stream-00000032.ts
#EXTINF:1.00,
http://127.0.0.1/hls/stream-00000033.ts
```

Für Live-Streaming über HTTP zerstückt der Server das Video und legt die Teile auf einem Webserver ab. Der Player auf dem Client erfährt aus einer solchen Playlist, welchen Schnipsel er als Nächstes laden soll.

IP-Adresse im Browser seine Standard-Seite ausliefern, die sich im Ordner „C:\inetpub\wwwroot\“ befindet. Legen Sie dort einen Ordner mit dem Namen „live“ an. Standardmäßig weigert sich der IIS, Dateien mit den Endungen „.ts“ und „.m3u8“ korrekt auszuliefern. Öffnen Sie daher den IIS-Manager auf dem Server und navigieren Sie zu „Sites/Default Web Site/live“. Öffnen Sie dort das Element „MIME-Typ“. Rechts finden Sie den Dialog, um weitere MIME-Typen hinzuzufügen. Sie benötigen die Einträge `application/x-mpegURL` für „.m3u8“ und `video/MP2T` für „.ts“.

Zusammenbau

Die Server-Komponenten sind bereit für den Zusammenbau. Das erledigt eine Batch-Datei, die VLC mit der Aufforderung zum Transcodieren startet:

```
@echo off
del /q c:\inetpub\wwwroot\live\*
"C:\Program Files (x86)\VideoLAN\VLC\vlc.exe" -I dummy %*
rtmp://127.0.0.1/secret123 %*
--sout=#transcode{width=1080,%*
height=720,fps=30,vcodec=h264,%*
venc=x264{aud,profile=baseline,%*
level=30,keyint=10,ref=1},aenc=%*
ffmpeg{strict=-2},acodec=aac}:std%*
{access=livehttp{seglen=1,delsegs=%*
true,numsegs=5,index=c:\inetpub\%*
wwwroot\live.m3u8,index-url=%*
http://<externe IP des Servers>/live/%*
live-#####.ts},mux=ts%*
{use-key-frames},dst=%*
c:\inetpub\wwwroot\live\%*
live-#####.ts}
PAUSE
```

Über die interne Adresse „127.0.0.1“ öffnet VLC den Stream und legt die daraus generierten Teile im Web-Verzeichnis des IIS ab. Öffnen Sie die Adresse „http://<ip des Servers>/live/live.m3u8“ im Browser auf einem Mobilgerät mit iOS oder auf dem lokalen Rechner mit dem VLC-Player (über „Medien/Netzwerkstream öffnen“), können Sie Ihren Livestream bewundern. Dass er eine weite Reise und zwei Konvertierungen hinter sich hat, sehen Sie am zeitlichen Versatz von knapp 15 Sekunden.

Damit die Zuschauer über eine Webseite in den Genuss des Videos kommen, fehlt noch die Einbettung in eine HTML-Seite. Ganz ohne Flash funktioniert das mit dem JavaScript-Player hls.js, der unter der Apache License veröffentlicht wurde. Laden Sie die JavaScript-Datei als „hls.min.js“ in das Webverzeichnis des IIS und legen Sie dort eine Seite „index.html“ an:

Flexibler mit Docker

Bis Sie alle Komponenten vorbereitet und miteinander verknüpft haben, vergeht viel Arbeitszeit. Da Sie den Festplattenspeicher bei den meisten Cloud-Anbietern auch dann bezahlen müssen, wenn der Server heruntergefahren wurde, empfiehlt es sich, die Lösung so zu verpacken, dass der Server zwischendurch gelöscht werden kann. Docker-Container lösen das Problem: Sie verpacken die Serverdienste in getrennte Container und starten sie bei Bedarf auf beliebigen Servern.

Starten Sie zum Betrieb in einer Docker-Umgebung einen Cloud-Server mit Windows Server 2016. Docker für Windows Server installieren Sie über die PowerShell mit folgenden Befehlen. Starten Sie den Server anschließend neu:

```
Install-Module DockerProvider -Force
Install-Package Docker -ProviderName %*
DockerProvider -Force
```

Die beiden Container starten Sie später mit dem Werkzeug docker-compose. Per PowerShell ist es schnell installiert:

```
Invoke-WebRequest "https://github.com/%*
docker/compose/releases/%*
download/1.17.1/docker-compose-%*
Windows-x86_64.exe" -UseBasicParsing %*
-OutFile $Env:ProgramFiles\docker\%*
docker-compose.exe
```

Die Umgebung ist mit wenigen Handgriffen einsatzbereit: Die Einrichtungsschritte haben wir zu Dockerfiles zusammengepackt und mit allen benötigten Konfigurationsdateien auf Github veröffentlicht,

die Anwendungen werden beim Erstellen der Images heruntergeladen. Die beiden Container „rtmp“ und „http“ haben wir in einer „docker-compose.yml“ definiert.

Laden Sie das Git-Repository auf dem Server herunter. Mit der Datei „start.bat“ wird docker-compose aufgefördert, die beiden Images zu erstellen und die Container zu starten. Die Ports 1935 und 80 übergibt Docker an die Netzwerkkarte des Servers – die Webseite mit dem Player sowie der RTMP-Server für den eingehenden Stream sind damit von außen zu erreichen. Achten Sie darauf, dass auf dem darunterliegenden Server weder Webserver noch MonaServer aktiv sind, die bereits Port 80 und 1935 abhören.

Erweiterbar

Die vorgestellte Umgebung beschränkt sich ausschließlich auf die absolut nötigen Schritte. Um die Lösung zu skalieren, können beide Container auf unterschiedlichen Host-Servern gestartet werden: Mehrere Container mit VLC und Webserver würden sich das Signal per RTMP von einer Instanz mit MonaServer abholen und über den Player anzeigen – die Anfragen könnte man zum Beispiel per DNS-Lastenausgleich verteilen. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Merlin Schumacher, Docker-Praxis mit Linux, Wo Container punkten, c't 15/2017, S. 106

Downloads und Docker-Container: ct.de/y2gh

```
<script src="hls.min.js"></script>
<video id="video"></video>
<script>
  if(Hls.isSupported()) {
    var video = document.%*
    getElementById('video');
    var hls = new Hls();
    hls.loadSource('http://<ip %*
    des Servers>/live/live.m3u8');
    hls.attachMedia(video);

    hls.on(Hls.Events.MANIFEST_PARSED,%*
    function() {
      video.play();
    });
  }
</script>
```

Der Player hls.js spielt das Video im Browser ab.

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

In der 3D-Weihnachtsbäckerei

2D-Zeichnungen in 3D-Plätzchenausstecher verwandeln



schen 3D-Drucker, im örtlichen Makerspace oder bei einem Druckdienstleister mit geringem Aufwand materialisieren. Wir haben versuchsweise Yoda, eine Fledermaus und einen Drachenechsen-Hybrid in Keksförmigkeit gebracht.

Zeichenkunst

Weil Keksausstecher recht simple dreidimensionale Gebilde sind, lassen sie sich durch einfache Extrusion aus einer 2D-Zeichnung gewinnen – ähnlich wie die Geschosse eines Hauses aus dem Grundriss. Dazu müssen Sie weder ein überdimensioniertes CAD-Softwarepaket aus dem Anlagenbau installieren noch alte Geometrie-Schulhefte rauskramen. Stattdessen füttern Sie einfach das auf weihnachtliche Förmchen spezialisierte Online-Tool Cookie Caster mit einer 2D-Skizze. Es konstruiert daraus automatisch ein Modell im STL-Format, das die meisten 3D-Drucker verarbeiten können. Für die Bedienung des englischsprachigen Dienstes reichen einfache Kenntnisse der Sprache aus.

Das Erstellen einer geeigneten Vorlage ist nicht schwierig und auch von kleinen Kindern zu bewältigen, sofern man ihnen zuvor erklärt, worauf es ankommt: Die Kunst besteht in der Reduktion, also im Weglassen von Details. Wer sich beispielsweise seine Star-Wars-Helden backen möchte, muss eine möglichst

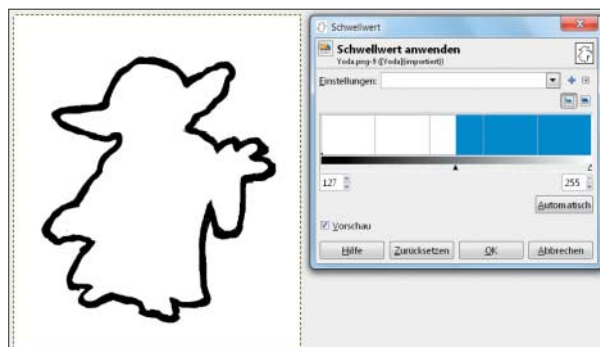
Mit 3D-Druckern kann man nicht nur Schlüsselanhänger zweifelhafter Ästhetik herstellen, sondern auch richtig nützliche Sachen: zum Beispiel selbst gestaltete Ausstecher fürs Weihnachtsgebäck.

Von Andrea Trinkwalder

den Umweg über selbst gestaltete Ausstechformen nehmen.

Das ist aber gar nicht schwer und macht auch noch richtig Spaß: Vorlagen für individuelle Ausstecher können Kinder einfach von Hand zeichnen; um die technische Umwandlung der Stiftstriche zum 3D-Modell kümmert sich das kostenlose Online-Werkzeug Cookie Caster. Das Ergebnis lässt sich dann auf dem heimi-

Weihnachtszeit ist Plätzchenzeit. Es duftet nach Zimt und Vanille, man kramt alte Rezepte raus und backt wie vor zig Jahren: Terrassen, Vanillekipferl, Spritzgebäck und all die anderen Klassiker. Wer sich in der Vorweihnachtszeit nicht komplett vom heimeligen Landlust-Idyll vereinnahmen lassen möchte, kann mit Eigenkreationen aus dem 3D-Drucker ein paar nerdige Akzente auf dem Plätzchenteller setzen. Noch muss man dafür



Jedi-Urvater Yoda, kurz bevor er zum Keksausstecher wird. Per Schwellenwert-Funktion (hier in Gimp) verschwinden störende Grautöne schnell aus abfotografierten Zeichnungen.

einfache Form und Pose mit hohem Wiedererkennungswert finden. Wem dafür die Vorstellungskraft fehlt, der sucht sich im Internet einige Fotos und Zeichnungen zur Inspiration – oder zum Abpausen. Kinder können die Vorlagen auf Papier oder direkt auf dem Tablet in einer Mal-App zeichnen. Im ersten Fall müssen Sie die Vorlage anschließend abfotografieren oder scannen, in eine Schwarzweiß-Grafik umwandeln, gegebenenfalls mit Hilfe weißer und schwarzer Pinselstriche säubern und als JPEG oder PNG speichern.

Über die Trace-Schaltfläche öffnen Sie die Bilddatei im Cookie Caster. Ein einfacher Klick mit dem Zauberstab (Magic Trace) ins Innere der Form zeigt der Software, wo sie nach Rändern suchen muss. Nach kurzer Rechenzeit erscheint im Hauptfenster ein leuchtend türkiser Umriss und rechts oben im Vorschaufenster das daraus konstruierte 3D-Modell. Dort können Sie es drehen und ausgiebig von allen Seiten begutachten. Wenn Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind, stellen Sie unterhalb des Vorschaufensters die gewünschten Abmessungen ein. Die Voreinstellungen für Randhöhe und -stärke können Sie beibehalten, gegebenenfalls reduzieren Sie die Stärke auf 1 bis 1,5 mm. Als maximale Größe (Länge) wählen Sie vorerst Medium; die endgültige Größe geben Sie später in der 3D-Drucksoftware oder beim Upload zum Dienstleister noch exakt an. Das von Cookie Caster erzeugte

STL-Format wird von den meisten Druckern und Dienstleistern akzeptiert.

Optimierungstipps

Nicht immer gelingt die Erkennung auf Anhieb, gegebenenfalls müssen Sie die Kinderzeichnung am Rechner nachbessern. Damit Ihre Kinder auch auf Papier nach Herzenslust experimentieren können und Sie nicht so viel nacharbeiten müssen, gehen Sie am besten folgendermaßen vor: Lassen Sie die Kinder mit Bleistift skizzieren, bis das Ergebnis passt. Anschließend ziehen Sie oder Ihr Kind das fertige Bild außerhalb der Bleistiftlinien mit einem schwarzen dünnen Filzstift oder Fineliner nach.

Das Nachziehen sollte außen stattfinden, weil sich Cookie Caster am Inneren der Umrisslinie orientiert. So erhalten Sie ein homogenes Inneres und vermeiden Engstellen. Radieren Sie vor dem Scannen die Bleistiftspuren sorgfältig weg und stellen Sie sicher, dass die Form keine Lücken aufweist. Sehr kleine Lücken toleriert die Software, größere kann sie nicht überbrücken. Wichtig: Arme, Beine und andere dünne Gliedmaßen müssen deutlich breiter ausfallen als in natura. Schmale Stege bedeuten Plätzchenbruch, in engen Winkeln bleibt der Teig kleben.

Drucken: Wie und womit?

Besitzer eines eigenen 3D-Druckers sind klar im Vorteil: bevorzugtes Filament ein-

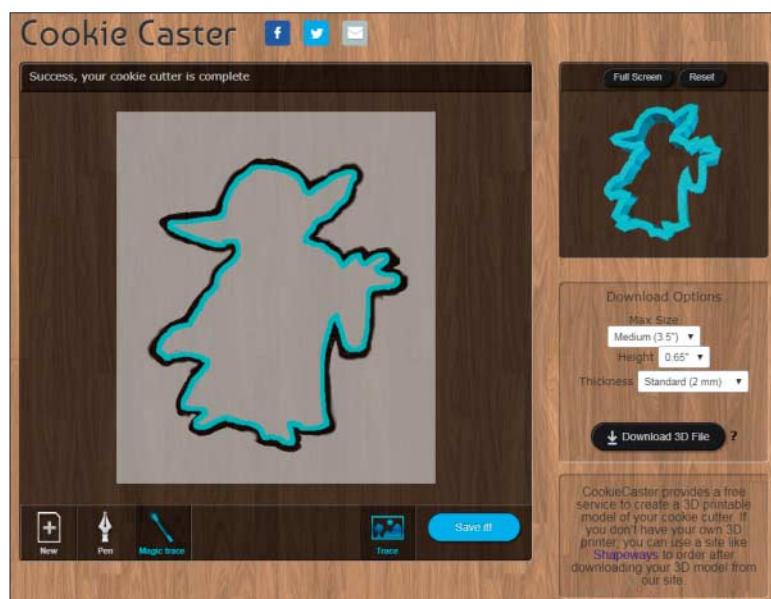
Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

Plätzchenausstecher aus dem 3D-Drucker

-  eigener 3D-Drucker oder Zugang zu FabLab hilfreich, Computer, Internetzugang, Online-Dienst Cookie Caster
-  grundlegende Englischkenntnisse
-  etwa eine halbe Stunde vom Zeichnen der Vorlage bis zum 3D-Modell; Druckzeit etwa 1,5 Stunden, beim Dienstleister 14 Tage
-  Kinder ab 6 Jahren
-  für den Druck beim Dienstleister: 8 bis 15 Euro pro Form plus Versandkosten (abhängig von der Modellgröße)

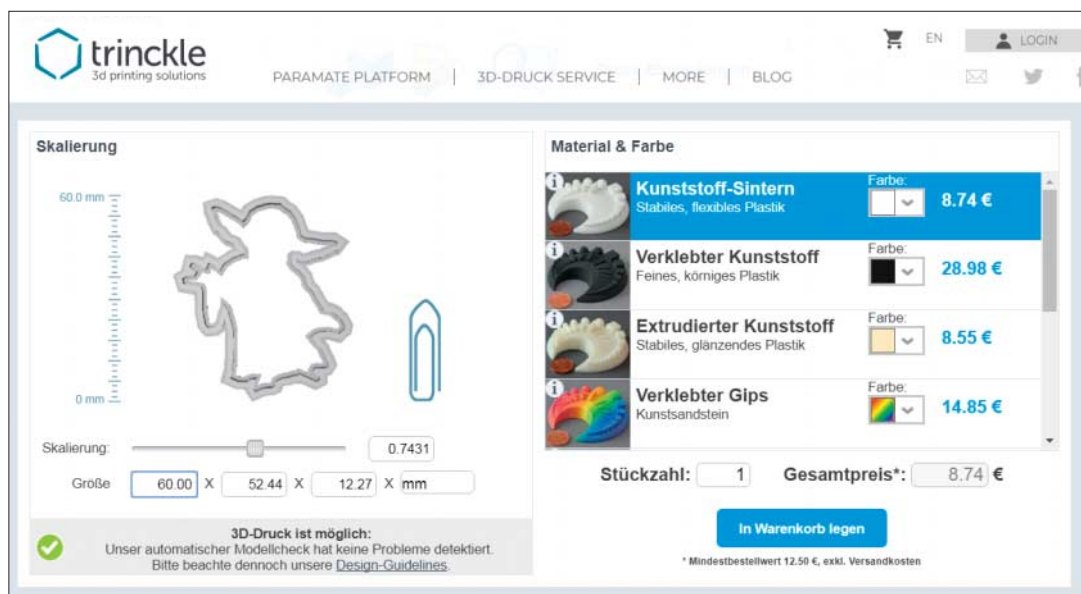
legen, STL-Datei laden, gewünschte Größe angeben, warten. Die 1,5 Stunden, die unser Ultimaker 2+ für die Yoda-Form brauchte, passen perfekt, um den Plätzchenteig vorzubereiten und ruhen zu lassen. Auch im Makerspace oder FabLab um die Ecke druckt es sich vergleichsweise schnell und günstig. Beim Druckdienstleister müssen Sie zwei bis drei Wochen Lieferzeit einkalkulieren und sind nicht ganz so frei in der Auswahl des Materials. Zudem variieren die Preise recht stark. Manche Anbieter verlangen Handling-Pauschalen, die das Förmchen unverhältnismäßig teuer machen; da kann der Preis schon mal in Richtung 30 bis 50 Euro gehen.

Billig ist der Spaß generell nicht, denn der Druckservice kommt in jedem Fall teurer als die für wenige Euro erhältlichen Exemplare von der Stange. Aber die sind weder selbstgemacht noch nerdig. Als vergleichsweise günstigen Dienstleister haben wir trinkle 3D ausfindig gemacht. Unser 6 cm × 5 cm großer Yoda kostete knapp neun Euro, die 7 cm × 3 cm große Fledermaus war mit 6,50 Euro am günstigsten und die 7 cm × 5,5 cm fassende Drachenechse mit fast 12 Euro am teuersten. trinkle 3D druckt Polyamid (PA) in Laser-Sinter-Technik. Die Oberfläche ist etwas rau, matt und leicht flexibel. Das verwendete PA



Nach einem Zauberstab-Klick in die Mitte der Figur beginnt Cookie Caster, einen geschlossenen schwarzen Umriss zu suchen und markiert diesen mit einem leuchtend türkisen Rahmen.

trinckle3D vereint Bedienkomfort mit einem guten Preis/Leistungsverhältnis und lieferte zuverlässig innerhalb der angegebenen Zeit.



2200 ist auch für den Kontakt mit Lebensmitteln zertifiziert, mit Ausnahme alkoholischer Getränke. Es wird übrigens auch in der medizinischen Prothetik eingesetzt.

Als Alternative zu PA bietet sich auch Polyactid (PLA) an. PLA ist eines der verbreitetsten Materialien für 3D-Druck und besitzt wie PA ebenfalls eine etwas rauere Oberfläche. Es wird aus Maisstärke gewonnen und für den 3D-Druck mit Additiven angereichert. Auch PLA eignet sich für den Kontakt mit Lebensmitteln. Wenn Sie nicht sicher sind, ob die zugesetzte Farbe lebensmittelecht ist, verwenden Sie am besten ungefärbtes PA oder PLA. PA ist bis 70 Grad temperaturstabil, PLA wird schon ab 60 Grad weich, womit man beide theoretisch im Öko-Waschgang in

der Spülmaschine reinigen könnte. Dennoch dürfte händisches Reinigen bei niedriger Temperatur und mit weniger aggressiven Spülmitteln die Lebensdauer der Formen verlängern.

Die mit zwei Millimeter Wandstärke gedruckten Ausstechformen erreichten uns in sehr guter Qualität. Theoretisch kann man sie auf einen Millimeter reduzieren, wodurch das Werk aber filigranter wird und möglicherweise die ein oder andere grobe Behandlung durch Kinderhand nicht übersteht. Auf Bruchtests mit Belastung in alle erdenklichen Richtungen haben wir zwecks Erhaltung des Familienfriedens verzichtet, sachgemäße Anwendung (Druck von oben) stellte kein Problem dar. Tests unter verschärften vor-

weihnachtlichen Produktionsbedingungen stehen noch aus.

Wenn Sie alternative Dienstleister abklopfen möchten, können Sie die Preise in der Regel nach dem Upload der STL-Datei online kalkulieren – leider lässt sich nicht bei jedem Anbieter das Modell interaktiv skalieren. Wichtig ist, dass keine hohen Handling-Pauschalen anfallen und Materialien zur Wahl stehen, die für den Kontakt mit Lebensmitteln geeignet sind. Ähnliche Preise wie trinckle 3D bietet beispielsweise rapidobject, das die Modelle aber nur in den Original-Abmessungen kalkuliert und verarbeitet. (atr@ct.de) **ct**

Cookie Caster, Druckdienstleister:
ct.de/y3wx



Yoda ließ sich problemlos ausstechen. Engstellen wie hier am Schwanz der Drachenechse oder an den Fledermausohren sollte man vermeiden, weil darin der Teig hängen bleibt.



Eintauchhilfen

Kaufberatung Virtual-Reality-Headsets

Jetzt ist ein guter Zeitpunkt, um sich ein VR-Headset zuzulegen: Windows MR ist neu dabei, die Preise für die immer noch aktuelle Konkurrenz sind deutlich gefallen. Doch wie unterscheiden sich Oculus Rift, HTC Vive, Windows MR und PSVR?

Von Jan-Keno Janssen

Auch wenn Sie schon einmal eine VR-Handyhülle à la Google Cardboard ausprobiert haben: Das Mittendrin-Gefühl, das ausgewachsene VR-Headsets bieten, ist um ein Vielfaches besser. Die „großen“ VR-Systeme für Computer oder Spielkonsole erfassen nämlich nicht nur Kopfdrehung und -neigung, sondern auch die Position im Raum (6DOF, 6 degrees of

freedom). Das gaukelt dem Gehirn deutlich überzeugender vor, dass es gerade keine Computergrafik beguckt, sondern die echte Welt. Smartphone-VR – und zwar auch Highend-Plattformen wie Samsung Gear VR oder Google Daydream – beherrscht lediglich 3DOF. Außerdem, und das ist fast noch wichtiger, können die großen VR-Systeme auch Handcontroller im Raum erfassen. Man kann also in die VR hineingreifen.

Vier VR-Systeme mit 6DOF und Handcontroller-Tracking sind zurzeit auf dem Markt: Oculus Rift, HTC Vive und Windows Mixed Reality für Windows-PCs sowie Playstation VR für die Spielkonsolen Playstation 4 und Pro. Während Rift, Vive und PSVR im Komplettpaket inklusive Controllern zwischen 400 und 450 Euro kosten, muss man für ein Vive-System 700 Euro auf den Tisch legen. Die von Microsoft entwickelten Windows-MR-Headsets werden von diversen

OEMs hergestellt und verkauft; in Deutschland sind zurzeit Geräte von Acer, Dell, HP, Lenovo und Medion erhältlich. Technisch sind alle Brillen identisch, Unterschiede gibt es nur in Sachen Design und Ergonomie. In dieser Kaufberatung behandeln wir Windows MR deshalb als ein Hardware-System.

Optisches

Schaut man nur aufs Datenblatt, sollte Windows MR die beste Bildqualität liefern: Mit einer Auflösung von 1400 × 1400 Pixeln pro Auge (entspricht knapp 2 Megapixel) liegt das System deutlich vor Rift und Vive (1,3 Megapixel pro Auge) sowie PSVR (1,03 Megapixel). In Sachen Schärfe geht die Rechnung auf: So lässt sich Schrift bei den Windows-Brillen am besten lesen. Doch Pixel sind nicht alles: Windows MR nutzt im Unterschied zur Konkurrenz LCD- statt OLED-Bildschirme. Dadurch wirken Farben etwas flau, dunkle Töne sehen oft milchig aus. Die OLED-Brillen zeigen sattere Kontraste und gesättigtere Farben.

Ebenso wichtig wie die Displays sind die verwendeten Linsen. Sie sorgen dafür, dass das menschliche Sichtfeld möglichst gut ausgefüllt ist. Ist der Sichtwinkel (Field of view, FOV) zu klein, stören dunkle Ränder; die virtuelle Welt wirkt, als würde man sie durch ein Bullauge betrachten. Ein wenig tritt dieses Phänomen bei allen Headsets auf, bei den Windows-Brillen ist es aber klar am stärksten ausgeprägt – hier waren sich alle Tester im c't-Labor einig. Rift, Vive und PSVR zeigen ein größeres Sichtfeld. Unterschiede sind zwischen ihnen ebenfalls vorhanden, scheinen aber individuell sehr unterschiedlich wahrgenommen zu werden. Müssten wir uns festlegen, erreicht die PSVR in der Sichtfeld-Rangliste Platz drei, Rift Platz zwei und Vive knapp Platz eins. Was unsere Tests übrigens auch gezeigt haben: Den Bullaugen-Effekt nimmt man direkt nach dem Aufsetzen zwar deutlich wahr, hat ihn aber meist schon nach wenigen Minuten vergessen – in der Praxis ist er also wenig problematisch.

Unterschiede gibt es auch beim Schärfebereich der Linsen: Die Windows-MR-Geräte und die PSVR muss man sich sehr genau vor dem Auge hinrücken, damit alles scharf aussieht. Bei Vive und Rift ist der „Sweetspot“ etwas größer.

Ein weiterer Erfahrungswert: Alle VR-Headsets erlauben den Betrieb mit Sehhilfe; Kurz- oder Weitsichtige können ihre

Brille also auflassen. Probleme gab es lediglich mit ungewöhnlich breiten Brillengestellen, die passten schlicht nicht unter die Headsets.

Tracking

Wie die vier VR-Systeme Brille und Handcontroller im Raum verfolgen, funktioniert sehr unterschiedlich. Technisch am aufwendigsten arbeitet die HTC Vive. Das von der Spielefirma Valve entwickelte „Lighthouse“-System spannt mittels zwei etwa Butterstück-großer Boxen ein Infrarot-Laser-Netz im Raum auf, an dem sich Brille und Handcontroller über eingebaute Photodioden orientieren. In der Praxis klappt das millimetergenau und in einem Bereich von bis zu 25 Quadratmetern. Vive nennt das „Room-Scale“ – schließlich kann man sich im ganzen Raum bewegen (wenn keine Möbel im Weg sind). Allerdings ist die Installation etwas aufwendig: Die beiden Lighthouse-Boxen sollten idealerweise in gegenüberliegenden Raumecken über Kopfhöhe an die Wand oder Decke geschraubt werden. Steckdosen sollten in der Nähe sein, Akkubetrieb ist nicht vorgesehen.

Rift und PSVR arbeiten mit Kameras: Headsets und Controller haben LEDs eingebaut, die im Kamerabild erkannt werden. Oculus nutzt Infrarot-LEDs, die Sony-Lämpchen leuchten im sichtbaren Spektrum. Die Installation ist bei der PSVR zwar sehr einfach (die einzelne Kamera einfach auf den Fernseher oder Monitor stecken), dafür wird aber nur ein kleiner Bereich erfasst: Von der Ausgangsposition kann man maximal einen Schritt in alle Richtungen gehen, Umdrehen ist verboten. Die Handcontroller werden nur recht grob erfasst, worunter die Feinmotorik leidet. Außerdem ruckeln die virtuellen Hände häufig. Neigt man zu ausladenden Armbewegungen, muss der Abstand zur Kamera mehrere Meter betragen – bewegt man die Controller aus dem Sichtfeld, bleibt die virtuelle Hand sonst stehen. Das Gleiche passiert, wenn man die Controller-LEDs mit dem Körper verdeckt.

Dieses Problem hat die Rift nicht, denn hier kommen – will man die Handcontroller verwenden – zwei Kameras zum Einsatz. Diese kann man zum Beispiel an einem Computer-Arbeitsplatz rechts und links neben dem Monitor platzieren. Jede der Kameras muss per USB mit dem Rechner verbunden sein. Bei einem solchen klassischen Aufbau deckt das Tracking ein bis drei Quadratmeter ab. Oculus unter-



Während Vive, Windows MR und PSVR (von links) als Handcontroller die Stabform bevorzugt, kommt der Rift-Controller in schicker Armreif-Optik daher.

stützt auch ein experimentelles „Room-Scale“-Setup, bei dem die Kameras in zwei gegenüberliegenden Raumecken platziert werden. So sind maximal 5 Quadratmeter möglich. Die Oculus-Software kann auch das Signal einer dritten Kamera (70 Euro) verarbeiten, dann darf man auf maximal 10 Quadratmetern herumlaufen.

Ganz ohne externe Tracking-Hardware kommt Microsoft MR aus: Hier werden Kopf- und Handposition über zwei eingebaute Schwarzweiß-Weitwinkelkameras erfasst. Das funktioniert in der Praxis fast so gut wie bei Rift und Vive. „Offiziell“ unterstützt Windows MR eine Fläche von 16 Quadratmetern, bei unseren

Tests klappte das Tracking aber (mit einem Rucksack-PC) auch in deutlich größeren Bereichen. Bei unseren Tests ruckelten die Windows-MR-Handcontroller in der VR manchmal ein kleines bisschen – was uns im Test im Gegensatz zu dem heftigen Zittern der PSVR-Controller nie wirklich gestört hat.

Apropos Controller: Hier hat die Oculus Rift klar die Nase vorn. Die sogenannten „Touch“-Controller liegen nicht nur am besten in der Hand, sondern können auch die Haltung von Daumen und Zeigefinger einzeln erfassen. Windows MR und Vive funktionieren in der Praxis ganz okay, bei den PSVR-Move-Controllern

Headsets mit vollem Tracking (6DOF)

Gerät	Oculus Rift	HTC Vive	Playstation VR	Windows Mixed Reality
Mindestanforderungen	PC mit Gaming-Grafikkarte	PC mit Gaming-Grafikkarte	Playstation 4	PC mit Gaming-Grafikkarte ¹
Display-Technik	OLED mit 90 Hz	OLED mit 90 Hz	OLED mit max. 120 Hz	LCD mit 90 Hz („Ultra“-Betriebsart) bzw. 60 Hz
Auflösung pro Auge	1080 × 1200 Pixel	1080 × 1200 Pixel	960 × 1080 Pixel	1440 × 1440 Pixel
integrierte Kopfhörer	✓	— ²	—	—
Augenabstand mechanisch einstellbar	58–72mm	60,2–74,5mm	— (nur Software)	— (nur Software)
erforderliche Tracking-Hardware	zwei Kameras (ohne Handcontroller reicht eine)	zwei Lighthouse-Tracker	eine Kamera (kein 360-Grad-Tracking möglich)	— (zwei Tracking-Kameras in Brille integriert)
Trackingbereich-Größe	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕
Genauigkeit Kopftracking	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Genauigkeit Hand-Controller-Tracking	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕
Größe Sichtfeld (FoV)	○	○	○	⊖
Ergonomie Handcontroller	⊕⊕	⊕	○	○
Charakteristik Display	neutrale Farbdarstellung, angenehme Helligkeit, mittleres Fliegengitter ³ , Pentile-Artefakte	übersättigte Farben, hohe Helligkeit, mittleres Fliegengitter, Pentile-Artefakte	noch neutrale Farbdarstellung, angenehme Helligkeit, wenig Fliegengitter, keine Pentile-Artefakte, etwas geringe Schärfe	gute Schärfe, etwas blasse Farben, angenehme Helligkeit, mittleres Fliegengitter, keine Pentile-Artefakte, kleiner Schärfbereich
Preis mit Handcontrollern (Straße)	450 €	700 €	400 €	430 €

¹ läuft auch mit interner Grafik im 60-Hz-Modus, dieser flimmert aber merklich

² Deluxe Audio Strap als Zubehör erhältlich (120 €)

³ gemeint ist die Sichtbarkeit der Pixel-Zwischenräume

Empfehlenswerte Gratis-VR-Titel

Steam & Oculus Store: Allumette | Blocks by Google | Fantasyth: Chez Nous | Google Earth | Rec Room | The Rose and I | Waltz of the Wizard | **Nur Steam:** The Lab | Accounting | Anyland | Budget Cuts (Demo) | Gnomes & Goblins (Preview) | Google Spotlight Stories: Pearl | Portal Stories: VR | Realities | Trials on Tatooine | **Nur Microsoft Store:** HoloTour | **Nur Playstation Store:** Playstation VR Demo 1 & 2

Um VR-Spaß zu haben, muss man erst einmal kein Geld für Software ausgeben. Gerade im Steam-Store wimmelt es nur so vor Experimenten kreativer Entwickler – die man kostenlos herunterladen kann. Zwei davon sind **Accounting** und **Gnomes & Goblins** (Preview). Bei beiden handelt es sich um Film-Spiel-Mischformen, die so nur in Virtual Reality existieren können. Per Handbewegung interagiert man in beiden Titeln mit Comic-Charakteren und treibt so die Geschichte voran. Gnomes eignet sich mit seinen niedlichen Protagonisten auch für Kinder, Accounting ist dagegen zynisches absurdes Theater für Erwachsene – wer South Park oder Rick & Morty mag und Englisch versteht, wird sich großartig amüsieren.



Wie Lernen im 21. Jahrhundert funktioniert, zeigt Microsoft mit dem einzigen interessanten Windows-MR-Exklusivtitel: Mit **HoloTour** kann man sich wahlweise nach Rom oder zum Machu Picchu beamen. In einer technisch ausgezeichnet gelungenen Mischung aus 3D-Grafik und 360-Grad-Video erzählt die virtuelle Reiseleiterin allerlei Interessantes über Gegenwart und Vergangenheit. VR macht dabei Unmögliches möglich: Als es beispielsweise darum geht, dass zwischen zwei Bergen früher ein Fluss war, rollt auf einmal eine riesige Flutwelle an und demonstriert, wo genau der Flusslauf entlangging.

In Rom wird in einer Gegenwarts-Ansicht des Kolosseums auf Wunsch in die Vergangenheit umgeschaltet – wo man einem Gladiatoren-Kampf zuschauen kann.



Ohne Zweifel eine der faszinierendsten VR-Anwendungen ist **Google Earth**. Per Handbewegung dreht man die Welt erst wie einen Globus. Zoomt man hinein, fühlt man sich auf einmal wie im Miniaturwunderland – nur mit dem Unterschied, dass man drüberfliegen kann. Etliche Städte werden in detaillierten 3D-Modellen präsentiert. Besonders beeindruckend: Leuchtet man mit der Hand wie mit einem Laserpointer in die „Miniaturwelt“, öffnet sich eine Street-View-Ansicht, in der man sich mit Kopfbewegungen umschauen kann. Die Software nutzt konsequent die VR-Handcontroller: Statt althergebrachte Interface-Modelle in die 3D-Welt umzusetzen, experimentiert Google hier mit ganz neuen Ideen. Diese erfordern zwar ein wenig Übung. Hat man die Bedienung aber verinnerlicht, kommt man sich vor wie in einem Science-Fiction-Film. Unbedingt ausprobieren!



merkt man deutlich, dass die Teile nicht für VR entwickelt wurden und bereits acht Jahre alt sind – so fehlen hier zum Beispiel Touchpad oder Analogstick.

Softwareangebot

Alle vier Headsets kommen mit eigener Online-Vertriebsplattform: Die Vive mit Steam, Rift mit Oculus Store, die Windows-MR-Headsets mit dem Microsoft-Store und die PSVR mit dem Playstation Store. Der große Unterschied: SteamVR-Software läuft nicht nur auf der Vive, sondern auch auf Oculus Rift und als Beta-Version auf Windows MR. Exklusivtitel gibt es hier nicht – und sind sogar technisch gar nicht möglich: Alle Steam-Titel kommunizieren über die SteamVR-Middleware mit den Headsets. Sprich: Jedes von SteamVR unterstützte Brille läuft grundsätzlich mit allen SteamVR-Titeln. Soll ein bestimmtes Gerät ausgeschlossen werden, müssen die Entwickler manuelle Sperren programmieren – so geschehen bei Google Earth VR, das anfangs nur mit HTC Vive funktionierte. Die Entwickler wollten die Steuerung erst an Rift anpassen, bevor sie die Software freigaben. Aber auch ohne eine solche Anpassung funktionieren die meisten Titel nahezu problemlos, bei nicht angepasster Software störten bei unseren Tests mit der frei verfügbaren SteamVR-Beta für Windows MR lediglich Schönheitsfehler wie in VR nicht korrekt dargestellte Controller; beispielsweise sieht der Windows-MR-Controller in VR aus wie der Vive-Controller.

Oculus- und Microsoft-Store unterstützen ausschließlich die hauseigenen Headsets – und versuchen, die Kundschaft über Exklusivtitel vom offenen Steam herzulocken. Bei Microsoft sind diese Versuche eher halbherzig: Über 90 % der Store-Titel gibt es auch auf Steam, exklusiv sind lediglich das viel zu kurze Schießbuden-Minispiel Halo Recruit und die gelungene Lern-Software HoloTour (beide kostenlos). Oculus gibt sich deutlich mehr Mühe – und investiert viel Geld in Exklusivtitel. Dutzende Titel mit hohen Produktionswerten gibt es ausschließlich im Oculus-Store, unter anderem den Edel-Shooter Robo Recall, die Klettersimulation The Climb und das fantastische Weltraum-Abenteuer Lone Echo. Die inoffizielle Open-Source-Software Revive macht die meisten Oculus-Store-Titel jedoch auch auf der Vive lauffähig. Für Windows MR gibt es einen solchen Kompatibilitäts-Layer bislang nicht.

Einen konsequenten Store-Zwang hat keines der Computer-Headsets: Theoretisch kann man sie auch mit Software nutzen, die man beispielsweise direkt von einer Entwickler-Website heruntergeladen hat. Anders ist das bei der Playstation VR: Die lässt sich konsolenüblich nur mit Software von Disk oder aus dem hauseigenen Store betreiben. Manuell heruntergeladene 360-Grad-Videos kann man sich aber auch hier anschauen, zum Beispiel mit der kostenlosen App Littlestar Cinema. Auf der Rift klappt das mit Oculus Video, auf der Vive mit Vive Video oder Whirligig, auf Windows-MR-Headsets mit der App Filme & TV. Letztere beherrschte bei Redaktionsschluss nur 2D-Videos.

Fazit

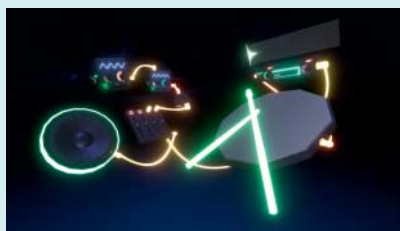
Das Rundum-Sorglos-Headset gibt es leider nicht, alle vier Systeme haben ihre Vor- und Nachteile. So bietet Vive zwar das beste Tracking, benötigt ohne den 120 Euro teuren Deluxe Audio Strap aber externe Kopfhörer. Außerdem ist das HTC-Headset am kompliziertesten aufzubauen und kostet mit Abstand am meisten. Die Oculus Rift kann keine so großen Räume bespielen wie die Vive, hat aber mit ihren Exklusivtiteln und SteamVR-Unterstützung das beste Softwareangebot – und liegt mit den eingebauten Kopfhörern und tollen Handcontrollern auch in Sachen Ergonomie vorne.

Windows MR hat die höchste Auflösung und die leichtesten Headsets, aber auch das kleinste Sichtfeld – dafür klappt die Einrichtung dank interner Sensoren am einfachsten. Der große Vorteil der Playstation VR: Sie lässt sich an einer nur 270 Euro teuren Playstation 4 betreiben – für die anderen drei Headsets braucht man mindestens einen 1000-Euro-PC mit Gaming-Grafikkarte. Was die vier Brillen glücklicherweise vereint: Spaß machen sie alle.

Zukunftssicher sind ebenfalls alle vier, selbst Vive, Rift und PSVR, die ja bereits 2016 auf den Markt kamen. Bahnbrechende neue VR-Hardware zeichnet sich zumindest fürs nächste halbe Jahr nicht ab, auch das im Internet heftig gehypte „8K“-Headset von Pimax scheint vor allem heiße Luft zu sein: So kommen zwar zwei 4K-Displays zum Einsatz, die allerdings nur ein 2560x1440-Eingangssignal hochskalieren. Was sich allerdings noch verändern kann sind die Preise – wir vermuten, dass vor allem bei den Windows-MR-Headsets preislich noch viel Luft nach unten ist. (jkj@ct.de) **ct**

Empfehlenswerte Kauf-VR-Titel

Steam, Oculus, Playstation, Microsoft Store: Arizona Sunshine (39,99 €) | Fantastic Contraption (19,99 €) | Superhot VR (22,99 €) | **Steam, Oculus & Microsoft Store:** Racket: Nx (11,99 €) | Space Pirate Trainer (14,99 €) | **Steam, Oculus & Playstation Store:** Batman: Arkham VR (19,99 €) | Holoball (14,99 €) | Job Simulator (19,99 €) | Raw Data (36,99 €) | Rez Infinite (24,99 €) | Star Trek: Bridge Crew (49,99 €) | Thumper (19,99 €) | **Steam & Oculus Store:** Cosmic Trip (19,99 €) | DiRT Rally (54,99 €) | Duck Season (19,99 €) | Kingspray Graffiti VR (14,99 €) | Onward (22,99 €) | Pierhead Arcade (9,99 €) | Rick & Morty: Virtual Rick-ality (27,99 €) | Serious Sam VR: The Last Hope (36,99 €) | Tilt Brush (19,99 €) | **Nur Steam:** Holopoint (14,99 €) | Richies Plank Experience (7,99 €) | SoundStage (9,99 €) | Unseen Diplomacy (2,99 €) | **Nur Oculus Store:** Edge of Nowhere (39,99 €) | Lone Echo (39,99 €) | Oculus Medium (29,99€, gratis für Touch-Käufer) | Ripcoil (9,99 €, gratis für Touch-Käufer) | Robo Recall (29,99 €, gratis für Touch-Käufer) | The Climb (49,99 €) | **Nur Playstation Store:** Bound (19,99 €) | Resident Evil 7: Biohazard (69,99 €)



Wer denkt, es gäbe keine Software für VR, irrt gewaltig: Alleine Steam verzeichnete bei Redaktionsschluss 2318 Titel. Natürlich ist viel Schrott dabei, aber man findet auch Perlen wie **SoundStage**: Dabei handelt es sich um ein virtuelles und hübsch verspieltes Tonstudio, das man komplett mit natürlichen Handbewegungen steuern kann. Am meisten Spaß macht das Drumset, auf dem man wie auf einem echten Schlagzeug herumdreschen kann.

Dass VR nicht zwangsläufig Isolation bedeutet, zeigt **Star Trek: Bridge Crew**: Hier kann man zu viert die USS Aegis durch allerlei Abenteuer manö-



vrieren. Das Spiel vermittelt dank VR und 3D-Audio das faszinierende Gefühl, sich wirklich mit seinen Mitstreitern in einem Raum zu befinden – obwohl man natürlich in der Realität nur per Netz verbunden ist.

Ganz andere Gefühle triggert der futuristische Rail-Shooter **Rez Infinite**: Man kommt sich darin vor, als würde man in Sourcecode schwimmen. Der



spielerisch wenig innovative Railshooter ist in VR eine der emotionalsten und faszinierendsten Erfahrungen überhaupt – das Spiel hat nachweislich schon etliche Menschen zum Weinen gebracht.

Eines der ambitioniertesten und umfangreichsten VR-Spiele ist der Oculus-Exklusivtitel **Lone Echo**. Nicht nur die Story ist toll, auch die Steuerung: Bei Schwerelosigkeit handelt man sich mit Greifbewegungen durch eine Raumstation.

Weihnachten steht vor der Tür

36 handverlesene Geschenketipps

**Keine Ideen für kreative Geschenke? Rettung naht:
c't hilft mit drei dutzend Geschenketipps für Nerds,
Kinder, Maker & Co.**

Von Sven Hansen und Martin Reche

Ja ist denn heute schon Weihnachten? Nein, zum Glück nicht! Denn, Hand aufs Herz, wer hat denn schon Ende November alle Geschenke im Sack? Bevor man aber am 23. 12. nervös bibbernd auf den Paketboten warten muss, sollte man jetzt handeln und den Weihnachtseinkauf fix erledigen. Kleiner Tipp für die Planung: Der 24. 12. ist ein Sonntag!

Schutz vor Verlegenheitsgeschenken bieten die 36 handverlesenen Geschenketipps der c't-Redaktion – jeder einzelne auf Herz und Nieren geprüft. Dargereicht werden sie von unseren nerdigen Weihnachtsfrauen und -männern, die schon voller Ungeduld vor Ihrer Wohnungstür stehen.

Mit im Gepäck: DIY-Geigerzähler, Raspi-Drohne, Hacking-Gadgets, programmierbare Schneeraupe, Spielkonsole, Lego-Roboter und digitale Butler.

Zu jedem Tipp bekommen Sie einen kostenlosen Artikel oben drauf – die Links führen zu Tests, Kurzvorstellungen oder Praxisartikeln, mit denen Sie noch mehr aus den Geschenken herausholen können. Viel Spaß beim Lesen!

(mre@ct.de)





DIY 4 XMAS



»Welch ein Löten,
welch ein Kleben
wird in unserm
Hause sein!«

Glotze aus!

Weder neu noch gefährlich – aber immer wieder lustig: Der TV-B-Gone sorgt für Ruhe, wenn Fernseher diese stören. Bei dem kleinen batteriebetriebenen Gerät handelt es sich um eine Art Mini-Fernbedienung, deren einziges Ziel es ist, Fernseher auszuschalten. Sie besteht im Wesentlichen aus einem Mikrocontroller und mehreren Infrarot-LEDs. Aufbau und Lötarbeit sind schnell erledigt. Drückt man auf den Knopf, werden der Reihe nach über hundert Ausschaltcodes für verschiedene Fernseher durchprobiert. Das dauert bis zu zwei Minuten – häufig verwendete Codes kommen jedoch schon nach wenigen Sekunden dran und schon ist die Glotze aus. (rei@ct.de)

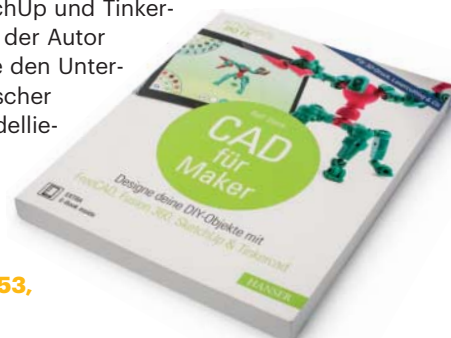


Preis: 20 €, c't 18/2017, S. 62, ct.de/yk39

Konstruktionshilfe

Mit Vorlagen aus dem Internet feiern Nachwuchs-Maker schnelle Erfolge bei 3D-Modeling und -Konstruktion. Mit „CAD für Maker“ gehen sie einen Schritt weiter und entwerfen eigene Modelle direkt für den 3D-Druck. Das Buch stellt acht Konstruktions- und Hilfsanwendungen mit konkreten Praxisprojekten vor. Dazu zählen unter anderem FreeCAD, Fusion 360, SketchUp und Tinkercad. Darüber hinaus erklärt der Autor CAD-Grundlagenwissen wie den Unterschied zwischen parametrischer Konstruktion und Direktmodellierung sowie den Nutzen von Konstruktionshistorien. (pek@make-magazin.de)

Preis: 24 €, Make Magazin 4/2017, S. 153, <https://heise.de/s/xQ2Q>





Bastelalarm

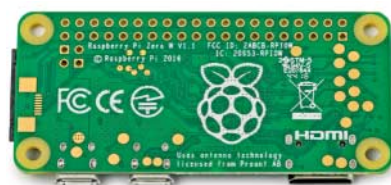
Eine Kiste mit Einzelteilen und Bastelanleitung unter dem Weihnachtsbaum lässt jedes Maker-Herz höher schlagen. Wie wäre es mit einem Bausatz für die Kameradrohne WiFree-Copter? Ihr Gehäuse kommt aus dem 3D-Drucker und darin werkelt ein Raspberry Pi Zero. Eine Kamera filmt die Umgebung und leitet die Bilder per WLAN ans Smartphone. Letzteres dient, dank kostenloser Android-App, auch als Steuerknüppel. Droht die WLAN-Verbindung zur Drohne zu schwinden, warnt die App per Vibration vor Ungemach. Die vollständige Bastelanleitung mit Einkaufsliste finden Sie im Artikel hinter dem Link. (mre@ct.de)

Preis: 168 €, c't 6/2017, S. 94, ct.de/ygst

Funk-Platine

Der Raspberry Pi Zero W hat WLAN und Bluetooth direkt an Bord. Das macht ihn für IoT-Projekte aller Art attraktiv. Ansonsten teilt er sich viele Spezifikationen mit seinem Vorgänger: Es bleibt beim Single-Core ARMv6-Prozessor mit 1 Gigahertz Taktrate. Dazu kommen 512 Megabyte Arbeitsspeicher. Das Funkmodul bringt 802.11n-WLAN und Bluetooth 4.1 (auch Low Energy) auf das Platinchen. Größe und Positionen der Anschlüsse hat der Hersteller zum Vorgänger nicht verändert, sodass alte Gehäuse noch passen. Dank Kamera- und USB-Schnittstelle sowie den Raspi-typischen GPIO-Kontakten stehen genug Schnittstellen für Peripherie bereit. (mls@ct.de)

Preis: 15 €, c't 7/2017, S. 66, ct.de/ygwt



Schweizer Taschenfunker fürs IoT

Viel Flash und RAM, ein MicroSD-Slot und das offene Betriebssystem OpenWRT machen den GL-MT300A zum Schweizer Taschenmesser unter den Mini-Routern. Als CPU dient ein MT7620A mit 580 MHz (Single-Core). GL.iNet hat dem Prozessor einen passiven Kühler spendiert. Dazu gibt es satte 128 MByte DDR2-Arbeits- und 16 MByte Flash-Speicher. Der integrierte Ralink 5390 bietet WLAN nach IEEE 802.11b, g und n mit 2 x 2 MIMO. Strom bezieht die kleine Kiste über ihren Micro-USB-Port von USB-Netzteilen oder Powerbanks. (amo@ct.de)

Preis: 33 €, c't 16/2017, S. 54, ct.de/you8u

Was druckst du?

Der kleine 3D-Drucker Renkforce RF100 muss sich nicht vor teurer Konkurrenz verstecken: In seinem Karton liegen bereits eine Rolle PLA-Filament sowie je 50 Gramm eines holzartigen sowie eines speziellen kupferfarbenen Filaments bei. Damit kann man direkt losdrucken. Der Bauraum ist zwar eher klein, reicht aber für den Start in die Welt des 3D-Drucks locker aus. Viel wichtiger: Die Qualität der Drucke ist für den Preis ganz ausgezeichnet. Durch die geringe Schichthöhe geraten seitliche Flächen sehr schön glatt. Die Mechanik arbeitet präzise und zeigt keinerlei Wobbeln. (tig@ct.de)

Preis: 250 €, c't 7/2017, S. 67, ct.de/yzsm



Ihr Kinderlein kommet

»Mädchen hört,
und Bübchen,
macht mir auf
das Stübchen!«

Experimentier-Objektive

Fisheye-, Makro- und Panoramaobjektiv im Dreierpack für 16 Euro? Klingt für Fotoprofis nach Kernschrott, macht aber bei richtiger Anwendung einen Heidenspaß: Die Plastik-Aufsätze von MPow klipst man direkt über die Bordlinse von Tablet oder Smartphone, Gummierungen an der Halteklammer sorgen für festen Sitz. Gerade vermeintliche Nachteile wie die kolossale Verzeichnung wecken stundenlangen Experimentierspaß an der Bildgestaltung mit dem Scherben-Trio. Mit etwas Übung lassen sich Fotos aufnehmen, die weit über die Möglichkeiten der integrierten Smartphone-Linse hinausgehen. (mre@ct.de)

Preis: 16 €, c't 14/2015, S. 120, ct.de/yq53

Programmierbare Schneeraupe

Mit dem „fischertechnik Robotics BT Smart Beginner Set“-Baukasten kann man zwölf unterschiedliche Modelle konstruieren: vom Karussell bis zum Raupenkettentraktor. Alle Modelle kommunizieren per Bluetooth mit Tablet und PC, lassen sich per App steuern, lenken und sogar programmieren. Dafür kombiniert man per Drag & Drop Befehlsblöcke zu fertigen Anweisungen. (mre@ct.de)

Preis: 154 €, c't 10/2017, S. 58, ct.de/y8jq

Entfesselungskunst

Wo gehts denn hier zum Ausgang? Diese Frage ist der Kern sogenannter Escape-Games. Bei Unlock! kann man sich gleich drei solcher Szenarien stellen. Man zockt mit Spielkarten und einer App. Alle spielen gemeinsam als Team gegen die Zeit. Innerhalb einer Stunde soll man sich durch das Lösen kniffliger Puzzles bis zum Ausgang arbeiten. Wenn es mal länger dauert, ist das auch nicht schlimm: Wäre nicht der unerbittliche Countdown der App, würde man die Zeit ohnehin vergessen. (sha@ct.de)

Preis: 30 €, c't 24/2017, S. 20, ct.de/ywn9



90er-Jahre-Flashback

Nintendos zweite Reise in die Vergangenheit führt mit dem SNES Classic Mini zurück in die 90er Jahre. Auf der dem SNES stilecht nachempfundenen Schrupfkonsole tummeln sich 21 vorinstallierte Spiele. Erweiterungen sind nicht vorgesehen. Straßenfeger des Nintendo-Universums wie Super Mario Kart, Super Street Fighter 2 Turbo und Donkey Kong Country dürfen selbstverständlich nicht fehlen. Im Karton liegen zwei originalgetreue Gamepads, fürs USB-Netzteil muss man selbst sorgen. (mre@ct.de)

Preis: 140 €, c't 22/2017, S. 50, ct.de/yxtc

Klötzchen 2.0

Auf die Steine, fertig, los: Das Lego-Boost-Set besteht aus einer per Bluetooth LE ansteuerbaren motorisierten Zentraleinheit (Boost Hub), einem kombinierten Farb- und Entfernungssensor sowie einem weiteren Motor. Mit im Karton liegen 843 Lego-Steine, mit denen sich acht verschiedene Modelle zusammenklicken lassen. Zum Aufbauen, Steuern und Programmieren nutzt man ein Tablet mit der kostenlosen Boost-App für iOS- oder Android. Ganz nebenbei bringt das Boost-Set auch älteren Modellen das Laufen bei. (sha@ct.de)

Preis: 140 €, c't 18/2017, S. 32, ct.de/yegz



Würfel-Geballer

Shooter-Klassiker auf dem Gabentisch? Doom: Das Brettspiel macht es möglich. Statt mit Maus und Tastatur spielt man ganz analog mit Karten und Spielfiguren. Letztere sehen hübsch gruselig aus und sorgen für authentisches Horror-Flair. Bis zu vier Spieler kämpfen sich durch die Gänge einer Mars-Basis – ein weiterer Spieler kontrolliert die Dämonenhorden. Würfel und Karten-combos lassen Wummen sprechen, Krallen schwingen und Feuerbälle fliegen. (jube@ct.de)

Preis: 75 €, c't 24/2017, S. 20, ct.de/ywn9

Ridin' Home for Xmas

»Von drauß'
vom Walde
komm ich her.«

Wo is mein Auto?

Nondas ZUS lädt das Smartphone im Auto auf und hilft, das Fahrzeug auf dem Großparkplatz wiederzufinden. Beide USB-Buchsen sind beleuchtet. Der eigentliche Clou: Die ZUS-App für iOS- und Android-Geräte verbindet sich per Bluetooth 4.0 mit dem Lader. Stellt man das Auto ab, registriert die App den Wegfall des Tokens und merkt sich den zuletzt aus dem Smartphone-GPS ausgelesenen Standort als Parkposition. Auf Wunsch mahnt die App das Ende der vorher eingestellten Parkdauer an und führt einen über eine Kompass-Ansicht wieder zurück zum Fahrzeug. (sha@ct.de)

Preis: 32 €, c't 8/2017, S. 63, ct.de/y4qr



Taschentonstudio

Mit dem Interface iRig Pro I/O nimmt man Gitarre, Bass, Gesang und Keyboard wahlweise am PC oder Mobilgerät auf. Das kleine Kästchen verfügt über eine MIDI-Schnittstelle, Audio-Ein- und -Ausgänge sowie einen batteriebetriebenen Vorverstärker mit Phantomspeisung. Das pralle Software-Paket umfasst unter anderem AmpliTube 4, Sample Tank 3 SE sowie T-Racks Deluxe mit Mic Room für Mac und Windows. Außerdem interagiert das Interface mit zahlreichen kostenlosen Apps für iOS und Android. (akr@ct.de)

Preis: 140 €, c't 16/2017, S. 57, ct.de/ynv1





Herzfrequenz-Spitzel

Der Brustgurt Polar H10 übermittelt Herzfrequenzdaten via Bluetooth LE etwa an die „Polar Beat“-App für Android und iOS. Dort lässt sich zusätzlich eine analoge 5-kHz-Übertragung aktivieren, damit Studiogeräte die Daten auf dieser Frequenz empfangen. Der Gurt ist zu vielen älteren Uhren kompatibel und ermöglicht eine Übertragung der Herzfrequenz beim Schwimmen. Der eigentliche Clou des H10 ist sein integrierter Speicher, in dem er Trainingseinheiten von bis zu 40 Stunden Dauer ablegen kann. So kann man beim Training das Smartphone daheim oder in der Umkleide lassen.

(nij@ct.de)

Preis: 90 €, c't 19/2017, S. 60, ct.de/yur7

Henkelmann

Milchkanne 3.0: Samsungs Bottle-Speaker pimpt per Bluetooth-Verbindung den Sound vom Handy oder Tablet und fabriziert zugleich ein wenig bunten Budenzauber: Der integrierte LED-Farbwechsler mit 16 Millionen Farben lässt sich per App steuern oder kann im Party-Modus passend zur Musik wabern. Ein Sleep-Timer und die kabellose Qi-Ladefunktion machen die Samsung Bottle zum perfekten Nachtlcht: Ein Hörspiel aufgelegt, die Kerzenanimation angeschmissen und die stille Nacht kann beginnen.

(sha@ct.de)

Preis: 60 €, Test folgt



Mitschneider

Der Camcorder Zoom Q2n eignet sich mit seinen XY-Stereo-Mikrofonen und manueller Pegelsteuerung optimal für Konzertmitschnitte. Sein Fixfokus-Objektiv erzeugt ab rund 30 Zentimetern Entfernung scharfe Full-HD-Bilder mit 24, 25 oder 30 Vollbildern/s und seine Tonaufnahmen klingen richtig gut. Auch als Zweitkamera macht der kleine Zoom eine gute Figur: Bei Konzert-, Theater- oder Sportaufnahmen liefert er spektakuläre Einsichten aus Blickwinkeln, die normale Kameras nicht so einfach hinbekommen.

(uh@ct.de)

Preis: 200 €, c't 8/2017, S. 59, ct.de/yfv7



Action-Würfel

So schaut Pearls Dashboard-Kamerawürfel nach einem Crash aus. Unserer steckte in einem Lego-Porsche, der mit 47 Sachen gegen die Wand fuhr. Die Kamera hats überlebt und lieferte eine spannende Innenansicht des Crashes. Normalerweise klebt man die NavGear NX-4318-905 mit der Halterung von innen an die Frontscheibe eines Autos. Sobald sie per USB mit Strom versorgt wird, zeichnet sie das Verkehrsgeschehen als HD-Videoschleife auf. Ein GPS-Empfänger und ein Bewegungssensor erfassen dazu Bewegungsdaten. Im Falle eines Crashes landen sie zusammen mit einer Videodatei dauerhaft auf einer eingesteckten Micro-SD-Karte. Dank eines kleinen Akkus kann man den Würfel zwischendurch auch einfach als Action-Cam einsetzen.

(sha@ct.de)

Preis: 130 €, c't 12/2017, S. 56, ct.de/yehs



Der Geist der Weihnacht



»Alexa, öffne
unsere Herzen!«

Assistent nach Wahl

Alexa oder Google Assistant? Wer sich noch nicht fest für einen Assistenten entschieden hat, freut sich über einen systemoffenen Voice Speaker. Der kommt ausgerechnet vom Musikspezialisten Sonos: Der Play One lässt sich zunächst nur mit Alexa verknüpfen, Google Assistant soll Ende des Jahres folgen. Wenn einem der KI-Sprech am Ende dann doch eher auf die Nüsse geht, kann man ihn auf Knopfdruck deaktivieren und hat einen verdammt gut klingenden Netzwerkspieler im Regal stehen. (sha@ct.de)

Preis: 230 €, c't 24/2017, S. 54,
ct.de/yc7m



Assistenzpille

Es muss nicht immer Alexa sein. Der Home Mini bringt Google Assistant ins Haus. Auch ohne Smartphone lassen sich Smart-Home-Geräte steuern und allerlei nützliche Aufgaben erfüllen. Die Soundqualität haut einen zwar nicht vom Hocker, als kleines Küchenradio oder als Podcast-Spieler neben dem Bett reicht der mit trendigem Webstoff überzogene Drops aber allemal. Ein paar Sensortasten stecken immerhin noch unter dem Bezug: Auch ohne direkte Ansprache lässt sich zumindest die Lautstärke verändern. OK Google, Energie!

(sha@ct.de)

Preis: 60 €,
c't 24/2017, S. 52,
ct.de/y1xx





Kühlschrankskommunikation

Wenn sich auch Ihre Familie zum Stamme Nerd zählt, könnte der Tribby Family das Gerät der Wahl sein. Mit seinen starken Magneten pappt man das kleine Kofferradio an den Großraumkühlschrank und es kann losgehen. Tribby spielt Radio, Spotify-Musik und dient als Alexa-Speaker, der per Wake-Up-Word zum Leben erwacht. Zwei Schnellwahltasten erlauben es auch den Kleinsten, per Knopfdruck Kontakt zu ausgewählten Familienmitgliedern aufzunehmen – ganz ohne Smartphone per kostenlosem VoIP. Das schicke E-Paper-Display zeigt Uhrzeit und Wetter-Infos, über die Tribby-App können eingeladene Freunde auch kleine Bildnotizen auf den digitalen Familien-Hub senden. Post-its waren gestern. (sha@ct.de)

Preis: 185 €, c't 22/2017, S. 76, ct.de/yn8k

Alexa im Kastenkleid

Amazons Sprachassistentin Alexa brabbelte bisher vor allem auf Geräten ohne Display. Das ändert sich mit dem Echo Show: Das kastige Gehäuse beherbergt einen 7"-Touchscreen. Darauf blendet Alexa zum gesprochenen Wort weiterführende Informationen zu Wissensfragen ein, lässt Songtexte im Takt der Musik mitlaufen, öffnet Videos und bietet digitale Shoppingtouren an. Musik gibt sie über die beiden Breitbandlautsprecher raumfüllend wieder. Über dem Display sitzt eine Kamera, mit der man Videotelefonate mit anderen Echo Shows führen kann. (mre@ct.de)



Preis: 220 €, c't 16/2017, S. 46, ct.de/y1xk

Ungebundene Assistentin

In Pearls smartem Auvisio-Lautsprecher nimmt Alexa auf Knopfdruck Sprachbefehle entgegen. Im Gegensatz zu Amazons großen Echo-Lautsprechern klappt das mit dem günstigen Auvisio auch fernab der Steckdose. Dafür hat der Entwickler seinen stoffbezogenen Kegel mit einem Akku ausgestattet, der mit einer Füllung bis zu sechs Stunden durchhält. Der Sound ist kräftig und mit sattem Bass gesegnet, der selbst bei hohen Lautstärken erfreulich klar und präzise bleibt. (mre@ct.de)



Preis: 80 €, c't 22/2017, S. 70, ct.de/yn8k

Alexas Autositz

Viele Autohersteller haben angekündigt, die hippen Sprachassistenten in neue Fahrzeuge zu integrieren. Aber wer will deshalb gleich den Euro-5-Diesel verknappen? Logitechs ZeroTouch ist die Lösung. Die schicke Smartphone-Halterung, die es in einer Saugnapf-Variante oder für den Lüftungsschlitz gibt, macht das Telefon zum Sprechbutler. Eine mobile Internetverbindung vorausgesetzt, lässt sich das Telefon per Geste aufwecken und nimmt Sprachbefehle für Alexa an. So kann man von unterwegs schon mal das Licht anmachen oder die vertrauten Alexa-Skills nutzen. Einziger Pferdefuß: Die Magnethalterung benötigt ein metallenes Gegenstück. Entweder hat man das Glück, ein magnetisches Smartphone wie Lenovos Moto Z zu besitzen, oder man verziert die Rückseite von Smartphone oder Hülle mit den beigelegten Metallplättchen. (sha@ct.de)

Preis: ab 30 €, c't 10/2017, S. 62, ct.de/yh7u



Smart Home Alabama



»Im smarten Heime
die Lichter brennen.«

Nicht bewegen!

Philips' Hue Motion Sensor bringt mehr Komfort ins vernetzte Lichtsystem Hue. Der Bewegungsmelder mit integriertem Lichtsensor ist nicht gerade ein Schnäppchen, weshalb manch ein Hue-Fan die Anschaffung weit nach hinten geschoben hat. Die perfekte Vorlage für den aufmerksamen Schenker. Der Motion Sensor lässt sich gleich nach dem Auspacken mit ein paar Klicks ins Hue-System einbinden, und schon gehen die Lampen an und automatisch aus. (sha@ct.de)



Preis: 40 €, c't 25/2016, S. 54,
ct.de/ywd7

Zauberstab

Eigentlich ist Amazons Fire-TV-Stick ja nur als Video-Streamer fürs TV gedacht. Doch mit dem letzten Hard- und Software-Update flößte Amazon dem Medienspieler eine gehörige Portion Alexa ein. Der Stick gehorcht zwar nicht aufs Wort („Alexa!“), aber immerhin auf einen Tastendruck der Fernbedienung. Das dürfte gerade jenen Zeitgenossen entgegenkommen, die sich mit der Installation eines ständig lauschenden Mikrofon-Arrays schwertun. (sha@ct.de)

Preis: 40 €, c't 11/2017, S. 62, ct.de/ycap



Drahtfrei 4 Hue

Trådfri ist Schwedisch und heißt so viel wie „drahtfrei“. Ikeas vernetztes Lampensystem muss man zwar noch mit Strom versorgen, das Schalten oder Dimmen kann man aber per Fernbedienung oder App erledigen. Mit dem November-Update verpassten die Schweden dem System einen ordentlichen Boost: Trådfri lässt sich nun auch über Alexa oder Siri ansprechen. Wer schon ein Hue-System von Philips am Start hat, kann die Ikea-Leuchten nun ebenfalls nutzen. Fürs obligatorische Update muss allerdings auch die Trådfri-Bridge unterm Weihnachtsbaum liegen. (sha@ct.de)

Preis: ab 30 €, c't 25/2017, S. 56, ct.de/ybf5



Lichterspiel

Geschenk auspacken und staunen: Das Aurora Smarter Kit von Nanoleaf ist perfekt für alle, die sich an Feuerwerk, Schwarzlichteffekten und OLED-Displays erfreuen können. Die neun dreieckigen Lichtkacheln lassen sich im Handumdrehen zu einer futuristischen Wandinstallation zusammenstecken und liefern satte Farben oder dezente Weißtöne. Den mitgelieferten LED-Controller klinkt man per WLAN ins Heimnetz ein, gesteuert wird er über die Nanoleaf-App. Wenn zwischen den Jahren genug Zeit ist, kann man dank offener Programmierschnittstelle dann selbst coden. Bunter die Glocken nie schienen. (sha@ct.de)

Preis: 200 €, c't 10/2017, S. 59, ct.de/y1cf



Gartenschalter

Eine Fritzbox tut in vielen Haushalten ihren Dienst. AVMs intelligenten DECT-Zwischenstecker gibt es zwar schon ein paar Jährchen, doch erstmals kann man ihn als Fritz DECT 210 auch in einer Outdoor-Version unter den Weihnachtsbaum legen. Damit kann das LED-Rentier im Garten automatisch in Abhängigkeit vom Sonnenuntergangszeitpunkt erstrahlen. Mit der inoffiziellen Skill AVM FRITZ!Box SmartHome lassen sich die Steckdosen auch über Alexa schalten. Die DECT 210 misst nebenbei den Stromverbrauch und zeigt die Temperatur an. Wer mag, kann auch hier zur Tastatur greifen und sie über einen Raspi in verschiedene Smart-Home-Szenarien integrieren. (sha@ct.de)

Preis: 50 €, c't 7/2016, S. 120, ct.de/yd1b



Saughilfe

Freizeit verschenken – auch das ist möglich. Der Mi Robot Vacuum von Xiaomi nimmt einem eine der weniger spannenden Tätigkeiten im Haushalt ab: das Saugen. Der schicke Roboter erfasst seine Umgebung mithilfe seiner zwölf Sensoren. Dank eines rotierenden Laser-Scanners geht er dabei besonders präzise vor und erstellt eine detaillierte Karte seiner Umgebung. Im Unterschied zu den meisten Roboter-Kollegen arbeitet er nicht nach dem Zufallsprinzip: Die in der App einsehbare Umgebungskarte wird systematisch abgefahren. Nur das Ausleeren des Staubbehälters muss man noch selbst erledigen. In seiner Freizeit parkt der Mi Robot in der mitgelieferten Ladestation. Wer mehr als nur einen Mi-Gutschein verschenken möchte, sollte den nur aus Asien erhältlichen Roboter möglichst bald bestellen. (sha@ct.de)

Preis: 250 €, c't 4/2017, S. 44, ct.de/yfrh



O, du nerdige

»Ich bring euch
geekige Gaben!«

Sicherer Datentransporter

USB-Sticks nutzt man meist ohne viel Nachdenken für den Datentransport. Doch gehen sie verloren, sind die Daten auch für Dritte einsehbar. Dagegen hilft nur Verschlüsselung. Besonders komfortabel gelingt das mit dem datAshur Pro: Man braucht keine Software zu installieren, man tippt einfach eine Zahlenkombination auf dem Stick ein und steckt ihn erst dann an den PC. So läuft er unter jedem Betriebssystem, notfalls kann man auch davon booten. Alle Daten sind mit AES-256 verschlüsselt, beim Lesen und Schreiben schafft er mehr als 100 MByte/s. (ll@ct.de)

Preis: ab 90 €, c't 22/2017, S. 48, ct.de/y5r3



Fingeraufleger

Der Fingerabdruckleser My Locky von PQI wurde für Windows 10 entwickelt: Man steckt ihn in eine freie USB-Buchse, lässt Windows die zugehörigen Treiber installieren und richtet Windows Hello ein – fertig. Ab diesem Zeitpunkt kann man sich einloggen, indem man den Finger auflegt; so wie man es von Smartphones kennt. Bei mehreren Nutzern wird das zum Fingerabdruck passende Konto angemeldet. Eine LED zeigt an, wenn die kleine Sensorfläche aktiv ist; die Erkennung des aufgelegten Fingers geschieht rasend schnell. (mue@ct.de)

Preis: 31 €, c't 15/2017, S. 58, ct.de/yb8u



Hybrid-Uhr

Die Fossil Q Crewmaster wirkt trotz 46 Millimetern Durchmesser und einer Dicke von 14 Millimetern ausgewogen proportioniert und nicht klobig. Tracking und Smartphone-Steuerung erledigt die Smartwatch zuverlässig und unauffällig. Pluspunkte gibt es für die nett gestaltete App und die Benachrichtigungsanzeige: Sie liefert Benachrichtigungen beliebiger auf dem Smartphone installierter Apps. Darüber hinaus unterstützt die Hybrid-Uhr zwei Zeitzonen, stille Wecker und lässt sich auf eine 24-Stunden-Anzeige umschalten. (spo@ct.de)

Preis: 120 €, c't 8/2017, S. 94, ct.de/ybq3



Becquerel lässt grüßen

Der Geiger-Müller-Zähler-Bausatz von Mightyohm triggert beim Eintreffen von Beta- oder Gamma-Zerfallsereignissen das Klicken eines Lautsprecherchens, das Blinken einer LED und einen 3,3-V-Ausgabepin. Mit nur zwei Kabeln können Sie das Signal per Raspi, ESP32 oder anderem Minicomputer auslesen – und zum Beispiel eine Alarm-Mail aussenden, wenn eine bestimmte Anzahl von Ereignissen pro Sekunde überschritten wird, oder Zufallszahlen daraus generieren. Oder Sie begeben sich damit einfach nur auf die Suche nach Strahlungsquellen (Bananen, Kalidünger, Uranglas, WIG-Schweißelektroden, Pechblende, Fukushima, Nordkorea). (ola@ct.de)

Preis: 100 US-\$, c't 2/2009, S. 172, https://heise.de/s/Z44d

LAN-Tester

Pockethernet prüft elektrisches Ethernet mit 10, 100 und 1000 MBit/s. Dafür nimmt das Gerät per Bluetooth Low Energy (BLE) Kontakt zu Smartphone und passender App auf. Pockethernet testet, ob ein Port aktiv ist. Dabei kann es auch checken, ob Energie per Power-over-Ethernet bereitsteht, ein Switch auf Managementanfragen antwortet, ein DHCP-Server Adressen ausgibt, interne Hosts erreichbar sind oder ein Router eine Internetverbindung bereitstellt. Für die letzten beiden Funktionen kann man drei Ping-Ziele vorgeben. Falls die Tests auf höheren Ebenen fehlschlagen, überprüft man mit dem mitgelieferten Wiremap/Loopback-Adapter, ob die Verkabelung in Ordnung ist. (ea@ct.de)

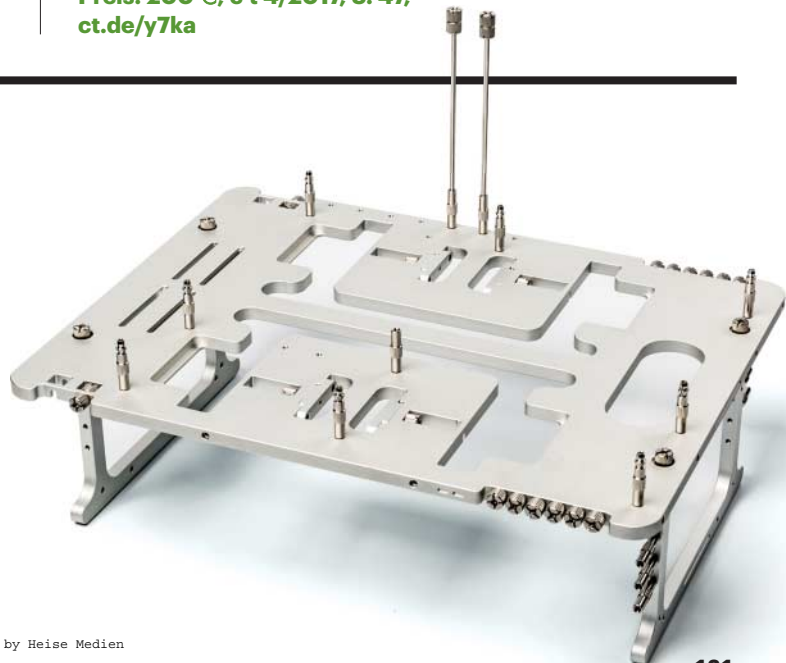
Preis: 200 €, c't 4/2017, S. 47, ct.de/y7ka



Bastelbrett

Bastler, die PC-Komponenten testen oder mit Stickstoffkühlung extrem übertakten möchten, wollen sich häufig den aufwendigen Einbau in ein klassisches Gehäuse sparen. Hier setzt Streacom's Testplattform BC1 an. Diese Aluminiumplatte mit Tragegriff ist etwa so groß und so dick wie eine c't. Sämtliche Schrauben sind praktischerweise schon an der Plattform befestigt. Zur Montage der BC1 muss man lediglich einige Rändelschrauben lösen und die beiden Standfüße anbringen. Das Mainboard sitzt auf Push-Pins und lässt sich dadurch leicht wechseln. Netzteil, SSDs und Festplatten finden im Untergeschoss Unterschlupf. Am Rand gibt es zwei Befestigungsmöglichkeiten für Lüfter oder Wärmetauscher einer Wasserkühlung. (chh@ct.de)

Preis: 125 €, c't 26/2016, S. 56, ct.de/y3sy





Auf den Punkt gebracht

Das sollten Sie beim TV-Kauf beachten

Sie möchten sich einen neuen Fernseher zulegen? Dann haben wir ein paar Tipps für Sie!

Von Ulrike Kuhlmann

Einen Fernseher zu kaufen, ist kein leichtes Spiel: Das Gerät soll schön groß sein, aber nicht zu teuer. Es soll möglichst gut ausgestattet sein, aber ohne unnötigen Schnickschnack. Das Vorjahres-Gerät ist deutlich günstiger, doch möglicherweise holt man sich damit veraltete Hardware ins Haus. Das Display soll beste Qualität zeigen, doch braucht es dafür 4K und HDR? Solche Fragen beantworten wir in diesem Beitrag.

Wenn Sie Ihr Lieblingsstück bereits gefunden haben, könnten Ihnen die Tipps helfen, die wir ab Seite 136 für Sie zusammengetragen haben. Dort erfahren Sie, was

Sie beim Einrichten und Nutzen eines Smart-TVs als Fernseher, Videodisplay, PC- oder Gaming-Monitor beachten sollten.

Größe, Geld, Nutzen

Ganz am Anfang eines TV-Kaufs steht die Frage, welche Displaygröße die richtige ist: Bei einem zu kleinen Display ärgern Sie sich möglicherweise nach kurzer Zeit. Kaufen Sie zu groß, stört der ausgeschaltete Schirm die Wohnzimmer-Optik. Eine Pappe in der Wunschgröße, die Sie testweise vor ihrem aktuellen Gerät anbringen, kann die Entscheidung erleichtern.

Ist die Größenfrage geklärt, sollten Sie sich über das Budget klar werden: Ordentliche Fernseher gibt es bereits ab 600 Euro, gleich große Top-Modelle kosten bis zu 3500 Euro. Stellen Sie fest, welche Anwendungen für Sie entscheidend sind – nur Fernsehgucken und Videos streamen oder auch Fotos anschauen oder die Spielkonsole anschließen? Daraus leiten sich einige Display-Parameter ab.

Die Frage nach der Auflösung stellt sich nur in den unteren Preisklassen, weil alle Top-Modelle heute 4K zeigen beziehungsweise Ultra HD (UHD) mit 3840 × 2160 Pixeln – wir verwenden 4K und UHD synonym. Ob Sie die ultrahohe Auflösung brauchen, hängt auch von der Größe des Wohnzimmers ab. So liegt der optimale Betrachtungsabstand zum 55"-Display zwar bei etwa 3,50 Meter, doch schon aus 2,50 Metern sehen Sie darauf keinen Unterschied mehr zwischen Full HD und 4K.

4K, HDR

Einige Gründe sprechen dennoch für einen ultrahochauflösenden Fernseher. So bekommen Fußballfans beim Bezahlender Sky ausgewählte Spiele der Bundesliga in ultrahoher Auflösung. Doch außer Sky, einigen Testkanälen und Werbesendern strahlt hierzulande noch niemand 4K aus. Es gibt mit HLG (Hybrid Log Gamma) aber bereits das passende Übertragungsformat. Ein neuer 4K-Fern-

seher sollte deshalb HLG unterstützen – einen separaten 4K-Receiver werden Sie dann allerdings trotzdem kaufen müssen. Auch wenn aktuell „nur“ in HD gesendet wird: Die geringere Auflösung rechnen 4K-Geräte sehr gut auf ihre höhere Schirmauflösung hoch.

Wer häufig Fotos anschauen möchte und dabei näher ans Gerät rückt, profitiert von der höheren Displayauflösung. Auch für Filme in bester Qualität mit Hochkontrast (HDR, High Dynamic Range) braucht man ein 4K-Display. Grund: Filme mit HDR gibt es derzeit nur in 4K-Auflösung – sowohl von Ultra HD Blu-ray als auch von den Streaming-Diensten Netflix, Amazon und YouTube. Für Gamer kann HDR ebenfalls interessant sein: Die aktuellen Spielkonsolen von Sony und Microsoft unterstützen die HDR-Ausgabe ebenso wie ausgewählte PC-Spiele.

Der Unterschied zwischen den HDR-Formaten HDR 10, Dolby Vision und HDR 10+ ist nur auf sehr guten Displays und mit ausgewähltem Bildmaterial zu erkennen. TVs mit dem Logo Ultra HD Premium besitzen besonders helle, HDR-fähige 4K-Displays. Mit ihnen sieht man den Qualitätsvorsprung der kontrast- und farbstarke HDR-Filme auch in nicht abgedunkelten Räumen. Das ist bei günstigen 4K-Fernsehern anders: Etliche unterstützen inzwischen zwar größere Farbräume und 10-Bit-Farbauflösung, doch es fehlt ihrer HDR-Darstellung in heller Umgebung der Pepp. Wer den Fernseher häufig tagsüber nutzt und das Wohnzimmer nicht abdunkeln kann, sollte auch deshalb auf eine hohe Maximalleuchtdichte achten.

OLED oder LCD

Fernsehzuschauer kommen derzeit wohl auch ohne HDR-Ausstattung aus. Filmfans, die auf das letzte Quäntchen Bildqualität achten, brauchen ein HDR-fähiges Display – und sollten über ein OLED nachdenken. Die Abwägung zwischen einem OLED und einem herkömmlichen LCD stellt sich aber nur, wenn man bereit ist, tiefer ins Portemonnaie zu greifen, und mindestens ein Gerät mit 1,40 Meter Bild diagonal (55") sucht.

Die selbstleuchtenden organischen Displays sind besonders kontraststark, weil sie für schwarze Bildinhalte einzelne Pixel einfach ausschalten. LCDs mit „Local Dimming“ können das Backlight allenfalls segmentweise reduzieren. Außerdem sind OLEDs weitgehend blickwin-

kelunabhängig, ihr Bild sieht von der Seite so aus wie von vorn. Das ist bei vielen LCD-TVs anders. OLED-TVs gibt es ab 1000 Euro – allerdings nur eine Modellreihe von LG aus dem Jahr 2015 (die EG900er-Serie) mit Full HD ohne HDR. OLED-TVs ab 2016 beherrschen üblicherweise HDR, zeigen 4K und kosten mindestens 1500 Euro. Es gibt sie in 55, 65 und 77 Zoll. Ein Nachteil vieler OLEDs ist ihre vergleichsweise geringe Leuchtdichte; für sehr helle Umgebungen eignen sich eher leuchtstarke LCDs. Sämtliche großen OLED-Panels werden derzeit von LG produziert. Unterschiede bei den Geräten ergeben sich vor allem im Design und der jeweiligen Ausstattung. Die Bildqualität ist bei allen aktuellen 4K-OLED-TVs topp, wie auch unser TV-Test in c't 19/2017 gezeigt hat.

Samsung bezeichnet seine farbstarke LCD-TVs, die Nanopartikel zur Farbverbesserung nutzen, irritierenderweise als QLED-TVs; mit OLEDs haben diese technisch nichts gemein.

Vorjahresmodelle

Das Erscheinungsjahr eines TV-Modells kann man meist ebenso wie Größe und Ausstattung am Produktnamen erkennen. Auf Seite 134 haben wir die kryptischen Ziffern- und Buchstabenfolgen der großen TV-Hersteller für Sie entschlüsselt.

Mit neueren Modellen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich künftige An-

wendungen nutzen lassen; die Sprünge in Sachen Bildqualität sind aber nicht so riesig. Merkbare Unterschiede zum Vorjahr gibt es hier allenfalls bei den Topgeräten, an deren Bildqualität die Hersteller stetig feilen. In die unteren Klassen werden die Verbesserungen erst später eingebaut.

Im Gegenteil bekommen Sie mit den neuesten Modellen zuweilen auch eine schlechtere Ausstattung. So gönnt LG seit 2017 die flinkeren 100-Hz-Panels lediglich seinen UJ-Modellen; diese zeigen 4K-Auflösung und unterstützen HLG, HDR10 und Dolby Vision. Alle anderen LCD-TV-Serien nutzen langsamere 50-Hz-Displays – 2016 steckte auch in einigen günstigen LG-TVs noch 100-Hz-Technik. Leider ist LG damit nicht allein: Die meisten Hersteller statuen ihre günstigen TVs nur mit 50-Hz-Panels aus. Wer eine Gaming-Konsole oder gar einen Spiele-PC ans große TV-Display anschließen will, braucht jedoch eigentlich ein 100-Hz-Panel – lahme Panels zeigen bei schnellen Bewegungen im Spiel Schlieren.

Die von Herstellern genannten extrem hohen Hertz-Angaben (bei Sony Motionflow XR, bei Samsung PQI (früher CMR), bei Philips PPI, bei LG PMI, bei Panasonic BMR) haben mit der tatsächlichen Wiederholfrequenz des Panels ungefähr so viel zu tun wie Rindfleisch mit Pfannkuchen.

Interessanter ist, welche Paneltechnik im LCD-TV steckt. So sind TVs mit VA-

Glossar

ARC	Audio Return Channel, spielt am HDMI-Port die Audiosignale eines Videos zurück zum AV-Receiver
DLNA	Digital Living Network Alliance, technischer Standard fürs Medien-Streaming im Netzwerk
Dolby Vision	dynamisches HDR-Format
HbbTV	Hybrid Broadcasting Broadband TV, netzwerkgestützter Videodienst für TV-Sender
HDMI	High Definition Multimedia Interface, digitaler Videoanschluss
HDCP	High-bandwidth Digital Content Protection, Kopierschutz für digitale AV-Signale
HDR	High Dynamic Range, Hochkontrast, HDR-Displays haben größeren Farbumfang und 10-Bit-Farbauflösung
HDR10	statisches HDR-Format
HDR10+	dynamisches HDR-Format von Samsung
MHL	Mobile High-Definition Link, HDMI-Schnittstelle für Smartphones
OLED	Organic Light Emission Device, organisches Display
QLED	Quantum Light Emitting Device, Samsungs Markenname für LCD-TVs mit farbverstärkenden Quantenpunkten im Backlight
UHD	Ultra High Definition, auch 4K-Auflösung genannt
Ultra HD	Premium-Logo der UHD Alliance für besonders helle HDR-Displays

Paneltechnik (Vertical Alignment) meist sehr kontrast- und farbstark – so lange man von vorn auf den Schirm schaut. Von der Seite betrachtet verblassen die Farben und Gesichter werden fahl; im Wohnzimmer mit vielen Sitzplätzen ist das ungünstig. Auf LCD-TVs mit IPS-Paneltechnik (In Plane Switching) bleiben die Farben weitgehend stabil, wenn man seitlich aufs Display schaut. Im Test ab Seite 136 sind einige IPS-Displays aus anderen Gründen weniger blickwinkelstabil.

Nehmen Sie Ihr Wunschgerät im Laden am besten selbst in Augenschein und schauen von der Seite auf die aufgereihten Displays. Falls das nicht möglich ist, studieren Sie Berichte von anderen Nutzern oder Testberichte in Zeitschriften wie der c't.

Einige TV-Modelle haben einen gebogenen Schirm. Die Biegung soll den Zuschauer stärker ins Geschehen hineinziehen – was angesichts der geringen Krümmung Unsinn ist. Für Curved Displays spricht in erster Linie das meist schicke Design, dagegen sprechen die ungünstigen Spiegelungen des Umgebungslichts auf der konkaven Schirmoberfläche.

PVR, Streaming, 3D

Achten Sie darauf, dass Ihr Wunschgerät den passenden TV-Tuner bereithält – nicht alle Modelle sind mit Satelliten-Tunern ausgestattet, älteren Geräten (vor 2016) fehlt meist ein Tuner für DVB-T2 HD. Wollen Sie eine Sendung aufzeichnen, während Sie ein anderes Programm schauen, benötigen Sie zwei Empfänger. Wenn die Hersteller von Dual- oder gar Triple-Tuner sprechen, meinen sie nicht etwa doppelt ausgelegte Tuner, sondern Empfangswege für DVB-C, DVB-S und DVB-T2 – das wäre das Triple. Nur Geräte mit zwei(!) Dual- oder Triple-Tunern können eine Sendung aufnehmen, während ein anderes Programm läuft. Bis vor Kurzem zählte die PVR-Ausstattung (Personal Video Recorder) zum Standard auch günstiger Fernseher. Inzwischen hat Samsung die Aufzeichnungsmöglichkeit aus günstigen Geräten teilweise rausgenommen – hier könnte dann ein Blick auf das Vorjahresmodell lohnen.

Für das Streaming von Videodiensten wie Netflix, Amazon oder Maxdome halten aktuelle Smart-TVs eigene Apps bereit, mit denen Sie unkomplizierten Zugriff auf unzählige Videos haben. Wenn Sie häufig einen besonderen Streaming-Dienst nutzen, achten Sie darauf, dass die-

ser als App eingebunden ist oder sich nachladen lässt. Nur sehr wenige Hersteller haben noch TVs mit 3D-Ausstattung im Programm.

Sound, Licht, Fernbedienung

Analoge Eingänge findet man in vielen Top-Modellen nicht mehr, in den unteren Preisklassen gibts meist noch Composite-Video und Klinkebuchsen für Kopfhörer. Die Klangqualität kommt bei den superschlanken TVs oft zu kurz, vor allem in den unteren Preisklassen. Abhilfe schafft eine zusätzliche Soundbar oder der Anschluss an die Stereoanlage.

Einige Hersteller warten mit Spezialitäten auf, etwa Philips mit Ambilight: LEDs im Displayrahmen, die die Wand hinter dem TV passend zum Fernsehbild beleuchten und so das Bild optisch erweitern sollen. Fernseher von Panasonic haben Sat-to-IP eingebaut: Die Geräte können übers LAN TV-Signale empfangen und weitergeben.

Wenn möglich, probieren Sie vor dem TV-Kauf die Fernbedienung Ihres Wunschgeräts aus. Zwar lassen sich fast alle TVs auch vom Smartphone aus steuern, doch am Ende nimmt man meist doch die ursprüngliche Fernbedienung. (uk@ct.de) **ct**

Produktamen entschlüsselt

Die kryptischen TV-Modellbezeichnungen enthalten eine Menge Informationen zum Display.

LG

43UJ6309

Auflösung
U = Super-4K
S = „normales“ 4K
L = Full HD

Diagonale in Zoll
55 = 1,40 m
65 = 1,65 m
77 = 1,95 m

OLED55C7U

Modelljahr
J = 2017 7 = 2017
H = 2016 6 = 2016
Ausnahme: 55EG9A7U aus 2015

Modellreihe:
je höher die Ziffer bzw. der Buchstabe im Alphabet, umso höher die Klasse.

Panasonic

TX-49EXW604

Modelljahr
E = 2017
D = 2016

Diagonale in Zoll

Modellreihe:
je höher die Ziffer, umso höher die Klasse.

Auflösung:
X = 4K-LCD
S = Full HD-LCD
Z = 4K-OLED

Philips

55PUS8602/12

Diagonale in Zoll

Auflösung
0, U = 4K
F = FHD

Ambilight
72 / 82 / 02 = 3-seitig
62 / 52 / 12 = 2-seitig
31 = kein Ambilight
00 / 01 = (nicht einheitlich)

Modellreihe:
je höher die Ziffer, umso höher die Klasse.

Sony

KDL-49WD75 (C)

Auflösung:
KDL = 4K
KD = Full HD

Diagonale in Zoll

Modellreihe:
R/W = Einstiegsklasse
K = Mittelklasse bis Premium
Z/A = Highend

Modelljahr:
E = 2017
D = 2016
C = 2015
B = 2014
A = 2013

Samsung

UE43MU6199

Diagonale in Zoll
E = Europa
N = Nordamerika
A = Asien
LCD

Modelljahr:
M = 2017
K = 2016
J = 2015
H = 2014

Auflösung
F/U/S = 4K
– = FHD

QE55Q7F

LCD + Quantenpunkte

Diagonale in Zoll

Modellreihe:
je höher die Ziffer, umso höher die Klasse.

Modelljahr:
Q = 2017
F = Flat
C = Curved

Anzeige



TV-Tuning

HDR-fähige 4K-Displays von 43 bis 55 Zoll als Fernseher, Monitor und Gaming-Display im Test

Wir haben sieben günstige 4K-TVs mit HDR ins Labor geholt und sie im Fernsehbetrieb getestet, aber auch zweckentfremdet eingesetzt: Wir liefern Tipps, was Sie beim Einsatz der Geräte als Fernseher, Streaming-Device und Gaming-Display beachten sollten.

Von Ulrike Kuhlmann und Rudi Opitz

Bekommt man heute für überschaubares Geld ordentliche 4K-Fernseher? Um diese Frage zu beantworten, haben wir nicht die Topmodelle angeschaut, sondern smarte Einstiegsmodelle. Die Mindestvoraussetzung war 4K-Auflösung, außerdem sollten die Geräte hohe Kontraste gemäß HDR 10 unterstützen. Dafür brauchen sie mindestens einen HDMI-2.0-Eingang und müssen 10-Bit-Farbsignale verarbeiten.

Es landeten TVs in drei unterschiedlichen Größen im Labor: mit dem Hisense H55NEC6500, Panasonic 55U635V und Samsungs UE55MU6270UZG drei 55-Zöller. Außerdem holten wir uns die

43-Zöller LG 43U6309 und Samsung UE43MU6170U sowie den 49-Zöller 49PUS6501 von Philips. Die großen TVs gibt es ab 680 Euro, die kleinen ab 560 Euro, den Philips-Fernseher ab 700 Euro.

Anders als bei sehr teuren HDR-Fernsehern erwarteten wir weder einen exorbitant großen Farbraum noch immense Spitzenleuchtdichten. Gewünscht haben wir uns dagegen Geräte mit 100-Hz-Display – was sich als Wunschdenken erwies: Mit Philips nutzt aktuell nur ein Hersteller die schnelleren Panels in einem preiswerten 4K-TV. Alle anderen sparen bei ihren Kampfpreis-Baureihen auch an den Panels, die ihre Bilder mit höchstens 50 be-

ziehungsweise 60 Bilder pro Sekunde auffrischen können.

Auf den folgenden Seiten gehen wir zunächst auf die TV-Funktionen ein. Außerdem haben wir die Geräte zum Streaming und zum Spielen verwendet und geprüft, wie man sie zusammen mit dem Mobilgerät nutzen kann. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf den HDR-Funktionen: Was muss man bei der Wiedergabe von Videos mit Hochkontrast beachten?

Wie klappt die Einrichtung des neuen TVs am schnellsten?

Am besten folgen Sie der geführten Einrichtung nach dem ersten Einschalten des Fernsehers. Bei den Modellen von Panasonic, Philips und Samsung reichte es, zur WLAN-Kopplung die WPS-Taste (Wi-Fi Protected Setup) am Router zu drücken; bei den anderen gibt man das Passwort per Bildschirmtastatur ein.

TVs mit Android-Betriebssystem (Philips, Sony) fragen bei der Erstinstallation, ob man die Einrichtung über ein Android-Smartphone oder -Tablet vornehmen will. Dazu tippen Sie „Mein Gerät einrichten“ in das Google-Feld des Mobilgeräts, woraufhin sich beide Geräte per Bluetooth verbinden; den auf beiden angezeigten Code brauchen Sie nur zu bestätigen. Anschließend übernimmt der Android-Fernseher vom Mobilgerät automatisch die Daten für die WLAN-Verbindung, den Standort und das Google-Konto. Außerdem installiert das Smartphone die App „Android TV“, eine einfache Fernbedienung mit Steuerkreuz und Touchpad.

Wie sortiert man am bequemsten Senderlisten?

Schon der Suchlauf kann die Senderliste verkürzen, indem man nur digitale oder – wenn man kein Pay-TV nutzt – nur freie Sender zulässt. Anschließend sortiert man die Liste durch Verschieben der Programme oder durch Tauschen der Programmnummern.

Besonders bequem lassen sich die Senderlisten am PC bearbeiten. Dazu exportiert man sie nach dem Suchlauf auf einen USB-Stick, was bis auf das Panasonic-Modell alle Testgeräte anbieten. Zum Bearbeiten der meist im XML-Format gespeicherten Listen unter Windows empfiehlt sich der Open-Source-Editor „ChanSort“ von Horst Beham (siehe ct.de/y5qt). Die damit sortierten Listen speichert man wieder auf dem USB-Stick und spielt sie per Import-Funktion zurück aufs TV.

Mit dem proprietären Format der Philips-Liste kam ChanSort nicht zurecht; Philips will demnächst stattdessen eine eigene Software anbieten. Derzeit ist die Exportfunktion hier nur für Händler gedacht: Wenn Sie den Fernseher vom örtlichen Fachhändler aufstellen lassen, kann der Techniker die aktuelle Senderliste per USB-Stick einspielen. Das ist auch bei Modellen anderer TV-Hersteller möglich.

Kann ich Tastatur und Maus anschließen?

Ja, bei fast allen Geräten können Sie USB-Tastatur und -Maus anschließen; im Test funktionierte das bei allen sieben TVs. Komfortabler ist aber die kabellose Verbindung: Die klappt sowohl per Bluetooth als auch per proprietärem Funkprotokoll, indem Sie passende Dongles in die USB-Buchse des TV stecken.

Die dann erforderliche Gerätesuche findet man in den Einstellungen meist unter „Externe Geräte“. Im Samsung-Menü gibt es für kabellose Tastaturen eine eigene Option, da viele Samsung-Modelle – auch die unseres Tests – Bluetooth für ihre Fernbedienungen nutzen. Das Philips-TV bindet Android-Smartphones per Bluetooth an. Die Fernseher von LG verbinden sich nur mit LG-Tastaturen, unsere Bluetooth-Tastatur von Logitech erkannten sie nicht. Die Testgeräte von Hisense und Panasonic unterstützen kein Bluetooth.

Was tun, wenn das TV keinen Kopfhöreranschluss hat?

Viele Fernseher nutzen den Kurzstreckenfunk Bluetooth außer für Tastaturen, Fernbedienungen auch für die Audioausgabe, in unserem Test sind das die TVs von LG, Philips und Samsung. Statt per Klinkenbuchse kann man Kopfhörer bei

ihnen auch per Bluetooth verbinden. Sie brauchen dazu einen Bluetooth-Funkkopfhörer oder einen Bluetooth-Empfänger. Dieser sollte einen Klinkenausgang für Headsets besitzen – viele Adapter haben nur Cinch-Ausgänge für die Stereoanlage. Bluetooth-Headsets und -Empfänger bekommt man jeweils ab 20 Euro.

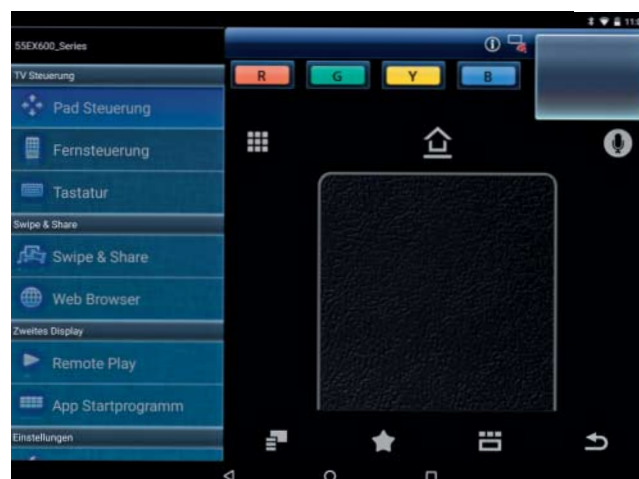
Alternativ kann man Kopfhörer über den digitalen S/PDIF-Audioausgang des TV verbinden. Die passenden Adapter mit Digital-Analog-Wandler und 3,5-mm-Klinkenausgang bekommt man ab etwa 20 Euro. Nachteil beider Lösungen: Sie benötigen zusätzliche Steckernetzteile oder Ladegeräte.

Das TV-Bild ist völlig überzeichnet, wie stelle ich mein Display am besten ein?

Für den TV- und Videobetrieb empfehlen wir Bildpresets wie Film oder Kino. Die etwas überbetonte Darstellung im Standard- und Dynamic-Modus kann man in sehr hellen Räumen nutzen, etwa wenn die Sonne auf den Bildschirm fällt. Optimieren Sie im TV-Bildmenü am besten zwei Bild-Presets für sehr helle (den Standard/Dynamic-Modus) und für eher dunkle Umgebungen (den Film/Kino-Modus), dann können Sie bedarfsweise schnell zwischen diesen wechseln. Viele LCDs erlauben es, die so gefundenen Einstellungen über das Menü auf alle Signaleingänge zu übertragen; im Test war dies nur bei Philips nicht möglich.

Wer noch mehr aus dem Display herausholen will, kann eine Kalibrierung durchführen. Dazu brauchen Sie allerdings ein Colorimeter. Alternativ können Sie das TV-Display auch von einem Dienstleister kalibrieren lassen. Wir haben unsere TVs mit dem Spectrometer iOne Pro und der

Fast alle Hersteller bieten für ihre TVs kostenfreie Apps an, die das Smartphone in eine Fernbedienung verwandeln. Panasonics „TV Remote 2“ kann sogar das laufende TV-Programm auf dem Mobilgerät anzeigen.



CalMan-Software von Portrait Displays kalibriert. Die Einstellungen, mit denen unsere Testgeräte das beste Bild geliefert haben, finden Sie unter ct.de/y5qt.

Lohnt sich bei günstigen HDR-TV's eine Display-Kalibrierung?

Das hängt davon ab, ob das TV-Bildmenü überhaupt Einstellmöglichkeiten für Farb- und Gammakorrekturen bereithält – ohne diese können Sie wenig ausrichten. Unter unseren Testgeräten ließen sich die Samsung-TVs recht gut abgleichen, auch Hisense bot eine Menge Optionen, reagierte aber nicht immer korrekt auf unsere Einstellungen. Das Philips-TV konnten wir mangels Farbbeglern gar nicht kalibrieren – die Presets sind aber in Ordnung.

Ein guter Ausgangspunkt für Korrekturen sind Kino- oder Film-Presets. Sollten Sie in diesen nichts verändern können, wechseln Sie in den Benutzer-Preset und stellen ihn zunächst so ein wie Kino oder Film. Davon ausgehend können Sie dann Korrekturen beim Weißabgleich oder beim Kontrast durchführen. Günstige TVs scheitern meist an sehr hellen und sehr dunklen Farbtönen. Reduzieren Sie deshalb versuchsweise den Videokontrast und erhöhen die Helligkeit (den Schwarzpegel). Außerdem nutzen gerade lichtschwache TVs oft eine hohe (= kalte) Farbtemperatur, weil dadurch Weiß heller erscheint. Stellen Sie für dunkle Umgebung die Farbtemperatur besser auf „Warm“.

Der HbbTV-Dienst und die Mediatheken funktionieren nicht.

Aus Datenschutzgründen müssen Sie HbbTV bei vielen Geräten bei der Ersteinrichtung des Fernsehers explizit aktivieren. Nachträglich lässt sich die HbbTV-Unterstützung im TV-Menü ebenfalls aktivieren oder auch wieder abwählen – meist unter „Allgemeine Einstellungen“, „Setup“ oder „System-Einstellungen“. Bei Samsung findet man die HbbTV-Einstellungen unter „Senderempfang/Experten-einstellungen“, Panasonic nennt den HbbTV-Dienst „Datenservice Anwendung“: In diesem Menü kann man die Funktion sogar für jedes Programm gesondert aktivieren oder deaktivieren.

Außerdem benötigt Ihr TV eine Internet-Verbindung, da HbbTV anders als Videotext nicht ins TV-Signal eingebettet ist, sondern als Datenstrom übermittelt wird. Der Sender-Info-Dienst nutzt das Internet auch für Zusatzinhalte wie Mediatheken. Wenn Sie alles aktiviert haben,

sollte HbbTV beim Druck auf den roten Button auf der Fernbedienung erscheinen, sobald ein Sender läuft, der Infos per HbbTV bereitstellt.

Mein HDR-fähiger Fernseher zeigt Filme von Ultra HD Blu-ray nicht in HDR.

Sie müssen im TV-Menü zunächst für jeden HDMI-Eingang die für HDR erforderliche 10-Bit-Farbaufösung aktivieren. Einige Hersteller verstecken den Menüpunkt: Bei Samsung findet man ihn unter Allgemein/Externe Geräteverwaltung/HDMI UHD Color“, bei LG unter Allgemein/HDMI Ultra HD Deep Colour, bei Panasonic unter Setup/HDMI HDR Einstellungen, bei Philips unter Allgemeine Einstellungen/HDMI Ultra HD, bei Hisense unter System/HDMI&CEC-Funktionen. Die Menüpunkte erscheinen teilweise nur, wenn bereits ein HDR-Signal am betreffenden HDMI-Eingang anliegt.

Bei manchen günstigen Fernsehern übertragen nur einige HDMI-Eingänge HDR-Signale. Welche das sind, erfahren Sie im Handbuch zum TV oder in der Online-Hilfe, die Sie über das TV-Menü aufrufen können. In unserem Test unterstützen die Modelle von Philips und Hisense HDR nur an zwei von vier HDMI-Ports.

Das HDR-Bild sieht nicht so knackig aus, wie ich es erwartet habe.

Möglicherweise beherrscht Ihr TV zwar die für HDR nötige 10-Bit-Farbaufösung, ist aber nicht leuchtstark genug. Dann sehen HDR-Bilder nur in dunkler Umgebung passabel aus. Wenn Sie einen hellen Bildmodus wie HDR-Standard nutzen, sollte die Darstellung in helleren Räumen besser werden. Überprüfen Sie auch, ob Sie im Bildmenü eine Einstellung zum Schwarzpegel finden und stellen Sie diesen versuchsweise auf „Hell“.

Erst TV-Displays mit dem Logo Ultra HD Premium müssen außer 10-Bit-Farbaufösung und einem größeren Farbumfang auch bis zu 1000 cd/m² hell leuchten. Hierdurch können sie Glanzlichter auch in heller Umgebung extrem hervorheben.

Ich möchte meinen 4K-Fernseher zum Spielen nutzen, was muss ich beachten?

Meist gibt es ein PC- oder Spiele-Profil, bei dem Funktionen wie Overscan und fürs Fernsehen optimierte Bildverbesserungen ausgeschaltet sind; falls nicht, sollte man alle Optimierungen manuell deaktivieren.



Hisense H55NEC6500

Hisense nutzt für das 55-Zoll-TV ein eigenes Betriebssystem. Dessen Oberfläche ist leicht zu bedienen, reagiert aber etwas träge auf Eingaben. Die große IR-Fernbedienung liegt gut in der Hand. Die TV-Senderliste lässt sich gut sortieren, auf vier Favoritenlisten verteilen und am PC bearbeiten. Die App „Hisense Fernbedienung“ aus dem Google Store fand den Fernseher nicht.

Das gebogene VA-Display ist fleckig ausgeleuchtet und bleicht von der Seite gesehen stark aus. Nur wer frontal zum Hisense-TV sitzt, sieht ein farblich ausgewogenes Bild. Im HDR-Betrieb sollte man den Kontrast reduzieren, damit helle Grautöne differenziert werden. Der Farbumfang des Displays ist nicht besonders groß. Von vier HDMI-Ports sind nur die beiden seitlichen HDMI-2.0-fähig.

Das Gerät erkennt nur NTFS-formatierte USB-Speicher und nutzt auf diesen maximal 32 GByte. Beim Timeshift nimmt das TV keine Eingaben entgegen. Als wir eine Sendung zeitgesteuert aufnehmen und währenddessen einen Film von Disc gucken wollten, forderte uns das TV kurz vor dem Start der Sendung auf, die Aufnahme zu initialisieren – und schaltete das TV-Programm auf. Um zum HDMI-Port zurückzuwechseln, mussten wir die Aufnahme stoppen.

Trotz detailreichem Bild taugt das TV nicht zum Spielen am PC: Sein lahmes Panel zieht Schlieren und produziert spürbare Latenzen. Im Test schaltete das TV bei 4K-Signalen öfter unmotiviert sein Display schwarz.

- ➡ übersichtliche Bedienung
- ➡ Recording blockiert Eingänge
- ➡ winkelabhängig, fleckig
- ➡ lahmes Panel



LG 43UJ6309-ZA

Das schwarz gerahmte 43-Zoll-Display steht auf einem kippeligen Standfuß. Ein Kopfhörerausgang fehlt, der über Bluetooth gekoppelte TV-Ton bei uns nicht lippensynchron. Die eingebauten Lautsprecher klingen undifferenziert, zwischen bei hohen Lautstärken und tröten im Bassbereich.

Dafür zeigt der Fernseher ein farblich ausgewogenes TV-Bild. Auch im HDR-Betrieb löst das LG-TV Grauverläufe gut auf, ist aber insgesamt zu dunkel. Hier muss man selbst im dunklen Wohnzimmer mindestens den Standard-Modus nutzen und den Schwarzpegel auf „hoch“ stellen. Für eine bessere Graustufenaufklärung sollte man Helligkeits- und Kontrastregler etwas reduzieren.

Das eingebaute IPS-Display ist zwar wenig blickwinkelabhängig, doch die entspiegelte Schirmoberfläche lässt das Bild von der Seite milchig aussehen. Zum Spielen am 4K-PC taugt das LCD nicht, seinem lahmen Panel hilft auch der Spielemodus nicht weiter. Immerhin verursacht es nur geringe Latenzen.

Chromecast und DLNA-Streaming funktionieren an beiden LG-TVs gut; die Smartphone-App „LG TV Remote“ simuliert ein Touchpad, auf dem man den Zeiger wie mit der bewegungs-gesteuerten Magic-Remote-Fernbedienung – sie liegt nur teuren LG-Fernsehern bei – auf dem Schirm steuern kann. Die Tasten auf der mitgelieferten IR-Fernbedienung liegen zu eng beieinander, sodass man schnell die falsche Taste erwischt.

- 👆 preiswertes HDR-TV
- 👆 gute Farbaufklärung
- 👎 kein Kopfhörerausgang
- 👎 lahmes Panel



LG 55UJ635V-ZF

Der große 55-Zoll-Fernseher steckt in einem für aktuelle Geräte ungewöhnlich breiten Plastikrahmen. Den billigen Eindruck verstärkt der wackelige Standfuß. Die Anschlüsse und die einfache Fernbedienung entsprechen dem des kleineren LG-Modells. LGs WebOS-Oberfläche ist gewöhnungsbedürftig: Die Back-Taste führt zuweilen auf die nächsthöhere Menüebene, manchmal aber auch komplett raus. Außerdem nehmen sich die meisten Funktionen viel Zeit. Immerhin gibt es acht Favoritenlisten und die Senderliste lässt sich bequem am PC bearbeiten.

Schwarz ist auf dem IPS-Display eher grau. Dadurch ist der Bildkontrast gering, die Darstellung wirkt trotz hoher Leuchtdichte etwas flau. Zwar sind die Farben satt, doch wenn man HDR-Videos einspielt, werden dunkle Bereiche nicht differenziert. Im Modus Kino-Home haben Hautfarben einen leichten Grünstich. Auch der große LG-Fernseher besitzt die unglückliche Entspiegelungsschicht. Im Vergleich zu den gleich großen Testgeräten von Hisense und Samsung ist seine Darstellung aber dennoch entschieden blickwinkelstabiler.

Der Fernseher erzeugt beim Spielen spürbare Latenz, auch im Spiele-Preset und ohne Bildoptimierung. Mit aktiviertem TrueMotion wird die Wiedergabe etwas flüssiger. Schnelle Bewegungen versieht er mit leichten Schlieren, zeigt aber keinerlei Aussetzer.

- 👆 satte Farben
- 👆 geringer Energiebedarf
- 👎 kein Kopfhörerausgang
- 👎 spürbare Latenz



Panasonic TX-55EXW604

Der 55-Zoll-Fernseher von Panasonic im Chrom-umrandeten Klavierlack-Rahmen steht stabil, sein Chrom-Ständer lässt sich an kleine Standflächen anpassen. Die IR-Fernbedienung ist treffsicher bedienbar, ungünstig liegen aber die Tasten für Home-Menü und Netflix – man erwischt sie häufig statt der Steuertasten.

Der 55-Zöller zeigt wie für Panasonic typisch ein farblich ausgewogenes Bild. Sein blickwinkelstabiles IPS-Display ist bemerkenswert homogen ausgeleuchtet, aber leider viel zu lichtschwach. Dadurch fehlt ihm trotz satter Farben bei HDR-Zuspielung der Pepp. Im helleren Modus HDR-Standard fehlt in sehr dunklen und sehr hellen Bildbereichen die Zeichnung.

Die zu dunkle Darstellung macht sich auch beim Spielen negativ bemerkbar. Schnelle Bewegungen werden wie am großen LG-TV unscharf, die Latenz bleibt aber im Rahmen. Im Spielemodus sollte man unbedingt die Zwischenbilddarstellung deaktivieren, sie verzögert die Bildausgabe merklich. Mangels Bluetooth lassen sich weder Kopfhörer noch Tastaturen mit der Funkschnittstelle ankoppeln. Eine Möglichkeit zum Senderlisten-Export auf USB-Stick fehlt ebenfalls. Dafür überträgt das Panasonic-Gerät als DLNA-Server das laufende TV-Programm aufs Smartphone und andere Clients (Renderer). Dazu eignet sich die gute Panasonic-App „TV Remote 2“, die nach Verbinden mit dem EXW604 aber die Funktion „Smart Calibration“ ausblendet.

- 👆 streamt das TV-Programm
- 👆 farblich ausgewogen
- 👎 dunkles Bild
- 👎 kein Bluetooth



Philips 49PUS6501/12

Im anthrazit-farbenen Philips-TV sorgt ein zweiseitiges Ambilight für eine farblich zum Bildinhalt passende Wandbeleuchtung.

Bei der Ersteinrichtung empfiehlt der Android-Fernseher die Kopplung mit einem Android-Smartphone. Er übernimmt dann die WLAN-Einstellungen vom Mobilgerät – allerdings auch Standort und alle Daten des Google-Kontos. Die Sender der Hauptliste lassen sich mit der Plus-Taste bequem in die acht Favoritenlisten übernehmen, aber mangels Software nicht am PC bearbeiten. Wie das Panasonic-Modell streamt er das TV-Programm an andere UPnP-Geräte.

Nur die hinteren zwei HDMI-Ports akzeptieren 4K/60-Hz-Signale. Außer dem Kopfhörerausgang gibt es einen Audioeingang, auch der Scart-Anschluss hat Seltenheitswert. Auf der Rückseite der IR-Fernbedienung findet man eine kleine Qwerty-Tastatur.

Das 100-Hz-Panel des 40-Zöllers produziert beim Spielen am 4K-PC fast keine Bewegungsunschärfen und kaum Latenz. Man sollte den Spiele-Preset nutzen, darin alle Bildoptimierungen bis auf Clear-LCD abschalten und nicht den PC-Modus aktivieren.

Der 49-Zöller ist einer von zweien im Test, die einen halbwegs passablen Klang zustande bringen. Im HDR-Betrieb gefällt er mit farbstarken, gut durchzeichneten Bildern, ist aber etwas lichtschwach; kalibrieren lässt sich das Display nicht.

- ↑ akzeptabler Klang
- ↑ PC-spieletauglich
- ↑ Ambilight
- ↓ keine PC-Software für Senderliste



Samsung UE43MU6179U

Der 43-Zoll-Fernseher steht stabil auf seinem chromfarbenen Plastikständer. Für analoge Anschlüsse gibt es zwei Kabelpeitschen. Eine Kopfhörerbuchse fehlt und an unserem Bluetooth-Kopfhörer war der Ton nicht ganz lippen-synchron.

Die kleine, elegante Fernbedienung kommuniziert mit dem TV per Bluetooth, was das Zielen auf den IR-Sensor erspart. Sie hat außer dem Steuerkreuz nur wenige Tasten, ist aber trotzdem komfortabel. Am Smartphone simuliert die App „Smart View“ eine Fernbedienung mit Touchpad und man kann auf dem TV installierte Apps starten.

Die Senderliste lässt sich durch Verschieben auch mehrerer Sender sortieren, exportieren und am PC bearbeiten. Lieblingssender sortiert man in fünf Favoritenlisten. Chromecast- und DLNA-Wiedergaben starten sehr flott. Beim Sound gibt der kleine Samsung-Fernseher in diesem Test den Ton an.

Der extrem blickwinkelabhängige Schirm zeigt von vorn betrachtet ein farbstarkes, knackiges Bild, auch im HDR-Betrieb. Im Modus HDR-Film muss man den Kontrast etwas reduzieren, damit auch helle Bereiche gut aufgelöst werden. Schließt man den PC oder die Spielkonsole an, bietet das TV nur noch zwei Bildmodi (Standard und Dynamic) an, in denen man nur wenig einstellen kann. Beim Spielen besticht der Fernseher mit seinem knackigen Bild, produziert aber Schlieren. Immerhin gibts fast keine Latenz.

- ↑ ordentlicher Klang
- ↑ gute Streaming-Funktionen
- ↓ sehr blickwinkelabhängig
- ↓ kein Kopfhöreranschluss



Samsung UE55MU6270UXZG

Der Plastikrahmen des gebogenen 55-Zöllers wirkt billig, steht aber stabil auf dem chromfarbenen Ständer. Die Anschlüsse und die Bluetooth-Fernbedienung gleichen dem des kleineren Samsung-Fernsehers. Das gilt auch für die weitgehend selbsterklärende Bedienoberfläche.

Bei der geführten Einrichtung fordert der Fernseher zum Anlegen eines Samsung-Kontos auf – was man aber überspringen kann. Der Fernseher startet vom Smartphone initiierte Streams (Chromecast und DLNA) sehr schnell und unterstützt dabei auch das DivX-Videoformat.

Bei den Bild-Presets hat Samsung wie beim kleineren Modell gute Vorarbeit geleistet, sowohl im SDR- als auch im HDR-Betrieb mussten wir beim Kalibrieren kaum Korrekturen durchführen. Leider ist die gute Farbwiedergabe des Displays stark vom Einblickwinkel abhängig – das wird in diesem Test nur noch getoppt vom kleineren Bruder und dem Hisense-TV.

Der Klang des 55-Zöllers ist mittenbetont, undifferenziert und dadurch wenig lebendig, es fehlen Bässe. Als Monitor gefällt das TV zwar mit seinem kontraststarken Bild, taugt ansonsten aber nicht für PC-Spiele: zu lahm und immer mit spürbarer Latenz. Bei 4K-Auflösungen reagiert er außerdem empfindlich auf schlechte Kabel. Eine Möglichkeit zum Aufnehmen des TV-Programms hat Samsung wie beim kleineren Modell eingespart.

- ↑ knackiges, farbstarkes Bild
- ↑ Bluetooth-Fernbedienung
- ↓ blickwinkelabhängig
- ↓ lahmes Display mit Latenz

Anzeige

Wenn Sie die volle 4K-Auflösung der TVs bei einer Bildwechselfrequenz von 60 Hz nutzen möchten, müssen sowohl der Zuspeler – die Grafikkarte, das Notebook oder die Spielkonsole – als auch der Eingang des Fernsehers HDMI 2.0 unterstützen. Die Testgeräte von Hisense und Philips haben nur zwei HDMI-2.0-fähige Eingänge. Konsolen und PCs mit Bildauflösungen bis Full-HD (1920 × 1080) können Sie an jeden HDMI-Port anschließen.

Für HDR-Signale muss man in den Einstellungen zusätzlich die Funktion „HDMI Ultra Color“ oder ähnlich aktivieren (siehe oben). Auch das Kabel muss für HDMI 2.0 – nutzen Sie High-Speed-Kabel mit dickerem Leitungsquerschnitt und guter Abschirmung. Bleibt der Bildschirm schwarz, kann es auch am Kabel liegen. Im Test kam es beim Hisense-TV häufig und dem 55-Zoll-Modell von Samsung manchmal trotz gutem Kabel am HDMI-2.0-Eingang zu Bildaussetzern.

Schnelle Spiele profitieren von schnellen 100-Hz-Panels, die eher in Oberklasse-TVs zu finden sind (siehe Kaufberatung S. 132). Bei 50-Hz-Panels kann es in schnellen Spielszenen zu Schmiereffekten und Unschärfen kommen.

Beim Spielen hinkt das Bild den Bewegungen des Mauszeigers stark hinterher.

Die Verzögerung zwischen den Eingangssignalen und der Bildausgabe variiert mit den Einstellungen im Bildmenü. Sie sollten für möglichst geringe Latenzen zunächst sämtliche Bildoptimierungen im TV-Menü abschalten und dann nach und nach prüfen, welche Sie aktivieren können, ohne dass die Latenz merklich größer wird.

Leider ist der von den Herstellern angebotene Computer- oder Spielemodus nicht immer auf geringe Latenz optimiert. So mussten wir beim Philips-TV die Option „Computer“ deaktivieren. Auch die Zwi-

schensbildberechnung für flüssigere Bewegungen verursacht Latenzen. Eine Nachschärfung wie „Clear LCD“ von Philips verbessert die Darstellung, verursacht aber kaum zusätzliche Latenzen – man kann sie beim Spielen also getrost aktivieren.

Ich möchte Bilder und Videos vom Smartphone auf dem Fernseher anzeigen.

Das geht über eine App mit UPnP-Funktion (universal Plug and Play) respektive DLNA. Unter Android ist das kostenlose Bubble-UPnP sehr beliebt. Mobilgerät und Fernseher müssen sich dazu im selben Netzwerk befinden. In der App wählt man das TV als Renderer aus. Danach lassen sich Fotos, Musik und Videos vom Mobilgerät oder von einem anderen Server im Netz – etwa einem UPnP-fähigen Router oder einem NAS – auf dem Fernseher wiedergeben und vom Mobilgerät aus steuern.

HDR-fähige 4K-Fernseher – Technische Daten und Testergebnisse

Gerät	H55NEC6500	43U6309-2A	55U635V-ZF
Hersteller	Hisense	LG	LG
Auflösung (Pixeldichte) / Paneltechnik	3840 × 2160 (80 dpi) / VA	3840 × 2160 (80 dpi) / IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / IPS
Sichtbare Bildfläche / Diagonale	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	94 cm × 53 cm / 108 cm (43")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")
Display-Refresh / Oberfläche	50 Hz / curved	50 Hz / plan	50 Hz / plan
Gerätemaße mit Fuß (BxHxT) / Gewicht	124 cm × 75 cm × 20 cm / 19 kg	98 cm × 62 cm × 19 cm / 8,4 kg	125 cm × 79 cm × 26 cm / 15,6 kg
Rahmenbreite / Displaydicke	1 cm seitl. u. oben, 2 cm unten / 2 cm	1,5 cm / 2,5 cm	2 cm / 3 cm
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner (Anzahl CI-Plus-Slots)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1)
Betriebssystem / Firmware-Version	Vidaa U / V0001.01.00a.H0807	webOS 3.7 / 04.70.04	webOS 3.7 / 04.70.04
Eingänge			
Composite / Komponente / Scart (Anzahl)	1 / 1 / 0	1 / 1 / 0	1 / 1 / 0
HDMI (Anzahl, Version)	2 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 1.4	3 × HDMI 2.0	3 × HDMI 2.0
Audio analog-in/audiot-out/Kopfhörer (Anzahl)	1 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch / 1 × optisch / –	1 × Cinch / 1 × optisch / –
USB (Anzahl, Version) / LAN / WLAN / Bluetooth	1 × 3.0, 1 × 2.0 / ✓ / ✓ / –	2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓
TV-Funktionen			
Senderlisten am PC bearbeiten	✓	✓	✓
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –
Aufnahmeprogrammierung manuell/aus EPG	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Messungen			
Umschaltzeiten TV digital (Wippe/Ziffer) ¹	3 s / 6 s	2 s / 5 s	2 s / 5 s
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	36...355 cd/m²/67,6 %	16...289 cd/m²/49,6 %	25...468 cd/m²/55,9 %
Leistungsaufnahme Standby/Betrieb (bei Helligkeit)	0,4 W / 100 W (262 cd/m²)	0,24 W / 52 W (250 cd/m²)	0,24 W / 85 W (412 cd/m²)
Smart-TV-Funktionen			
Amazon / Netflix / Maxdome	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
freier Browser / HbbTV	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Streaming (DLNA) von Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Mediaplayer (USB) für Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Bewertung			
Bildeindruck	⊖	○	○
Klangeindruck	⊖	⊖	⊖
HDR / PC-Spiele	○ / ⊖⊖	○ / ⊖	⊖ / ⊖
Ausstattung / Bedienung	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○
Preis Online-Handel	700 €	560 €	680 €

¹ zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets ² Abwertung wegen schlechtem Blickwinkel

Im Test klappte das Streaming bei allen Geräten. Welche Dateiformate funktionieren, hängt vom Fernseher ab: JPEG, MP3 und H.264-MP4 (AVC) sollten immer klappen.

Außerdem kann man die Verbindung zwischen Android-Smartphone und TV auch per Miracast herstellen, was abgesehen vom Hisense alle TVs im Test unterstützten. Miracast spiegelt den Displayinhalt des Mobilgeräts ohne zusätzliche App auf den TV-Bildschirm (Screen Share). Auf Android-Geräten braucht man dazu die App Google Home.

Für Geräte ohne Miracast bietet sich Googles externer Chromecast-Adapter an. Er gibt Inhalte von Android-Mobilgeräten an das Display weiter, an das er per HDMI angeschlossen wurde (Content-Share).

In Smartphone-Apps wie YouTube oder Chrome erscheint das Cast-Symbol, wenn sich ein Adapter oder ein Chromecast-fähiger Fernseher im selben Netz be-

findet. Damit lassen sich YouTube-Videos auf dem TV anzeigen und übers Mobilgerät steuern. Da die Videos nicht direkt vom Mobilgerät gestreamt werden, kann man das Smartphone beim Abspielen schlafen legen: Fernseher und Chromecast-Adapter bauen stattdessen eine eigene Internetverbindung zum YouTube-Server auf – das schont den Smartphone-Akku.

Fazit

Die getesteten Geräte halten zumindest das, was sie versprechen: Alle unterstützen HDR und schalten automatisch in einen passenden Bildmodus, wenn man HDR-Videos streamt oder einen kontraststarken Film per HDMI 2.0 einspielt. Insbesondere beim großen Panasonic-Fernseher, aber auch beim Philips-TV und den kleinen TVs von Samsung und LG störte dabei allerdings die geringe Leuchtdichte: Ihre HDR-Wiedergabe war nur im abgedunkelten Zimmer ansehnlich.

Samsung erzeugt auf seinen Geräten mit durchdachten Voreinstellungen eine knackige, farbstarke Darstellung. Hier stört allerdings die enorme Blickwinkelabhängigkeit: Schon von vorn wirken die Schirmecken am kleinen Samsung-Fernseher blasser. Der Hisense-Fernseher bleicht seitlich betrachtet derart stark aus, dass man automatisch zentral vor das TV rückt – das ist nur was für Singles.

Das Hisense-Gerät hat zudem den schlechtesten Klang: Seine nach hinten gerichteten Lautsprecher werden unzureichend geregelt und spielen ihren Sound nur über Bande zum Zuschauer. Richtig toll klingt keines der Testgeräte, brauchbar tönt nur das kleine Samsung-TV und mit leichten Abstrichen der Philips-Fernseher. Für alle anderen sollte man externe Boxen nutzen. (uk@ct.de) **ct**

Optimale Bildeinstellungen und unterstützte Formate: ct.de/y5qt

	TX-55EXW604	49PUS6501/12	UE43MU6179U	UE55MU6270UXZG
	Panasonic	Philips	Samsung	Samsung
	3840 × 2160 (80 dpi) / IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / VA	3840 × 2160 (80 dpi) / VA
	121 cm × 68 cm / 139 cm (55")	107 cm × 61 cm / 124 cm (49")	94 cm × 53 cm / 108 cm (43")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")
	50 Hz / plan	100 Hz / plan	50 Hz / plan	50 Hz / curved
	124 cm × 78 cm × 35 cm / 18 kg	110 cm × 70 cm × 22 cm / 12,5 kg	98 cm × 64 cm × 29 cm / 9,6 kg	124 cm × 78 cm × 31 cm / 18 kg
	1 cm seittl. u. oben, 2,5 cm unten / 2 cm	1 cm seittl. u. oben, 1,3 (2,3) cm unten	1,5 cm seittl. u. oben, 2 cm unten / 2 cm	1,5 cm / 2 cm
	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1 Ansteckmodul)	Analog-Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1 Ansteckmodul)
	Firefox OS / 3.142	Android 7.1.2 / Build NZH 54D, QM163E.0.15.209.1	Tizen / V.1143	Tizen / V.1143
	1 / 1 / 0	0 / 1 / 1	1 / 1 / 0 (per Adapter)	1 / 1 / 0 (per Adapter)
	3 × HDMI 2.0	2 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 1.4	3 × HDMI 2.0	3 × HDMI 2.0
	1 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch, 1 × Klinke / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch (Adapter) / 1 × optisch / –	1 × Cinch (Adapter) / 1 × optisch / –
	1 × 3.0, 1 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	1 × 3.0, 1 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓
	–	– (Export auf USB-Stick, keine Bearbeitungssoftware)	✓	✓
	✓ / ✓	✓ / –	– / –	– / –
	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –
	3 s / 6 s	3 s / 5 s	2 s / 5 s	2 s / 5 s
	45...203 cd/m²/91,5 %	296...296 cd/m²/67,9 %	12...232 cd/m²/63,2 %	18...342 cd/m²/63,1 %
	0,38W / 92W / (134 cd/m²)	0,32W / 96W / (296 cd/m²)	0,67W / 64W / (168 cd/m²)	1W / 97W / (252 cd/m²)
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
	○	⊕	○	○
	⊖	○	○	⊖
	⊖ / ⊖	○ / ○	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕⊕	⊖ / ⊕⊕
	760 €	700 €	670 €	830 €
	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
			⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
			– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe



Digitale Mischpulte wie das X32 von Behringer lassen sich über eine Netzwerkkarte mit Dante nachrüsten.

Musik übers LAN

Audioverbindungen per Dante über Netzkabel

Audio-over-Ethernet ist eine praktische Sache, lassen sich doch so unzählige Audiokanäle über eine einzige Netzkabelleitung übertragen. Das ist nicht nur für Profis interessant. Der Einstieg per Software ist selbst für Hobbymusiker erschwinglich, um Musikrechner günstig zu vernetzen.

Von Kai Schwirzke

Die Distribution digitaler Audiodaten hat gegenüber der analogen Vernetzung viele Vorteile: Man spart ebenso lange wie teure Kabelwege, die auch noch anfällig für Störeinstreuungen sind. Anstatt eines armdicken Multicore-Kabels genügt nun ein einfaches CAT5e-Kabel. Außerdem kann man per Mausklick die Audiodaten an jedes gewünschte Ziel dirigieren. Das fehleranfällige Hantieren in Schaltschränken oder an Steckfeldern entfällt.

Typische Geräte in einem Audio-Netzwerk sind digitale Mischpulte und Stage-Boxen – dabei handelt es sich um mit Audio-Interfaces vergleichbare AD-Wandler, die auf der Bühne eingesetzt werden. Aber auch Intercom-Stationen (Personalruf, Gefahrenansagen), Hardware-Recorder, Endstufen, aktive Lautsprecher, Funkmikrofone und Computer lassen sich einbinden. Letztere benötigen dazu lediglich die Via-Software vom Dante-Erfinder Audinate, die mit 50 US-Dollar selbst für Hobbymusiker erschwinglich ist; dazu später mehr.

Installationsbeispiele

Anwendung finden Dante-Netzwerke zum Beispiel bei großen Live-Produktionen, wo in Bühnennähe installierte digitale Stageboxen und Empfänger von Funkmikrofonen per Netzwerk mit der Tonregie verbunden sind. Weitere Mischpulte, beispielsweise bei einer Gastproduktion, lassen sich so mit sehr wenig Aufwand integrieren. Das ist auch für kleinere Konzerte in unübersichtlichen Kneipen

praktisch, wenn man statt mehrerer Analogleitungen nur noch ein Netzkabel verlegen muss. Selbst wenn im Heimstudio Computer und Audio-Hardware über eine größere Distanz voneinander getrennt stehen, helfen Dante-Netzwerke, den Verkabelungsaufwand erheblich zu reduzieren – beispielsweise weil im Kellerraum das Schlagzeug aufgenommen werden soll, der Studiorechner aber im Erdgeschoss steht.

Ein weiterer Einsatzzweck ist die sogenannte Zonenbeschallung, wie sie häufig in Einkaufszentren oder Wellness-Tempeln gewünscht wird. Sollen etwa Räumlichkeiten mit unterschiedlichem Audiomaterial versorgt werden, lässt sich das vergleichsweise einfach per Dante-Netzwerk lösen: Ein digitaler Zuspeler, zum Beispiel ein Musikprogramm wie Cubase oder Live, spielt gleichzeitig acht unterschiedliche Audioprogramme ab, ähnlich dem Film- und Musikangebot in einem Flugzeug. Per Dante werden diese Audio-Streams gezielt auf die unterschiedlichen Zonen (Sauna, Pool, Ruhe-raum) geroutet. Kommen obendrein netzwerkfähige Endstufen zum Einsatz, erfolgt die DA-Wandlung erst kurz vor den Lautsprechern, was den Verkabelungsaufwand und die Gefahr von analogen Einstreuungen erheblich reduziert.

Dante-Hardware

Eine Reihe von professionellem Equipment unterstützt Dante von Haus aus. Andere Geräte erlauben den nachträglichen Einbau eines Dante-Interfaces, etwa das digitale Mischpult X32 von Behringer oder das DL32R von Mackie.

Allerdings sind solche Zusatzkarten mit Preisen ab 500 Euro nicht billig. Vorhandene Audio-Interfaces mit ADAT-Anschluss lassen sich etwa mit dem Konverter Ferrofisch Verto 64 für 1200 Euro in ein Dante-Netzwerk einbinden. Der Dante-fähige AD/DA-Wandler A32 von Ferrofisch mit 32 + 32 Kanälen schlägt sogar mit 3500 Euro ins Kontor.

Bei der Kalkulation muss man allerdings die Ersparnis bei der Verkabelung berücksichtigen: Allein ein analoges Multicore-Kabel mit 40 Leitungen kostet bei 40 Metern Länge gut und gerne 1000 Euro. Ein professionell ummantel-

tes Netzwirkabel gleicher Länge ist hingegen für ein Zehntel zu haben.

Dante-Software

Doch nicht nur dem Profi, sondern auch dem ambitionierten Hobbyisten hat Dante einiges zu bieten. Dank der beiden Software-Anwendungen Dante Via und Dante Virtual Soundcard, von Audinate im Bundle für 60 US-Dollar erhältlich, verwandeln sich Mac und PC in Dante-fähige Geräte, die sich über ihre Ethernet-Ports im Netzwerk integrieren. Beide Programme stellen dazu virtuelle Dante-Audio-Schnittstellen zur Verfügung. Ein Dante-Treiber lässt sich rechnerübergreifend in einer DAW wie Cubase oder Studio One nutzen. Zusätzliche Hardware, zum Beispiel ein USB-Audio-Interface, ist nicht notwendig, solange keine Audio-Daten analog aufgenommen oder wiedergegeben werden sollen.

Das ist beispielsweise praktisch, wenn ein zweiter Rechner als digitaler Zuspeler für Software-Instrumente genutzt werden soll. Die Audio-Verbindung erfolgt in diesem Fall via Dante. Dazu bedarf es neben zwei Notebooks mit installiertem Dante Via lediglich eines Netzwerk-Switches. Die zugehörigen MIDI-Daten kann man am Mac über das Audio MIDI Setup per Netzwerk übertragen. Unter Windows übernimmt die Freeware rtpMIDI von Tobias Erichsen diese Aufgabe. Alternativ kann man natürlich auch herkömmliche MIDI-Interfaces verwenden.

Ein solches Setup ist deutlich günstiger, als wenn für beide Rechner Audio-Interfaces mit je 16 analogen Ein- und Ausgängen angeschafft werden müssten. Dank der flexiblen Routing-Matrix von Dante Via kann der Hauptrechner beziehungsweise die dort aktive Musiksoftware einerseits über das Netzwerk mit dem zweiten Computer kommunizieren und gleichzeitig über ein Audio-Hardware-Interface die Master-Summe ausgeben.

Internes Routing

Dante Via überträgt Audio-Daten aber nicht nur zwischen Rechnern, sondern kann darüber hinaus auch rechnerintern Audio-Ströme zwischen Anwendungen sowie physischen und virtuellen Ausgängen routen. So lässt sich etwa das Audio-Signal von iTunes in eine Editor-Software wie Audacity leiten. In diesem Fall muss lediglich der Dante-Treiber in Audacity als Audiogerät gewählt und dann in Dante Via das iTunes-Symbol auf den Dante-

Treiber gezogen werden – schon kann man die Ausgabe mitschneiden.

Eine Quelle, hier iTunes, lässt sich aber auch auf mehrere Ziele routen, beispielsweise intern auf Audacity und extern auf einen Ausgang des Audio-Hardware-Interfaces. Dabei bleibt das eigentliche Routing auf das System-Audiogerät unangetastet. Zwar gibt es auch andere Software mit ähnlicher Funktionalität, etwa Jack Audio Connection Kit, deren Anwendung ist aber häufig ungleich komplizierter. Zudem fehlt dort die Anbindung an ein leistungsfähiges Audio-Netzwerk.

Auch im Netzwerk kann Via einzelne Applikationen als Dante-Quelle sichtbar machen. Dort taucht dann zum Beispiel iTunes als selbstständiges Dante-Device auf und lässt sich auf einzelne Programme anderer Rechner routen.

Die günstigere Dante Virtual Soundcard (DVS) arbeitet ähnlich wie Dante Via, verzichtet allerdings auf weitere Routing-Optionen. Im Netzwerk taucht also „nur“ der Rechner auf, aber nicht die einzelnen Audio-Programme. Außerdem benötigt die DVS in jedem Fall einen Netzwerkpartner mit Hardware-Dante-Interface. Im Gegensatz zu Dante Via kann die DVS nämlich nicht als Clock-Quelle dienen, was aber zur Synchronisation unverzichtbar ist.

Je nach Anwendung und Netzwerkgeschwindigkeit lässt sich die DVS in unterschiedlichen Output-Konfigurationen betreiben, das Maximum sind je 64 unkomprimierte In- und Outputs in einem

Dante VIA und Virtual Soundcard

Software zur Audio-Übertragung per Netzwerk

Hersteller	Audinate, www.audinate.com
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.10
Preise	Dante Via: 50 US-Dollar, Dante Virtual Soundcard: 30 US-Dollar, Bundle: 60 US-Dollar

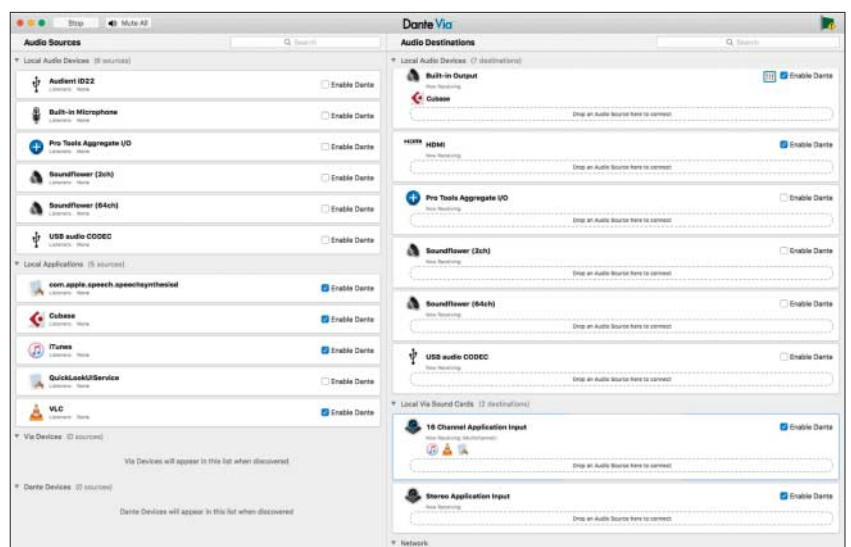
Gigabit-Netz bei einer Audio-Auflösung von 24 Bit und 48 kHz. Bei einer Sample-Rate von 192 kHz reduziert sich das Ganze auf 8 + 8 I/Os.

Virtuelle Sound-Karte

Die Latenzen innerhalb eines solchen Setups sind derart gering, dass einem Einsatz im Heimstudio nichts entgegensteht. Gerade für Musiker, die überwiegend mit Software-Plug-ins „in the box“ arbeiten und nur selten Audio aufnehmen, ist dies eine günstige Möglichkeit, Rechen-Power auf einem zweiten Rechner zu ergänzen.

Wie bei jedem Audio-Hardware-Treiber ist die Übertragungslatenz von Dante Via und DVS abhängig von der Größe des Audio-Puffers. Hinzu kommt bei der DVS eine systemübergreifende „Sicherheitslatenz“: Andere Netzwerkgeräte warten um den hier gewählten Zeitfaktor, um eventuellen Timing-Problemen im Netzwerk oder im Computer vorzubeugen.

Dante Via ist hier äußerst fix unterwegs: Die interne Roundtrip-Latenz beträgt bei einer Puffergröße von 128 Samples sehr gute 5,8 ms – das ist weniger als bei vielen USB-Interfaces. Die Dante Virtual Soundcard ist nicht ganz so schnell:



Mit dem günstigen Dante Via lässt sich die Audio-Ausgabe von mehreren Programmen auf demselben oder zwischen verschiedenen Rechnern routen – ohne weitere Hardware.

Dante im Detail

Das von der australischen Firma Audinate im Jahr 2006 entwickelte Layer-3-Protokoll namens Dante, kurz für Digital Audio Network Through Ethernet, baut auf standardisierten IP-over-Ethernet-Protokollen auf. Es ist kompatibel zu bereits bestehenden IP-Netzwerken und kann handelsübliche Hardware verwenden. Der Kauf teurer, spezieller Switches wie etwa beim AV-Netzwerk AVB entfällt. Ein Dante-Verbund lässt sich in ein bereits vorhandenes Netzwerk integrieren. Audio- und andere Daten können gleichzeitig transportiert werden. Audinate empfiehlt für gemischte Netzwerke allerdings konfigurierbare Switches, um den Audiodaten über Quality-of-Service-Dienste Vorfahrt zu gewähren.

Dante versteht sich mit Fast-Ethernet- und Gigabit-Netzwerken und sendet seine Daten per UDP als Unicast oder Multicast. Aus Gründen der Übertragungssicherheit wird WLAN nicht unterstützt. In einem Gigabit-Netz sind pro Strecke bis zu 512 Hin- und Rückkanäle möglich. In einem 100-MBit-Netz verringert sich die Zahl auf 48 + 48 Kanäle bei 48 kHz. Dante unterstützt 44,1 bis 192 kHz mit bis zu 32 Bit.

Audiokanäle werden in sogenannten Flows gruppiert. Typischerweise sendet jeder Flow Daten von vier Audiokanälen und nutzt eine Bandbreite von 6 Mbps. Pro Dante-Komponente sind maximal 32 Flows erlaubt. Im Multicast-Betrieb sollten Admins per IGMP Snooping (Internet Group Membership Protocol) den Traffic auf die Switch-Ports begrenzen, an denen Dante-Geräte hängen.

Audiodaten lassen sich zwischen einzelnen Dante-Komponenten beliebig routen. Dies geschieht über die Software Dante Control, die von Audinate

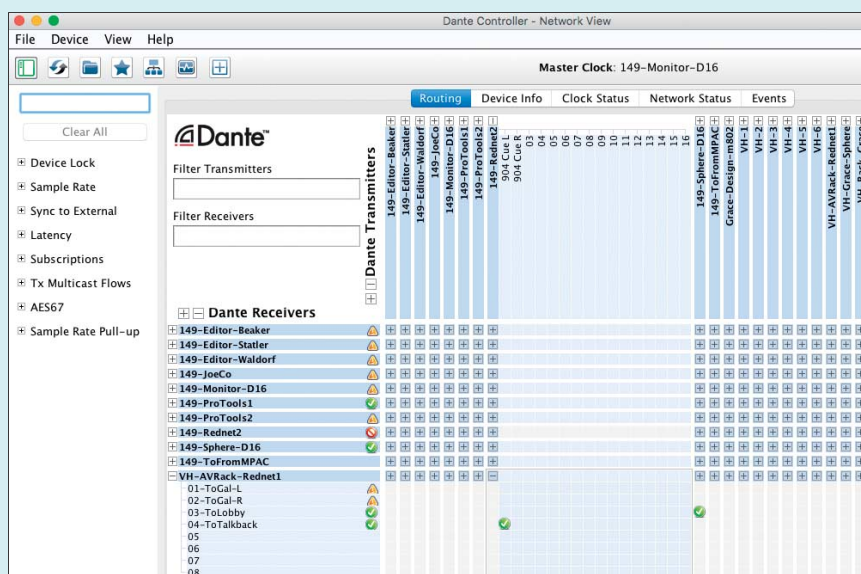
kostenlos für Windows und macOS verfügbar ist.

Neue Teilnehmer lassen sich denkbar einfach hinzufügen, da sie sich automatisch dank mDNS-Protokoll mit Echtnamen im Netzwerk anmelden und auch wiedergefunden werden können. Dante nutzt das Precision Time Protocol (PTP) für phasengenaues Timing. Latenzen sind mit 100 Mikrosekunden pro Switch in einem Gigabit-Netz zu vernachlässigen. Führt die Übertragung über fünf Switches, beträgt die Latenz lediglich 0,5 Millisekunden.

Wenn in einem Kongress- oder Einkaufszentrum verschiedene Etagen und Räume klar voneinander getrennt werden müssen, sollten Admins ihr Netzwerk per VLAN (Virtual Local Area Network) unterteilen. In AV-Netzen dieser Größe ist auch die Verwaltung von Zu-

gangsrechten unabdingbar: Wer darf welches Audio-Routing in welchem Rahmen verändern? Wer hat Zugriff auf im Netz installierte Geräte?

Audinate bietet dazu seit September eine Software für Windows- beziehungsweise Linux-Desktop-Rechner und -Server an. Der Dante Domain Controller kann Audio zwischen Domänen routen, Subdomänen einrichten, Nutzerrechte verwalten und sogar für verschiedene Anwender unterschiedliche Bedienoberflächen konfigurieren. Die Software lässt sich von anderen Rechnern oder Tablets per Web-Interface fernbedienen. Der Preis unterstreicht allerdings die professionelle Zielrichtung: Die günstigste Version zur Verwaltung von zwei Domänen kostet 1000, die leistungsfähigste für 50 Domänen stramme 10 000 US-Dollar.



Mit dem kostenlosen Dante Control von Audinate hat man sämtliche Routings im Audio-Netzwerk im Griff.

Mit 64 Samples als Puffergröße und der kleinstmöglichen Sicherheitslatenz von 4 ms erhält man in Cubase unter macOS eine Roundtrip-Latenz von 12 ms, womit halbwegs aktuelle Rechner in Gigabit-Netzen ohne Aussetzer klarkommen. Doch auch hiermit kann der Musiker noch problemlos virtuelle Instrumente in Echtzeit steuern. Erhöht man die Sicherheitslatenz auf langsameren Rechnern hingegen auf 10 ms, steigt die Roundtrip-Latenz entsprechend auf 24 ms – die Echtzeitkontrolle von Instrumenten reagiert dann etwas träge.

Der Hersteller Audinate ist allerdings bei der Autorisierung der Software etwas pingelig: Eine Lizenz erlaubt lediglich die Installation auf einem einzigen Computer. Zwar lassen sich Lizenzen einfach transferieren, möchte man jedoch zwei Rechner miteinander verbinden, braucht man zwei Lizenzen.

Fazit

Bei der Audio-Vernetzung von Rechnern und weiterer Hardware ist Dante vergleichsweise günstig und flexibel. Dank der

kurzen Übertragungslatenz und der einfachen Handhabung ist es deshalb nicht nur bei Profis beliebt, die damit riesige AV-Netzwerke aufbauen können. Auch im semiprofessionellen Sektor erreichen bezahlbare Digitalpulte mit Dante-Karten inzwischen eine Leistungsfähigkeit, wie sie noch vor wenigen Jahren undenkbar schien. Und dank der günstigen Software von Audinate lässt sich Dante auch von Hobbyisten sinnvoll einsetzen, um Rechner und Laptops zur einfachen Audio-Übertragung zu verbinden. (hag@ct.de) **ct**

Anzeige

Teure Kundenstimmen

Online-Shop haftet für Nutzer-Produktbewertungen

Wer sich verpflichtet hat, bestimmte unhaltbare Werbeaussagen zu unterlassen, darf diese auch nicht auf dem Umweg über ähnlich lautende Kommentare von Kunden auf seiner Website verbreiten.

Von Verena Ehrl

Wenn es um Zauberei geht, hat der nüchterne Verstand gelegentlich Pause. Warum sollte der „3 Pagen“-Versand nicht behaupten dürfen, seine „Zauber-Waschkugeln“ könnten das Wunder vollbringen, Waschmittel zu sparen? Weil eine solche Aussage irreführend und nicht zu belegen sei, befand der Verband Sozialer Wettbewerb e. V. Dass die blauen Kunststoffgebilde mit Magnetkern, die man mit in die Waschmaschine (oder in den Geschirrspüler) legt, tatsächlich Waschmittel sparen würden, lasse sich nicht wissenschaftlich untermauern. Mit dieser Begründung mahnten die eifrigen Wettbewerbswächter den traditionsreichen Trivialartikelanbieter ab.

Dieser gab zähneknirschend eine Unterlassungserklärung ab und versprach darin, die gerügte Aussage nicht mehr zu machen. Für den Fall, dass das künftig doch wieder passieren würde, vereinbarte man eine Vertragsstrafe von 5100 Euro. Das Versandunternehmen tilgte die Sache mit dem Waschmittelsparen aus dem Beschreibungstext auf der Shop-Website.

Kundenlob besser als Eigenlob

Erhalten blieben allerdings Kundenkommentare, die Ähnliches aussagten. So konnte man also weiterhin lesen: „Brauchte weniger Waschmittel und die Wäsche ist griffiger und nicht so hart.“ – „Funktioniert wirklich! Durch das aufgebaute Magnetfeld verändert sich die Struktur des Wassers und es lagert sich weniger Kalk in der Wäsche, am Geschirr und der Waschmaschine, Spülmaschine ab! Dadurch benötigt man auch eine geringere Waschmittelmenge und man spart Geld!“

Der Verband Sozialer Wettbewerb e. V. meldete sich daraufhin erneut. Er sah auch diese Kommentarinhalte von der Unterlassungspflicht erfasst. Schlimmer: Durch die bereits abgegebene strafbewehrte Unterlassungserklärung sei nun die Vertragsstrafe fällig. Der „3 Pagen“-Versand weigerte sich zu zahlen. Er meinte, die Unterlassungsverpflichtung betreffe nur die eigene Werbeaktivität. Für die Bewertungen könne er nichts – die hätten ja seine Kunden abgegeben. Er mache sich diese fremden Bewertungen auch nicht zu eigen, vielmehr veröffentliche er auf der Shop-Website sowohl positive als auch negative Bewertungen.

Vor Gericht zündeten die Argumente des Anbieters nicht. Das Landgericht (LG) Aachen hob darauf ab, dass Interessenten Kundenaussagen noch stärkeren Glauben schenken würden als Werbeaussagen des Anbieters [1]. Der wiederum nutze die Kommentarwiedergabe mit voller Absicht in seinem Sinne. Deshalb mache sich jemand, der seinen Kunden Gelegenheit zur Produktbewertung und -kommentierung gebe, deren Lob sehr wohl zu eigen.

Im vorliegenden Fall sei das Versandunternehmen verpflichtet gewesen, die vorhandenen Kundenkommentare auf Kollisionen mit dem Unterlassungsversprechen abzuklopfen und notfalls zu löschen, befand das LG.

Im Berufungsverfahren bestätigte das Oberlandesgericht (OLG) Köln die Entscheidung aus Aachen [2]. Die von der Unterlassungsverpflichtung gemeinte Werbung umfasse auch die Wiedergabe von Kundenmeinungen. Die Bewertungsoption diene „allein dem Zweck, Vertrauen in die Leistungen des Produkts zu schaffen“ und habe für den Anbieter den Sinn, „den Absatz des Produktes zu fördern“. Daran ändere auch der Umstand nichts, dass positive und negative Bewertungen online gestellt würden. Das Ganze geschehe „in der Hoffnung, dass die positiven Bewertungen überwiegen“. Ansonsten, so das OLG, „wäre es aus unternehmerischer Sicht sinnlos, den Kunden ein solches Portal zur Verfügung zu stellen“.

Interessant ist die Betrachtung des OLG zum Zustandekommen der lobenden Kommentare. Zwar geht das Gericht nicht so weit, gekauften Jubel zu vermuten. Es hält aber einen Einfluss der vorherigen Werbeaussagen des Anbieters auf die Überzeugung der Kunden für „nicht unwahrscheinlich“. Diese hätten den Werbeversprechen geglaubt und seien dann auch nach dem Kauf von deren Richtigkeit überzeugt gewesen. Dadurch sei es zu solchen Bewertungen gekommen – hierzu verweisen die Richter auf ein Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH) von 2016 zu einer Preisempfehlung bei Amazon [3].

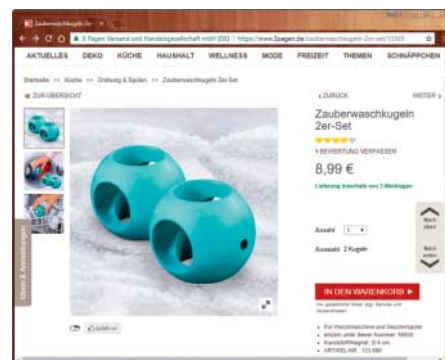
Anders als reine Bewertungsportale bewahre sich ein Shop, der Kundenmeinungen auf seiner eigenen Website wiedergebe, die Option der Sichtung, Sortierung und Löschung – daher sei auch die Forderung gerechtfertigt, die gerügten Kommentare zu löschen.

Grundrechtliche Bauchschmerzen

Der Ausgang dieses Rechtsstreits lässt Fragen offen. Das Phänomen von Gefälligkeitsbewertungen, die bereits zu einem verbreiteten Geschäftsmodell einschlägiger Agenturen geworden sind, taucht zumindest nicht ausdrücklich in den Urteilen auf. Andererseits bleibt bei aller berechtigten Einbeziehung von Bewertungen in den Bereich der Anbieterwerbung doch das Grundrecht kommentierender Kunden auf freie Meinungsäußerung nach Art. 5 Abs. 1 des Grundgesetzes (GG) von einer Lösungsverpflichtung des Anbieters zumindest indirekt berührt. (psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] LG Aachen, Urteil vom 26. 8. 2016, Az. 42 O 15/16
- [2] OLG Köln, Urteil vom 24. 5. 2017, Az. 6 U 161/16
- [3] BGH, Urteil vom 3. 3. 2016, Az. I ZR 110/15



Die „Zauber-Waschkugeln“ gehören nach wie vor zum Sortiment von „3 Pagen“.

Anzeige

Tipps & Tricks

Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

unsere Kontaktmöglichkeiten:

 **hotline@ct.de**

  **c't magazin**

 **@ctmagazin**

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Android-Kalender ohne Google synchronisieren

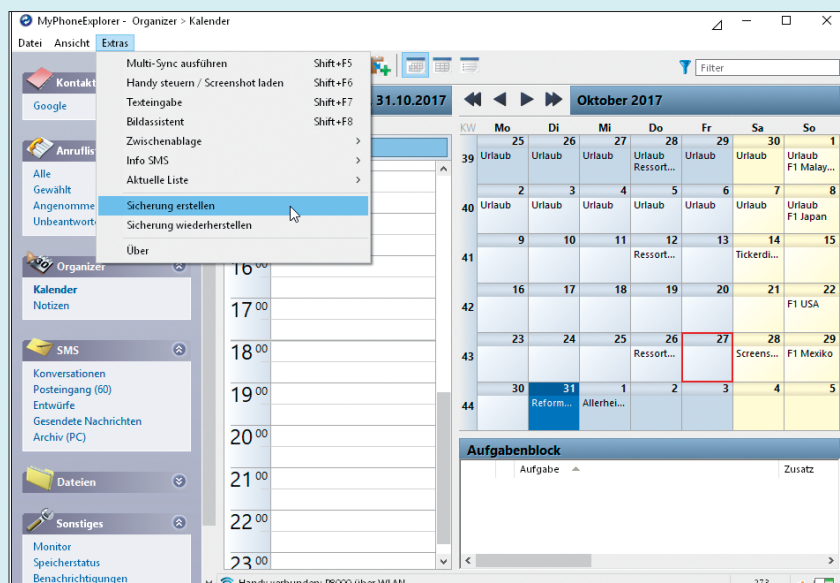
? In c't 21/2017 auf Seite 148 haben Sie auf das Add-in „Outlook CalDAV Synchronizer“ hingewiesen, mit dem man Kontakte und Kalender vom Android-Smartphone mit Outlook abgleichen kann.

Weil dies über den Google-Account geschieht, nützt mir das nichts, da ich meine Daten nicht bei Google speichern möchte und deshalb keinen Account besitze.

! Mit der Freeware „MyPhoneExplorer“ von Franz Josef Wechselberger können Sie Daten direkt über WLAN, Bluetooth oder USB-Kabel mit Windows-PCs synchronisieren. Das Tool unterstützt Outlook, Thunderbird, den Windows-Kalender, Lotus Notes und andere Programme. Dazu installiert man auf dem PC die MyPhoneExplorer-Software für Windows und auf dem Smartphone die App „MyPhoneExplorer Client“ aus dem Google Play Store oder einem alternativen Portal wie appsapk.com.

MyPhoneExplorer kann noch mehr als synchronisieren. Eigentlich ist er ein umfangreiches Verwaltungs-Tool für Android-Smartphones und kann vom PC aus unter anderem SMS-Nachrichten sichern, senden oder löschen, Anruflisten anzeigen und bearbeiten oder die PC-Tastatur als Eingabemethode für das Smartphone verwenden. (db@ct.de)

Download und Anleitungen:
ct.de/yw19



MyPhoneExplorer synchronisiert nicht nur Termine und Kalender mit Windows-PCs, sondern verwaltet auch andere Inhalte, zum Beispiel SMS-Nachrichten und Apps.

macOS per Tastatur bedienen

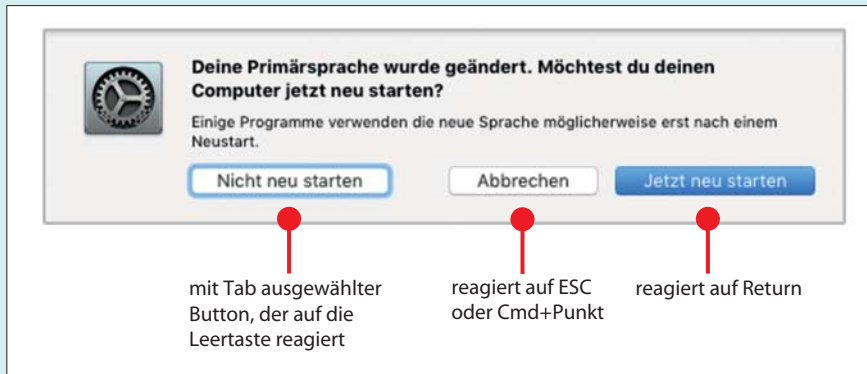
? Ich bin kürzlich von Windows auf macOS umgestiegen und vermisse die Möglichkeit, Programme und Finder auch mit der Tastatur bedienen zu können.

! Unter Windows können Sie Schaltflächen und Menüpunkte in der Regel mit der Alt-Taste und einem Buchstaben auf der Tastatur ansprechen. Bei den Dialogfenstern von macOS gibt es dieses Verhalten in abgewandelter Form nur, wenn der Entwickler daran gedacht hat. Ein prominentes, aber seltenes Beispiel dafür ist etwa der Löschen-Dialog in iTunes: Die Taste „I“ – am Mac ohne Alt – führt dort den Befehl „In den Papierkorb bewegen“ aus.

Ansonsten können Sie bei macOS generell in allen Dialogen den blau hervorgehobenen Button mit der Return-Taste betätigen. Den Abbrechen- respektive Cancel-Button erreicht man über die Esc-Taste oder Cmd+Punkt. Eine unrühmliche Ausnahme bildet der Finder. Wenn Sie eine existierende Datei überschreiben möchten, reagiert die Sicherheitsabfrage weder auf Esc noch auf Return, der blaue Button fehlt.

Um in Dialogen die Nicht-Standard-Schaltflächen ohne Maus ansteuern zu können, müssen Sie zunächst in der Systemeinstellung „Tastatur“ im Reiter „Kurzbehele“ die Tastatursteuerung auf „Alle Steuerungen“ umschalten. Nun können Sie mit der Tabulator-Taste die meisten Elemente eines Fensters ansteuern. Das ausgewählte Objekt bekommt dabei eine blaue Umrandung. Mit der Leertaste „klicken“ Sie dann auf einen Button oder schalten eine Checkbox um. Shift+Tab wählt das vorherige Element aus. Die Tastatursteuerung können Sie ohne Ausflug in die Systemsteuerung mit Ctrl+F7 umschalten.

Menüpunkte, denen kein Tastaturkürzel zugewiesen ist, können Sie unter macOS nur über mehrere Tastendrucke ansteuern. Mit Ctrl+F2 aktivieren Sie zunächst den Apfel in der Menüleiste. Dort navigieren Sie über die Cursor-Tasten durch die Menüs. Die Eingabe eines Buchstabens springt zum nächsten Menüpunkt, der damit beginnt. Erst durch Return wird der ausgewählte Befehl dann ausgeführt. Die Statusmenüs im rechten Teil der Menüleiste erreichen Sie über Ctrl+F8. Ins Dock gelangen Sie mit Ctrl+F3 und Ctrl+F5 wechselt zwischen



Bei aktivierter Tastatursteuerung kann man Dialoge nicht nur mit Esc und Return bedienen, sondern auch per Tabulator-Taste.

der Symbolleiste und dem Hauptbereich eines Programms. Bei Tastaturen mit Mediensteuertasten müssen Sie zu den Kürzeln zusätzlich die Fn-Taste drücken oder in der Systemeinstellung „Tastatur“ die Option „Die Tasten F1, F2 usw. als Standard-Funktionstasten verwenden“ aktivieren. (Wolfgang Reszl/ps@ct.de)

Ein-/Ausschalter für Raspberry Pi und Raspi Zero

! Mit einem simplen Taster oder einer Kurzschlussbrücke (Jumper, Kabel) lassen sich Raspberry Pi und Raspi Zero auch ohne Tastatur und Monitor neu starten oder herunterfahren und anschließend wieder einschalten. Für Reboot und Shutdown benötigen Sie dazu das Programm Pi-Shutdown. Das Python-Programm wartet darauf, dass die Pins 5 (GPIO 3) und 6 (Minuspol) gebrückt werden. Werden die Pins für etwa eine Sekunde gebrückt und dann wieder geöffnet, so führt Pi-Shutdown einen Reboot durch. Lassen Sie den Jumper drei bis fünf Sekunden lang gesteckt und entfernen ihn dann wieder, schaltet sich der Raspi aus. Dass sich der Raspi ausschaltet, erkennen Sie daran, dass die grüne Aktivitäts-LED mindestens dreimal kurz blinkt.

Die Einrichtung von Pi-Shutdown ist einfach: Laden Sie das Python-Programm pishutdown.py von GitHub herunter (siehe ct.de/y7ft) und speichern Sie es im Verzeichnis `/usr/local/bin` auf dem Raspi. Damit Pi-Shutdown künftig automatisch bei jedem Start des Raspi geladen wird, kopieren Sie den gleichnamigen Systemd-Job von ct.de/y7ft in das Verzeichnis `/etc/systemd/system` und aktivieren Sie ihn mit folgendem Befehl:

```
sudo systemctl enable pishutdown
```

Damit Sie nicht erst neu starten müssen, bis Pi-Shutdown läuft, starten Sie es abschließend noch manuell:

```
sudo systemctl start pishutdown
```

Haben Sie den Raspi heruntergefahren, können Sie ihn durch erneutes Kurzschließen der Pins 5 und 6 wieder hochfahren lassen, ohne ihn erst von der Stromversorgung zu trennen. Zusätzliche Software ist dazu nicht nötig. (mid@ct.de)

Download und Systemd-Job für Pi-Shutdown: ct.de/y7ft

Neue Verträge für ISDN-Anschlüsse

? Kürzlich hieß es in c't, die Telekom wolle bis 2018 alle ISDN-Anschlüsse kündigen. Aktuell bietet die Telekom in ihrem Online-Shop immer noch Universal-Anschlüsse, also ISDN, an. Wie passt das zusammen?

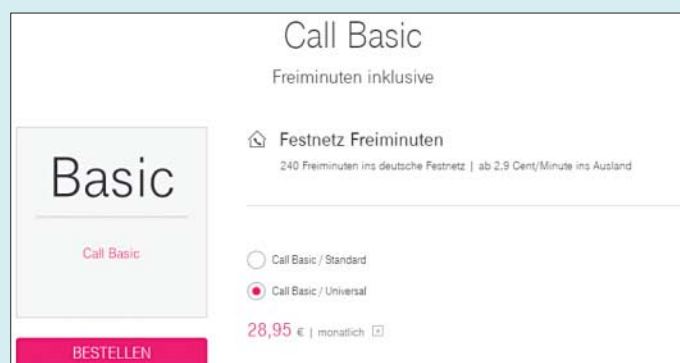
! Die Telekom bietet tatsächlich noch ISDN-Anschlüsse an. Diese haben allerdings nur eine Laufzeit von 12 Mona-

ten, könnten also seitens der Telekom noch vor Ende 2018 gekündigt werden. Laut Auskunft der Telekom werden ISDN-Anschlüsse bereits heute nicht mehr flächendeckend angeboten – es ist also möglich, dass Sie für Ihre Anschlussadresse gar keinen neuen Anschluss mehr erhalten können. Laufende und neu abgeschlossene Verträge will die Telekom nach eigenem Bekunden in der Regel bis zum Ende der Laufzeit erfüllen. (uma@ct.de)

Fall Creators Update schlägt auf dem Mac fehl

? Auf meinem Mac läuft neben macOS (High Sierra) auch Windows 10 Pro (Version 1607) in einer Boot-Camp-Partition. Der Versuch, per Windows Update das Fall Creators Update einzuspielen, schlägt wiederholt fehl. Beim Upgrade-Versuch vom USB-Stick aus zeigte mir das System den Fehler `0xC1900101 - 0x30018`. Eine Recherche im Internet ergab, dass es sich wohl um ein Treiberproblem handelt, doch die genannten Lösungsvorschläge, etwa ein manuelles Update der Treiber von der Herstellerseite oder via Windows Update, blieben bei mir erfolglos.

! Wie Sie richtig vermutet haben, handelt es sich um ein Treiberproblem, das Windows von sich aus nicht lösen kann, weil Apple zum Teil angepasste Treiber verwendet. Der einfachste Weg ist, Apples aktuelles Treiberpaket für Windows 10 unter macOS herunterzuladen. Starten Sie dazu das Tool Boot-Camp-Assistent und wählen Sie in der Menüleiste „Aktion/Windows Supportsoftware laden“. Das heruntergeladene Paket führen Sie dann manuell unter Windows aus und folgen den weiteren Anweisungen. Windows wird einen Neustart verlangen. Danach sollte sich das Fall Creators Update installieren lassen. (bkr@ct.de)



Bei der Telekom lassen sich Universal-Anschlüsse, also ISDN, zwar noch bestellen, aber nur noch mit einem Jahr Vertragslaufzeit.

Bildfehler beim 11-Watt-PC

? Ich habe den Bauvorschlag für einen 11-Watt-PC aus c't 25/16 nachgebaut. Seit einigen Wochen zeigt der Rechner nach dem Aufwachen aus dem Standby unter Windows 10 nur noch Pixelbrei an. Ich muss den PC dann neustarten, ohne dass ich geöffnete Dateien vorher speichern kann.

! Dieses Problem konnten wir beim 11-Watt-PC mit mehreren Versionen des Intel-Grafiktreibers der vorigen Monate nachstellen, wenn die im Prozessor integrierte GPU aktiv ist. Der Fehler tritt außer bei dem von uns verwendeten Mainboard MSI Z170-A Pro auch bei anderen Desktop-Rechnern und Notebooks mit Prozessoren der sechsten und siebten Core-i-Generation auf. Nach dem Aufwachen aus dem S3-Zustand (Suspend-to-RAM) besteht der gesamte Bildschirm nur aus farbigen Streifen – so wie im Foto auf dieser Seite.

Eine eindeutige Ursache ließ sich nicht bestimmen, es liegt wohl an einer Kombination aus Grafiktreiber und BIOS: Wir konnten das Problem auch auf anderen Mainboards verschiedener Hersteller mit Serie-100-Chipsatz und Skylake-Prozessor nachvollziehen. Nachdem wir dort das BIOS jeweils auf die neueste Version aktualisiert hatten, trat der Fehler nämlich nicht mehr auf. Auf Nachfrage erklärte MSI, dass der Hersteller in Kürze für

das Z170-A Pro ebenfalls ein BIOS-Update veröffentlichen wird. Als Workaround sollten Sie bis dahin die Treiber-version 15.45.21.4821 installieren, mit der es während unserer Tests keine Aufwachprobleme gab. (chh@ct.de)

Download Intel-Treiber: ct.de/y29r

Bitlocker-Laufwerk mit Desinfec't scannen

? Ich nutze Desinfec't 2017 und würde gerne Daten auf einer mit Bitlocker verschlüsselten Festplatte auf Viren untersuchen. Leider taucht die Platte unter Desinfec't nicht auf. Kann ich die Scanner gar nicht darauf loslassen?

! Doch, mit etwas Vorarbeit sieht Desinfec't auch Bitlocker-Laufwerke. Das für den Umgang mit Bitlocker Drive Encryption (BDE) notwendige Paket libbde ist bereits installiert; es befindet sich allerdings noch im Alpha-Stadium. Für einen Scan im rein lesenden Modus reicht das; von Schreibzugriffen raten wir dringend ab. Falls Sie beim Scannen etwas entdecken, das Sie löschen wollen, machen Sie das besser unter Windows. Im Ordner Experten-Tools finden sich viele nützliche Werkzeuge, bei deren Einsatz man allerdings genau wissen sollte, was man tut.

Das Einhängen eines Bitlocker-Volumens erledigen die Kommandozeilen-Befehle (Device: /dev/sda1, Passwort „test123“):

```
sudo su
mkdir -p /media/bde/sda1
bde mount -p test123 /dev/sda1 ↵
↳ /media/bde/sda1
mkdir -p /media/loop/bde1
mount -o loop,ro -t ntfs-3g ↵
↳ /media/bde/sda1/bde1 /media/loop/bde1
```

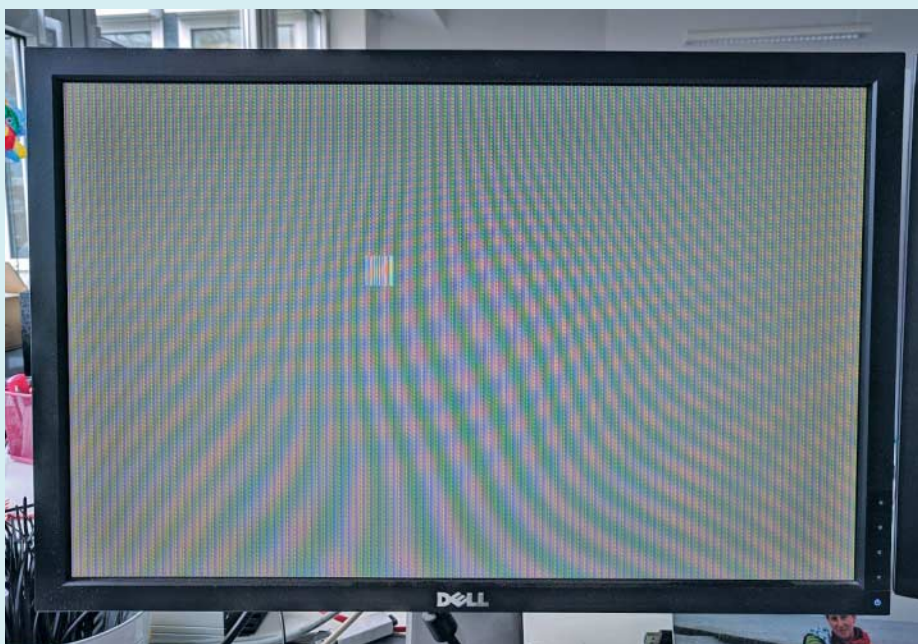
Anschließend können Sie in den Scan-Optionen von Desinfec't das Verzeichnis /media/loop/bde1 auswählen und mit einem oder mehreren Scannern untersuchen lassen.

Sollte der Befehl bde mount das Passwort – etwa wegen Umlauten oder Sonderzeichen – nicht akzeptieren, müssen Sie die beim Anlegen des Bitlocker-Laufwerkes erstellte Schlüsseldatei verwenden. In diesem Fall müssen Sie statt -p Passwort dann -s schluesselfile.bek angeben. Alternativ verwenden Sie das c't-Notfall-Windows (siehe c't 21/2017). Dort reicht es, im Explorer im Kontextmenü des Laufwerks auf „Laufwerk entsperren“ zu klicken und das Passwort einzugeben. (des@ct.de)

4K-Auflösung mit 60 Hz per HDMI 2.0 am LG 27MU67-B

? Ich habe den PC-Monitor 27MU67-B von LG mit Ultra-HD-Auflösung. Allerdings gelingt es mir nur per DisplayPort 1.2, das Display bei 4K-Auflösung mit 60 Hz anzusteuern. Per HDMI klappt das nur mit 30 Hz, obwohl der Monitor und meine Grafikkarte HDMI 2.0 unterstützen.

! Der Monitor kann über den DisplayPort- und den HDMI-Eingang Bildsignale in Ultra-HD-Auflösung (3840 × 2160 Pixel) entgegennehmen und mit 60 Hz Wiederholrate darstellen. Bei der HDMI-Buchse muss dafür aber der HDMI-2.0-Modus aktiv sein. Diesen versteckt LG im Menü des Monitors wenig intuitiv unter „Picture/Picture Adjust/HDMI ULTRA HD Deep Color“. Wenn Sie diese Option einschalten, sollte sich im Grafiktreiber eine Wiederholrate von 60 Hz einstellen lassen, sodass Mauszeiger und Fenster beim Verschieben nicht mehr ruckeln. Sie sollten aber auf jeden Fall das beim Monitor mitgelieferte Kabel verwenden, denn nicht jedes Kabel taugt für hohe Auflösungen. (chh@ct.de)



Mit neueren Grafiktreibern verschlucken sich manche Skylake-Rechner beim Aufwachen aus dem Standby.

Anzeige

FAQ Mediacenter Kodi

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Dennis Schirmmacher

Mehr als ein Mediaplayer

? Ich archiviere Filme und Serien auf einem Netzwerkspeicher. Inzwischen habe ich aber den Überblick verloren. Ein Freund hat mir daher empfohlen, Kodi auf meinem Computer zu installieren. Was bringt mir das? Filme gucke ich derzeit mit VLC Player.

! Kodi ist ein Open-Source-Mediacenter, das auf vielen verschiedenen Systemen läuft und alle gängigen Foto-, Musik- und Videoformate abspielt – darunter auch ISO-Images etwa von DVDs inklusive Darstellung der Menüs. Darüber hinaus bringt es Ordnung in Mediensammlungen und präsentiert beispielsweise Filme sortiert nach Namen mit Covern und weiteren Infos [1]. Außerdem kann man Kodi mit Add-ons erweitern und so unter anderem Netflix und YouTube nutzen [2]. Hinter dem Mediacenter und den Add-ons steht eine riesige und produktive Community, die den Funktionsumfang und die Kompatibilität steigert.

Kodi, LibreELEC, XBMC?

? Auf der Suche nach Kodi bin ich über die Begriffe LibreELEC und XBMC gestoßen. Was hat es damit auf sich?

! XBMC ist die Abkürzung von Xbox Media Center, das 2002 die Grundlage der Software bildete. 2015 fand die Umbenennung in Kodi statt, um das Mediacenter breiter aufzustellen. Mittlerweile ist es für zahlreiche Heim- und Mobilcomputer verfügbar.

LibreELEC ist eine Abspaltung von OpenELEC und bringt ebenfalls sein eigenes Betriebssystem in Form einer abgespeckten Linux-Distribution mit, die alleinig auf den Betrieb von Kodi optimiert ist. Es läuft auf verschiedener Hardware wie einem Raspi. Wer immer das Neueste haben möchte, ist mit LibreELEC gut beraten: Der freie Entwickler Milhouse erstellt täglich aktuelle Ausgaben mit aus-

gebügelter Fehlern und neuen Funktionen. Aber Vorsicht: Es handelt sich dabei um Alpha-Versionen – da kann auch mal was kaputt sein. Unsere Tests über mehrere Monate hinweg zeigen jedoch, dass die Ausgaben äußerst stabil laufen.

Wiedergabe vom NAS

? Ich habe zu Hause ein NAS mit vielen Filmen in Full-HD-Auflösung. Kann ich diese via Kodi über mein WLAN abspielen?

! Ja, das Abspielen von Full-HD-Filmen über WLAN funktioniert in der Regel problemlos. Kodi kann neben per USB angeschlossenen Datenträgern auch via NFS oder Samba auf Netzwerkfreigaben zugreifen.

Fernsehen gucken

? Ich habe gehört, dass man mit Kodi auch Fernsehen gucken kann. Stimmt das und wenn ja, wie funktioniert das?

! Kodi ist ab Werk auf den TV-Empfang und das Aufnehmen von Sendungen ausgelegt. Das geht zum einen mit IPTV über M3U-Listen oder mit DVB, indem man einen passenden USB-Empfänger an den Rechner steckt. Einige dieser Sticks sind auch mit einem Raspi kompatibel. Ist die Verbindung hergestellt, kann man durch die Kanäle schal-

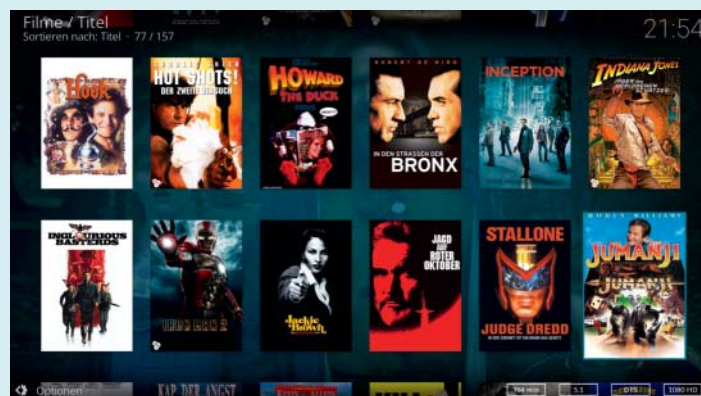
ten, die elektronische Programmzeitschrift einsehen und – wenn ein Speichermedium verfügbar ist – auch Sendungen aufzeichnen.

Kodi bedienen

? Ich nutze Kodi auf einem Raspberry Pi 3. Nun habe ich aber keine Lust, eine Maus oder Tastatur anzuschließen, um das Menü zu bedienen und Filme zu starten. Geht das nicht komfortabler?

! Wenn Sie den Raspi via HDMI an einem Flachbildfernseher betreiben, können Sie Kodi ganz bequem über die TV-Fernbedienung steuern. Das funktioniert via HDMI-CEC. Über diese Funktionen gelangen Steuerbefehle der Fernbedienung an den am TV angeschlossenen Computer. Auf dem Raspi bringt Kodi die CEC-Unterstützung in Form von libCEC gleich mit und die Funktion ist standardmäßig aktiviert.

Bei TVs ist CEC nicht immer ab Werk eingeschaltet und findet sich unter dieser Bezeichnung auch nicht unbedingt in den Menüs. Je nach Hersteller kann die Funktion anders heißen. Sony nennt die CEC-Unterstützung zum Beispiel Bravia Sync und Panasonic betitelt sie mit Viera Link. Funktioniert die Steuerung trotz Aktivierung nicht, sollten Sie mal das HDMI-Kabel wechseln; das hat in unseren Versuchen oft CEC-Probleme gelöst. Videoprojektoren unterstützen HDMI-CEC in der Regel nicht.



Kodi spielt nicht nur unzählige hochauflösende Videoformate ab, sondern bringt auch Ordnung in Filmsammlungen.

Filme und Serien ruckeln

? Immer wenn ich mit Kodi einen Film gucke, ruckelt die Wiedergabe. Kann man das irgendwie abstellen?

! Typischerweise liegen Filme und auch eine Reihe von Serien mit 23,976 Bildern pro Sekunden vor; Computermonitore laufen jedoch gewöhnlich mit 60 Hertz. Damit die Filmdarstellung klappt, wandelt der Zuspielder Inhalte mit 23,976 Bildern pro Sekunde mittels 3:2-Pulldown um. Dabei stellt der Monitor im Wechsel einen Frame dreimal und den nächsten Frame zweimal dar, was zu Rucklern führt. Auf Flachbildfernsehern gelingt das Abspielen hingegen flüssig, da diese 23,976 Bilder pro Sekunde ohne Umwandlung annehmen. Zudem können sie für eine noch flüssigere Wiedergabe Zwischenbilder errechnen.

Dabei spielt auch Kodi mit und passt die Bildwiederholfrequenz dem Inhalt entsprechend an – das funktioniert sogar automatisch. Dafür müssen Sie in den Einstellungen auf „Wiedergabe“ gehen. Dort stellen Sie unten links die Ansicht auf „Experte“. Anschließend können Sie unter „Videos“ den Punkt „Bildwiederholfrequenz anpassen“ aktivieren. Anschließend spielt Kodi alle Videos mit ihrer eingestellten Bildwiederholfrequenz ab. Unterstützt ein Bildschirm die Frequenz nicht, bleibt der Bildschirm schwarz und Sie müssen die Wiedergabe beenden, um die Option zu deaktivieren.

4K-Filme mit Kodi

? Kann ich mit Kodi auch Inhalte mit 4K-Auflösung gucken? Beziehungsweise versteht sich Kodi mit dem dort oft eingesetzten Videoformat H.265?

! Kodi kann seit der Version 14 aus dem Jahr 2015 H.265 dekodieren. Je nach Wiedergabegerät geschieht dies sogar effizient via Hardware – etwa mit einer aktuellen Android-TV-Box oder einem Desktop-Computer. So landen 4K-Filme mit 3840 × 2160 Bildpunkten ruckelfrei auf dem Fernseher. 4K-Inhalte mit 60 Bildern die Sekunde laufen allerdings nur, wenn das Wiedergabegerät einen HDMI-2.0-Ausgang mitbringt.

Einem Raspberry Pi 3 fehlt die Puste für derartig hohe Auflösungen. Dank diverser Optimierungen laufen mit einer ak-



tuellen LibreELEC-Alpha darauf aber immerhin H.265-kodierte Inhalte in Full-HD flüssig.

Erweiterter Kontrastumfang

? Kann ich mit Kodi auch HDR-Videos mit gesteigertem Dynamik- und Farbumfang gucken?

! Bei HDR-Videos muss Kodi derzeit passen. Zum Abspielen derartiger Inhalte kann man das Mediacenter aber zumindest als Frontend nutzen und somit die grafische Oberfläche beibehalten. Damit das klappt, muss man unter anderem den Video-Renderer madVR dazwischenschalten. Unter ct.de/ybys findet sich eine englischsprachige Anleitung, wie das im Detail geht. Wer das ausprobieren will, muss beachten, dass die Wiedergabe derzeit ausschließlich mit Windows 10 und bestimmten Nvidia-Grafikkarten der Serie GTX 900 und 1000 klappt. Neuerdings kann auch Intel-Prozessorgrafik (Core i-700 und i-8000) HDR darstellen, aktuelle Treiber und Windows 10 Fall Creator Update 1709 vorausgesetzt.

Kodi und Surround-Sound

? Kann ich mit Kodi auch Filme mit Mehrkanalton abspielen?

! Ja, das geht. Das Mediacenter unterstützt auf der meisten Hardware mit Dolby Digital und DTS die wichtigsten Formate. Je nach Wiedergabegerät ist auch die Wiedergabe vom mit der Blu-ray Disc eingeführten verlustfrei arbeitenden Mehrkanalton Dolby TrueHD und DTS-

Ambitionierte Hobby-Entwickler bieten mit YouTube & Co. unzählige Kodi-Add-ons an, sodass man Inhalte aus vielfältigen Quellen abspielen kann.

HD MA drin. Mit geeignetem Abspieler, wie einem Desktop-Computer oder aktuellem Intel NUC mit Windows, kann man mit Kodi via Passthrough sogar moderne 3D-Sound-Formate wie Dolby Atmos abspielen; auf einem Raspi klappt das hingegen nicht.

Gratis Filme gucken?

? Ich habe gelesen, dass man mit Kodi aktuelle Kinofilme gucken kann, ohne bezahlen zu müssen. Stimmt das? Mache ich mich da nicht strafbar?

! Es gibt in der Tat einige Add-ons für Kodi, die das ermöglichen. Diese wirken auf den ersten Blick sogar offiziell, da sie die Netflix-Oberfläche gekonnt imitieren. Ihr Einsatz ist aber illegal, weshalb man die Finger davon lassen sollte. In der Community sind derartige Add-ons verpönt und deren Nutzer erhalten in vielen Foren keinen Support.

Die Kodi-Entwickler distanzieren sich öffentlich von der „Raubkopier“-Szene. Das Statement veröffentlichten sie 2016, als einige Hersteller von Mediaboxen auf die Idee kamen, ihre Geräte mit Kodi und entsprechenden Add-ons vorkonfiguriert in den Handel zu bringen. Problematisch dabei ist, dass viele Kodi-Nutzer es gar nicht mitbekommen, dass sie sich strafbar machen. (des@ct.de)

Literatur

- [1] Dennis Schirmacher, Ordentlich Filme schauen, Filmbibliothek ideal für Kodi vorbereiten, c't 6/2017, S. 150
- [2] Dennis Schirmacher, Allroundstreamer, Amazon Video und Netflix mit Raspi gucken, c't 19/2017, S. 128

4K HDR mit Kodi gucken: ct.de/ybys

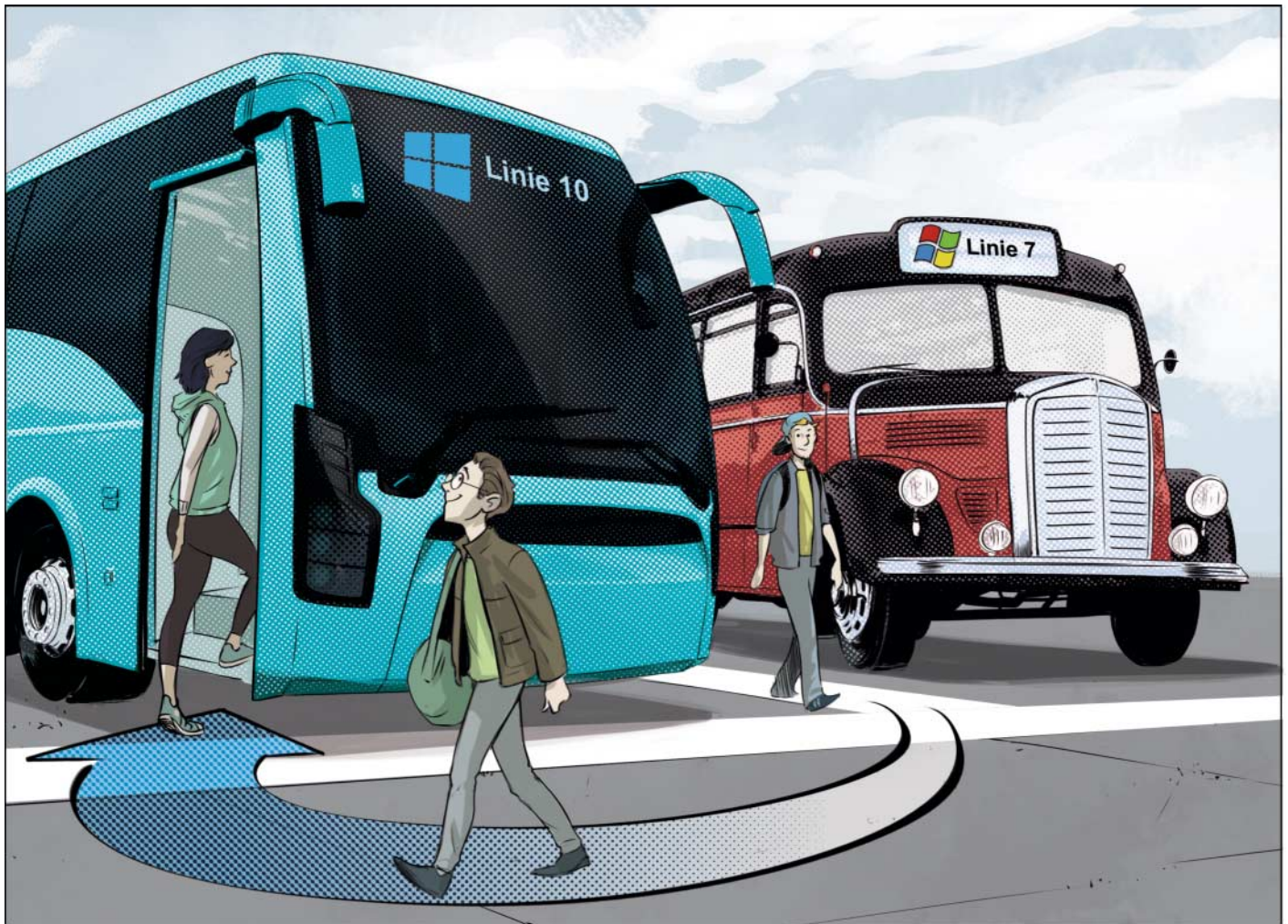


Bild: Albert Huim

Noch geht es kostenlos

Tipps zum richtigen Umsteigen von Windows 7 auf Windows 10

Auch die gerade erschienene aktuelle Version 1709 von Windows 10 erlaubt den kostenlosen Umstieg von Windows 7 – jedenfalls momentan noch. Und da zudem das Support-Ende für den Windows-Oldie immer näher rückt, möchte so mancher, der das Angebot anfangs noch ausgeschlagen hat, nun vielleicht doch umsteigen. Mit einigen Tipps und Tricks gelingt das leichter.

Von Axel Vahldiek

Egal, wie lieb Sie Ihre gewohnte Windows-7-Installation gewonnen haben: Am 14. Januar 2020 endet der Support dafür. Wer jetzt „ist ja erst im nächsten Jahrzehnt“ denkt: Stimmt, ist aber trotzdem schon in gut zwei Jahren. Nach diesem Datum will Microsoft keine Sicherheits-Patches mehr bereitstellen, und das Support-Ende von Windows XP hat gezeigt, dass Microsoft solche Termine ernst meint – allein schon, um das aktuelle Windows 10 zu fördern.

Vermutlich aus dem gleichen Grund meinte Microsoft einen anderen Termin weit weniger ernst: Ursprünglich sollten Besitzer von Windows 7 nur innerhalb des ersten Jahres nach Erscheinen von Windows 10 auf das neue System kostenlos

umsteigen können, doch es geht immer noch. Anders als während des ersten Jahres akzeptiert das Setup-Programm mittlerweile sogar Windows-7-Installationsschlüssel auch für Neuinstallationen. Und das gilt auch für die gerade erschienene Windows-10-Version 1709 („Fall Creators Update“ [1]). Da Microsoft nach Ablauf der Frist Arbeit ins Setup-Programm gesteckt hat, um den Umstieg noch bequemer zu gestalten, ist es offensichtlich kein Versehen, dass es noch geht, sondern Absicht.

Scheuen Sie sich also nicht, das Angebot anzunehmen – es könnte bald enden. Denn das gilt zumindest für ein weiteres Angebot zum kostenlosen Umstieg: Jenes für Anwender, die zum Bedienen des PC auf Hilfsmittel wie Sprachein-

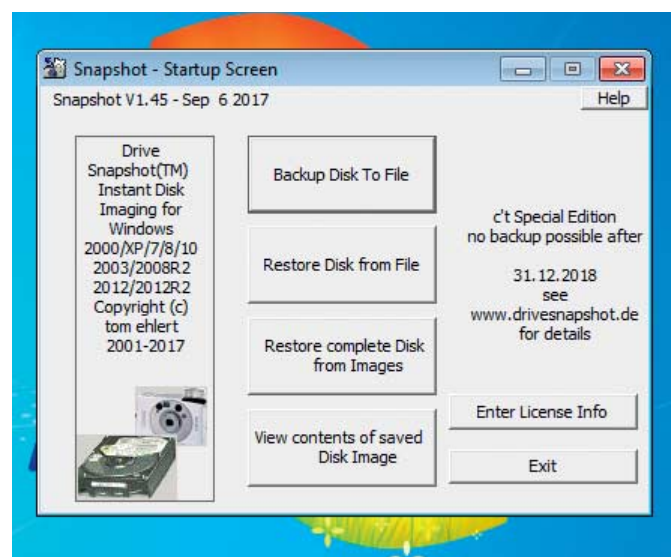
gabe, Brailletastatur oder Bildschirmleupe angewiesen sind. Denen erlaubt Microsoft weiterhin nicht nur stillschweigend, sondern ganz offiziell das kostenlose Umsteigen – allerdings nur bis Ende 2017. Noch ist unklar, was danach passieren wird. Denkbar ist, dass Microsoft das Angebot für Nutzer von Hilfstechneiken auslaufen lässt, weil der Umstieg ohnehin für alle möglich bleibt. Oder das Kostenlos-Windows für alle gibt es nur noch, weil Microsofts Aktivierungsserver nicht zwischen Nutzern mit und ohne Hilfstechneiken unterscheiden können – dann könnte mit dem kostenlosen Upgrade für alle Ende des Jahres Schluss sein. Microsoft hat sich gegenüber c't bislang nicht dazu geäußert.

Vier Wege zum Umstieg

Für alle, die nun doch noch schnell umsteigen wollen, beschreibt das Nachfolgende vier verschiedene Wege, wie Sie von Windows 7 zu Windows 10 gelangen. Alle vier haben jeweils ihre Vor- und Nachteile: Erstens als Upgrade-Installation, bei der das alte Windows durch das neue ersetzt wird, aber Dateien, Anwendungen und Einstellungen übernommen werden. Zweitens als Parallelinstallation einer separaten Partition, so dass die alte Windows-Installation als Backup funktionsfähig erhalten bleibt, welches Sie bei Bedarf jederzeit wieder starten können. Drittens als Parallelinstallation in einer Datei im virtuellen Festplattenformat (VHD). Die unterscheidet sich vom zweiten Weg dadurch, dass Sie keine freie Partition brauchen, dafür müssen Sie aber etwas mehr Klick- und Tipp-Aufwand beim Einrichten sowie zusätzlich alle halbe Jahr einigen Pflegeaufwand in Kauf nehmen. Und viertens schließlich als saubere Neuinstallation, bei der Sie anschließend nur noch das neue Windows nutzen können, das aber in frischem Zustand. Die Wege zwei bis vier erlauben zudem den Wechsel von 32 zu 64 Bit. Die ersten und letzten Schritte sind bei allen vier Wegen identisch.

Egal, welchen Weg Sie gehen: Im Laufe des Umstiegs oder spätestens danach werden Sie einige Entscheidungen zu treffen haben, weil Windows oder das Setup-Programm das verlangt. Manche davon sind trivial wie die Frage nach Region, Netzwerkverbindung und Tastaturlayout, bei anderen sollten Sie wissen, was gemeint ist: Es betrifft die Frage, ob Sie die digitale, während der Installation quasselnde Assistentin Cortana verwenden

Egal, auf welchem Weg Sie umsteigen: Der erste Schritt ist grundsätzlich das Anfertigen einer Sicherungskopie der alten Windows-Installation.



wollen, ob Sie sich über ein Microsoft-Konto („Online-Konto“) oder mit einem herkömmlichen Benutzerkonto („Offline-Konto“) an Windows anmelden wollen und drittens die Datenschutzeinstellungen. Falls Sie diesbezüglich unsicher sind, finden Sie ausführliche Informationen zu diesen drei Punkten in jeweils eigenen Artikeln [2, 3, 4].

Falls das Setup-Programm eine Online-Verbindung aufbauen kann, offeriert

es zudem, vorab wichtige Updates herunterzuladen. Das kann die Erfolgsaussichten zwar in seltenen Fällen steigern, üblicherweise geht es aber auch ohne. Das Abrufen der Updates dauert ein paar Minuten.

Vorbereiten 1: Absichern

Ein neues Windows zu installieren ist in den meisten Fällen ein völlig problemloses Unterfangen. Doch was hilft Ihnen das, wenn Sie zu den wenigen Ausnahmen

Geht auch noch: Kostenlos von Windows 8.1 zu Windows 10

Mit Windows 8.1 funktioniert der kostenlose Umstieg auf Windows 10 im Wesentlichen genauso wie hier für Windows 7 beschrieben. Der wichtigste Unterschied: der Installationsschlüssel steckt bei Geräten, auf denen der Hersteller Windows vorinstalliert hat, nicht auf einem Aufkleber, sondern in den ACPI-Tabellen der Mainboard-Firmware, wo er vom Setup-Programm automatisch gefunden wird, sofern die Edition passt. Windows 10 Pro akzeptiert Schlüssel von Windows 8.1 Pro und Enterprise, Windows 10 Home solche von Windows 8.1 („Core“) und Bing.

Statt Drive Snapshot können Sie unser Skript c't-WIMage zum Sichern verwenden, das bietet einige Vorteile wie hardwareunabhängige Wiederherstellbarkeit, zuverlässigere Überprüfbarkeit der Images und vieles mehr. Details dazu finden Sie unter ct.de/wimage.

Wer möchte, kann vor dem Umstieg mit dem Skript c't-Win2VHD sogar mit wenigen Mausklicks eine Probeinstallation erzeugen, ohne dafür partitionieren zu müssen [9]. Dann wissen Sie schon vor dem Umstieg, welche Treiber Sie noch selbst besorgen müssen. Die Testinstallation ist anschließend mit noch weniger Klicks wieder spurlos verschwunden. Wenn Sie vorab mit c't-WIMage eine Sicherungskopie erzeugt haben, können Sie daraus wiederum mit c't-Win2VHD sogar ebenfalls eine Testinstallation erzeugen, ohne partitionieren zu müssen, und damit anschließend den kompletten Umstieg mit einer 1:1-Kopie Ihrer währenddessen ungefährdeten Originaldaten durchspielen – dann wissen Sie anschließend ganz genau, was Sie alles erwartet.

Der Support für Windows 8.1 endet 2023.



Bei Komplett-PCs mit Windows 7 steht der Installationsschlüssel auf dem Aufkleber. So mancher Hersteller hat den allerdings versteckt, etwa auf dem Netzteil, im Batteriefach oder sogar unter einem Extra-Deckel.

gehören? Sichern Sie sich also besser vorher ab, indem Sie ein Abbild der Daten auf der Festplatte anfertigen. Dann können Sie bei Schwierigkeiten wieder zurück zum alten System.

Falls Sie eine Neuinstallation planen, hat so ein Abbild noch einen weiteren Vorteil: Sie können nach dem Umstieg das neue Windows 10 mit wenigen Mausklicks dazu bringen, sich Treiber aus der Sicherungskopie herauszusuchen.

Das Abbild können Sie im Prinzip mit jedem Windows-7-tauglichen Imager erzeugen. Als Beispiel verwenden wir Drive Snapshot, denn das war vor kurzem als Spezialversion auf der Heft-DVD von c't 21/2017 enthalten [5]. Sie finden das Programm auf der DVD als Installationspaket sowie als portable 32- und 64-Bit-Version. Wenn Sie sich gemäß der Anleitung im Heft mit dem Bausatz von der gleichen DVD ein c't-Notfall-Windows erstellt haben, steckt es da ebenfalls mit drin und Sie verfügen so gleich über ein bootfähiges Rettungsmedium. Unsere Spezialversion kann Sicherungen bis Ende 2018 erstellen und zeitlich unbegrenzt wieder zurückspielen.

Zum Sichern können Sie das Programm Snapshot.exe bei laufendem Windows 7 starten. Nicken Sie die Sind-sie-sicher-Nachfrage ab, und klicken Sie dann auf „Backup Disk to File“. Es erscheint eine Übersicht mit allen Partitionen auf allen Laufwerken. Laufwerksbuch-

staben und Label helfen beim Identifizieren. Faustregel: Sichern Sie alle (!) Partitionen von den eingebauten Festplatten, von denen Sie kein vollständiges (!) und aktuelles (!) Backup besitzen. Falls hier Partitionen auftauchen, die Sie noch nie gesehen haben, weil sie keinen Laufwerksbuchstaben haben: Unbedingt mitsichern. Zum Auswählen der Partitionen wählen Sie die erste per Klick und die weiteren mit Strg+Klick aus. Im nächsten Dialog meckert Drive Snapshot, dass beim Sichern mehrerer Partitionen von derselben Platte ein „_DISK“ im Namen enthalten sein muss, doch nach dem Klick auf OK hat das Programm schon selbst dafür gesorgt.

Als Sicherungsziel empfiehlt sich eine USB-Platte, die Sie später während des Umstiegs sicher im Schrank verwahren. Den Pfad legen Sie nach einem Klick auf „Next“ unter „Select the destination file ...“ fest, danach können Sie auf „Start Copy“ klicken. Im nächsten Dialog empfiehlt es sich, noch rasch ein Häkchen vor „Test Image after Backup“ zu setzen, danach können Sie warten, bis das Programm „OK“ meldet. Wie lange das dauert, hängt von der Menge der zu sichernden Daten und der Geschwindigkeit der Hardware ab, meist sind es aber eher Minuten als Stunden.

Um zu prüfen, ob das Abbild wirklich heile ist, klicken Sie im „Startup Screen“ von Drive Snapshot auf „View contents of saved Disk Image“. Dort wählen Sie bei

„Image File“ das Abbild Ihrer Windows-Partition aus und in der Liste neben „Drive“ einen freien Laufwerksbuchstaben. Nach einem Klick auf „Map Virtual Drive“ erscheint das Image im Explorer als virtuelles Laufwerk, und Sie können auf die Daten zugreifen. Klappt das problemlos, schließen Sie einfach das Snapshot-Fenster, worauf das Laufwerk wieder ausgehängt wird, anschließend ist das Sichern erledigt.

Vorbereiten 2: Der Installationsschlüssel

Wie Windows 7 will auch Windows 10 einen Installationsschlüssel. Aber, und das ist der Clou am kostenlosen Umstieg: Es akzeptiert auch Schlüssel für Windows 7. Die müssen lediglich zur jeweiligen Edition passen: Windows 10 Pro akzeptiert 7er-Schlüssel der Editionen Professional und Ultimate, Windows 10 Home akzeptiert solche von Starter, Home Basic und Home Premium.

Bei einer Upgrade-Installation findet das Setup-Programm den Schlüssel der alten Installation automatisch, bei allen anderen Wegen müssen Sie den Schlüssel von Hand eintippen. Wo Sie ihn finden, hängt von der Lizenz ab, die Sie besitzen. Am einfachsten ist es bei System-Buildern, Voll- und Upgrade-Lizenzen: Da liegt er einfach in der Packung. Bei einem Kauf in Microsofts eigenem Online-Store sollten Sie den Schlüssel per E-Mail erhalten haben.

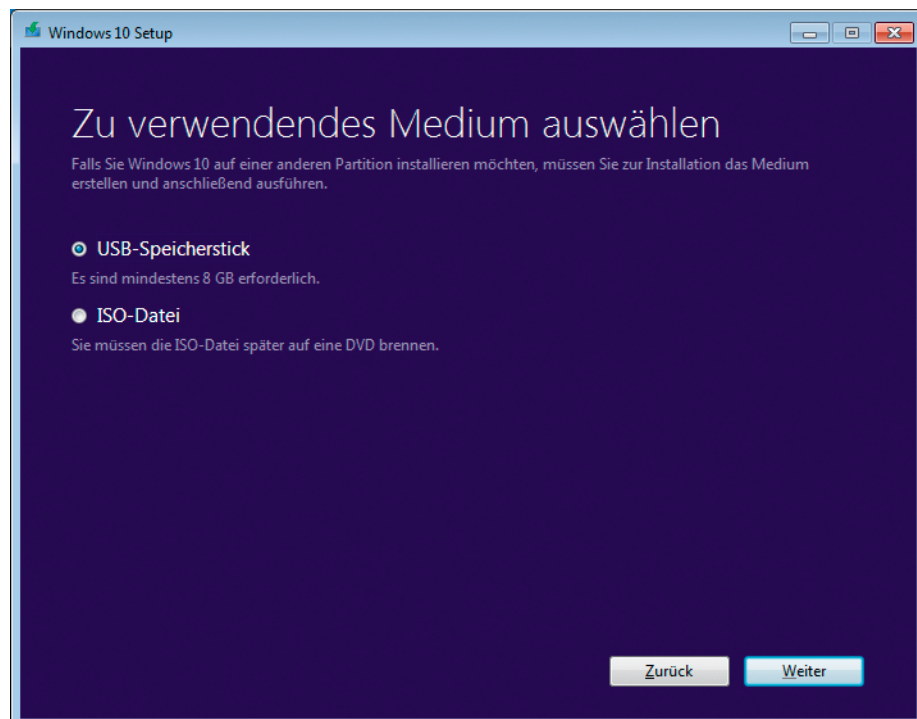
Bei vorinstalliertem Windows hingegen steht er auf einem Aufkleber irgendwo auf oder unter dem Rechner. Notebook-Hersteller versteckten ihn seinerzeit gern auf dem Netzteil, im Batteriefach oder anderen Deckeln. Obacht: Wenn der Aufkleber fehlt, besitzen Sie schlicht keinen Schlüssel, denn er lässt sich sonst nirgends auslesen. Bei Windows-7-OEM-Geräten steckt im System stattdessen ein generischer Schlüssel des Herstellers [6], der nur in Kombination mit dem richtigen Zertifikat und der richtigen Hardware zur Aktivierung führt (seit Windows 8 funktioniert das anders). Solo ist der generische Schlüssel nicht nutzbar, denn er ist nicht aktivierbar, weder unter Windows 7 noch unter Windows 10. Falls also partout kein Aufkleber zu finden ist, etwa weil er vor Jahren abgeknibbelt wurde und nicht mal mehr ein Foto davon existiert, bleiben Ihnen alle Wege außer einer Upgrade-Installation verbaut.

Eine Falle lauert hier für alle, die irgendwo im Internet eine Lizenz von ir-

gendeinem Billigheimer wie PC Fritz und Co. erworben haben. Zu erkennen sind diese Angebote zum Beispiel daran, dass man Ihnen für überraschend wenig Geld nur einen Schlüssel per Mail zuschickte und Sie sich die Installationsdateien irgendwo anders herunterladen sollten. Microsoft hält viele solcher Angebote für illegal, und es ist schon mehrfach vorgekommen, dass im Zuge eines Umstiegs so ein Schlüssel für ungültig erklärt wurde – als Ergebnis ließ sich anschließend nicht nur Windows 10 nicht damit aktivieren, sondern Windows 7 auch nicht mehr.

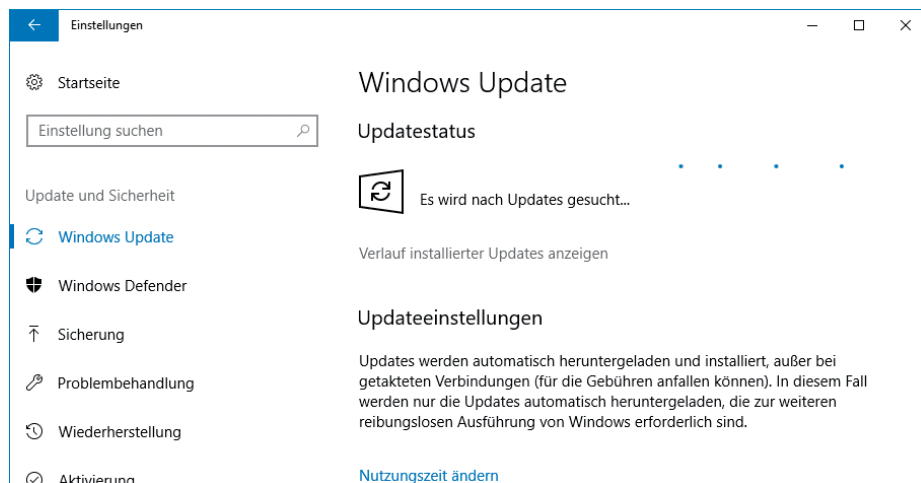
Vorbereiten 3: Treiber suchen

Ob Windows 10 auf Ihrem PC reibungslos laufen wird, hängt auch davon ab, ob es für die gesamte Hardware passende Treiber gibt. Erste Anlaufstelle zum Nachprüfen ist die Website des PC-Herstellers – Obacht, gemeint ist der Hersteller des kompletten Gerätes, nicht die der einzelnen Komponenten. Eine pauschale Anlei-



Mit dem „Media Creation Tool“ von Microsoft bauen Sie sich ein Installationsmedium mit dem aktuellen Windows 10 Version 1709.

Anzeige



Erster Schritt nach dem Umstieg: Lassen Sie Windows Update nach Aktualisierungen suchen. Gefunden werden dabei oft nicht nur Patches, sondern auch Treiber.

tung, wie man dort Treiber findet, lässt sich zwar nicht geben, weil jeder Hersteller seine Website gestaltet wie er will, meist kann man aber unter „Treiber“ oder „Support“ Modellnummer oder -name eingetippt und bekommt dann eine Liste mit allen verfügbaren Treibern. Laden Sie kurzerhand alle herunter und kopieren Sie sie auf ein USB-Laufwerk.

Wenn für Windows 10 keine Treiber zu finden sind, laden Sie die für die nächstältere Windows-Version herunter, also für 8.1 oder notfalls halt 7. Mitunter funktionieren sogar Vista-Treiber unter Windows 10.

Erst wenn beim PC-Hersteller kein Treiber für eine Komponente zu finden ist, geht es über die Seiten der Hersteller dieser Komponenten weiter. Was Sie hingegen meiden sollten, sind Websites und Programme, die Ihnen versprechen, die Treibersuche abzunehmen. Denn darüber bekommen Sie nicht immer das richtige, mitunter sogar das falsche – oder womöglich sogar Schädlinge untergejubelt.

Eine Garantie, dass Sie so alle Treiber zusammenbekommen, gibt es leider nicht. Wenn Sie Glück haben, macht das aber nichts, denn Windows bezieht heutzutage ohnehin einen Großteil seiner Treiber automatisch via Windows-Update, sodass vor allem Standardkomponenten zumindest erst mal laufen, wenn auch vielleicht nicht mit der vollen Leistung oder der vollen Konfigurierbarkeit. Bei einer Upgrade-Installation werden manche Treiber automatisch übernommen. Und manche nicht übernommene oder gegen weniger leistungsfähige aus-

getauschte Treiber können Sie später aus der mit Drive Snapshot angefertigten Sicherung nachträglich übernehmen. Und falls es sich herausstellen sollte, dass Windows 10 auf Ihrem PC mangels Treibern so gar nicht will, können Sie das Windows-7-Image immer noch wiederherstellen.

Eines aber sollten Sie trotzdem möglichst vorab sicherstellen: Dass Sie den Treiber für mindestens eine der Netzwerk-Schnittstellen bekommen, über die Sie ins Internet gehen. Denn falls das Setup-Programm von Windows 10 keinen passenden Netzwerktreiber mitbringt, kann man sonst nichts nachträglich damit herunterladen.

Vorbereiten 4: Installationsmedium bauen

Um Windows 10 installieren zu können, brauchen Sie ein Installationsmedium. Anders als bei Windows 7 stellt das Beschaffen so eines Mediums bei Windows 10 kein Problem mehr dar.

Was Sie dafür benötigen, ist wahlweise ein USB-Stick oder eine DVD, wobei wir einen USB-2.0-Stick mit mindestens 8 GByte Platz empfehlen, den Sie an einen USB-2.0-Anschluss stecken – heutzutage booten PCs in dieser Konfiguration üblicherweise problemlos. Mit USB-3.0-Sticks und -Anschlüssen klappt es aber oft auch, vor allem an solchen Geräten, die so modern sind, dass sie schon keinen 2.0er-Anschluss haben.

Obacht: Der Stick wird bei den nachfolgenden Schritten komplett gelöscht. Stellen Sie also sicher, dass nichts Wichtiges mehr drauf ist, und stöpseln Sie alle

anderen USB-Laufwerke ab, um nicht versehentlich das falsche zu löschen.

Als Nächstes laden Sie das „Media Creation Tool“ von Microsoft herunter. Dazu klicken Sie auf der Website <https://www.microsoft.com/de-de/software-download/windows10> auf den Knopf „Tool jetzt herunterladen“. Starten Sie das Programm, akzeptieren Sie die Lizenzbestimmungen und wählen Sie den Menüpunkt „Installationsmedien (...)“ aus. Das Programm erkennt von sich aus, welche Sprache, Edition und Architektur das gerade laufende Windows hat und belegt die Auswahlmenüs entsprechend vor. Im nachfolgenden belassen Sie die Voreinstellung auf „USB-Speicherstick“, wählen Sie Ihren Stick und lassen Sie das Programm danach den Rest erledigen. Es lädt rund vier GByte Daten herunter und erzeugt daraus den Installations-Stick. Darauf befinden sich anschließend die Installationsdateien von Windows 10 in der aktuellen Version 1709.

Weg 1: Upgrade-Installation

Das Umwandeln von Windows 7 in 10 per Upgrade-Installation ist nach diesen Vorbereitungen recht simpel. Booten Sie nicht vom Stick, sondern starten Sie bei laufendem (!) Windows 7 die Datei Setup.exe aus dem Wurzelverzeichnis des Installations-Sticks. Nach dem Update-Angebot fragt das Setup-Programm, was es aus der vorhandenen Installation übernehmen soll – vorausgewählt ist „alles“, und das ist auch gut so. Doch Vorsicht: Mitunter werden einzelne Anwendungen doch nicht übernommen, weil sie für inkompatibel gehalten werden. Sie erhalten dann nach der Installation die Information, welche Anwendungen es getroffen hat.

Nach einem Klick auf „Installieren“ beginnt der eigentliche Setup-Prozess. Es kostet einige Minuten und einige Neustarts bis zum „Willkommen bei Windows 10“. Ihr Konto ist vorausgewählt, nach einem Klick auf „Weiter“ landen Sie bei den Dialogen zu den Datenschutzeinstellungen, Cortana und so weiter, dann erscheint der Desktop. Falls Sie unter Windows 7 allerdings mal das c't-Notfall-Windows 2016 gebaut haben (andere Versionen sind nicht betroffen), kann es zu Schwierigkeiten während des Updates kommen, Abhilfe finden Sie dann online unter heise.de/-3305974. Weiter geht es für Sie in diesem Artikel im Abschnitt „Nachsorge“.

Weg 2: Parallelinstallation (Partition)

Eine Parallelinstallation ist schnell eingerichtet, wenn ohnehin eine Partition oder gar eine separate, freie Festplatte dafür frei ist. Der Platzbedarf für Windows 10 liegt offiziell bei 20 GByte, empfehlenswert sind aber mindestens 100, je nach der Menge an Daten und Anwendungen, die Sie dazu packen wollen.

Falls keine separate Partition frei, aber auf einer vorhandenen ausreichend freier Speicher vorhanden ist, können Sie den abschneiden und in eine eigene Partition umwandeln. Defragmentieren Sie die Partition zuerst, um die Daten zusammenzuschieben. Dazu klicken Sie in ihrem Kontextmenü auf Eigenschaften, der nötige Knopf steckt im Reiter „Tools“. Anschließend öffnen Sie die Datenträgerverwaltung (Systemsteuerung/Verwaltung/Computerverwaltung). Dort wählen Sie aus dem Kontextmenü der entsprechenden Partition „Volume verkleinern“ aus. Falls es die Windows-Partition ist, lässt sie

sich maximal auf die Hälfte verkleinern (mehr geht nur mit Tricks [7]), bei anderen hängt es nur vom Füllstand ab. Nach dem Verkleinern sehen Sie Platz auf der Platte, der „nicht zugeordnet“ ist – in dessen Kontextmenü wählen Sie „Neues einfaches Volume“. Klicken Sie im Assistenten einfach so lange auf weiter, bis er fertig ist.

Egal, wie die Zielpartition entstanden ist, in die Sie Windows 10 gleich parallel installieren wollen: Merken Sie sich ihren Laufwerksbuchstaben.

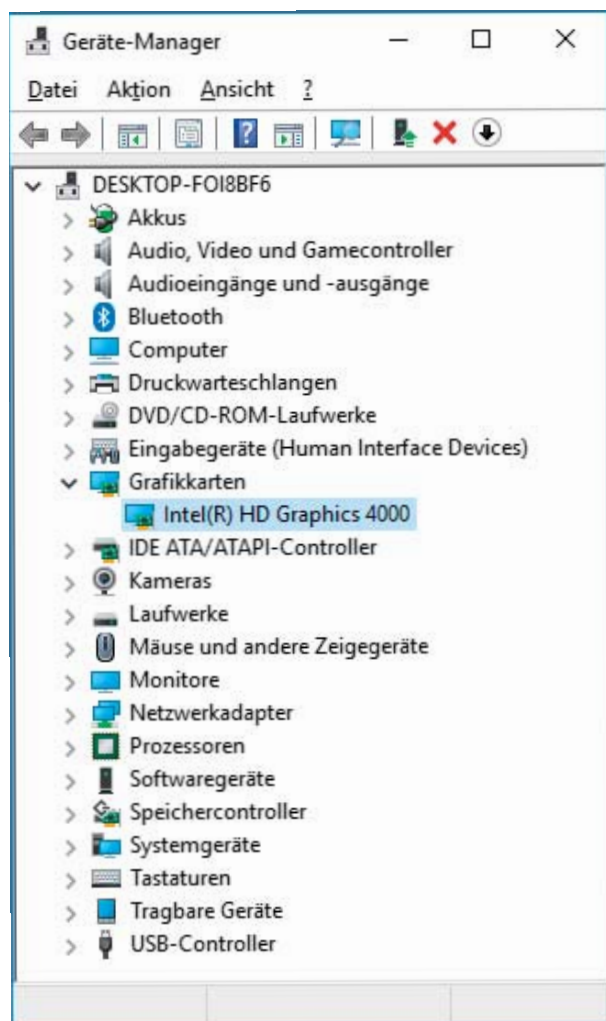
Nun können Sie Windows 10 installieren. Sie brauchen dafür nicht im Installationsmedium booten, starten Sie stattdessen bei laufendem (!) Windows 7 die Datei setup.exe, doch Achtung: Nicht die setup.exe aus dem Wurzelverzeichnis, sondern die aus dem Ordner sources. Um dort hinzugelangen, dürfen Sie im Explorer nicht doppelt auf den Stick klicken, sondern klicken Sie stattdessen mit rechts darauf und wählen „Öffnen“. Dann den Ordner sources öffnen und das

Programm starten. Ignorieren Sie die Tatsache, dass Microsoft es in diesem Fall geschafft hat, die eigene Setup-Datei nicht zu signieren, weshalb Windows 7 die Sind-Sie-Sicher-Nachfrage zur Warnung gelb einfärbt.

Nach dem Angebot, Updates herunterzuladen, will das Setup-Programm den Installationsschlüssel wissen, tippen Sie ihn ein. Sie können das in diesem Moment auch überspringen, müssen es dann aber später nachholen.

Klicken Sie im nächsten Dialog nicht auf „Upgrade“, sondern auf „Benutzerdefiniert“. Es erscheint eine Übersicht aller gefundenen Partitionen. Wählen Sie anhand des gemerkten Laufwerksbuchstaben die Zielpartition aus. Anschließend dauert es einige Zeit, während der auch Neustarts stattfinden. Irgendwann erscheinen die oben erwähnten Einstellungsdialoge für Konto, Cortana und so weiter, anschließend der Desktop. Welche Installation Sie künftig beim Einschalten des PC starten wollen, entscheiden Sie

Anzeige



Kontrollieren Sie nach dem Umstieg im Geräte-Manager nicht nur, ob Treiber fehlen, sondern auch, ob die Grafikkarte den richtigen Treiber hat.

über das Bootmenü, welches vom Setup-Programm automatisch eingerichtet wurde. Weiter geht es für Sie in diesem Artikel im Abschnitt „Nachsorge“.

Weg 3: Parallelinstallation (VHD)

Eine Parallelinstallation in einer VHD-Datei hat den Charme, dass man dafür weder eine separate Partition noch eine freie Festplatte benötigt. Dafür erfordert das Einrichten etwas mehr Aufwand – und auch die Pflege, denn derzeit alle sechs Monate erscheint eine neue Version von Windows 10. Die wird jedes Mal nicht wie ein normales Update eingespielt, sondern wie eine Upgrade-Installation. Die erfordert zwar an sich weit weniger Aufwand als die oben beschriebene Upgrade-Installation zum Umstieg von Windows 7 auf 10. Doch Microsoft verweigert bei VHD-Installationen grundsätzlich solche Upgrades, sodass Sie dann jedes Mal tricksen müssen, damit es doch geht [8].

Falls Sie sich trotzdem für eine VHD-Installation entscheiden, erzeugen Sie bei

laufendem Windows 7 zuerst die VHD-Datei. Das erledigt ein Assistent in der Datenträgerverwaltung. Klicken Sie dazu im Startmenü mit rechts auf „Computer“ und wählen Sie aus dem Kontextmenü „Verwalten“. Das Gesuchte finden Sie in der Verwaltung unter „Datenspeicher“. Den Assistenten finden Sie darin in der Menüleiste unter „Aktion“, er heißt „Virtuelle Festplatte erstellen“. Wählen Sie einen Speicherort mit ausreichend Platz und einen sprechenden Namen aus, beispielsweise `c:\win10.vhd`. Stellen Sie eine ausreichende Größe ein, und orientieren Sie sich dabei an den üblichen Systemvoraussetzungen: Minimum sind 20 GByte, mehr ist besser, viel mehr ist viel besser. Lassen Sie die Option „Feste Größe“ aktiviert, das sorgt später für etwas mehr Tempo im laufenden Betrieb und stellt sicher, dass Sie den nötigen Platz nicht zwischenzeitlich anders belegen. Nach dem Klick auf OK wird die VHD-Datei erzeugt, den Fortschrittsbalken sehen Sie ganz ganz unten rechts in der Datenträgerverwaltung.

Booten Sie anschließend vom Installationsmedium. Obacht, direkt nach dem Booten müssen Sie durch Drücken einer beliebigen Taste bestätigen, dass Sie wirklich vom Installationsmedium starten wollen, sonst bootet wieder die Windows-Installation auf der Festplatte. Sobald der Dialog „Jetzt installieren“ erscheint, lassen Sie die Finger von der Maus und drücken stattdessen die Tastenkombination Umschalt+F10. Es öffnet sich eine Eingabeaufforderung. Verschaffen Sie sich zuerst einen Überblick über die Laufwerksbuchstaben, denn das können andere sein als gewohnt. Tippen Sie dazu „notepad“ ein und drücken Sie Strg+O für den Öffnen-Dialog, darin sehen Sie die Laufwerke nach einem Klick auf „Dieser PC“. Danach gehts in der Eingabeaufforderung mit drei Befehlen weiter, den Pfad zur VHD-Datei bitte anpassen:

```
diskpart
select vdisk file=c:\win10.vhd
attach vdisk
```

Wurde der Befehl erfolgreich ausgeführt, können Sie „Jetzt installieren“ auswählen und sich durch die Dialoge klicken. Bei der Frage nach der „Installationsart“ wählen Sie „Benutzerdefiniert“ – die Alternative „Upgrade“ geht hier eh nicht. Markieren Sie in der nachfolgenden Laufwerksübersicht die VHD-Datei, die Sie anhand der Größe identifizieren können, anhand des Namens „Nicht zugewiesener Speicherplatz...“ sowie anhand der Behauptung des Setup-Programms, Windows nicht auf diesem Laufwerk installieren zu können. Letzteres ist gelungen, denn nach einem Klick auf „Weiter“ setzt das Setup-Programm seine Arbeit trotzdem fort. Es dauert etwas, dann kommen die bereits erwähnten Nachfragen und irgendwann erscheint der Desktop. Welche Installation Sie künftig beim Einschalten des PC starten wollen, entscheiden Sie über das Bootmenü, welches vom Setup-Programm automatisch eingerichtet wurde. Weiter geht es für Sie in diesem Artikel im Abschnitt „Nachsorge“.

Weg 4: Neuinstallation

Die einfachste, aber auch radikalste Form des Umstiegs ist eine saubere Neuinstallation, also das Ersetzen der alten durch eine neue mit Windows 10. Am einfachsten geht das, wenn nur eine Platte im PC steckt und dort nichts mehr drauf ist, von dem es kein Backup gibt. Falls mehrere

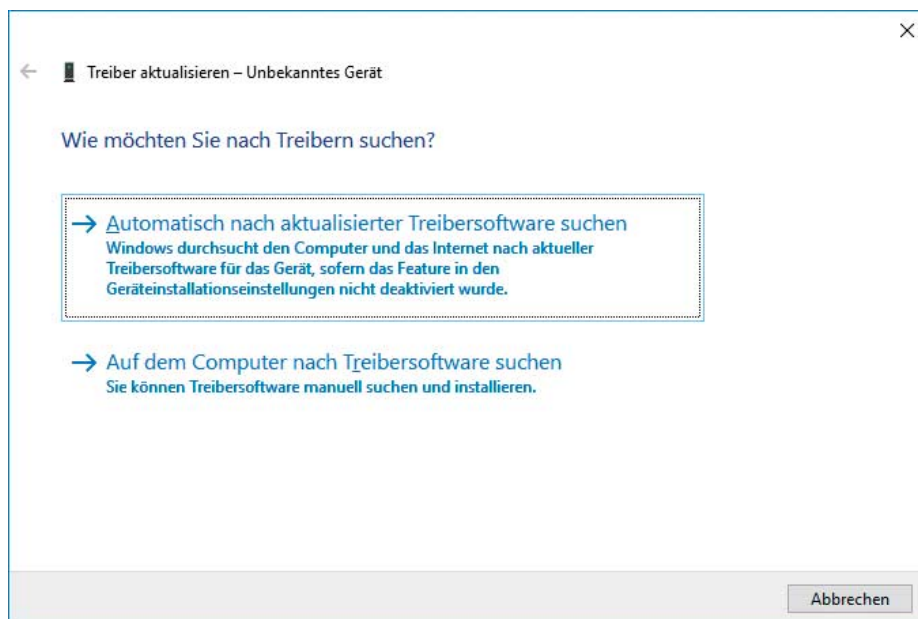
Platten im System stecken, benennen Sie alle Laufwerke im Explorer mit eindeutigen Namen, um später nicht versehentlich etwas Falsches zu löschen.

Booten Sie anschließend vom Installationsmedium. Achtung: direkt nach dem Booten müssen Sie durch Drücken einer beliebigen Taste bestätigen, dass Sie wirklich vom Installationsmedium starten wollen, sonst bootet wieder die Windows-Installation auf der Festplatte. Klicken Sie sich durch die Dialoge. Bei der Frage nach der „Installationsart“ wählen Sie „Benutzerdefiniert“ – die Alternative „Upgrade“ geht hier eh nicht. In der Laufwerksübersicht identifizieren Sie die Partition mit der zu ersetzenden Windows-Partition, zu erkennen beispielsweise am vorhin vergebenen Namen am Ende der Bezeichnung „Laufwerk 0 Partition 2: Windows“. Löschen Sie diese und alle anderen Partitionen auf dem Laufwerk mit der gleichen Nummer (hier: Laufwerk 0). Es entsteht so „Nicht zugewiesener Speicherplatz“. Den können Sie zwar selbst neu einteilen, bequemer ist aber, das dem Setup-Programm zu überlassen. Es erzeugt dann von sich aus alle nötigen Partitionen. Markieren Sie also den nicht zugewiesenen Speicherplatz und klicken Sie auf „Weiter“. Anschließend dauert es einige Zeit, es erscheinen die erwähnten Nachfragen und irgendwann der Desktop.

Nachsorge

Wenn der Desktop erschienen ist, bleiben noch einige Nacharbeiten. Stellen Sie, sofern das nicht vorher schon passiert ist, eine Internetverbindung her und lassen Sie Windows Update nach Aktualisierungen suchen. Sie finden die Option in den Einstellungen (das Zahnrad im Startmenü) unter „Updates und Sicherheit“. Wer von Windows 7 gewohnt ist, dass so ein erster Aufruf erst ewig lange braucht und massenhaft Updates findet, wird überrascht sein: Microsoft stellt für Windows 10 monatlich kumulative Updates bereit, die alles auf einen Schlag enthalten. Zusätzlich zu diesen werden allenfalls aktuelle Notfall-Patches, frische Virendefinitionen für den Defender sowie Treiber gefunden.

Wenn Windows Update auch nach einem Neustart nichts mehr findet, drücken Sie Windows+Pause und klicken dann links oben auf „Geräte Manager“. Falls hier gelbe Ausrufezeichen zu finden sind, fehlen Treiber. Prüfen sollten Sie



Falls nach dem Umstieg Treiber fehlen, findet der obere Knopf online oft mehr als Windows Update, und mit dem unteren fischen Sie Treiber aus der alten Installation oder aus einem Image.

zudem, ob für die Grafikkarte wirklich ein passender Treiber installiert ist oder nur ein „Microsoft Basic Display Adapter“. Fehlende Treiber installieren Sie nach, sofern Sie während der Vorbereitungen passende Treiber herunterladen konnten.

Falls immer noch Treiber fehlen, klicken Sie Gerätemanager im Kontextmenü eines treiberlosen Geräts auf „Treiber aktualisieren/Automatisch nach aktualisierter Treibersoftware suchen“. Das veranlasst Windows zu einer Online-Suche, die oft Treiber findet, die Windows Update nicht fand.

Wenn nicht, schlägt die Stunde entweder der Parallelinstallation oder Ihrer Sicherungskopie. Für Letzteres starten Sie bei laufendem Windows 10 „Drive Snapshot“ und wählen Sie „View contents of saved Disk Image“. Im nächsten Dialog wählen Sie per „Browse“ das Abbild der gesicherten Windows-Installation auf der USB-Platte aus und vergeben bei „Drive“ einen Laufwerksbuchstaben. Nun „Map and Explore Virtual Drive“ anklicken, woraufhin das Image als im Explorer eingebundenes virtuelles Laufwerk erscheint.

Weiter geht es im Gerätemanager. Klicken Sie im Kontextmenü des immer noch treiberlosen Geräts auf „Treiber aktualisieren/Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“ und geben Sie als Ort die Parallelinstallation oder das gerade

eingebundene virtuelle Laufwerk an. Das Häkchen bei „Unterordner einbeziehen“ muss gesetzt sein. Anschließend durchsucht Windows die alte Installation nach passenden Treibern und wird dabei hoffentlich fündig. Wiederholen Sie das Procedere für alle weiteren treiberlosen Geräte.

Als letzten Handgriff sollten Sie die Aktivierung prüfen: Wenn Sie Windows+Pause drücken, sollte ganz unten stehen „Windows ist aktiviert“. Falls Sie während der Installation keinen Schlüssel eingegeben haben, können Sie das an gleicher Stelle nachholen. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Windows 10, die fünfte, Das „Fall Creators Update“ für Windows 10 ist fertig, c't 22/2017, S. 102
- [2] Jan Schüßler, Fenster zu!, Privacy-Checkliste Windows, c't 5/2017, S. 74
- [3] Holger Bleich, Peter Siering, Schlüssel zur Wolke, Kontakte, Termine, Windows-Einstellungen, soziale Netze und das Microsoft-Konto, c't 4/2013, S. 82
- [4] Jo Bager, „Moin, Cortana!“, Microsofts Assistentin, c't 16/2015, S. 132
- [5] Axel Vahldiek, Beipackzettel, Tipps und Tricks zum c't-Notfall-Windows 2018, c't 21/2017, S. 82
- [6] Axel Vahldiek, Aus neu mach neu, Sauberes Windows 7 auf OEM-Rechnern, c't 3/2010, S. 78
- [7] Axel Vahldiek, Fensterumbau, Windows 7 mit Bordmitteln auf eine kleine SSD umziehen, c't 22/2011, S. 144
- [8] Axel Vahldiek, Aktualisierungs-Hürdenlauf, Upgrade für Windows 10 in einer VHD, c't 2/2017, S. 97
- [9] Axel Vahldiek, Versuchslabor, Zweit-Windows per Drag & Drop, c't 2/2017, S. 88



Bild: Jörg Niehage

Zweieiige Zwillinge

Zwei OneNotes in einem Windows

Auf Windows-10-Rechnern mit MS Office gibt es das Notizprogramm OneNote gleich zweimal. Das neue kann manches besser, aber längst nicht alles.

Von Stefan Wischner

Viele Nutzer von Microsofts Notizprogramm OneNote dürften sich nach dem Update auf Windows 10 gewundert haben: Das Programm sieht anders aus, lässt gewohnte Funktionen vermissen und öffnet vorhandene Notizen nicht. Das Infofenster zeigt eine Versionsnummer,

die mit 17 beginnt, obwohl bislang OneNote 2016 aktuell war. Des Rätsels Lösung: Es handelt sich um eine neue Programm-Version, allerdings nicht um eine Weiterentwicklung von OneNote 2016 aus dem MS-Office-Paket, sondern um eine Universal-Windows-Plattform-App (UWP-App). Sie gehört seit Windows 10 zum Installationsumfang.

Die UWP-App kann lediglich Notizbücher nutzen, die auf OneDrive for Business liegen. Im Vergleich zur klassischen Version aus dem Office-Paket fehlen ihr viele Funktionen. Manche davon will Microsoft im Rahmen regelmäßiger Updates schrittweise nachreichen. Zum Teil ist das bereits geschehen – mitunter allerdings nur halbherzig umgesetzt. Ein Beispiel:

Mittlerweile lassen sich mit der App zwar mehrere Instanzen öffnen – mit demselben Tastenkürzel, das auch OneNote 2016 verwendet: Strg+M. Allerdings lassen sich Inhalte aus einem App-Fenster in ein anderes nicht per Drag & Drop übertragen, sondern nur umständlich über die Zwischenablage.

Wo ists hin und wie siehts aus?

Das Icon der UWP-App hat der Hersteller prominent im Startmenü platziert, während OneNote 2016 in der Liste aller Programme versteckt wurde. Falls Sie Ihr gewohntes Programm nutzen wollen, fügen Sie es mittels Rechtsklick auf das Icon über den Befehl „an Start anheften“ zum

Startmenü hinzu. Welches Programm sich hinter welcher Kachel verbirgt, erkennen Sie am Namen: Die neue OneNote-App von Windows 10 heißt schlicht „OneNote“, die klassische Version hat die Office-Versionsnummer angehängt.

Schon auf den ersten Blick unterscheidet sich das Arbeitsfenster der UWP-App von dem in OneNote 2016. Ein wichtiger Unterschied: Die Registerkarten für Notizbuch-Abschnitte befinden sich hier als Liste am linken Rand, genau wie die Aufstellung der Notizbücher und Seiten. In OneNote 2016 findet man die Abschnitte dagegen als horizontal unter dem Menüband angeordnete Karteireiter. Öffnet man Notizbuch-, Abschnitts- und Seitenlisten gleichzeitig, wird in der UWP-App so viel Bildschirmplatz belegt, dass man kaum etwas von den Notizbuchinhalten erkennt. Microsoft reagierte auf diese Kritik bisher nur mit kleineren Anpassungen: Inzwischen lassen sich die Listenbreiten zumindest in begrenztem Rahmen einstellen und die Notizbuchspalte komplett einklappen.

Grundsätzlich will Microsoft an dem Aufbau des Arbeitsfensters festhalten und hat ihn mittlerweile auch auf allen anderen Plattformen implementiert, beispielsweise in der Office-Online-App oder in den Mobil-Apps von OneNote. OneNote 2016 für Windows ist als einziger Vertreter der Programm-Familie beim alten Design geblieben und zeigt weiterhin Abschnitte als Karteireiter oben, die Seitenliste rechts.

Vieles fehlt in der UWP-App noch, andererseits enthält sie einige Funktionen, die es in OneNote 2016 nicht gibt. Manche davon sind auf den Einsatz im Schul-

unterricht ausgelegt, etwa Mathematik-Funktionen, die komplizierte Formeln lösen oder Rechenwege erklären, diverse Stifteffekte oder „Aufkleber“. Ein paar der App-exklusiven Funktionen werden das Programm auch für den privaten Gebrauch oder für den Büroeinsatz auf – vor allem, wenn man ein Tablet mit Digitizer und Stift oder zumindest ein Grafiktablett nutzt. So lassen sich rasch per Stift oder Maus hingeworfene Linienzüge in saubere geometrische Formen umwandeln. Deren Entstehung durch Glätten von Linien und Schriftzügen kann man sich als Animation anschauen. Interessant ist die Liste der zuletzt bearbeiteten Notizen: Ihre Sortierung ist unabhängig davon, in welchen Notizbüchern die Seiten jeweils liegen.

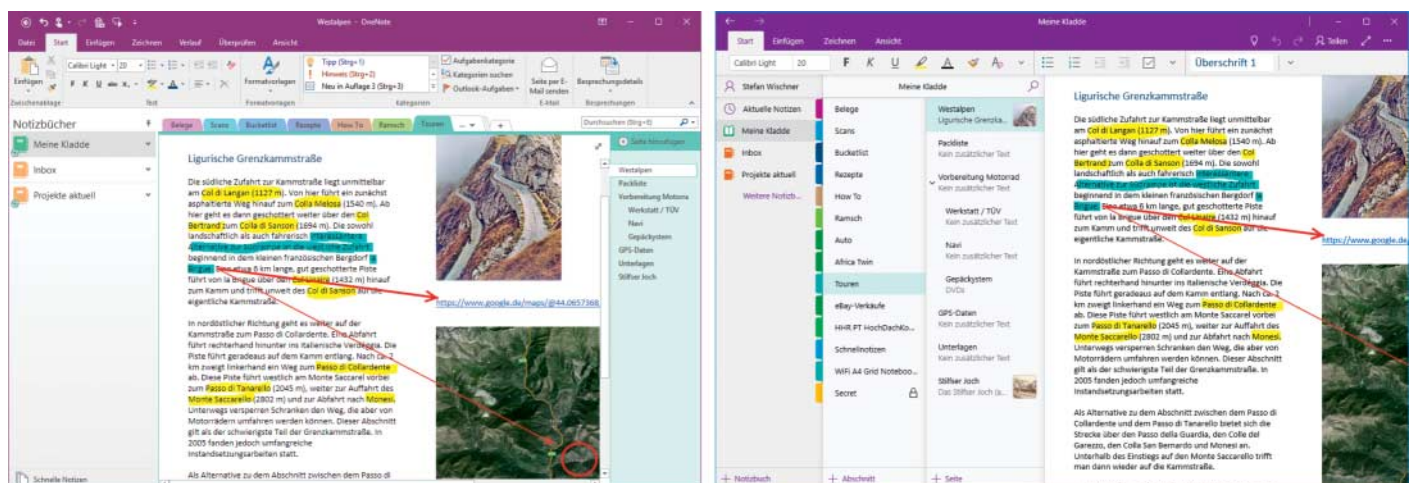


Das Logo der neuen UWP-App platziert Microsoft prominent im Startmenü, OneNote 2016 findet man in der Programmliste.

Unterschiedliche Wege führen zum Ziel

Mit beiden OneNote-Versionen lassen sich handschriftliche Notizen indexieren, durchsuchen und in editierbaren Text umwandeln. Während OneNote 2016 dazu Windows-eigene Technik verwendet, bedient sich die UWP zur Handschrifterkennung der „Cognitive Services“ auf den Microsoft-Servern. Das kann allerdings eine Weile dauern. Bei komplexen Dokumenten benötigen die Server mitunter Stunden, bis Handschriftnotizen und Bilder durchsuchbar sind.

Damit die Handschrifterkennung klappt, müssen Sie die Notizen in OneNote erstellen. Nur dann liegen sie im OneNote-eigenen Vektorformat vor. Für



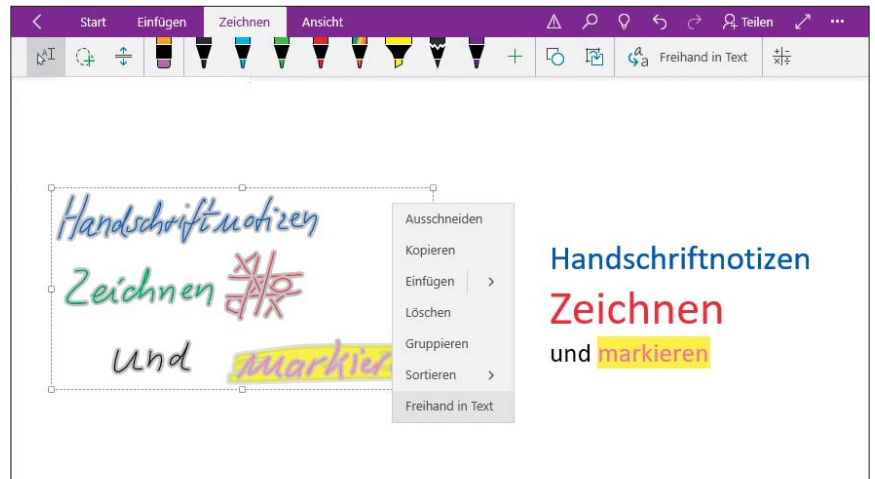
In der UWP-App (rechts) ist alles in Listenform an den linken Rand gerückt. Sind alle Listen offen, geht viel Platz auf der Notizseite verloren.

eingescannte Notizen im Bitmap-Format gibt es bislang lediglich eine experimentelle Option, die englischen Texten vorbehalten und anfällig für Fehler ist. Um in OneNote per Stift erfasste Notizen in editierbaren Text umzuwandeln, ziehen Sie mittels Auswahlwerkzeug oder Lassoauswahl um die gewünschte Notiz einen Rahmen. Anschließend wählen Sie im Kontextmenü „Freihand in Text“. Die UWP-App erkennt sogar Schriftgrößen, Farben und Markierungen.

Zwei Druckertreiber

Mit OneNote 2016 und seinen Vorgängern wird automatisch ein spezieller Windows-Druckertreiber installiert. Er erzeugt in beliebigen Anwendungen via Druckbefehl eine Bitmap-Datei, die im Fall des OneNote-Treibers direkt in eine Notiz eingebunden wird. Wenn Sie nur die OneNote-App nutzen, installieren Sie aus dem Microsoft Store zusätzlich die App „Send to OneNote“: Sie richtet einen ähnlich funktionierenden Druckertreiber im System ein.

Falls Sie beide OneNote-Varianten parallel nutzen, gibt es auch zwei Druckertreiber im System. Welchen Drucker Sie auswählen, hängt davon ab, in welchem Notizbuch Sie das Dokument ablegen wollen: „Send to OneNote“ speichert nur in Notizbüchern, die in der Microsoft-Cloud liegen. Der virtuelle Drucker von One-



Auch die App kann Handgeschriebenes in editierbaren Text umwandeln. Allerdings erfolgt die Indexierung in der Cloud, was eine Zeit dauern kann.

Note 2016 speichert zwar auch in lokale Notizbücher, jedoch nur in solche, die aktuell im Programm geöffnet sind.

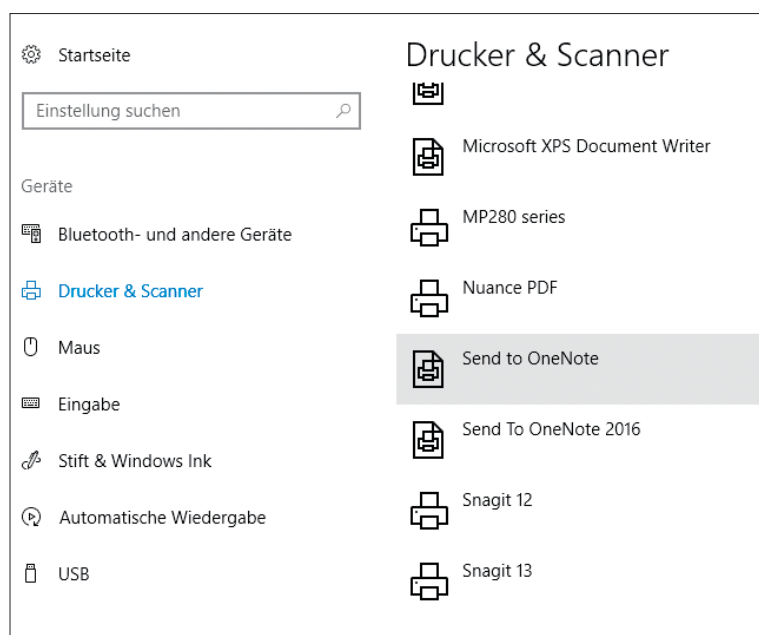
Synchronisation und Backup

Der Synchronisationsmechanismus von OneNote basiert auf sieben Jahre altem Code, der in Sachen Tempo und Zuverlässigkeit zu wünschen übrig lässt. Schwierigkeiten gibt es zum Beispiel, wenn Sie den Rechner während des Synchronisationsvorgangs in den Ruhezustand verset-

zen, etwa durch Zuklappen des Notebooks. Microsoft will das zugrunde liegende Protokoll umfassend überarbeiten. Das muss server- und clientseitig geschehen. Die OneNote-Entwickler arbeiten gerade an einem neuen Synchronisationsverfahren. Die UWP-App nutzt das neue Protokoll bereits, aber nur für Notizbücher, die auf OneDrive liegen; OneDrive for Business nutzt noch das alte Verfahren.

Während das klassische OneNote über ein eigenes Backup-System verfügt und auch von online gespeicherten Notizbüchern lokale Sicherungen anlegen kann, fehlt ein solcher Mechanismus bei der UWP-App. Wenn Sie Ihre wertvollen Notizen sichern wollen, haben Sie mit der App nur eingeschränkte Möglichkeiten. Mithilfe eines Webbrowsers können Sie die Daten immerhin herunterladen. Um sie wieder zurückzuspielen, benötigen Sie zwingend OneNote 2016 [1].

Für die Office-Version soll es keine Funktions-Updates mehr geben, sodass Sie sich bereits jetzt mit der UWP-App vertraut machen sollten. Falls Sie bestimmte Funktionen aus der Office-Version vermissen, können Sie zwischen beiden OneNote-Varianten hin- und herwechseln. Achten Sie in diesem Fall jedoch darauf, dass Sie die Notizbücher auch unter OneNote 2016 in OneDrive oder OneDrive Business ablegen. (apoi@ct.de) **ct**



Nutzer der UWP-Version müssen zum Drucken eine eigene App aus dem Microsoft Store laden. Sie erzeugt einen zusätzlichen virtuellen Druckertreiber.

Literatur

[1] Stefan Wischner, Ruhige Nächte, OneNote-Notizbücher sichern, c't 15/2017, S. 172

Anzeige



Bunt verstrahlt

RGB-LED-Beleuchtung für PCs und Peripheriegeräte

Hauptsache knallbunt: Viele PC-Komponenten wie Grafikkarten, Speichermodule, Ventilatoren oder auch USB-Tastaturen gibt es mit RGB-LEDs. Doch jeder Hersteller kocht bei der Ansteuerung sein eigenes Süppchen, was den Spaß trüben kann.

Von Christof Windeck

Der eine findet sie hübsch, der andere überflüssig: Bunte Leuchtdioden im PC und drumherum. Manche haben immerhin einen gewissen Nutzwert, denn beleuchtete Tastaturen kann man im Dunkeln bedienen und manche RGB-Steuerung warnt vor hohen CPU-Temperatur-

ren, indem sie den Kühlerventilator rot leuchten lässt.

Für die Ansteuerung der PC-Lichtspiele gibt es unterschiedliche Schnittstellen und Konzepte, die wir hier vorstellen. Der nachfolgende Artikel erklärt die Technik der RGB-LED-Streifen, die sich an viele Mainboards anschließen lassen.

Rot, Grün, Blau

Mit RGB-LEDs sind rote, grüne und blaue Leuchtdioden (LEDs) gemeint, die in einem gemeinsamen Chipgehäuse stecken. Die Mischfarben entstehen dadurch, dass je die rote, grüne und blaue LED unterschiedlich hell leuchtet. Es gibt auch RGBW-LEDs, die zusätzlich weiße LEDs integrieren, etwa für helle Blinkeffekte.

Außer den RGB(W)-LEDs braucht man noch eine Elektronik, die die Hellig-

keit der einzelnen Farbkanäle steuert. Manche leuchtenden Grafikkarten und Speichermodule lassen sich dank eingebauten Controllern ohne weitere Verkabelung per Software steuern. Letzteres gilt auch für leuchtende USB-Tastaturen und USB-Mäuse. Viele Mainboards ab der 100-Euro-Marke besitzen integrierte Controller für Onboard-LEDs sowie Pfostenstecker zum Anschluss von LED-Streifen. Leuchtende Ventilatoren benötigen zusätzliche separate Controller-Boxen, die man per USB mit dem PC verbindet und von dort aus mit (Windows-)Software konfiguriert.

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Methoden der RGB-LED-Steuerung. Die einfacheren RGB-LEDs besitzen vier Kontakte: einen gemeinsamen Pluspol sowie drei einzelne Masseleitungen. Über letztere stellt der Controller die

Helligkeit der Farbkanäle ein – und zwar gemeinsam für alle von ihm angesteuerten LEDs. RGB-LEDs dieses Typs auf einem Streifen oder einem Mainboard ändern ihre Farbe synchron.

Für Effekte wie Lauflichter oder einen wandernden Regenbogen benötigt man einzeln ansteuerbare RGB-LEDs, die unter Namen wie WS2812B bekannt sind – mehr dazu ab Seite 172. In jeder einzelnen dieser RGB-LEDs sitzt außer den drei LED-Chips noch ein Controller-Chip, der ein einfaches serielles Protokoll auswertet. Digitale RGB-LEDs benötigen nur drei Anschlussleitungen, nämlich Plus, Masse und Steuerleitung – und arbeiten meistens mit 5 Volt. Vorsicht: Die einfachen RGB-LEDs sind oft für 12 Volt ausgelegt. Bei manchen Mainboards muss man dafür Jumper umsetzen.

Mainboard-Anschlüsse für LED-Streifen sind häufiger für analoge RGB-LEDs zu finden. Im Mainboard-Karton finden sich dann üblicherweise kurze Adapterkabel für handelsübliche LED-Streifen – aber man sollte Aderbelegung und Spannung unbedingt kontrollieren! Auch bei den 3-poligen Pfostensteckern für digitale LED-Ketten droht Verpolung. Vierpolige RGB-LEDs werden auch „5050“ genannt, was sich auf ihr quadratisches Chipgehäuse mit 5 Millimetern Kantenlänge bezieht. Digitale RGB-LEDs sitzen oft ebenfalls in 5050-Gehäusen, das ist also kein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal. Unabhängig vom RGB-LED-Typ ist die Strombelastbarkeit der Mainboard-Pfostenstecker wichtig; gängig sind 2 bis 3 A. Pi mal Daumen reichen 2 A für einen 5-Volt-Streifen mit 60 LEDs oder einen 12-Volt-Streifen mit 120 LEDs – siehe Seite 172. Auch manche USB-Controller von Firmen wie Corsair steuern LED-Streifen an, ohne weitere Adapter jedoch nur jene der eigenen Marke. Mangels Angaben zu Pinbelegung und Strombelastbarkeit bekommt man nicht so leicht heraus, wie sich billigere RGB-LED-Streifen anschließen lassen.

Kabelsalat

Bei Grafikkarten und Speichermodulen läuft die LED-Steuerung über den System Management Bus (SMBus), die PC-Version von I²C. Das klappt ohne Zusatzkabel und ist eine gute Idee, aber mit Tücken – siehe unten. Beleuchtete USB-Eingabegeräte nutzen USB auch für die Lichtsteuerung, aber nicht alle kommen mit der maximalen Belastbarkeit von USB 2.0 (2,5 Watt) aus. Corsair beispielsweise



Kurze Adapterkabel (links) verbinden RGB-LED-Strips mit Mainboard-Pfostensteckern; das rechte passt auf 9-polige USB-2.0-Stiftleisten und ist für RGB-LED-Controller gedacht.

hängt an die Tastatur K70 Lux RGB eine dicke, steife Strippe, die eine Y-Verzweigung hat, um mehr Strom aus zwei USB-Ports zu saugen – eine fragwürdige Lösung, weil von der USB-Spezifikation nicht gedeckt [1].

Andere Komponenten mit RGB-LEDs benötigen viele zusätzliche Kabel. Den Vogel schießt eine Thermaltake-Wasserkühlung mit beleuchteter Pumpe, drei leuchtenden Ventilatoren und USB-Controller ab: Hier muss man sieben Kabel mit insgesamt 4,80 Metern Länge verlegen. Immerhin fallen die Strippen dank schwarzer Hüllen (Sleeves) wenig auf.

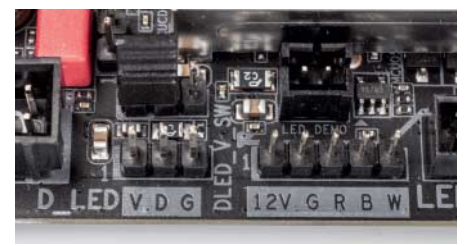
RGB-LED-Ventilatoren haben meistens zwei Kabel, eines für den Anschluss an den 4-poligen FAN-Pfostenstecker des Mainboards und das zweite für den RGB-Controller. Letzterer wiederum kommt mit Molex- oder SATA-Stromsteckern für das ATX-Netzteil, um sich mit 12 Volt zu versorgen. Je nach Ausstattung von Netzteil und PC muss man Strom per Y-Verzweiger bereitstellen – noch mehr Kabelsalat.

Auch der Anschluss der USB-Controller birgt Stolperfallen. Aus unerfindlichen Gründen nutzen mehrere Firmen dazu veraltete Mini-USB-Buchsen statt der seit Jahren etablierten Micro-USB-Buchsen – von der Funktion her ist das aber kein Problem. Damit man keine Kabel aus dem PC-Gehäuse heraus zu den externen USB-Buchsen führen muss, liegen vielen Controllern Adapterkabel bei, die auf die 9-poligen USB-2.0-Pfostenstecker von Mainboards passen. Prüfen Sie zuvor, wie viele davon in Ihrem System frei sind: Manche modernen Boards haben bloß noch einen und sonst Anschlüsse für USB 3.0 beziehungsweise USB 3.1.

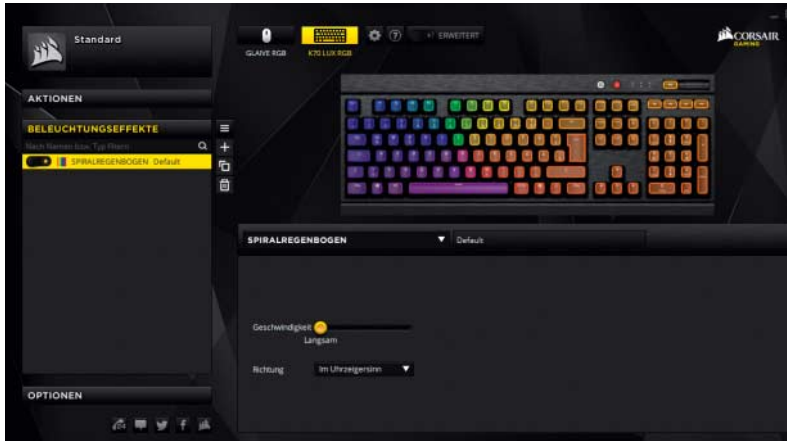
Steuerung

Hat man keine (Windows-)Steuerungssoftware installiert oder keine Einstellungen vorgenommen, bleiben manche RGB-LEDs dunkel, andere zeigen vom Hersteller voreingestellte Effekte.

Einige Mainboards enthalten Menüs zur RGB-LED-Steuerung im BIOS-Setup. Zumindest für die Onboard-LEDs und die



Viele Mainboards besitzen Pfostenstecker für RGB-LED-Streifen, die es in unterschiedlichen Ausführungen gibt: RGB (links, weiß), RGBW (ganz rechts) sowie mit digitaler Ansteuerung. Die Reihenfolge GRB ist üblich.



Corsair Utility Engine (CUE) ist eine typische Steuerungssoftware für RGB-LED-Beleuchtung, in diesem Fall für eine USB-Tastatur. Für Ventilatoren, Grafikkarten und Speichermodule braucht man die Software Corsair Link.



Bei einigen Gigabyte-Mainboards sind einfache Steuerungsoptionen für „RGB Fusion“ im BIOS-Setup integriert. Die Windows-App ist wesentlich mächtiger.

Strip-Pfostenstecker kann man dann auf Windows-Software verzichten und die Lichteffekte auch auf Linux-Rechnern genießen.

Viele USB-Eingabegeräte sowie per USB angebundene LED-Controller benötigen jeweils eigene Windows-Software. Wer mehrere RGB-LED-Produkte unterschiedlicher Hersteller anschließt, muss unter Umständen mehrere Apps installieren und konfigurieren, die sich untereinander nicht synchronisieren lassen. Viele dieser Apps richten Windows-Dienste ein und starten automatisch. Einige Mainboard-Firmen bauen aber Ökosysteme auf, bei denen sich dann beleuchtete Boards, Grafikkarten, Tastaturen und Mäuse derselben Marke mit einheitlicher Software gemeinsam und abgestimmt steuern lassen. Beispiele dafür zeigt die Tabelle auf der nächsten Seite.

Weil keine Firma sämtliche PC-Komponenten fertigt, gibt es zudem Kooperationen: Asus Aura Sync kann beispielsweise leuchtende DRAM-Module von Corsair und G.Skill ansteuern sowie RGB-Wasserkühlungen von Antec und Cooler Master. Das gilt jeweils nur für bestimmte RGB-LED-Produkte der erwähnten Hersteller, also nicht für alle!

Ein wichtiger Parameter bei der Ansteuerung von WS2812B-Streifen ist die Anzahl der insgesamt hintereinandergeschalteten LEDs, weil sonst das serielle Protokoll nicht funktioniert. In der steuernden Software muss man folglich stets die RGB-LED-Anzahl eintragen oder – bei fertigen Zubehöerteilen – das jeweilige Produkt auswählen. Das ist wohl einer der

Gründe, weshalb relativ häufig Software- oder auch Firmware-Updates für RGB-Steuerungen erscheinen, um die zur Ansteuerung neuer Produkte nötigen Parameter nachzureichen.

Software-Gewirr

An das Gigabyte-Mainboard X399 Aorus Gaming 7 haben wir probeweise drei LED-Streifen angeschlossen, eine Wasserkühlung und ein Netzteil von Thermal-take sowie eine USB-Tastatur, eine USB-Maus und einen Lüfter von Corsair. Zur Steuerung waren fünf verschiedene Apps nötig: Für Onboard-LEDs und LED-Streifen braucht man Gigabyte RGB Fusion, was sich erst installieren lässt, nachdem man das Gigabyte App Center aufgespielt hat. Letzteres preist unnütze Software an, etwa eine ältere Version von Google Chrome, obwohl die aktuelle bereits installiert war. Sowohl bei der Installation als manchmal auch im Betrieb zeigte RGB

Fusion unerklärliche Fehlermeldungen oder streikte. Von der Option, die Lichteffekte mit einer weiteren App-Center-App per Smartphone steuerbar zu machen, raten wir ab: Dabei fließen Daten über Cloud-Server, was Sicherheitslücken aufreißen kann.

Unreif wirken die Apps von Thermal-take, eine für die Wasserkühlung (Riig) und eine weitere für das Netzteil (DPS G). Schon die Download-Geschwindigkeit ist unterirdisch, anschließend stören unverständliche Bedienung und mangelhafte Übersetzung. Einen besseren Eindruck macht die Corsair-Software. Für die USB-Eingabegeräte benötigt man mit Corsair Utility Engine (CUE) eine andere Software als für die Vengeance-Speichermodule sowie die Lüfter am Commander-PRO-Controller. Letztere verlangen Corsair Link (CL). CL kann die Lichteffekte mehrerer Komponenten synchronisieren, anders als CUE. Corsair will eines Tages



Der Controller Corsair Commander PRO steuert RGB-LED-Ventilatoren und -Strips der Firma Corsair; er braucht Verbindungen zu USB und ATX-Netzteil und lässt sich mit Windows-Software programmieren.

eine gemeinsame Sync-Software für alle eigenen Produkte liefern.

Einige RGB-LED-Apps steuern DIMMs und Grafikkarten per SMBus an. Letzterer dient auch fürs Hardware-Monitoring, also zur Überwachung von Temperatursensoren, Betriebsspannungen und Lüfterdrehzahlen. Corsair Link und Gigabyte RGB Fusion werten diese Daten aus, um beispielsweise die Farbe eines RGB-Ventilators in Abhängigkeit von der CPU-Temperatur von grün über gelb bis rot zu verändern. Die dafür jeweils nötigen Einstellungen sind nicht ganz leicht zu verstehen.

Weil der SMBus auch von Overclocking-Apps zum Übertakten und für andere Steuerfunktionen genutzt wird, kann es zu Problemen kommen, wie zahlreiche Forumsdiskussionen zum Thema RGB-Beleuchtung dokumentieren. Auf zwei Asus-Mainboards funktionierte Aura Sync erst gar nicht. Bei einem leuchteten die Onboard-LEDs aus unerfindlichen Gründen nicht, beim anderen zeigte die Steuer-

Software bei der Installation den undokumentierten Fehler „Can't open AsIO.sys (2)“ und stürzte im Betrieb stets ab.

Bunter Haufen

RGB-LED-Effekte am PC verlangen bei der Einrichtung viel Geduld. Oft muss man viele Kabel verlegen, die den optischen Eindruck verschandeln können, den die bunten Lichter eigentlich steigern sollen. Die Technik ist zudem weit entfernt von Reife. Die großen Mainboard-Marken verfolgen vor allem die Ziele, ihre einander sonst immer ähnlicheren Produkte aufzu-

brezeln und den Absatz von Zubehör zu fördern. Wer sein System nicht mit fragwürdiger Software zukleistern will, nimmt ein Mainboard mit Steuerfunktionen im BIOS-Setup und begnügt sich mit diesen – die Windows-Software kann aber stets mehr. Oder man schließt RGB-LED-Streifen an externe Controller oder einen Arduino an. (ciw@ct.de) **ct**

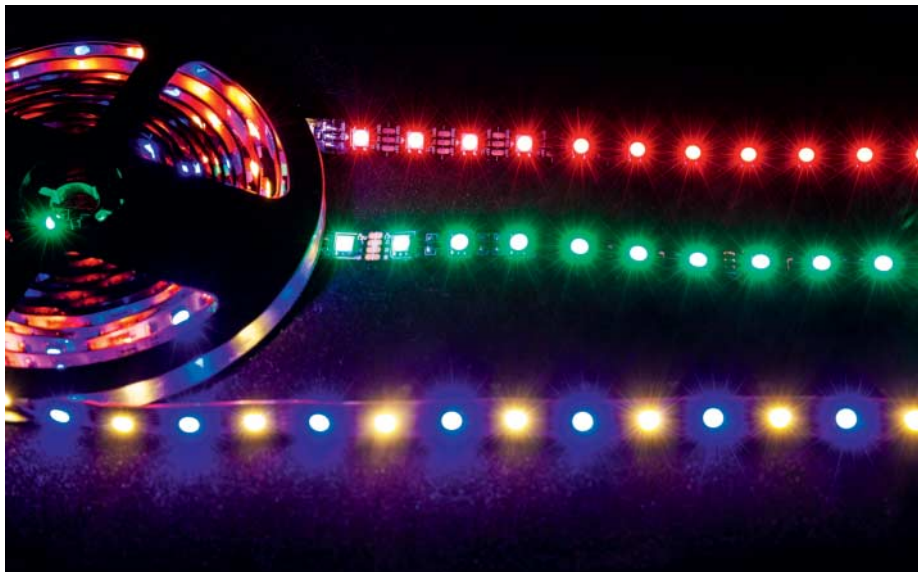
Literatur

[1] Christof Windeck, FAQ: Externe Festplatten ohne Netzteil, c't 7/2011, S. 156

RGB-LED-Systeme für Mainboards und Zubehör

Marke	Name	eigene RGB-Komponenten	andere Marken
ASRock	RGB Sync	–	Akasa, Corsair, Enermax, Gell, G.Skill, Teamgroup
Asus	Aura Sync	Grafikkarten, Gehäuse, Tastaturen, Mäuse, Mikrofon	Antec, Akasa, Bitfenix, Cooler Master, Corsair, Enermax, Gell, S. Skill, Phanteks, Silverstone, Teamgroup, Thermaltake
Biostar	Vivid LED	–	k. A.
Gigabyte	RGB Fusion	Grafikkarten, Gehäuse, Tastaturen, Mäuse, Headset, Kühler	AMD, Akasa, Bitfenix, Cooler Master, Corsair, Enermax, Gell, Phanteks, Silverstone, Teamgroup, Thermaltake
MSI	Mystic Light Sync	Maus, Headset	AMD, Akasa, Bitfenix, Cooler Master, Corsair, Enermax, Gell, Phanteks, Silverstone, Teamgroup, Thermaltake

Anzeige



Streifenwissen

Die Technik unterschiedlicher RGB-LED-Streifen

Streifen mit bunten Leuchtdioden eignen sich als Effektbeleuchtung und für Basteleien mit PC und Arduino. Je nach Streifentyp braucht man unterschiedliche Controller und Stromversorgung.

Von Christof Windeck

LED-Streifen gibt es in jedem Baumarkt, oft als Paket inklusive Netzteil, Controller und Fernbedienung. Außer einfarbigen – kaltweiß, warmweiß, rot, grün, blau – gibt es auch RGB-LED-Strips mit veränderlicher Leuchtfarbe. Die billigsten Streifen bekommt man für weniger als 3 Euro pro Meter bei chinesischen Händlern via Amazon Marketplace oder AliExpress.

Beim Einkauf und Anschluss von RGB-LED-Streifen verheddert man sich leicht im Dickicht der verschiedenen Bauformen. Doch letztlich gibt es nur wenige Grundformen, die wir hier erklären.

Rot, Grün, Blau

LED-Tripel in den Farben Rot, Grün und Blau können dem menschlichen Auge ein breites Farbspektrum darbieten, wenn sie dicht genug beieinander sitzen und unterschiedlich hell leuchten. RGB-LEDs vereinen dazu drei einzelne LED-Chips in einem Gehäuse. Weit verbreitet ist die quadratische Bauform 5050 mit 5 mm Kantenlänge, fertig aufgelötet auf LED-Strips mit mehreren Metern Länge.

5050-LEDs enthalten nicht immer nur RGB-Tripel, sondern etwa auch RGBW-Quartette mit zusätzlichen weißen LEDs. Außerdem gibt es RGB(W)-LEDs ohne und mit integriertem Controller-Chip. Die verschiedenen Typen haben unterschiedlich viele Anschlüsse. Eine monochrome LED benötigt nur zwei: Anode und Katode, also Plus und Minus beziehungsweise Versorgungsspannung und Masse. Bei RGB-LEDs sind vier Anschlüsse vorhanden, bei RGBW-LEDs fünf: Alle LEDs hängen darin mit ihren Anoden gemeinsam an der Versorgungsspannung, die Katoden sind einzeln herausgeführt. Dadurch lässt sich der

Stromfluss mit sehr einfachen Schaltungen steuern. RGB(W)-LEDs mit integriertem Controller arbeiten grundsätzlich anders und besitzen nur drei Anschlüsse: Versorgungsspannung, Masse sowie eine Leitung für das serielle Steuersignal.

Auf die Kabelfarben der verschiedenen LED-Streifen sollte man sich beim Anschluss nicht verlassen: Bei einem RGB-Typ mit vier Adern waren der Pluspol weiß und die Farbkanäle Grün-Rot-Blau (die Abfolge GRB ist üblich); bei einem RGBW-Streifen diente Weiß wiederum für den weißen Kanal, der Pluspol war schwarz – was eigentlich die übliche Farbe ist für eine Masseleitung.

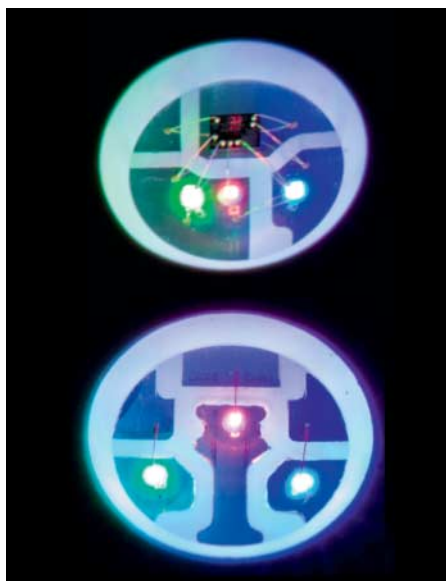
Steuerung

Die Helligkeit einer LED hängt davon ab, wie viel Strom hindurchfließt. Folglich ändert sich die Mischfarbe eines RGB-LED-Tripels mit den mittleren Stromstärken der drei LEDs. Die einfachsten Fälle sind reines Rot, reines Grün und reines Blau – dann sind die beiden anderen LEDs jeweils aus. Leuchten alle LEDs mit voller Helligkeit, ergibt sich theoretisch Weiß; in der Praxis strahlen die meisten RGB-LEDs dann aber mit starkem Farbstich.

Zur Steuerung der mittleren Stromstärke ist Pulsweitenmodulation (PWM) üblich. In einem bestimmten Takt schaltet ein Transistor den Strom für eine gewisse Zeit ein, sodass die jeweilige LED pro Taktzyklus kürzer oder länger aufleuchtet. Liegt die Taktfrequenz hoch genug, nimmt das Auge kein Flackern wahr.

Bei LED-Streifen mit „dummen“ RGB(W)-LEDs steuert der Controller alle LEDs gemeinsam. Grundsätzlich anders funktionieren LED-Strips mit digital ansteuerbaren RGB-LEDs: Die Einzelsteuerung ermöglicht Effekte wie Lauflicht oder Regenbogen. Ein billiger Mikrocontroller wie der eines Arduino adressiert theoretisch bis zu 1000 RGB-Tripel. 300 LEDs auf einem 5-Meter-Streifen (60 pro Meter) sind jedenfalls kein Problem.

Weit verbreitet ist der Controller WS2811 der chinesischen Firma Worldsemi (WS), der als nackter Chip in WS2812B-LEDs eingebaut ist. Streifen mit diesen LEDs heißen auch WS2812B-Strips, manche Firmen nennen sie Rainbow-Strips oder Neopixel. Zum WS2811 gibt es Alternativen, etwa den einst in den sogenannten „Aldi-LED“-Streifen verwendeten TM1829 oder den SK6812. Manche sind kompatibel zum WS2811, aber der SK6812 kennt auch RGBW-Be-



In digital angesteuerten RGB-LEDs (oben) ist außer den drei LED-Chips noch ein „nackter“ Controller integriert, hier ein WS2811.

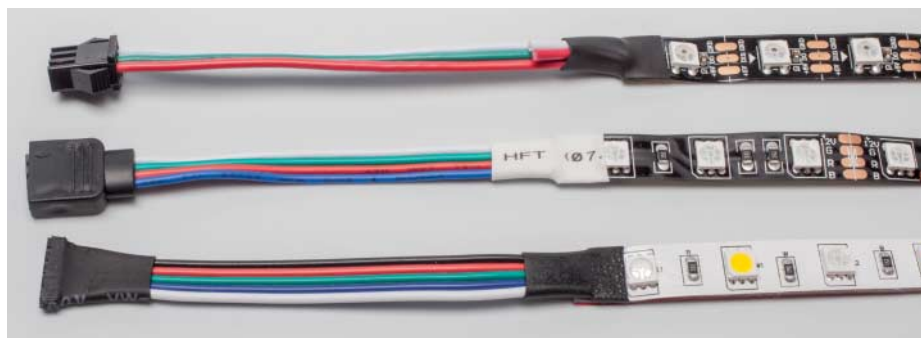
trieb. Die nur gemeinsam ansteuerbaren RGB-LEDs bezeichnen manche als 5050-Chips, was letztlich Quatsch ist: Auch die WS2812B-Chips haben die Bauform 5050. Und es gibt schmalere Streifen mit 3535-Chips, die gleich funktionieren.

Zur Ansteuerung eines WS2812B-Streifens muss die Controller-Software (oder Firmware) die LED-Anzahl kennen, sonst funktioniert das Protokoll nicht. Jeder Chip leitet das Steuersignal durch; wenn nur ein Chip streikt, kann der „dahinter“ liegende Streifen ausfallen. Anders als die „dummen“ RGB-LED-Chips leuchten die digitalen nicht schon beim Anschluss der Versorgungsspannung, sondern sie warten auf Steuerdaten.

Streifenweise

Streifen mit gemeinsam gesteuerten RGB-LEDs sind üblicherweise für 12 Volt ausgelegt, manche auch für 24 Volt. Digital steuerbare Streifen benötigen meistens 5 Volt und nehmen an 12 Volt Schaden.

Wichtig ist die Anzahl der LEDs, die gemeinsam an einem Controller hängen. Letztere verkraften Stromfluss nur bis zu einer gewissen Grenze und auch das Netzteil muss ausreichend Saft liefern. Sind Controller oder Netzteil zu schwach, leuchtet der Streifen im besten Fall weniger hell, im dümmsten Fall geht etwas kaputt. Das kann vor allem beim Anschluss von LED-Streifen an PC-Mainboards teuer werden. Letztere liefern üblicher-



Digital angesteuerte RGB-LED-Streifen (oben) benötigen 5 Volt und nur drei Adern; RGB- und RGBW-LED-Streifen mit separaten Kathoden haben vier oder fünf Litzen.

weise höchstens 2 bis 3 A pro Strip-Anschluss.

LED-Strips gibt es mit unterschiedlich vielen RGB-LEDs pro Meter, gängig sind welche mit 30, 60 und 144. Die Tabelle zeigt Messwerte von drei verschiedenen Strips mit je 60 LEDs pro Meter. Für Streifen mit 30 LEDs/m halbiert man die Werte. Streifen mit superhellen LEDs benötigen mehr Strom. Unser RGBW-Muster war ein Sonderling mit jeweils 30 RGB- und 30 W-LEDs pro Meter – es gibt auch welche mit „echten“ RGBW-LEDs, die dann rund 30 Prozent mehr Leistung ziehen als RGB-Typen.

Stromfluss

Leistung ist das Produkt aus Strom und Spannung: 5-Volt-Streifen ziehen bei gleicher Leistung beziehungsweise Chip-Anzahl folglich 2,4-mal so viel Strom wie 12-Volt-Streifen. Anders ausgedrückt: Für einen 5-Meter-Streifen mit 300 RGB-LEDs und insgesamt rund 60 Watt Spitzenleistung benötigt man entweder ein Netzteil mit 12 V/5 A oder mit 5 V/12 A. Letzteres ist deutlich teurer und der stärkere Stromfluss durch den langen Streifen führt zu Abwärme sowie einem Spannungsabfall, der sichtbar werden kann: Die „hinteren“ LEDs leuchten dann dunkler. Zur Abhilfe speist man die Versorgungsspannung in der Mitte des Streifens ein und nimmt dafür Kabel mit größerem Aderquerschnitt.

In der Praxis sind Leistungsaufnahme und Stromfluss niedriger, weil man ja buntes Licht wünscht, wobei die einzelnen Farben schwächer leuchten. Wer das Netzteil knapp auslegt, sollte die Farbe Weiß vermeiden oder nur mit reduzierter Helligkeit nutzen. Blinken statt Dauerlicht reduziert die mittlere Leistungsaufnahme ebenfalls.

Bei voller Helligkeit erwärmen sich LEDs stark und gehen bei Überhitzung kaputt. Deshalb sollte man die Temperatur zumindest in einer Probephase überwachen. Wegen der Überhitzungsgefahr soll man LED-Streifen auch nicht auf der Lieferspule aufgerollt ausprobieren. Wer große Helligkeit wünscht, muss für Wärmeabfuhr sorgen, indem er etwa die Streifen auf Metallflächen montiert. Die werkseitig angebrachten Klebestreifen halten oft nicht lange.

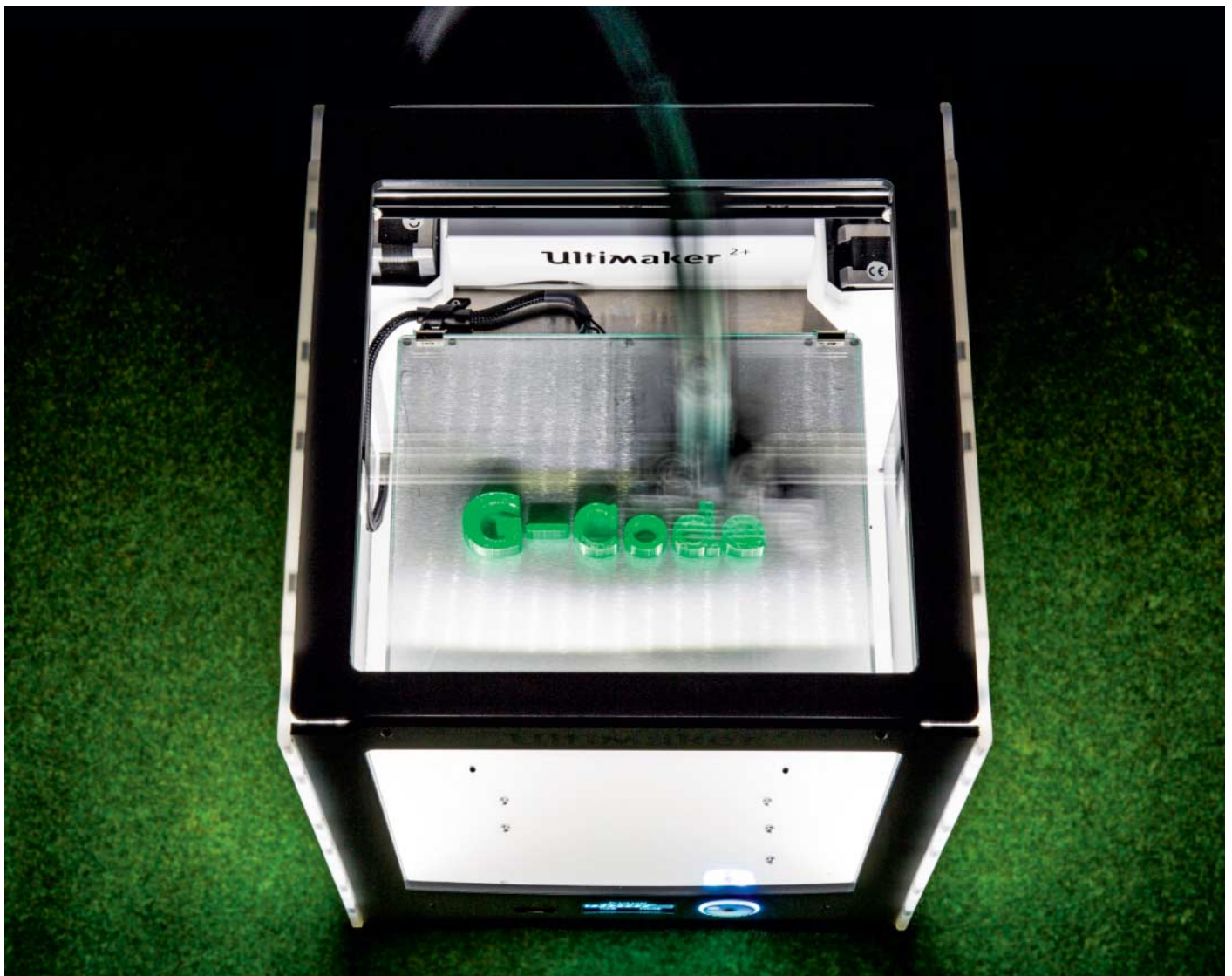
Die meisten LED-Streifen darf man kürzen, also an markierten Stellen zerschneiden. Wie viele LED-Chips jeweils zu einer Gruppe gehören, hängt vom Streifentyp ab. Bei den digital einzeln ansteuerbaren RGB-LED-Streifen kann man jede LED einzeln abschneiden. Bei den meisten analogen RGB-LEDs hängen je drei an gemeinsamen Vorwiderständen, man darf nach jeder dritten schneiden. Unseren seltsamen RGBW-LED-Streifen wiederum durfte man nur nach jeweils sechs Chips trennen. (ciw@ct.de) **ct**

RGB-LED-Datenblätter: ct.de/yxqs

Leistungsaufnahme RGB-LED-Streifen

Typ	Spannung	1 Farbe Leistung (Strom)	2 Farben Leistung (Strom)	alle Farben Leistung (Strom)
RGB digital, 1 m, 60 LEDs	5 V	3,7 W (0,74 A)	7,0 W (1,39 A)	10,2 W (2,04 A)
RGB analog, 1 m, 60 LEDs	12 V	3,9 W (0,32 A)	8,0 W (0,67 A)	11,8 W (0,98 A)
RGBW analog, 1 m, 30+30 LEDs ¹	12 V	2,1 W (0,18 A)	4,2 W (0,35 A)	9,1 W (0,76 A)

¹ 30 RGB-LEDs und 30 weiße LEDs; jeweils 100 Prozent Ansteuerung



Bewegungsprogramm

G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren

G-Code, die Muttersprache von CNC-Maschinen wie Fräsen, Drehbänken und 3D-Druckern, ist eine der einfachsten Programmiersprachen überhaupt. Wir erklären die Basics, damit Sie .gcode-Dateien für schnellere Verarbeitung modifizieren und mit Python eigene erzeugen können.

Von Johannes Merkert

Der Maschinencode für CNC-Fräsen, Drehbänke und 3D-Drucker ist eine für Menschen lesbare Programmiersprache, deren Standardbefehle mit dem Buchstaben G anfangen: der G-Code. In der Frühzeit der CNC-Maschinen wurden die Programme von CNC-Programmierern direkt in dieser Sprache geschrieben, ähnlich wie in der Frühzeit der Computer viele Entwickler in Assembler programmiert haben. Inzwischen produzieren CAM-Prozessoren für Fräsen und Slicer für 3D-Drucker den meisten G-Code, vergleichbar mit Compilern, die Maschinencode für CPUs schreiben. Die G-Code-Generato-

ren erlauben aber nicht alles, was man mit G-Code programmieren kann. Für einige Spezialfälle lohnt es sich, G-Code per Hand zu programmieren oder mit eigenen Skripten zu erzeugen. Schwer ist das nicht, da G-Code nur aus wenigen Befehlen besteht, die alle ähnlich funktionieren.

Mit dem Wissen aus diesem Artikel verstehen Sie sämtlichen G-Code, den Slicer wie Cura, Skeinforge oder Slic3r erstellen – und können ihn modifizieren, um beispielsweise in einem Druck verschiedene Düsentemperaturen für Ihren 3D-Drucker auszuprobieren und anschließend die beste auszuwählen. Für weitere

Teststücke wie ein Kalibrierungskästchen (Einstellen der Schrittzahl für X-, Y- und Z-Motoren und Einstellen der Betthöhe) oder einen Geschwindigkeitsturm (Ermitteln der maximalen Druckgeschwindigkeit Ihres 3D-Druckers) haben wir ein paar Python-Skripte auf GitHub geladen, die Sie über ct.de/yww8 finden. Die Skripte nutzen eine kleine von uns erstellte Bibliothek namens `gcodehelpers.py`, die Sie nutzen können, um mit wenig Aufwand G-Code für eigene Testdrucke zu generieren. Das Erzeugen von G-Code mit einem Programm ist besonders für 3D-Drucker relevant, da der Code eines aussagekräftigen Teststücks schnell mal ein paar tausend Befehle enthält.

GO und G1

Im Prinzip funktioniert G-Code wie Turtle-Grafik. Sie haben als Kind kein LOGO programmiert? Die Idee ist, dass Sie einer Schildkröte (deswegen Turtle) Befehle geben, wo sie langlaufen soll. Überall wo sie war, hinterlässt sie einen Strich. G-Code ist weniger albern, da sich dort statt einer Schildkröte das Werkzeug, also der Fräser, Drehstuhl oder das Hotend samt Düse bewegt. Die aktuelle Position speichert die Maschine in einem kartesischen Koordinatensystem, selbst wenn sie wie Delta-3D-Drucker keine rechtwinkligen Achsen verfährt. Gehen Sie einfach davon aus, mit X-, Y- und Z-Koordinaten in Millimetern zu tun zu haben.

Die Befehle `G0` und `G1` definieren einen neuen Punkt im Raum, zu dem sich das Werkzeug bewegt. `G0` ist für schnelle Maschinenbewegungen gedacht, bei denen eine Fräse kein Material abnimmt und ein 3D-Drucker nichts extrudiert. `G1` verwenden Sie für alle Bewegungen, bei denen die Maschine Material be- oder verarbeitet. Beide Befehle sorgen für eine lineare Bewegung von der aktuellen zur neuen Position.

Die Koordinaten des Zielpunkts schreibt man ohne Einheit mit Leerzeichen getrennt einfach hinter den Befehl. Da man Koordinaten, die sich nicht ändern, weglassen darf, muss man vor jeder Zahl mit den Buchstaben `X`, `Y` und `Z` die Raumachse angeben. 3D-Drucker nach Fused-Deposition-Modeling-Prinzip (FDM) verwenden eine vierte Dimension namens `E` für die Länge des Filamentfadens in Millimetern, die der Extruder durch die Düse drückt. Zusätzlich darf man hinter `F` angeben, wie schnell die Maschine zur neuen Position fährt. Ein Befehl, zur Position

(10 mm, 20 mm, 30 mm) mit einer Geschwindigkeit von 1200 mm/min zu fahren und dabei 5 mm zu extrudieren, sieht so aus:

```
G1 X10 Y20 Z30 E5 F1200
```

Wenn sich die Geschwindigkeit nicht ändert, kann man sie zu Beginn des Programms einmal festlegen und anschließend nur Positionen angeben:

```
G1 F2000
G0 X10 Y10 Z0.3 E0
G1 X20 E0.793
G1 Y20 E1.586
G1 X10 E2.379
G1 Y10 E3.172
```

Ein 3D-Drucker würde mit diesem Programm ein Quadrat mit 10 mm Kantenlänge drucken und dabei 3,172 mm Filament verbrauchen.

Die Koordinaten gibt man als Gleitkommazahlen mit Punkt statt Komma an. Wie viele Nachkommastellen Sinn ergeben, hängt von der Genauigkeit der Maschine ab. Ordentliche Fräsen weichen von der angegebenen Position weniger als 0,01 mm ab, während 3D-Drucker in X- und Y-Richtung üblicherweise nur auf 0,05 mm genau positionieren.

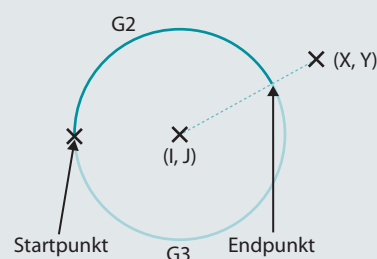
G2 und G3

G-Code enthält auch Befehle für Kreisbahnen im (`G2`) und gegen (`G3`) den Uhrzeigersinn. Bei denen interpoliert die Maschine Zwischenpositionen nicht linear sondern zirkulär, sodass das Werkzeug einer Kreisbahn folgt, bis es dem mit `X` und `Y` angegebenen Endpunkt am nächsten ist. Über `I` und `J` gibt man dabei die X- und Y-Koordinate des Kreismittelpunkts an. Eine Z-Koordinate gibt es beim Kreisbefehl nicht, da er standardmäßig in der X-Y-Ebene erfolgt. Wer Kreise in der X-Z- oder Y-Z-Ebene fräsen will, muss die Ebene vorher mit `G18` oder `G19` umschalten. Zurück zur X-Y-Ebene schaltet man mit `G17`.

Moderne CNC-Fräsen verstehen `G2` und `G3` auch mit Angabe eines Radius hinter `R`. Bei dieser Variante darf man mit `I` und `J` keinen Mittelpunkt angeben, da die Maschine den anhand des Radius selbst berechnet. Dann fährt die Maschine auch immer den angegebenen Endpunkt an. Da es üblicherweise zwei verschiedene Kreisbahnen gibt, die am Zielpunkt enden würden, fährt die Maschine bei positiven Radien `R` immer die kürzere der beiden Varianten (weniger als 180°), bei negativen Radien die Längere (mehr als 180°).

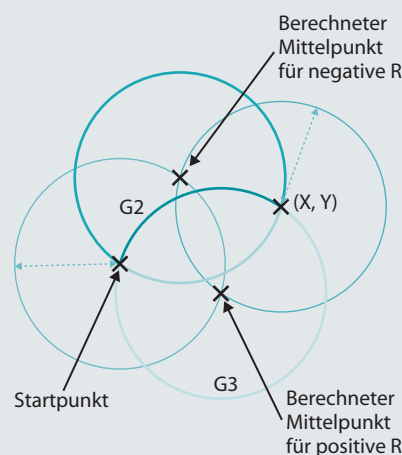
Kreisbefehle mit Angabe des Mittelpunkts

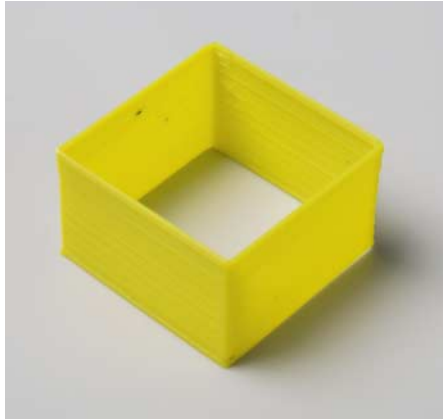
Gibt man bei den Kreisbefehlen `G2` und `G3` mit den Koordinaten `I` und `J` einen Mittelpunkt an, fährt die Maschine eine Kreisbahn um diesen Mittelpunkt. Liegt der mit `X` und `Y` angegebene Zielpunkt nicht auf dem Kreis, stoppt die Maschine am nächstgelegenen Punkt auf dem Kreis. Der Radius ergibt sich aus dem Abstand zwischen Startpunkt und Mittelpunkt.



Kreisbefehle mit Angabe des Radius

Definiert man bei `G2` und `G3` keinen Mittelpunkt, sondern gibt stattdessen mit `R` einen Radius an, konstruiert sich die Maschine selbst den Kreismittelpunkt. Dieser liegt auf dem Schnittpunkt von zwei Kreisen mit Radius `R` um Start- und Zielpunkt. Von den zwei Punkten, die infrage kommen, wählt die Maschine bei positiven `R` denjenigen, um den sich die kürzere Kreisbahn ergibt, bei negativen `R` den mit der längeren Kreisbahn.





Dieses Kästchen eignet sich gut als erstes Teststück für einen neu zusammengebauten 3D-Drucker. Mit seinen Maßen stellen Sie die Schritte pro Millimeter für X- und Y-Achse ein.

G-Code für 3D-Drucker enthält aber üblicherweise keine komplizierten Kreisbefehle, da einige Firmwares diese nicht verarbeiten können. Stattdessen zerlegen die Slicer Rundungen in kleine lineare Bewegungen mit G1, was auf jeder Maschine funktioniert.

Maschinen sind Automaten

G-Code spricht die Maschinen als Zustandsautomaten an. Mit dem Befehl G91 schalten Sie von absoluten auf relative Koordinaten um, zurück zu absoluten Positionsangaben geht es mit G90. Derselbe Befehl G1 X10 Y10 fährt die Maschine also an unterschiedliche Positionen, je nachdem ob vorher G90 oder G91 im Programm stand. Ähnlich verhält es sich mit G20 und G21, die bewirken, dass alle nachfolgenden Koordinaten in Zoll oder in Millimetern interpretiert werden.

In der ersten Zeile eines G-Code-Programms hat man keine Ahnung, in welchem Zustand sich die Maschine gerade befindet. Daher sollten Programme immer mit einem Satz an Befehlen starten, die den Modus initialisieren, in dem der folgende Code arbeiten soll:

```
G21 ;metric values
G90 ;absolute positioning
G92 ;set current position as zero
```

Der Befehl G92 definiert, an welchem Punkt sich die Maschine gerade befindet. Er löst keine Bewegung aus, sondern verschiebt das interne Koordinatensystem der Maschine. Wo der Nullpunkt liegt, hängt nämlich von der Maschine und

manchmal sogar vom Werkstück ab. Gibt man keine Koordinaten an, verschiebt die Maschine ihren Nullpunkt auf die aktuelle Position. G92 X10 Y10 Z10 sagt der Maschine hingegen, dass sie jede ihrer Achsen 10 mm in negativer Richtung bewegen müsste, um den Nullpunkt zu erreichen.

M-Codes

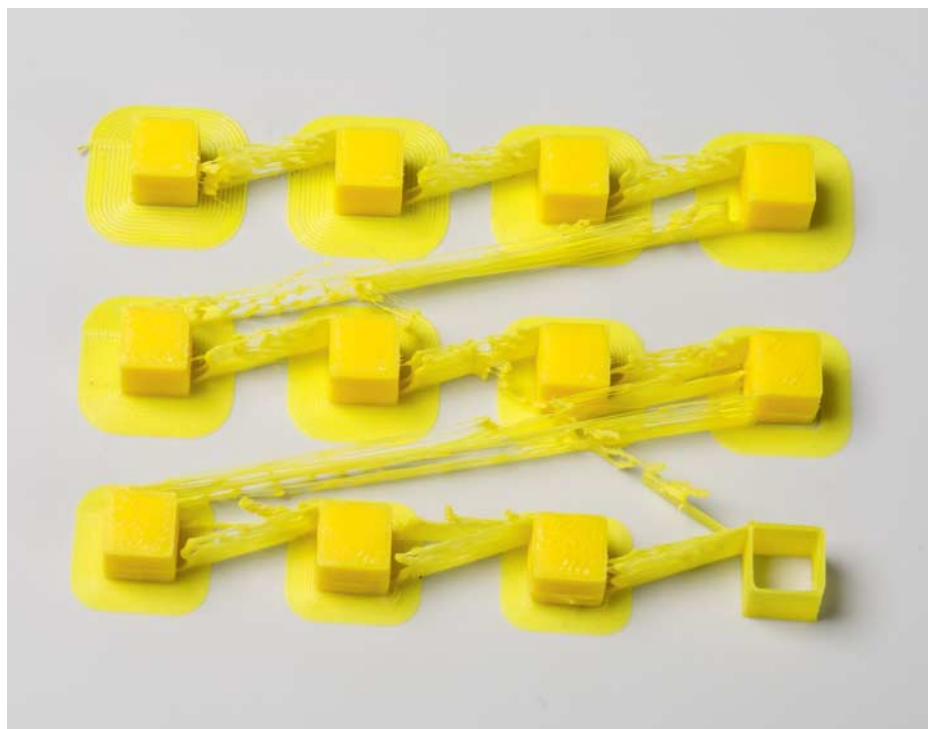
Neben den mit G beginnenden Befehlen, die auf allen Maschinen funktionieren sollten, gibt es maschinenabhängige Befehle, die mit M anfangen. Beispielsweise schaltet M82 den Extruder eines 3D-Druckers auf absolute Koordinaten (ähnlich wie G90 das für X, Y und Z tut) und M107 den Lüfter zum Kühlen des Drucks aus. Auf einer Fräse ergeben diese Befehle keinen Sinn oder sind sogar mit einer ganz anderen Funktion belegt. Bei G-Code müssen Sie daher immer prüfen, ob der Code auch zu Ihrer Maschine passt. Es ist gut möglich, dass für einen RepRap erstellter G-Code auf einem Ultimaker nicht funktioniert und im schlimmsten Fall die Maschine beschädigt.

Glücklicherweise geben Slicer und Fräsprogramme üblicherweise in Kommentaren (alles, was hinter einem ; oder

in Klammern steht, ist ein Kommentar) an, für welche Maschine der Code erzeugt wurde und welchen G-Code-Dialekt er verwendet. In der Praxis beschränken sich die Unterschiede meist auf einen Block an Befehlen für die Initialisierung und einen, der ausgeführt wird, nachdem die Arbeit getan ist. Außerdem sollte das Werkstück oder Druckobjekt in den Bauraum passen, was Sie leicht sehen, wenn absolute Koordinaten zum Einsatz kommen (G90).

Beim Anpassen von G-Code für Ihren 3D-Drucker werden Sie häufig die Druck- und Betttemperatur ändern wollen. Die Extrudertemperatur setzt die Befehle M109 und M104. Sie unterscheiden sich darin, dass der Drucker beim ersten wartet, bis die hinter S angegebene Temperatur wirklich erreicht wurde, während M104 die Temperatur nur einstellt und der Drucker ohne zu warten den nächsten Befehl ausführt. Genauso verhält es sich mit den Befehlen für die Temperatur des Heizbetts, bei denen M190 wartet und M140 nicht.

Mit diesem Wissen können Sie die Aufheizzeit Ihres Druckers verkürzen, indem Sie das Aufheizen des Betts, des Extruders und das Nullen der Achsen pa-



An den kleinen Würfeln mit Kragen erkennt man, wie stark sich benachbarte Druckbahnen überlappen dürfen, bevor überschüssiger Kunststoff herausquillt. Der Würfel links oben nutzt gar keine Überlappung, während der rechts unten 100 Prozent des Zwischenraums ausfüllt. Die Fäden zwischen den Würfeln entstanden, weil wir vor Bewegungen zu wenig Filament eingezogen hatten.

rallisieren. Wir heizen unseren Tevo Tarantula fürs Drucken von ABS beispielsweise mit folgender Sequenz auf:

```
M190 S100 ;set bed to 100°C and wait
M140 S105 ;set bed to 105°C
M109 S220 ;set nozzle to 220°C & wait
M104 S230 ;set nozzle to 230°C
G28 X0 Y0 ;move X/Y to min endstops
G28 Z0 ;move Z to min endstop
```

Während der etwa 10 Minuten, bis das Bett 100 °C erreicht, bleibt das Hotend kalt, damit kein Kunststoff heraustropft. Sobald das Bett 100 °C erreicht, heizt es weiter bis 105°C, während die Düse auf 220 °C aufheizt. Das Aufheizen des Hotends dauert lang genug, damit das Bett bis dahin etwa 104 °C warm wird. Danach beginnt der Drucker schon mal die Achsen zu nullen, während die Düse die letzten 10 °C bis zur eigentlichen Drucktemperatur aufheizt. Anschließend hat das Bett die eigentlich geplanten 105 °C erreicht, während die Düse nicht weniger als 228 °C heiß ist – warm genug, um den Druck zu starten. Cura setzt die Temperaturen mit M140 S105 und M109 S230 und braucht damit ungefähr eine Minute länger zum Aufheizen.

G-Code mit Python

Schön, dass G-Code so leicht zu verstehen ist. Besonders Programme für 3D-Drucker geraten jedoch schnell sehr lang. Daher bietet es sich an, den Code mit einem Skript zu erzeugen, das in Sekunden Tausende von Codezeilen erzeugt. Ein solches Skript schreibt einfach Zeilen mit G1-Befehlen in eine Textdatei; die Frage ist nur, welche Koordinaten es jeweils für X, Y, Z und den Extruder E einsetzen soll. Für die Antwort muss man sich eine Detailvergrößerung vorstellen, was beim 3D-Drucken genau passiert.

Der Extruder drückt den Filamentfaden in die heiße Düse, wo der Kunststoff zähflüssig wird. Abhängig vom Druck, den der Extruder aufbaut, fließt mehr oder weniger Plastik durch die Düse und verteilt sich auf der Oberfläche darunter, beispielsweise der zuvor gedruckten Schicht. Um zu berechnen, wie viel Filament der Extruder durch die Düse schieben soll, muss man das Volumen des Plastikfadens kennen, der gedruckt wird. Wenn alles funktioniert, ist der so hoch wie die Schicht und drückt sich seitlich neben der Düsenöffnung leicht heraus. Das recht zähflüssige Plastik nimmt dabei zu den Seiten hin eine nahezu runde Form an. In



Bei diesem Teststück hat der Drucker hinten rechts gar kein Filament vor Bewegungen eingezogen und vorne links 9,5 mm³. Optimal ist wenig Einzug, aber auch keine Fäden – hier also 7 mm³.

der Mitte ergibt sich ein rechteckiger Bereich, der leicht breiter ist als die Düse (Breite w), also beispielsweise 0,42 Millimeter bei einer Düse mit 0,4 Millimeter großem Loch. Der Flächeninhalt dieser Form (ein Rechteck mit je einem Halbkreis links und rechts) beträgt

$$a = w \cdot h + \pi \left(\frac{h}{2} \right)^2$$

Das Volumen ergibt sich, indem man diese Fläche mit der Länge der gedruckten Linie multipliziert.

$$v = l \cdot a = l \cdot \left(w \cdot h + \pi \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right)$$

Damit die Düse genau diese Menge Kunststoff extrudiert, muss das Volumen des vom Extrudermotor nachgeschobenen Filaments exakt gleich groß sein.

$$v = e \cdot \pi \left(\frac{1,75mm}{2} \right)^2 \Leftrightarrow e = \frac{l \cdot \left(w \cdot h + \pi \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right)}{\pi \left(\frac{1,75mm}{2} \right)^2}$$

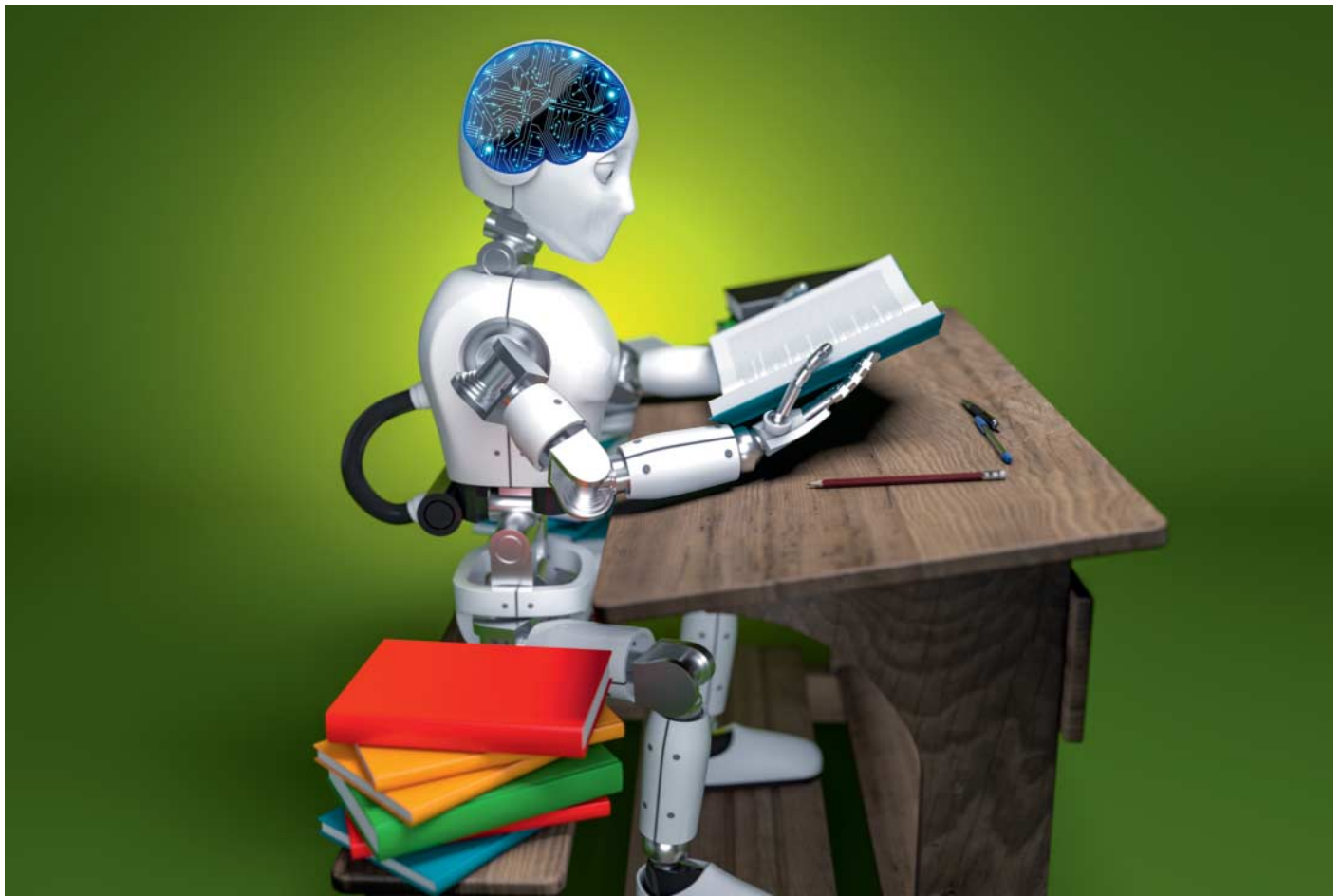
Damit Sie das nicht per Hand rechnen müssen, haben wir das alles in der Funktion `print_move()` unserer Python-Bibliothek `gcodehelpers.py` zusammengefasst (siehe ct.de/yww8). Der Funktion geben Sie einfach einen Startpunkt, einen Endpunkt und die aktuelle Position des Extruders, und sie gibt die neue Position des Extruders und den G1-Befehl mit allen Koordinaten zurück. Zusammen mit einer Schleife, die die Schichthöhe jeweils um 0,2 Millimeter erhöht, haben Sie schnell den G-Code für ein hohes rechteckiges Rähmchen generiert (Datei `generate_calibration_box.py` im Repository). Damit dieses Skript Code erzeugt, der problemlos auf Ihrem Drucker läuft, sollten Sie die Start- und Stoppsequenz in `gcodehelpers.py` noch so anpassen, dass sie zu Ihrem Drucker passt.

Unsere Bibliothek enthält noch einige weitere Funktionen, die es Ihnen einfach machen, Python-Skripte für eigene Teststücke zu entwickeln. Beispielsweise berechnet `dilate_erode()` mit der Bibliothek `shapely` die Koordinaten für Umrisslinien mit einem Abstand zu einem übergebenen Polygon. Die Funktion `print_brim()` nutzt das, um G-Code für einen Kragen um das Objekt zu erzeugen, der die Betthaftung erhöht. Ganz ähnlich erzeugt `print_wall()` Code für Wände mit mehreren Bahnen Dicke. Die Kombination aus `line_pattern()`, `infill()` und `print_layer()` füllt den Zwischenraum zwischen den Wänden auch aus. Im Skript `generate_line_overlap_cubes.py` haben wir das genutzt, um herauszufinden, wie stark sich nebeneinanderliegende Druckbahnen überlappen müssen, damit möglichst wenig Luft zwischen ihnen bleibt, aber auch kein Plastik überquillt. Mit ABS auf dem Tevo Tarantula konnten wir nicht mehr als 40 Prozent des Raums zwischen den Bahnen füllen – eine Erkenntnis, für die wir mit einem normalen Slicer tagelang einzelne Drucke hätten starten müssen.

Mit selbst programmierten Tests dieser Art finden Sie für die zahlreichen Parameter eines Slicers die bestmöglichen Werte heraus. Dafür verbrauchen Sie nur wenig Filament, können die Qualität Ihrer Drucke aber eventuell deutlich steigern. Das gilt besonders für billige Drucker, da sich die Hersteller hier meist nicht die Mühe machen, optimierte Presets mitzuliefern.

Schicken Sie uns ein Pull-Request via GitHub, wenn Sie `gcodehelpers.py` verbessern oder erweitern – beispielsweise um weitere Infill-Muster. Wir freuen uns auch über Ihre Ideen für Teststücke zum Kalibrieren – oder über Skripte, falls Sie gleich zur Tat schreiten. (jme@ct.de) **ct**

Repository, Dokumentation: ct.de/yww8



KI im Browser

Maschinelles Lernen mit JavaScript

Googles Projekt deeplearn.js bringt Webanwendungen maschinelles Lernen bei. Was heute vor allem zum Lernen und Experimentieren taugt, könnte Wegbereiter für neuartige Online-Projekte werden.

Von Herbert Braun

So faszinierend Maschinlernen ist: Der Einstieg ist selbst für routinierte Entwickler ganz schön schmerzhaft. Wer einen Webentwickler-Hintergrund hat und sich nicht mit schwergewichtigen Werkzeugen herumschlagen will, hat mit deeplearn.js einen neuen Zugang in dieses komplexe Feld zur Wahl. Diese JavaScript-Bibliothek bringt Maschinlernen in den Browser. Um eigene Anwendungen zum

Trainieren, Testen und Erkennen zu schreiben, braucht es nichts weiter als einen Editor sowie einen Chromium-Browser oder Firefox.

Hinter deeplearn.js steckt PAIR Code, eine KI-Initiative von Google. Die Bibliothek bringt dem Browser lineare Algebra bei und ermöglicht es, neuronale Netze zu entwerfen, zu trainieren und für Vorhersagen zu verwenden. Die Bibliothek teilt sich einige Konzepte mit TensorFlow, einem KI-Framework von Google; tatsächlich lassen sich auch TensorFlow-Datenmodelle importieren. Das Projekt ist noch recht jung, wie man der teilweise holperigen Dokumentation anmerkt.

Für praktische Anwendungen ist deeplearn.js derzeit kaum interessant, aber zum Erlernen der Grundlagen eignet es sich durchaus. Und die auf der Webseite vorgestellten Demos – etwa eine Handschriftenerkennung oder das Generieren von Grafi-

ken – lassen ahnen, dass KI-Anwendungen im Browser Potenzial haben könnten.

Testlauf

Sie können sich deeplearn.js mit der Node.js-Paketverwaltung npm installieren (`npm i deeplearn`) oder von GitHub herunterladen (alle Downloads unter [ct.de/y2fg](https://github.com/google/deeplearn.js)); beide Pakete enthalten eine größere Sammlung von Demos und Werkzeugen, etwa einen Compiler für die JavaScript-Alternative TypeScript und einen Webserver. Der kürzeste Weg führt jedoch über die fertig kompilierte Bibliothek, die Google unter <https://storage.googleapis.com/learnjs-data/deeplearn-latest.js> vorhält; diese können Sie direkt einbinden oder in Ihrem Projektverzeichnis speichern.

Die Dokumentation behauptet, deeplearn.js benötige Chrome für den Desktop, doch auch Opera, Vivaldi sowie mit Einschränkungen node.js funktionieren. Microsoft Edge brach mit einer Fehlermeldung ab, Firefox führte das im Folgenden beschriebene Testprojekt trotz einer Beschwerde über lange Skriptlaufzeiten aus. Als Hardware hat man idealerweise einen Rechner mit leistungsfähiger Grafikkarte zur Verfügung, aber ein normaler Laptop tut's auch. Einfache Demos lassen sich sogar auf Mobil-Browsern ausprobieren.

Als Startpunkt für den Browser brauchen Sie eine HTML-Datei, in die Sie `deeplearn.js` und Ihr eigenes Skript einhängen. Ansonsten gibt es im HTML nicht viel zu tun. Wenn Sie XAMPP oder eine andere Webserver-Umgebung installiert haben, rufen Sie Ihre Seite darüber auf, doch auch das direkte Öffnen aus dem Dateisystem im Browser klappt.

Ein erster Testlauf könnte ungefähr so aussehen:

```
const math = new deeplearn.
  NDArrMathGPU();
math.scope((keep, track) => {
  const matrix = track(deeplearn.
    Array2D.new([2, 3],
      [2, 4, 6, 8, 10, 12]));
  const vector = track(deeplearn.
    Array1D.new([0, 1, 2]));
  const result = track(math.
    matrixTimesVector(matrix,
      vector));
  console.log(result.getValues());
});
```

Eines der wichtigsten Features von `deeplearn.js` ist die Fähigkeit, den Grafikprozessor für die Berechnungen einzuspannen. Die per WebGL angesprochenen Shader-Programme laufen im Hintergrund und unterbrechen ihre Arbeit nur, wenn das Skript auf die Daten zugreift. Alternativ können Sie diese Aufgabe in der ersten Zeile mit `NDArrMathCPU` dem Hauptprozessor zuweisen, was zum Beispiel auf einem Laptop schneller sein kann.

`NDArr` steht für n-dimensionale Arrays, den zentralen Daten-Container in `deeplearn.js`. Ein simples Array wie `vector` ist eindimensional, die `matrix` hat hingegen zwei Dimensionen, deren Anordnung (`shape`) das erste Argument beschreibt. Diese Matrix sieht wie eine Tabelle mit zwei Zeilen und drei Spalten aus: Die erste Zeile lautet `[2, 4, 6]`, die zweite `[8, 10, 12]`. Wären nicht genau sechs Werte angegeben, würde `deeplearn.js` mit einem Fehler abbrechen. Die Bibliothek unterstützt auch Arrays höherer Dimensionen. Einfache (skalare) Werte gelten als nulldimensionale Arrays und lassen sich über die Klasse `Scalar` konstruieren.

Die Berechnungen mit diesen `NDArr` laufen in der `scope()`-Funktion ab. Die dorthin übergebenen Funktionen `keep()` und `track()` dienen der Garbage Collection. Normalerweise entsorgt JavaScript nicht mehr referenzierte Daten von alleine, aber da große Teile der Berechnungen

auf der GPU stattfinden, muss das Programm die aufzuräumenden Daten markieren: Ist die `scope()`-Funktion abgearbeitet, löscht `deeplearn.js` alle mit `track()` gekennzeichneten Daten aus dem GPU-Arbeitsspeicher, sobald diese nicht mehr referenziert sind. Das ist der empfohlene Weg, da beim Machine Learning oft beträchtliche Datenmengen anfallen. `keep()` hingegen stellt sicher, dass die betreffenden Daten erhalten bleiben.

Die Methode `matrixTimesVector()` multipliziert jede Zeile der Matrix mit dem Vektor und gibt die Summe zurück. Aus $0 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 2 \cdot 6$ und $0 \cdot 8 + 1 \cdot 10 + 2 \cdot 12$ ergeben sich die Werte 16 und 34, die das Skript in einer Konsole als Array ausgibt. Dabei bedient es sich der Methode `getValues()`, welche die Berechnungen der GPU unterbricht und an die CPU durchreicht. Einzelne Werte würden `get(0)` oder `get(1)` holen.

Blumen bestimmen

Zeit für ein Demo-Projekt! Ein Klassiker des Maschinenlernens kommt aus der Botanik: Die 1936 zusammengetragene Iris-Datenbank beschreibt 150 Exemplare dreier Arten von Schwertlilien anhand weniger Zahlenwerte. `deeplearn.js` soll diese Daten studieren und am Ende dazu in der Lage sein, bei neuen Eingaben in ein HTML-Formular die richtige Spezies zu erkennen.

Es geht hier also um überwachttes Maschinenlernen auf Grundlage eines neuronalen Netzes. `Deeplearn.js` erzeugt aus den Trainingsdaten einen Graphen, dessen Gewichtungen und Schwellenwerte sich mit jedem Lerndurchgang verfeinern. Neuronale Netze sind grob dem Vorbild des Gehirns nachempfunden und stellen das inzwischen meist beachtete Verfahren des Maschinenlernens dar. Eingabe und Ausgabe sind dabei über eine oder mehrere Zwischenschichten mehrfach verbunden. Neuronale Netze gehören zu den aufwendigeren Lernverfahren, bringen aber oft gute Ergebnisse.

Die Datenbank beschreibt die Länge und Breite der Kron- und Kelchblätter – also vier Messwerte – von je 50 Exemplaren von *Iris setosa*, *Iris versicolor* und *Iris virginica*. Sie können sie über `ct.de/y2fg` beziehen, wo Sie das vollständige Projekt finden – inklusive der hier nicht besprochenen Teile des Codes, die nichts mit Maschinenlernen zu tun haben.

Die Datenbank schreiben Sie am einfachsten als Array von Arrays in den Code.

`allData` enthält alle 150 Datensätze, `allLabels` die dazu passende Iris-Art in Form einer Nummer zwischen 0 und 2:

```
const allData = [
  [6.4, 2.8, 5.6, 2.2],
  [5.0, 2.3, 3.3, 1.0],
  ...
];
const allLabels = [2, 1, ...];
```

Bevor es mit der eigentlichen Arbeit losgeht, importieren Sie am besten die notwendigen `deeplearn`-Klassen in den globalen Namensraum, um sich lästige Schreibarbeit zu sparen:

```
'use strict';
['NDArrMathGPU', 'Graph',
  'Session', 'Array1D', 'Array2D',
  'SGDOptimizer', 'InCPUMemoryShuffled',
  'InputProviderBuilder',
  'CostReduction'].forEach(e1 =>
  window[e1] = deeplearn[e1]);
```

Graph und Tensoren

Nun generieren Sie ein paar grundlegende Objekte:

```
const math = new NDArrMathGPU();
const graph = new Graph();
const session = new Session(graph,
  math);
const dataTensor = graph.
  placeholder('input',
    [allData[0].length]);
const labelTensor =
  graph.placeholder('label', [1]);
```

`NDArrMathGPU` kennen Sie bereits. Der `Graph` ist das Objekt, das die beim Training notwendigen Berechnungen abbildet. Die Berechnungen selbst führen Sie innerhalb einer `Session` aus. Anders formuliert: Der `Graph` ist eine Funktion, die Sie mit einer `Session` ausführen. Und die Variablen in dieser Funktion sind die Tensoren.

Die Definition eines Tensors (die das Schwesterprojekt `TensorFlow` im Namen führt) klingt bei Mathematikern, Physikern und Informatikern ein bisschen unterschiedlich. Für `deeplearn.js` wie auch `TensorFlow` sind sie einfach Daten-Container für n-dimensionale Arrays. Im Beispiel sind `dataTensor` und `labelTensor` Platzhalter, die beim Training und Erkennen gefüttert werden müssen.

Die `placeholder()`-Methode weist diesen Tensoren einen Namen und eine Form zu. Der `dataTensor` soll später mit den Iris-Daten gefüttert werden. Diese

bestehen aus je vier Zahlwerten, das heißt, aus eindimensionalen NDArrays der Größe 4; daher hat `dataTensor.shape` den Wert `[4]`. Der `labelTensor` erwartet die zu den Daten passende Nummer der Iris-Art, die sich als simple Zahl ausdrücken ließe (in Machine-Learning-Terminologie: als Skalar beziehungsweise nulldimensionales Array). Allerdings lässt sich ein eindimensionales Array einfacher verarbeiten:

```
const multiplier =
  graph.variable('multiplier',
    Array2D.randNormal([1,
      allData[0].length]));
const outputTensor =
  graph.matmul(multiplier,
    dataTensor);
```

Der `outputTensor` kommt durch eine Matrix-Multiplikation (`matmul()`) des `dataTensor` mit den in einem `multiplier` enthaltenen Werten zustande. Das dem Beispiel zugrundeliegende neuronale Netz hat also die simpelste denkbare Struktur, bei der die Eingabeschicht ohne verborgene Layer direkt mit der Ausgabeschicht verbunden ist.

Vor dem Beginn des Lernens werden die Inhalte des `multiplier` mit `randNormal()`, einer normalverteilten Zufallsfunktion initialisiert. Anders als `dataTensor` und `labelTensor` wird `multiplier` nicht als placeholder geführt, sondern als `variable`. Überraschenderweise hat `multiplier` nicht wie `dataTensor` eine, sondern zwei Dimensionen. Das liegt daran, dass `matmul()` als erstes Argument eine Matrix (ein zweidimensionales Array) verlangt. Damit er dennoch zum `dataTensor` passt, hat der `multiplier` eine Zeile und vier Spalten, also die Form `[1, 4]`.

Daten-Feeds

Damit ist der Graph vorbereitet und erwartet die Trainingsdaten. Diese sind zuvor von konventionellen in NDArrays umzuwandeln:

```
const testSize = allData.length/5;
const data = [], testData = [],
  labels = [], testLabels = [];
math.scope((keep, track) => {
  for (let i = 0;
    i < allData.length; i++) {
    if (i < allData.length -
      testSize) {
      data.push(track(Array1D.
        new(allData[i])));
      labels.push(track(Array1D.
        new([allLabels[i]])));
    }
  }
});
```

deeplearn.js: Iris

Maschinenlernen im Browser

Ein Projekt von [Herbert Braun](#) für [c't Magazin](#), Herbst 2017

Das Skript testet die [Iris-Datensätze](#) ein, die mit 150 Datensätzen drei verschiedene Iris-Arten anhand von vier Attributen unterscheidet. Auf dieser Grundlage wird mit Hilfe von [deeplearn.js](#) ein Graph trainiert und getestet. Anschließend kann man selbst Daten eingeben. Die Maschine versucht, die dazu passende Art zu ermitteln. Die nicht alle Verknüpfungen der Daten, orientiert man sich bei der Eingabe am besten an den realen Daten (siehe Tabelle unten).

- » Starte Training und Tests ... (das dauert ein bisschen)
- » Trainiere mit 120 Datensätzen
- » Training abgeschlossen
- » Tests mit 30 Datensätzen
- » 29 von 30 Tests erfolgreich
- » Durchschnittliche Testabweichung: 0.187
- » Bereit für Eingabe
- » Trainingsdauer: 8.6 Sekunden
- » Gesamtdauer: 8.6 Sekunden
- » Eingaben: 4.8, 2.1, 3.4, 1.2
- » Iris versicolor erkannt (Ergebnis 1.052, Abweichung 0.052)



Die fertige Anwendung kann anhand von vier Daten eine Iris-Art bestimmen – ausschließlich mittels JavaScript.

```
} else {
  testData.push(keep(Array1D.
    new(allData[i])));
  testLabels.push(keep(Array1D.
    new([allLabels[i]])));
}
// ...
});
```

Zwecks Qualitätskontrolle empfiehlt es sich, nicht den gesamten Datenbestand fürs Training zu verbrauchen, sondern einen Teil für Tests zurückzuhalten. Der Code zweigt für diesen Zweck ein Fünftel der Datensätze ab, sodass 120 fürs Training übrig bleiben.

Wie in den Tensoren definiert, sind auch die in der Datenquelle skalaren Labels nun eindimensionale Arrays. Die `scope()`-Funktion kümmert sich darum, die Trainingswerte nach Gebrauch zu verworfen (`track()`), bewahrt aber die Testdaten auf (`keep()`).

Als nächsten Schritt fügen Sie Tensoren und NDArrays zu einem Datenfeed zusammen:

```
math.scope((keep, track) => {
  // ...
  const Ipb = new InGPUMemory,
    ↳ShuffledInputProvider,
    ↳Builder([data, labels]);
  const [dataProvider,
    labelProvider] =
    Ipb.getInputProviders();
```

```
const feedEntries = [
  {tensor: dataTensor,
    data: dataProvider},
  {tensor: labelTensor,
    data: labelProvider}
];
// ...
});
```

Die Klasse mit dem handlichen Namen `InGPUMemoryShuffledInputProviderBuilder` würfelt die NDArrays in der GPU durcheinander, hält dabei aber Datensatz und Label zusammen. Das ist ein Standardverfahren beim maschinellen Lernen. Es soll dafür sorgen, dass zu einer Pflanze gehörende Datensätze nicht hintereinander stehen und dies das Netz beim Lernen erst in eine, und dann in eine andere Richtung trainieren würde.

Mit der Methode `getInputProviders()` gibt der Input-Provider-BUILDER für jedes übergebene NDArray einen Input-Provider zurück. Dieser holt bei jedem Aufruf einen Datensatz aus dem Bestand. `feedEntries` packt die beiden als placeholder definierten Tensoren mit den passenden Input-Providern zusammen.

Um endlich mit dem Training beginnen zu können, brauchen Sie noch einen Kostentensor und einen Optimizer:

```
math.scope((keep, track) => {
  // ...
  const costTensor = graph.
    meanSquaredCost(outputTensor,
      labelTensor);
  const optimizer =
    new SGDOptimizer(.006);
  for (let step = 0; step < 400;
    ++step) {
    const fetchCost =
      (step+1) % 50? false : true;
    const cost = track(session.train(
      costTensor, feedEntries, 40,
      optimizer, fetchCost?
        CostReduction.MEAN :
        CostReduction.NONE));
    if (fetchCost)
      console.log('Kosten (' +
        step + '): ' + cost.get());
  }
});
```

`meanSquaredCost()` arbeitet mit dem durch Matrix-Multiplikation entstandenen `outputTensor` sowie dem `labelTensor`, der die korrekten Ergebnisse repräsentiert. Die Funktion berechnet die „Kosten“ (auch „Verlust“): die Abweichung der Vorhersage von den Daten. Bei fortlaufendem Training

sollten die Kosten immer kleiner werden. Der `SGDOptimizer` bestimmt, wie schnell sich das Modell beim Training verbessert. Bei der Lernrate ist Fingerspitzengefühl und Ausprobieren gefragt – ein zu großer Wert führt zu Datenmüll, ein zu kleiner benötigt viele Durchläufe. Sie können die Lernrate bei den Trainingsdurchläufen auch mit `setLearningRate()` nach und nach verkleinern. Bei der Anpassung der Ergebnisse nutzt der Optimizer das stochastische Gradientenverfahren (stochastic gradient descent, SGD).

Die 400 Trainingsdurchläufe sind ein Erfahrungswert, der halbwegs belastbare Ergebnisse liefert. Allerdings dauert das Training damit ein Weilchen – ohne schnelle Grafikkarte sollten Sie um die zehn Sekunden einplanen. Zum Debuggen können Sie auf Kosten der Zuverlässigkeit die Zahl niedriger ansetzen.

Um den Trainingsverlauf zu verfolgen, setzen Sie die Konstante `fetchCost` bei jedem fünfzigsten Durchlauf auf `true`; wie oben erläutert, unterbricht die Abfrage von Werten die GPU-Berechnungen und verlangsamt das Skript.

`session.train()` benötigt vier Argumente: den Kostentensor, den Daten-Feed, die Größe der Daten-Charge und den Optimizer. Als optionalen fünften Parameter nimmt die Trainingsfunktion die Art des Rückgabewerts entgegen, der im Beispiel von `fetchCost` abhängt. Die Größe der Charge (`batchSize`) ist ein weiterer Parameter, der sich erst in der Praxis herauskristallisiert. Eine größere Datenmenge nutzt die Fähigkeiten der GPU besser aus, liefert aber bei höherem RAM-Bedarf nicht unbedingt bessere Ergebnisse.

Jeder fünfzigste Durchlauf gibt einen Skalar zurück, dessen Wert die `get()`-Funktion ausgibt. Nun sollten Sie nach einanderfolgende Ausgaben sehen, deren Zahlwert sich immer weiter der Null annähert – das Zeichen für erfolgreiches Training.

Austrainiert

Der `outputTensor` ist nun gewichtet und kann recht treffsicher das passende Label zu einem Datensatz herausfinden. Die Tests mit den 30 verbliebenen Datensätzen unterscheiden sich kaum von den späteren echten Inferenzen, die auf Benutzereingaben folgen – daher packen Sie den dafür zuständigen Code in eine Funktion:

```
function dataInfer(data,
  correct = null) {
  const returnVal = {};
  math.scope((keep, track) => {
    const testFeedEntry = [
      {tensor: dataTensor,
       data: track(data)}
    ];
    const testOutput =
      session.eval(outputTensor,
        testFeedEntry);
    returnVal.result =
      testOutput.get(0);
    returnVal.resInt =
      Math.round(returnVal.result);
    returnVal.correct = correct;
    if (correct !== null)
      returnVal.ok =
        returnVal.resInt === correct;
  });
  return returnVal;
}
```

Die Funktion `dataInfer()` rufen Sie mit einem `NDArray` als Argument auf; bei den Testdurchläufen übergeben Sie außerdem das korrekte Label – also 0, 1 oder 2. Wie oben gesehen, öffnen Sie eine `scope()`-Funktion und erzeugen darin einen Daten-Feed. Diesen verfüttern Sie zusammen mit dem `outputTensor` an die `eval()`-Methode einer Session.

Das Ergebnis `testOutput` ist ein eindimensionales Array der Größe 1. Da dieses eine Gleitkommazahl enthält, müssen Sie runden; der Gleitkommawert ist aber ein Indiz dafür, wie sicher sich der Tensor bei seinem Ergebnis fühlt. Diese Einschät-

zung vergleicht die Funktion mit dem `correct`-Wert, falls er existiert, und gibt das Ergebnis als Objekt zurück.

Nun jagen Sie die 30 Testdatensätze durch diese Funktion:

```
for (let i = 0; i < testData.length;
  i++) {
  const test = dataInfer(testData[i],
    testLabels[i].get(0));
  if (!test.ok)
    console.warn('Test ' + (i+1) +
      ': ' + test.resInt + ' (' +
        test.result + '), expected: ' +
        test.correct);
}
testData.forEach(el => el.dispose());
testLabels.forEach(el =>
  el.dispose());
```

Da `dataInfer()` als zweites Funktionsargument eine Zahl, kein Array, erwartet, müssen Sie das Label mit `get(0)` aus dem `NDArray` auslesen. Scheitert der Test, geben Sie eine Warnung auf der Konsole aus – und ändern gegebenenfalls die Einstellungen fürs Training. Stellschrauben sind zum Beispiel die Lernrate des Optimizers und die Anzahl der Trainingsläufe. Die Testdatensätze haben nun ihre Dienste geleistet und können von der GPU gelöscht werden. Während dies bei den Trainingsdaten dank `track()` automatisch geschah, erledigt dies hier die `dispose()`-Funktion für jedes einzelne `NDArray`.

Die Zuordnung eines Labels zu eingegebenen Werten („Inferenz“) funktioniert im Prinzip wie das Testen, nur dass die Daten aus einem HTML-Formular kommen und die korrekte Antwort nicht bekannt ist. Die Details können Sie dem Beispiel-Code entnehmen. Da nicht alle Kombinationen von Werten sinnvolle Ergebnisse produzieren, stellt die Anwendung auch die vollständige Datenbank als Tabelle dar, sodass sich der Nutzer daran orientieren kann.

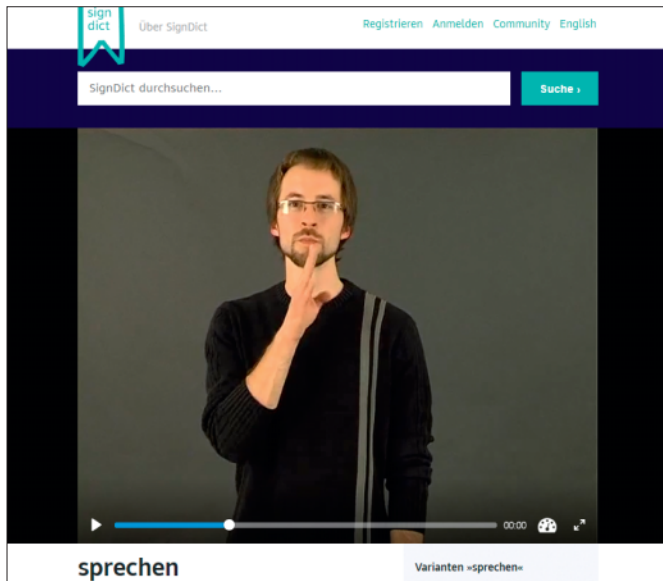
Zusammenspiel

Eine Anwendung, die vor dem Start erst zehn Sekunden rechnet? Praxistauglicher wird `deeplearn.js`, wenn es bereits trainierte Modelle verwendet, die dank Importfunktion auch aus TensorFlow kommen können. Das zeigt Wege auf, wie sich Maschinenlernen im Browser nutzen lässt, ohne dass die Daten das Gerät verlassen müssen. (jo@ct.de) **ct**

Downloads: ct.de/y2fg

Mit dem automatischen Verlaufs-Generator enthält die `Deeplearn.js`-Startseite bereits ein simples Demo der Bibliothek.





Wörterbuch für Gebärdensprache

beta.signdict.org

Es gibt ungezählte Wörterbücher für Schriftsprachen, auch online. Ein Pendant für Gebärdensprache fehlte bisher. Diese Lücke soll **SignDict** füllen. Bodo Tasche, der Initiator des Projekts, hat selbst gehörlose Eltern und sich mit dem Projekt einen Traum erfüllt. Mehr als 60 Menschen haben bisher über 4000 Gebärden bereitgestellt. Jeder kann mitmachen. Wer Gebärden beisteuern möchte, benötigt nur eine Webcam.

(jo@ct.de)

Nur ein Aufruf

<https://github.com/alex/what-happens-when/blob/master/README.rst>

Was passiert eigentlich, wenn man mit dem Browser eine Webseite aufruft? Der Browser lädt sie und stellt sie dar, klar, aber was geschieht im Detail hinter den Kulissen? Dieser Frage versucht sich Alex Gaynor mit seinem GitHub-Repository **what-happens** anzunähern. Schritt für Schritt fieselt er auseinander, was passiert, wenn man google.com in die Adresszeile eingibt und Return drückt. Das Projekt ist nicht mehr ganz taufrisch – der letzte Commit ist drei Jahre alt. Nichtsdestotrotz gibt es einen guten Eindruck davon, wie viele und welche Rädchen eigentlich ineinandergreifen müssen, bevor die Google-Seite erscheint.

(jo@ct.de)

Alle Links dieser Seite
unter ct.de/yj19



Kultur für alle

openculture.com

Dan Colman, der Autor von **Open Culture** hat es sich zur Aufgabe gemacht, hochwertige Quellen für Lehrmedien zusammenzutragen. Kostenlose Online-Kurse, Filme, Kunstwerke, eBooks – die Site hält Tausende Links auf interessante Websites bereit. Fast täglich kommen neue hinzu, die Colman in einem Blog präsentiert. Die Site ist nicht nur für Lehrer, sondern für jeden Kulturinteressierten einen Besuch wert.

(jo@ct.de)

Spaß mit Photoshop

jamesfridman.com

„Hey James, kannst Du mal schnell ...“ Photoshop-Ninja **James Fridman** erhält immer wieder solche Anfragen, bei denen es darum geht, etwas in Fotos hinein- oder aus ihnen herauszu-retuschieren. Klar kann er. Aber er erlaubt sich manchen Schabernack und veröffentlicht die Ergebnisse auf Twitter. Erhält er eine Anfrage einer Frau, die ein Bild von sich verändert haben will, weil sie mit ihrem Körper nicht zufrieden ist, macht er sich allerdings nicht über sie lustig, sondern versucht, sie in ihrem Selbstwertgefühl zu stärken.

(jo@ct.de)



Hype-Videos

Wie Restaurants ihren Gästen die Wartezeit auf die Speisen auf kreative Weise verkürzen können, zeigen die Videos von **Le Petit Chef**. Das Unternehmen projiziert liebevoll gestaltete Animationen auf den Esstisch.

www.lepetitchef.com

(verschiedene Längen)

Diese **Horror-Miniaturen** zeigen, dass man nur zwei Minuten benötigt, um den Zuschauern gehörige Schauer über den Rücken zu jagen.

youtu.be/jYZMn_f5Guk,

youtu.be/PtTt6bYVnuU,

youtu.be/_1o1UV3BGvQ, youtu.be/-f2b5J7_1mo

(verschiedene Längen, englisch)

Anzeige

Bei Elex gibt es viel zu entdecken. Insbesondere an Feinden herrscht kein Mangel; das Spektrum reicht vom Zyklopen über den Troll bis zum brachialen Kampfroboter.



Ruinentour mit Flugeinlage

Ein Meteorit ist auf dem Planeten Magalan eingeschlagen und hat die vormals dort blühende Zivilisation zerstört – aber den geheimnisvollen Rohstoff Elex hinterlassen. Im Rollenspiel **Elex** vom Essener Entwicklerstudio Piranha Bytes haben die wenigen Überlebenden Magalans sich in vier Fraktionen aufgeteilt und kämpfen um die Vorherrschaft inmitten der Ruinen. Besonders die Albs gehen dabei rücksichtslos vor und tun alles, um ihre Konkurrenten brutal zu unterjochen. Der Spieler schlüpft in die Rolle eines ausgestoßenen Albs, der zwischen alle Fronten gerät.

Vieles, was für Piranha-Bytes-Spiele seit der Gothic-Serie als typisch gilt, findet sich auch bei Elex: eine offene Spielwelt, starke Dialoglastigkeit und eine streckenweise derbe Sprache. Anders als manche frühere Titel des Studios läuft Elex technisch stabil. Statt in einer Fantasy-Umgebung mittelalterlicher Prägung ist die Handlung diesmal in einer postapokalyptischen Science-Fiction-Welt angesiedelt.

Zu Beginn steht der Spieler allein und ohne Ausrüstung da. Da er Verbündete braucht, muss er die Vor- und Nachteile der einzelnen Fraktionen abschätzen. Als Berserker kann er seine Gegner mit Schwertern und Magie bekämpfen, als

Kleriker geht er mit Plasmawaffen oder Psikräften um, als Outlaw nutzt er Gewehre und bewusstseinsweiternde Drogen. Ein Jetpack erlaubt es, Hindernisse kurz zu überfliegen und Angriffe aus der Luft zu starten. Die Entscheidung für eine Fraktion ist endgültig und hat weitreichende Folgen für den weiteren Spielverlauf.

Per Gamepad oder mit Maus und Tastatur dirigiert man den Spielhelden auf seiner Entdeckungsreise. Er trifft Monster und Roboter, erledigt Botengänge oder überfällt gegnerische Basen. Bald gilt es, einen Weg zu wählen: Soll er das Schmuggelgeschäft der Outlaws im Stützpunkt der Kleriker unterstützen oder lieber für Recht und Ordnung sorgen, um sich die Gunst der Stadtherren zu sichern? Insbesondere am Anfang gibt es fast zwangsläufig Frusterlebnisse, denn man wird in Gegenden geschickt, wo man mangels Erfahrung zum Opfer übermächtiger Gegner wird. Das Kampfsystem macht die Sache nicht leichter. Da Gegner sich nicht dauerhaft anvisieren lassen, enden besonders die Nahkämpfe im Chaos. Der computergesteuerte Gehilfe, den man mitnehmen kann, hält leider nicht genug aus, um eine echte Hilfe zu sein.

Es gibt keine Charakterklassen; der Spieler darf alles Mögliche zusammenwer-

fen. Ein Schwertkämpfer, der mit Lasergewehren schießt? Kein Problem. Neben den unterschiedlich zugeschnittenen Fraktionen und der großen Spielwelt zählt die nahezu freie Charakterentwicklung zu den Stärken des Spiels.

Weniger Begeisterung weckt die visuelle Gestaltung. Nur von ferne sehen die Eis-, Wüsten- und Waldlandschaften prächtig aus. Die Figuren wirken gemessen an dem, was man etwa von The Witcher 3 oder Mass Effect – Andromeda kennt, einigermaßen leblos. Wer zu der gut 60-stündigen Reise durch Magalan aufbricht, sollte sich auch keine Hoffnungen auf eine besonders reizvolle oder spannend erzählte Story machen. Auf der Habenseite finden sich wie schon zuvor gute Synchronstimmen, durchaus reizvolle Aufgaben und ein abwechslungsreiches Gegnersortiment.

(Andreas Müller/psz@ct.de)

Elex	
Vertrieb	THQ Nordic, www.elxgame.com
System	Windows (getestet), PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	3,4-GHz-PC, 8 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ○
Spaß ⊕	Dauermotivation ○
1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 50 €	

Zurück im Reich der Albträume

Drei Jahre nachdem Detective Sebastian Castellanos dem künstlich erzeugten Horror des Gehirne koppelnden Computerprojekts STEM entkam, muss er wieder zurück in die entsetzliche Traumwelt. Seine totgeglaubte Tochter ist in deren Weiten verschwunden, und die dubiose Organisation Mobius gibt Sebastian die Chance, sie zu retten. Das künstliche Pseudo-Paradies ist mittlerweile bevölkert von deformierten Monstern und Besessenen. Mit Armbrust, Messer und Flammenwerfer bekämpft Sebastian in **The Evil Within 2** auch die Geister der eigenen Vergangenheit.

Mit dem ersten „The Evil Within“-Spiel blieb Shinji Mikami vor allem im Hinblick auf die Atmosphäre seinem „Resident Evil“ treu. Freunde dieser Art von Survival-Horror fühlen sich auch im neuen Spiel zu Hause. Wieder steuert man den Helden aus der Verfolgerperspektive durch eine aufwendige Horrorwelt, in der groteske Gestalten ihr Unwesen treiben. Gelenkt wird per Maus oder Controller. In seinem neuen Horror-Trip kommt Sebastian schnell in Konflikt mit Stefano, einem psychopathischen Fotografen, der den Tod zur Kunst erhoben hat. Gejagt von Stefanos Kreaturen ist er in ständiger Bedrängnis. Laute Geräusche locken die Verfolger an. Wo immer es geht, ist Ausweichen günstiger als der direkte Kampf,

denn Munition ist knapp und bereits wenige fremde Treffer erledigen den Helden. Entkommen im Laufschrift ist auch keine Option, denn Sebastian kann nur kurz sprinten.

Die Flucht endet in der Kleinstadt Union, die anders als viele andere Schauplätze des Spiels eine große, frei erkundbare Welt ist. Hier kann man per Radio-Ortung die Spur der Tochter sowie verschollener Mobius-Agenten aufnehmen und sich zu Munition und Ressourcen führen lassen. Immer wieder findet man irgendwo Deckung und kann sich vor den grausigen Bewohnern der Stadt verstecken.

Nicht jeder Kontakt mit ihnen lässt sich vermeiden, und manche Begegnung muss der Spieler als ausgesprochen unfair empfinden. Allerdings nimmt die Frustration nicht überhand – nach und nach entdeckt man die zahlreichen taktischen Möglichkeiten. Wer sucht, findet alternative Wege zu gewünschten Zielen. Gegner lassen sich durch Flaschenwürfe ablenken, auch kann man die Umgebung nutzen. Pfützen bieten in der Kombination mit Schockpfeilen gute Gelegenheiten, ganze Gruppen zu betäuben. Molotow-Zombies können nicht nur den Helden in Brand setzen, sondern auch ihre eigenen Mitstreiter. Die Voraussetzung dafür ist, dass man zielsicher schießt. Erledigte

Gegner hinterlassen oft grünes oder rotes Gel, das sich gegen Verbesserungen eigener Fähigkeiten eintauschen lässt. Die wiederum sind in übersichtlichen Baumstrukturen organisiert. So gewinnt man etwa gesteigerte Sprintfähigkeit, verstärkte Widerstandskraft, erhöhte Munitionskapazität oder verbesserte Zielsicherheit. Waffenteile und Schießpulver müssen gesammelt und an Werkbänken zu Pfeilen und Patronen verarbeitet werden.

Visuell und in Sachen Atmosphäre ist das Spiel überzeugend gelungen. Allerdings wirkt das stückweise Erscheinen der Umgebungsdetails beim Laufen bisweilen irritierend. Obwohl es etliche Rückgriffe auf das erste Spiel gibt, muss man dieses nicht kennen, um den Horror von „The Evil Within 2“ zu genießen.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

The Evil Within 2

Vertrieb	Bethesda Softworks, https://theevilwithin2.bethesda.net/de
System	Windows (getestet), PS4, Xbox One
Hardwareanf.	3,5-GHz-PC, 12 GByte RAM, 4-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ○	Umsetzung ⊕⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕

1 Spieler • Deutsch • USK 18 • 60 €

Bei „The Evil Within 2“ ist aus dem künstlichen Pseudo-Paradies von Union eine grausige Hölle geworden. Teile der zerbrochenen Stadt schweben am Himmel, furchterregende Geschöpfe gehen um.





Bianka Bensch
**Livestreaming mit
Periscope und
Twitter**

mitp, Frechen 2017
ISBN: 978-3-9584-5462-0
159 Seiten
20 €

Rauskommen statt abtauchen

Längst haben Videodateien ihr früheres Flair des Besonderen verloren. Auf Social-Media-Kanälen ist inzwischen ein neuer Trend entstanden: Livestreams. Sie gehen, noch während sie entstehen, übers Netz.

Periscope ist ein Dienst, der solche Direktsendungen ermöglicht – er gehört mittlerweile zu Twitter und lässt sich vom Smartphone aus nutzen. In ihrem schmalen Büchlein erläutert Bianka Bensch, wie sich Livestreams mit der Twitter-App und der Periscope-App unter iOS und Android erzeugen lassen. Zudem beleuchtet sie die Entstehungsgeschichte von Periscope und grenzt den Dienst gegenüber Mitbewerber-Angeboten wie Meerkat und Facebook Live ab.

Leser, die nicht primär als Selbstermächteter, sondern als Zuschauer an Online-Live-Material interessiert sind, erfahren, wie sie aktuelle Formate finden, kommentieren und bewerten. Wer selbst aktiv werden will, erhält eine umfassende Einführung in die produktive Periscope-Nutzung.

Als Aufnahmegerät für spontane Streams reicht ein aktuelles Smartphone. Wer es größer angehen will, findet Kaufberatung zu Stativen, Mikrofonen und Hintergrundsystemen.

Der Charme von Livestreams liegt darin, dass vieles unvorhersehbar bleibt. Gerade deshalb sind aber Organisation und Planung wichtig, wenn ein Beitrag nicht amateurhaft wirken soll. Die Tipps im Buch beschränken sich nicht auf Arbeitstechnik und Struktur, sondern umfassen sogar Hinweise zum Abbau von Lampenfieber. Nicht zuletzt erfährt man, wie sich aufgezeichnete Stream-Inhalte für Blogs oder zum Hochladen auf YouTube weiterverwenden lassen.

Das Buch hält auch Hinweise für die Nutzung von Periscope für Unternehmenszwecke bereit. So empfiehlt es sich dabei, den Erfolg jeder Sendung auszuwerten und typische Kennzahlen wie die Anzahl der Zuschauer und der Rückmeldungen im Auge zu behalten.

Wie zu jeder Art von Veröffentlichung gibt es auch zum Livestreaming allerlei Rechtliches zu sagen. In einem Gastkapitel klärt daher ein Anwalt über die am häufigsten berührten Problemkreise auf – von Urheberrechtsverstößen bis zur Verletzung von Persönlichkeitsrechten.

Bensch hat ein komplettes Periscope-Handbuch geliefert – und noch deutlich mehr als das. Sie beschränkt sich nicht auf die Verwendung der App, sondern bietet noch viele nützliche Hintergrundinformationen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

Verstecken und verschlüsseln

Steganografie ist weitaus mehr als das beliebte Verbergen von Textmaterial in Bilddateien. In seinem Buch, das unter dem Dach unserer Schwesterredaktion Telepolis erschienen ist, zeigt Klaus Schmeh nicht nur das große Variantenspektrum dieser Technik. Vielmehr bezieht er auch den benachbarten Themenkreis der Kryptografie mit ein. Er erzählt Episoden aus Vergangenheit und Gegenwart rund um Tarnung und Verschlüsselung von Nachrichten. Dabei werden viele technische Ansätze beschrieben und anschaulich illustriert.

Mit im Blick ist die ganze Welt des nichtdigitalen Geheimschutzes. Wie wurden etwa früher in Kriegsgefangenenlagern Informationen verschlüsselt? Woraus besteht Geheimtinte und was bedeutet es, wenn Rettungsdienstfahrer über Funk berichten, dass drei Lkw in der Rettungswache seien? Manches, was der Autor behandelt, betrifft mehr oder minder banale Insider-Übereinkünfte – so verbirgt sich hinter letztgenanntem Beispiel lediglich die Bestellung dreier Leberkäs-Portionen für die Mitarbeiter der Wache mit dem Ziel, dass das Ganze von Vorgesetzten unbemerkt bleiben soll. Vieles im Buch Beschriebene berührt aber auch den Bereich von Geheimdiensten und militärischen Konflikten. Im Kern stellt sich stets das Problem, Informationen verborgen zu übermitteln – auch wenn es dabei nicht immer um Leben oder Tod geht.

Die Geschichten rund um diese Informationsübermittlungen lesen sich spannend wie kleine Krimis. Die Auflösung präsentiert Schmeh jeweils, indem er die verwendeten Techniken erläutert. So gewinnt der Leser zugleich Unterhaltung und Know-how. Trotz des breiten Ansatzes kommt die digitale Praxis des Versteckens und Verschlüsseln von Daten nicht zu kurz. So verrät der Autor das Potenzial unterschiedlicher Arten von Cover-Dateien zum Unterbringen von Nachrichten. Beispielfhaft erwähnt er Werkzeuge wie Openstegano und Steghide – allerdings geht er dabei nicht in die Tiefe.

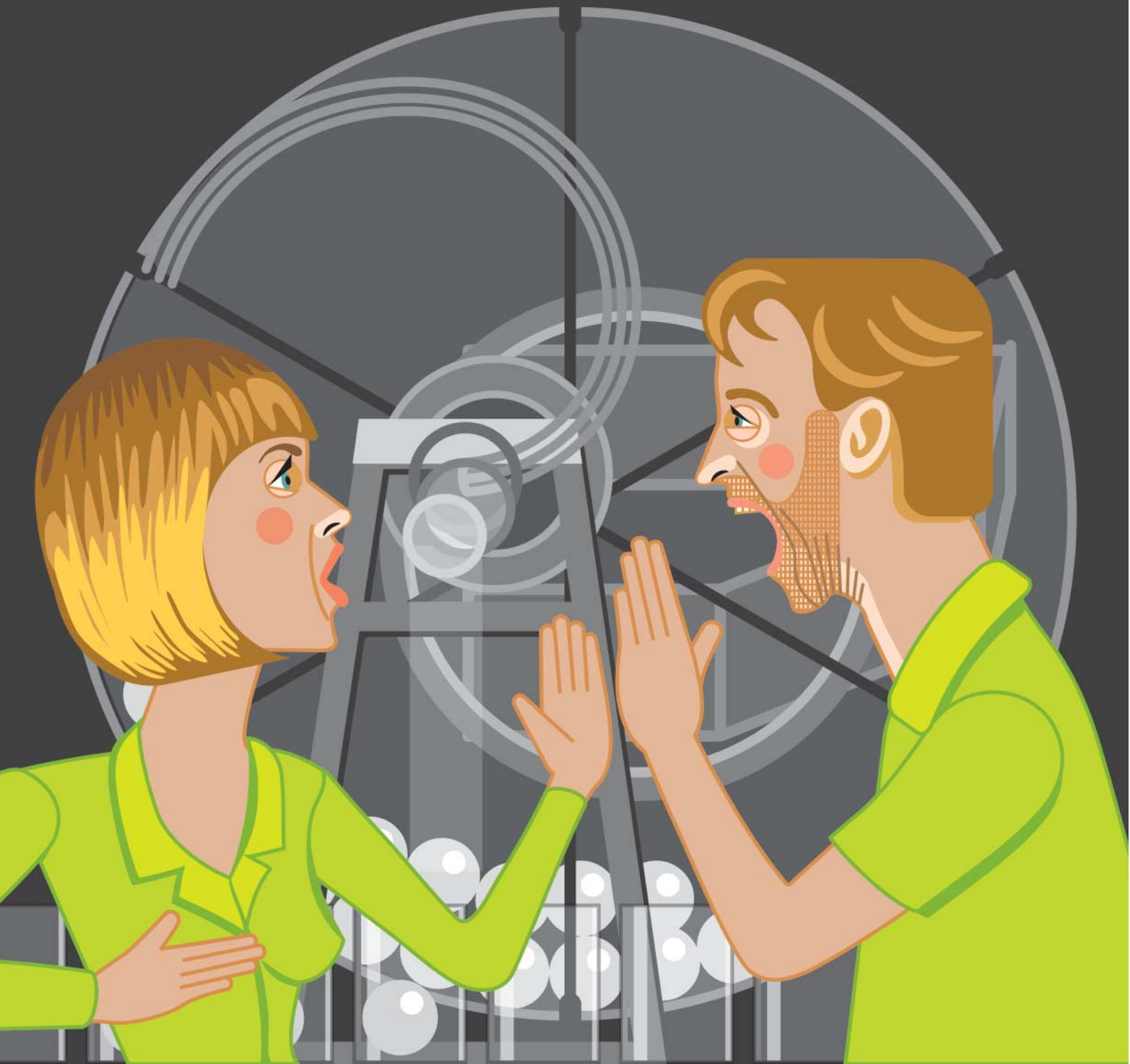
Die Lektüre setzt weder mathematische noch kryptografische Kenntnisse voraus. „Versteckte Botschaften“ ist ein ausgesprochen kurzweiliges und zugleich erhellendes Buch für alle, die Verschlüsselung spannend finden, gern Spionagegeschichten lesen oder kryptografische Techniken bisher als Buch mit sieben Siegeln empfunden haben. Auch Leute, die im Alltag bloß mal eine Nachricht unbemerkt übermitteln möchten, profitieren davon. Fachleute hingegen werden sich eher nach tiefer gehender Literatur umsehen. (Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Klaus Schmeh
**Versteckte
Botschaften**
Die faszinierende Geschichte der
Steganografie

Heise Medien, Telepolis-Buch,
Hannover 2017 (2. Aufl.)
ISBN: 978-3-9578-8103-8
318 Seiten
20 € (PDF-/Epub-E-Book: 16 €)

Anzeige



DIE KEINER-GEWINNT- LOTTERIE

VON C. S. DORCHAIN

© Copyright by Heise Medien

Ein Nullquantor ist nicht superlativierbar, Herr Bergen-grün“, fauchte Wilhelm, als er mit hochrotem Kopf aus dem Büro des CEO schoss, der ihn gerade als „die größte Null, die je an einem Rechner saß“ bezeichnet hatte – ein Wort gab das andere, und die Spuren verbaler Peitschenhiebe hingens unsichtbar lastend im Raum.

Eine wütende Ader pochte an Wilhelms linker Schläfe aufgrund dieser Beleidigung, und ein jäher Adrenalinschub mit elektrisierender Wirkung bis in die Fingerspitzen signalisierte ihm, dass er jetzt zu allem fähig wäre, was irgendwo unter den Paragrafen des Strafgesetzbuchs deklariert oder gegebenenfalls morgen in der „Bild“ online diskutiert würde.

In schlechten Filmen hätte er in dieser Situation geräuschvoll die Tür hinter sich zugeknallt, um seinem Zorn zumindest angemessenen akustischen Ausdruck zu verleihen. Doch in diesem miesen, grauen, krampfhaft auf Pseudo-Upper-Class hergerichteten Hinterhofbau eines Startups machten milchige Schiebetüren, die sanft rollend und atmosphärisch feige in der Wand verschwanden, den brisanten Abgang unmöglich. Betäubt vor Wut, Scham und Herzrasen taumelte Wilhelm die steile Wendeltreppe hinunter, die sich wie ein stählerner DNA-Strang durch das nüchtern-kahle Treppenhaus der Firma zog.

Erst auf der letzten Stufe wurde ihm plötzlich klar, dass er gerade eine Art Eigenkündigung inszeniert hatte und das miese Hinterhofgebäude, die Milchglasscheiben und CEO Bergen-grün vermutlich nie mehr sehen musste. Musste? Konnte! Und wollte!

In einer Doppelhaushälfte am Stadtrand gingen hellgolen die Lichter an, als sich die zur staubigen Straße gelegene Eingangstür mit einer leichten Drehung schloss. Wilhelm, mittlerweile eher erleichtert als erbost und wie von einer drückenden Bürde befreit, begrüßte seine bessere Hälfte Corinna, die im Halbdunkel des Wohnzimmers bereits mit Anspannung auf ihn gewartet hatte.

Innerlich war ihm zumute wie einem Pennäler, der die Schule schwänzt und zwischen gefühlter Grandiosität und schlechtem Gewissen schwankt – letzteres nicht wegen der Penne als solcher, sondern wegen der erschütternden Sinnlosigkeit von allem. Corinna erfasste die Situation mit der untrüglichen Intuition einer Frau, die aus dem Dunst einer Stimmung Fakten kondensieren kann. Die Frage, wie es nun weitergehen sollte, wie Kurzauftrag, Leasing-Rate und Hypothek gezahlt würden, stellte sich vorerst nicht – noch nicht, obwohl beiden klar war, dass sie nur gestundet war, nur auf ungewisse Zeit aufgeschoben.

Corinna, ihres Zeichens Künstlerin ohne Werk, betrachtete ihren langjährigen Gefährten nachdenklich, der mit groben Worten das Psychogramm seines ehemaligen Vorgesetzten zeichnete: Verklemmt, stur und zwangsneurotisch sei er, ein Kontrollfreak, der die USB-Sticks auf seinem Schreibtisch nach der Größe sortiere und in Schweiß ausbrüche, wenn einer außer der Reihe zu liegen käme. Unvorstellbar, schloss Wilhelm seine diagnostizierende Tirade, dass ein so ängstlich gehemmter Zeitgenosse wie Bergen-grün jemals das viel versprechende Ungewisse eines lauen Sommermorgens ohne Terminplan, die unvermutete Schönheit einer Fremden, die ihm spontan zulächelt, oder gar das

prickelnde Risiko eines Spiels auf Gewinn oder Verlust genossen habe.

„Weißt du was?“, fiel es Corinna plötzlich ein, „Es sollte eine Lotterie für Zwangsneurotiker geben. Für Leute, die innerlich so verkrampft sind, dass sie vor dem Risiko einer möglichen Gewinnchance Angst haben. Eine Lotterie, in der niemand gewinnt. Garantiert. Und wir sind die Bank.“

Was als Scherz begann, ja als Galgenhumor aus der Not geboren, entwickelte sich über Nacht zu einem unerwarteten Business-Erfolg, der seine Gründer verblüffte, spürbar bereicherte und sie schlagartig zu Berühmtheiten in der Spiel-Szene machte. Die Keiner-gewinnt-Lotterie mit ihren garantierten Verlusten wurde zum Geheimtipp, vom Geheimtipp zum Trend, vom Trend zum Hype, und es dauerte nur ein paar Wochen, bis das bekannte Gründer-Magazin „Start Kit“ Wilhelm mit offensiv werbenden Worten anmailte, ob er für ein Livestream-Interview über innovative Geschäftsideen zur Verfügung stünde.

Der neue Internet-Unternehmer mit seiner Vorliebe für formale Logik zierte sich zuerst sichtbar, um die Spannung künstlich zu erhöhen, dann gab er zögernd das Geheimnis seines Erfolgs preis: Blockchains – ein auf garantiert jedem Rechner lauffähiges über die ganze Welt verteiltes System sollte garantieren, dass niemand gewinnen kann.

Corinna erhielt unterdessen zahllose wütende SMS von alternativ eingestellten Künstlerfreunden, die ihr vorwarfen, bar aller Ideale völlig kommerziell geworden zu sein und die Ethik der Ästhetik für die Ästhetik der Knete verraten zu haben. Wilhelms Ex-Kollegen, die als Kleinanleger schlechte Erfahrung mit binärem Trading gesammelt hatten, empörten sich mit einer Mischung aus Frustration und schlecht verbrämter Eifersucht darüber, dass er eine Art bizarren Hedge-Fonds für Spielsüchtige gegründet habe und orakelten düster, dies würde ein böses Ende nehmen.

Die Spielsucht-Vereinigung „Anonyme Zocker e.V.“ hingegen feierte Wilhelm und Corinna wie Engel des Entzugs und ließ sich kaum davon abbringen, als dreizehnten Punkt ihres Selbsthilfe-Programms ein Abo bei der Keiner-gewinnt-Lotterie einzubauen. Pop-Philosophen überboten sich auf YouTube gegenseitig mit daseinskritischen Analysen über „das Spiel, bei dem keiner gewinnt“ und erhoben es zum Paradigma des Individuums im postfaktischen Zeitalter.

Psychiater diskutierten auf ihrer jährlichen Konferenz zur Erfindung neuer Krankheitsbilder – großzügig finanziert von der Pharma-Industrie –, ob sie das neuartige Störungsbild „Spielsucht in Ermangelung einer Gewinnchance“ unter „Störungen der Impulskontrolle“ in die internationale statistische Klassifikation der Krankheiten, den ICD-10, aufnehmen sollten, und ob Ritalin auch dagegen helfe.

Missgünstige Mitbewerber auf dem Lotterie-Markt jedoch, die noch so altmodisch waren, mit potenziellen Gewinnen zu locken, versuchten geradezu verzweifelt, das geschäftstüchtige Paar mit Abmahnungen in die Ecke zu treiben. Doch Dr. Adam Silvertongue LLM, ihr redegewaltiger Advokat, konterte stets gekonnt auf derartige Schadensmanöver und umhüllte die Erfolgreichen mit der undurchdringlichen Glasglocke makelloser Jus-Rhetorik. Der

Rechtsgelehrte mit der teuren Doppelschlaufe hinter dem Namen teilte jedem abmahnfreudigen Neider unmissverständlich mit, dass der rechtliche Disclaimer des umstrittenen Spiels juristisch „wasserdicht“ sei, da die online einsehbaren AGB unmissverständlich darauf hinwiesen, dass kein Los je gewinnen könne, ergo keine Täuschung im Raum stünde und derartige Vorwürfe *de iure* und *de facto* gegenstandslos seien.

Die Keiner-gewinnt-Lotterie war eine Solidargemeinschaft freiwilliger Verlierer, die über ihre Chancenlosigkeit nicht nur im Voraus informiert waren, sondern diese aus neurotischen Gründen auch zutiefst willkommen hießen – und dagegen ließ sich zum großen Kummer neidischer Konkurrenten rechtlich und sachlich nichts ausrichten. Der Strom der Anmeldungen verbreiterte sich zusehends über die beliebte Region DACH, wo das erleichterte ACH durch Kaffeehäuser und Chalets ging, in denen nun endlich gediegen gespielt werden konnte ohne den unerwünschten Nervenkitzel eines unkalkulierbaren Risikos, und erfasste zur Freude der ambitionierten Gründer bald auch Übersee.

JEDER, DER ZUM ECHTEN SPIELEN ZU FEIGE UND ZUR ABSTINENZ ZU ABHÄNGIG WAR, KAUFTE SICH EIN LOS.

Die meisten Neuanmeldungen kamen zuletzt tatsächlich aus den USA, wo verklemmte Puritaner, die befürchteten, wegen einer Wette in die Hölle zu kommen, sich und ihre fingerzeigende Presbyterianer-Sippschaft vor dem Feuer der Verdammnis retteten, indem sie sichergehen konnten, dass das verruchte Spiel ums Glück im Grunde keins war, da sie unter Garantie nie gewinnen konnten. Kurz: Jeder, der zum echten Spielen zu feige und zur Abstinenz zu abhängig war, kaufte sich ein Los. Und es waren viele, viele, viele. Das Geschäft florierte.

Die folgenden Monate vergingen wie im Traum. Wilhelm und Corinna erkundeten fremde Welten, fuhren morgens wahllos mit dem Finger über die Globus-App und buchten noch am selben Tag den Flug. Ihr Gepäck wurde in dem Maße leichter, wie ihre Kreditkarte nach Edelmetallen benannt wurde, und erstmals seit ihrem Studium war der Begriff „Last minute“ nicht mehr dem Kontostand geschuldet.

Das Letzte, was sie in der VIP-Lounge des Flughafens noch auf dem Bildschirm lasen, war, dass Slavoj Žižek seine Pamphlete über Micky Maus und den Spätkapitalismus nun mit „Winner takes nothing“ überschrieb und explizit auf die Keiner-gewinnt-Lotterie hinwies – dann bestätigte ihr Smartphone-Banking, dass diese unerwartete Werbung ih-

nen in Echtzeit einen zusätzlichen finanziellen Aufschwung und so vollends *carte blanche* für ihre Touristik bescherte.

Sie bereisten Puerto Rico, die Bahamas, die Osterinseln, das Great Barrier Reef in Australien mit seinen grotesk geformten Korallen, exotische Destinationen in Südostasien mit einem sinnesbetäubenden Meer von Gerüchen, Farben und Geräuschen, und Wilhelm stellte mit der Zufriedenheit eines Captain Cook fest, dass das geflügelte Wort der Informatiker stimmt und Java tatsächlich auch eine Insel in Indonesien ist. Er ließ sich dort tropische Orchideen um die Ohren ranken, während er mit der Virtual-Reality-Brille über den schimmernden Sandstrand spazierte und mit seinem virtuellen Hund, der in der grafischen Auflösung noch etwas plump daherkam, wieder und wieder Stöckchen holen spielte.

Corinna jedoch forderte Hawaii. Sie buchte zwei First-Class-Tickets inklusive Hula-Hula-Rock und begann, ihre künstlerische Ader auf schwarzem Lavagestein auszuleben, indem sie erkundete, wie es intuitiv im Xylophon-Stil bespielt klang (es war scheußlich). Abends saß die Dame des Koffers, in duftige Designer-Kreationen ohne Preisetikett gehüllt, auf dem Balkon der Fünf-Sterne-Suite und flötete versonnen auf einer Triton-Muschel, während der diskret weghörende Hotel-Boy einen giftig bunten Mango-Melon-Cooler für den weltgewandten Herrn servierte, der es mittlerweile für völlig selbstverständlich hielt, überall mit „Sir“ angeredet zu werden. Kurz, sie waren wie Kinder und bliesen das Geld in die Luft.

Nur eine einzige graue Wolke hing wie ein böses Omen am unendlich blauen Himmel des Paradieses: Was, wenn einer der Teilnehmer der Keiner-gewinnt-Lotterie per Zufall einen Fehler im Algorithmus entdecken und das Programm hacken würde? Was, wenn jemandes Rechner Abweichungen zur Blockchain produzierte und somit einen Gewinn ermöglichen würde?

„Sir“ Wilhelm beruhigte seine zuweilen aus ihrem gemeinsamen Traum nervös aufschreckende Gefährtin, indem er mit der Gelassenheit eines Weltmanns darauf verwies, dass nur ein Wahnsinniger, der so hoffnungslos retro war, dass er sogar Pokémon mit einem Poke-Befehl verwechselte, einen solchen Erfolg haben könnte. Und niemand, den er kannte, lebte heute noch in dieser Enklave der Ahnungslosigkeit und besaß zudem einen Rechner à la Industriemuseum.

Niemand außer vielleicht Bergengrün. Und der würde nie in einer so riskanten Sache wie der Keiner-gewinnt-Lotterie mitspielen – oder doch? Eigentlich war es ja gerade keine unsichere Sache, noch nicht einmal für ängstlich-vermeidende Zwangsneurotiker.

In dieser Nacht schlief Wilhelm unruhig. Er hatte geträumt, jemand habe in der Lotterie gewonnen. Am Morgen beschlich ihn ein Grauen. In einer jähren Woge der Panik ließ er sein Smartphone abstürzen, als er die erste E-Mail des Tages las. Im Betreff stand nur:

Nullquantor == SYS 64738 <\4> System KERNAL BLOCKCHAIN Reset.

Bergengrün hatte die Blockchain auf seinem C64 mit einem als Hashcode getarnten Befehl gesprengt und den Jackpot geknackt.
(bb@ct.de) 

Anzeige

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: „Server-Leistung on Demand“:
Peter Siering (ps@ct.de), „Technik unterm Tannenbaum“: Martin Reche (mre@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteure: Achim Barczok (ach@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de),
Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Gerald Himmelein (ghi@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de),
Ingo T. Storm (it@ct.de)

Ressort Software & Internet

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Bernd Behr (bb@ct.de), Holger Bleich (hob@ct.de), Dieter Brors (db@ct.de),
André Kramer (akr@ct.de), Lea Lang (lel@ct.de), Anke Poimann (apoi@ct.de), Martin
Reche (mre@ct.de), Peter Schmitz (psc@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüller (hps@ct.de), Andrea
Trinkwalder (atr@ct.de), Peter-Michael Ziegler (pmz@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@ct.de)

Redaktion: Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald
Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Johannes
Merkert (jme@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin
Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de), Olivia von
Westernhagen (ovw@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),
Andreas Stiller (as@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de),
Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian
Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Julius Beineke (jube@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de), Hartmut
Giesemann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de),
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@ct.de)

Stellv. Chefredakteur: Jürgen Kuri (jk@ct.de)

Redaktion: Kristina Beer (kbe@ct.de), Daniel Berger (dbe@ct.de), Volker Briegleb (vbr@ct.de),
Martin Fischer (mfi@ct.de), Daniel Herbig (dah@ct.de), Martin Holland (mho@ct.de), Axel
Kannenber (axk@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Andreas Wilkens (anw@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Ltg., uk@ct.de)

Koordination News-Teil: André Kramer (akr@ct.de)

Koordination Social Media: Martin Fischer (mfi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Ltg., rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de),
Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de),
Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Korrespondenten Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Frankfurt: Volker Weber (vowe@ct.de), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8,
64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

Nordamerika: Daniel AJ Sokolov (ds@ct.de),
91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de),
Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-
Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk,
Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wähler, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurhieden

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Maurer

Tablet-Producerin: Melanie Becker

Illustrationen

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,
Story: Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **3D-Illustrationen und Titelbild:**
tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Tipgeber: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tippgeber>

via Tor: sq4lecqyx4izcpk.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

DVD-ROM-Herstellung: Klaus Ditzze (Ltg.), Nicole Tiemann

Druck: Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;

Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 111,80 €,
Österreich 120,90 €, Europa 130,00 €, restl. Ausland 156,00 € (Schweiz 158,60 CHF);
ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 80,60 €, Österreich 87,10 €, Europa 98,80 €,
restl. Ausland 124,80 € (Schweiz 130,00 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-
Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF)
Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open,
GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI
(gegen Mitgliedsausweis): Inland 84,50 €, Österreich 88,40 €, Europa 102,70 €, restl. Ausland
128,70 € (Schweiz 117,00 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)

oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die
Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne
ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter
Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung
der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und
zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das
Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages
über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen
Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 26/2017

Ab 9. Dezember 2017 am Kiosk und auf ct.de



Die besten Smartphones

Samsung Galaxy Note 8, LG V30 und Huawei Mate 10 Pro bestehen fast nur noch aus einem Display und ihre Doppelkameras ahmen DSLR-Fähigkeiten nach. Ein Vergleichstest klärt, wer das beste High-End-Smartphone baut und ob das iPhone X das Feld von hinten aufrüllt.



Der optimale PC

In diesem Jahr macht der PC-Eigenbau besonders viel Spaß: Die Auswahl an attraktiven Prozessoren ist gigantisch. Wir liefern einen CPU-Überblick und schlagen Ihnen vier Hardware-Konfigurationen mit bis zu 16 Kernen vor.

Außerdem:

Vertrag fürs WLAN

Ein WLAN für Besucher gehört zum guten Ton – im Café, Restaurant und zu Hause. Mit einem Captive Portal informieren Sie Ihre Gäste über die Dos und Don'ts inklusive Zustimmung zu etwaigen Nutzungsbedingungen. Ein Raspberry Pi kümmert sich um die Verwaltung.

Firefox greift an

Mozilla hat seinen Browser massiv überarbeitet: Wesentliche Teile in Firefox 57 sind komplett neu und sollen abgewanderte Nutzer zurückholen. Wie schlägt sich Firefox gegen den übermächtig erscheinenden Google-Konkurrenten Chrome sowie die Systembrowser Edge und Safari?

Android Auto und Apple CarPlay

Mit Android Auto und CarPlay wollten Google und Apple beweisen, wie gut sich das Smartphone ins Auto integrieren lässt. c't hat nachgesehen, wie sich die beiden Plattformen entwickelt haben, was ihre Sprachsteuerung bringt und wie viele Apps anderer Hersteller mit ihnen spielen.

Noch mehr Heise-Know-how:



iX 12/2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



c't Hardware-Guide 2018 ab 27. 11. am Kiosk und auf heise-shop.de



Make Sonderheft 2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de