



Getestet: Intel Core X

Multikopter im Test • Flugschule • Rechtliches

Abheben mit Drohnen

Fotos und Videos aus der Vogelperspektive**Billig-Windows 10 S****Kotlin statt Java****High-Tech-Gastronomie****VR-Laufmaschine****Günstige Monitore und Grafikkarten • Praxis**

Jetzt auf 4K umsteigen



- High-End-Fritzbox 7590
- Surface Laptop & Surface Pro
- Dual-SIM-Smartphones
- WLAN-Verteiler Google Wifi

€ 4,70
AT € 5,00 | LUX, BEL € 5,50
NL € 5,70 | IT, ES € 6,00
CHF 6,90 | DKK 52,00

Docker-Praxis mit Linux

**Container für Web- und Heimserver
Dienste flexibel betreiben**

Anzeige



Docker macht was mit Menschen

Wer sich das erste Mal mit Containern beschäftigt, der landet schnell beim Wort Metaphysik. Die Container, ihre Entstehung und ihre Existenz wirken fast wie Hexerei. Als hätten die drei unheimlichen Schwestern aus Shakespeares Macbeth, statt Hundezungen und Bilsenkraut zu kochen, sich des Linux-Kernels bemächtigt, um Prozessen ihr Schicksal zu weisen.

Als ganz wirklicher Mensch hat man es zumeist nicht so mit Hexerei und es beginnt ein Prozess des Lernens. Mit der Durchdringung der Container bei null anzufangen ist nicht einfach. Es fühlt sich in etwa so an wie damals, als man die erste Programmiersprache gelernt hat. Die Syntax der Sprache ist nicht das Schwere, sondern das Konzept des Programmierens an sich ist die Herausforderung.

Der Weg ist manchmal steinig: Bis man einigermaßen verstanden hat, was die Container genau ausmacht und wie sie wirklich funktionieren, vergehen ein paar Tage vor dem Buch der großen Docker-Hexerei. Auch bei uns trat in Gesprächen noch das ein oder andere Missverständnis zu Tage: Die Frage, was die Container zu Containern macht, hat uns viel beschäftigt. Wenn dann zufälligerweise noch ein weiterer Kollege reinschneit, hat man gleich noch zwei sich widersprechende Ansichten mehr zum Verhältnis von Containern und Images. Was ist Teil des Containers und was des Images? Und bestehen Images aus Images oder aus Schichten?

Ein wenig Diskussion beseitigt die Verwirrung: Die scheinbar widersprüchlichen Meinungen sind beidermaßen richtig. Das Docker-Image ist ein Vexierbild. Das ist dann der Moment, in dem man begreift: Container haben etwas Philosophisches, denn auch vermeintlich widersprüchliche Dinge können zugleich richtig sein.

Dass Docker sich stets weiterentwickelt, macht es besonders spannend, aber es verpflichtet einen auch, immer am Ball zu bleiben: Die große Verbreitung führt auch zu immer neuen Anforderungen. Um diesen gerecht zu werden, bleiben manche Techniken auf der Strecke.

Wer die Docker-Hexerei erst einmal verinnerlicht hat, wird belohnt. Aus Probier- und Konfigurationsorgien werden zwei Dateien und ein Befehl und – hex, hex – wird daraus ein Mailserver, CMS oder eine Tor-Node mit Proxy. Das ist es, was Docker so erfolgreich macht. Den Einstieg in die Welt der Container lesen Sie ab Seite 106.

Doppelt plagt euch, mengt und mischt!
Kessel brodelt, Feuer zischt.

M. Schumacher

Merlin Schumacher

Anzeige

Anzeige

Inhalt 15/17

Trends & News

- 16** Prozessorgeflüster: Skylake-Bug, SPEC CPU 2017
- 18** ISC2017: Intel Xeon, IBM Power9, Cavium ThunderX2, AMD Epyc, NEC Aurora ...
- 22** OLED-Displays: Produktionsmaschinen fehlen, Lieferengpässe drohen
- 24** Netze
- 25** Server & Storage
- 26** Anwendungen
- 27** Technische Software
- 28** Apple
- 29** Hardware
- 30** Kernel-Log: Linux 4.12 mit Live Patching
- 32** Kommentar: Das Netzwerkdurchsetzungsgesetz bedroht die Meinungsfreiheit
- 34** Internet
- 36** Unite-Konferenz: Unity für mehr Augmented Reality
- 37** Trojaner NotPetya: Vorgetäuschte Erpressung
- 38** Spieletipps
- 40** Embedded Systems
- 40** Linux
- 41** Unternehmens-Anwendungen
- 176** Web-Tipps

Test & Kaufberatung

- 42** Android-Smartphone OnePlus 5 mit Dual-Kamera
- 46** **High-End-Fritzbox 7590**
- 47** **WLAN-Verteiler Google Wifi**
- 48** x86-NAS für 2 Laufwerke: TerraMaster F2-220
- 48** USB-3.0-Kartenleser für 3,5-Zoll-Schacht: Akasa AK-ICR-27
- 49** Radcomputer: Wahoo Elemnt
- 50** Microsoft Surface Book: Schick, aber mit Qualitätsmängeln
- 52** Hybrid-Smartwatch: Nevo Watch
- 52** Kameramikroskop: Andonstar USB Microscope
- 54** **Microsoft Surface Pro (2017)**

- 56** 14-Zoll-Notebook Asus B9440
- 58** Aktivitätstracker Garmin Vivosmart 3
- 58** Fingerabdruckscanner für Windows Hello: PQI My Lockey
- 59** Scan-App für iOS und Android: Adobe Scan
- 59** Mailserver-Testsuite: MXToolbox
- 94** Spiegellose Mittelformatkameras von Fujifilm und Hasselblad
- 96** **Dual-SIM-Smartphones**
- 102** **Getestet: Intel Core X**
- 126** **Microsoft Surface Laptop mit Windows 10 S**
- 128** **Billig-Windows 10 S**
- 178** Spieletipps
- 186** Buchkritik



Jetzt auf 4K umsteigen

Ein guter Büromonitor ist nicht nur groß und hochauflösend, sondern auch vielseitig verstellbar. Wir haben Displays von 24 bis 28 Zoll zwischen 350 und 750 Euro getestet sowie leise Grafikkarten um 80 Euro. Außerdem: Wie Sie 4K unter Linux und Windows einrichten.

72

Abheben mit Drohnen

Drohnen machen Spaß beim Fliegen und nehmen atemberaubende Luftbilder auf. Wir haben aktuelle Modelle getestet und zeigen, welche sich wofür eignen. Außerdem erklären wir die rechtlichen Spielregeln am Himmel und helfen mit einfachen Flugübungen beim Jungfernflug.

Wissen

60 Vorsicht, Kunde: HP macht Notebook per BIOS-Update kaputt

62 **VR-Laufmaschine: Pathbender Strider VR**

64 **High-Tech-Gastronomie**

70 Vorratsdatenspeicherung ist vorläufig ausgesetzt

Praxis & Tipps

72 Abheben mit Drohnen

76 Neun Drohnen zwischen 400 und 1600 Euro

86 Das bringt die neue Drohnenverordnung

90 Drohnen-Flugübungen für Einsteiger

106 Docker-Praxis mit Linux

110 Docker-Container für Heim- und Webserver

116 Container komfortabel vernetzt: User Defined Networks

120 Eigene Container für vorhandene und neue Dienste bauen

132 Amazons Sprachassistent Alexa im Kinderzimmer

136 Jetzt auf 4K umsteigen

142 4K-Monitore unter Linux

145 4K-Monitore unter Windows 10

146 Günstige Grafikkarten für 4K-Displays und Video

152 FAQ: 4K-Displays

156 Tipps & Tricks

160 VPN: Fritzboxen mit Profi-Firewalls vernetzen

164 Kotlin statt Java

168 Desinfec't anpassen und vielseitig nutzen

172 OneNote-Notizbücher sichern

Rubriken

3 Editorial: Docker macht was mit Menschen

10 Leserforum

15 Schlagseite

188 Story: Böses Erwachen von Martin Kreft

197 Stellenmarkt

200 Inserentenverzeichnis

201 Impressum

202 Vorschau



Docker-Praxis mit Linux

Container verändern den Umgang mit Software-Infrastruktur. Besonders populär ist Docker. Damit lassen sich Serverdienste flexibel verwalten und neue Strategien bei Planung und Betrieb umsetzen. Klingt kompliziert, es ist aber gar nicht so schwer, Docker auf Heim- oder Webserver einzusetzen.

Anzeige

Anzeige

Leserforum

3 Tonnen SIM-Karten

Prepaid-Mobilfunkkarten nur noch gegen Ausweis, c't 14/17, S. 174

Im Artikel steht auf Seite 176 der Satz „... war Anfang 2017 bekannt geworden, dass IS-Terroristen 200.000 Prepaid-SIM-Karten in Ungarn erworben und auch bei der Vorbereitung und Ausführung von Terroranschlägen eingesetzt hatten.“

200.000 Karten wiegen (mit Verpackung) in Summe etwa 3 Tonnen und haben einen Aufladewert der Größenordnung 1 Million Euro. Gehen Sie mal in einen Laden und fragen nach dem Lagerbestand. Ob sie auf 200 Stück kommen? Sie gehen also 1000-mal in den Laden, um 200.000 Karten endlich zusammenzubekommen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Terroristen so agieren, möge jeder selber beurteilen.

Lehrreicher als diese Zeitungsaktion ist das Endergebnis: Ungarn hat jetzt ein Gesetz, wo jede Prepaid-Karte einmal im Jahr registriert werden muss, ansonsten wird sie abgeschaltet. Die Anzahl der Karten pro Privatperson ist dabei auf 10 begrenzt. Die Registrierungspflicht gilt mit Stichtag 30. 6. 2017 auch für schon ausgegebene Karten.

Marcus Nemes

Sie übertreiben. Eine typische Prepaid-SIM-Verpackung mit beigelegtem Benutzerhandbuch wiegt unter 70 Gramm. Es sind also nicht einmal 1,4 Tonnen ;-)

Vorsprung durch Porno

Leserbrief von Achim Vogt zu VR-Pornos, c't 14/17, S. 10

Ich weiß gar nicht, woran sich Herr Vogt so stört. Es waren keine jugendgefährdenden Inhalte abgebildet. Und warum darf über Spiele mit FSK 18 berichtet werden, über diesen Industriezweig aber nicht? Jugendschutz fängt nicht mit Zensur, sondern mit Aufklärung und offenem Umgang statt Tabuisierung an. Daher großes Lob an die c't für ihre Offenheit im Allgemeinen und für das abgedruckte Interview mit Frau Ann-Marlene Henning bezüglich „Porno muss echter werden“ im Besonderen. Außerdem: Wer die Relevanz der Pornoindustrie für die Technikentwicklung in der IT ausblendet,

verschließt die Augen vor der Wirklichkeit: Meiner Meinung nach wurde der Siegeszug der Blu-ray gegenüber der HD-DVD vor einigen Jahren auch sehr stark durch das Bekenntnis der Erwachsenenfilm-Industrie zur Blu-ray beeinflusst.

Daniel Schmölzer

Geld alleine reicht nicht

Der DigitalPakt Schule soll Breitbandanschlüsse, WLAN und Lernplattformen ermöglichen, c't 14/17, S. 72

An einer gewerblich-technischen Berufsschule mit circa 2300 Schülern ist der IT-Einsatz eine Selbstverständlichkeit. Allerdings gibt es für unsere rund 600 PCs keinen hauptamtlichen Administrator. Das müssen die Lehrer neben ihrem Unterrichtsauftrag noch nebenbei erledigen. Für alle geldgebenden Stellen ist das auch nur logisch: Das Ministerium zahlt schließlich nur für Lehrpersonal, die Kommune ist nur Sachaufwandsträger. Da passt eine Administration halt nirgends rein, also gibt es auch von niemandem Geld für eine solche Stelle. So sind wir Pädagogen in unserer vielen Freizeit wenigstens auch beschäftigt und müssen uns nicht mit überflüssigen Fragen wie dem Einsatz von Schul-Clouds, innovativen Methoden der Wissensvermittlung, individueller Förderung mittels dynamischer Lernplattformen, ... herumschlagen.

Thomas Barmetler

Und die Batterien?

Neun Smartphones und ein Handy im Langzeit-einsatz, c't 14/17, S. 78

Langzeitnutzung von Smartphones ist ein vernachlässigtes Thema. Bitte bringen Sie mehr dazu! Ich habe bisher mit guter Erfahrung Restposten von ehemaligen Spitzenmodellen gekauft, denen ich dann Software-Updates aus unabhängiger Quelle (CyanogenMod) zukommen lasse. Momentan benutze ich so ein Galaxy S3. Mein erstes Smartphone, ein Galaxy S, hat meine Frau übernommen und benutzt es immer noch, wenn es auch langsam zu schwach für moderne Apps wird.

Eine Frage, die in Ihren Berichten bestenfalls gestreift wird, ist das Langzeitverhalten der Batterien, die man ja als Verbrauchsmaterial ansehen muss. Bei wech-

selbaren Batterien stellt sich die Frage, wie lange man für ein Modell brauchbaren Ersatz bekommen kann. Und bei nicht wechselbaren Batterien, was ja leider die Norm wird, interessiert den Nicht-Bastler vor allem, wie leicht man einen Kundendienst findet, der eine neue Batterie einbaut und zu welchem Preis. Ich vermisse mal, dass es in jedem Fall hilft, ein populäres Modell zu haben, aber Fakten wären mir lieber als Vermutungen.

Konrad Hinsen

Da diese Geräte alle privat gekauft wurden, haben wir die ursprünglichen Kapazitäten nie messen können. Deshalb waren hier nur Einschätzungen möglich.

Ungerechte Bewertung

Google Nexus 5X, c't 14/17, S. 83

Ich habe Ihre Bewertung des Nexus 5X gelesen und finde, sie wird ihm nicht gerecht. Enttäuscht bin ich davon, dass es das am schlechtesten bewertete Gerät im Test ist. Grund scheint zu sein, dass Ihr Handy nach dem Fotografieren bei Ihnen nicht mehr reagiert, was Sie der CPU zuschreiben. Bei meinen zwei Nexus 5X ist dies nicht der Fall. Bei mir klappt dies problemlos. Auch wird es wegen der schlechten Kamera abgewertet, gleichzeitig erhält das Nexus 5 eine bessere Bewertung trotz deutlich älterer Kamera und CPU. Daher finde ich die Bewertung nicht ausgewogen.

Jens Lachenmaier

Wir freuen uns über Post

 redaktion@ct.de

 [c't Forum](#)

  [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Ausgewählte Zuschriften
drucken wir ab und kürzen sie
wenn nötig sinnwahrend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

Nicht wirklich robust

Nokia 6310i, c't 14/17, S. 88

Schon nach einem Jahr hatte ich leichte Probleme mit der Tastatur, die sich dann aber glücklicherweise nicht ausweiteten. Nach ein paar Jahren war dann der Einschaltknopf defekt. Der sitzt auf einem Teil, das es nicht als Ersatz gab. Man kann es also nicht reparieren. Sehr schade. Leider hat das Gerät die üblichen Nokia-Eigenheiten. Eine Synchronisierung mit dem Mac ging nur über Onsync. Viele andere Programme versagten, weil Nokia sich nicht an die Standards hielt. Es gab keine Synchronisationssoftware für Apple von Nokia, dafür aber doch einige Firmware-Updates.

Volcanus

Galaxy S2 gut genug

Dem gekauften Gaul, Ältere Smartphones kaufen, reparieren und aufmöbeln, c't 14/17, S. 90

Meinen späten Einstieg in die Smartphonesparte (N900, ich vermisste dich immer noch, du Drecksding!) hatte ich 2013 mit einem HTC One S für 70 Euro. Anfang dieses Jahres (Akkulaufzeit <8 Stunden, CyanogenMod = tot, kein LineageOS-Image) sah ich mich nach „Neuem“ um.

Mein Blick fiel schnell auf ein, Achtung, Samsung Galaxy S2 (i9100). Preis bei rebuy: 34 Euro. „Machste nix falsch“, dachte ich mir, das Ding bestellen, LineageOS 14 (also Android 7.1.2) drauf gepackt und ... läuft. Wie ein Länderspiel. Ich bin hochzufrieden & habe in 4 Jahren rund 100 Euro für Smartphones ausgegeben.

Michael Weiss

MikroTik? Ubiquiti?

Netzwerksicherheit: WLAN-Router für Mehr-Zonen-Netze, c't 14/17, S. 108

Zugegeben, sowohl bei MikroTik als auch bei Ubiquiti ist man besser dran, wenn man Router und Access Point getrennt kauft (bei Ubiquiti gehts gar nicht anders), dann ist man aber auch weniger eingeschränkt bei der Platzierung des AP und die Routing-Funktionalitäten sind weit über dem, was die meisten Consumer-Router bieten. Bei mir ticken zum Beispiel ein Ubiquiti EdgeRouter-X mit einem AP-AC-LR, fünf VLANs, vier SSIDs (in drei verschiedenen VLANs), Dual-WAN-Anbindung, individuell konfigurierte QoS Queues, IPv6-Prefix-Delegation in drei

Subnetze und einer Sieben-Zonen-Firewall. Alles zusammen gibts für circa 150 Euro mit einer super WLAN-Abdeckung. Mit dem AP-AC-lite gehts noch günstiger. Die MikroTik-Router sollen ähnlich gut konfigurierbar sein.

Alestrix

Multi-LAN-Router für 20 Euro

Ich habe den bekannten Billig-Router TL-WR841N mit OpenWrt bestückt. Hiermit ist sogar Port-basiertes VLAN möglich, das heißt bis zu 5 Zonen (4 LAN-Ports + 1 WAN-Port) sind konfigurierbar. Die Einrichtung ist auch hier etwas trickreich, funktioniert aber einwandfrei und stabil. Hinweis: Als Ärgernis hatte sich bei mir die Fritzbox herausgestellt, denn meine 7430 nimmt keine Anfragen von außerhalb des eigenen Netzes entgegen, das heißt, das interne Netz muss im Router maskiert werden, damit aus dem internen Netz auf die Box zugegriffen werden kann.

Jan Dankert

Integrierte OCR

Schreibtischarbeiter, Tintenmultifunktionsgeräte für kleine Büros, c't 14/17, S. 96

Ich nutze einen Brother MFC-L2740DW für mein papierloses Büro. Mich stört allerdings, dass es keine durchsuchbaren PDF-Dateien auf meiner NAS per FTP ablegt. Deshalb bin ich seit längerem auf der Suche nach einem Gerät, das direkt (ohne OCR-Software auf dem Rechner oder einen Cloud-Service) durchsuchbare PDFs erzeugt. Leider bisher vergeblich. Ist das vorgestellte Gerät von Brother wirklich damit ausgestattet oder greift auch dieses auf einen Cloud-Dienst oder eine PC-Software zurück?

Markus Drexelius

Multifunktionsdrucker, die selbsttätig durchsuchbare PDFs erstellen, kosten in der Regel über 2000 Euro. Für so eine im Gerät integrierte OCR wäre der Prozessor im getesteten Brother-Drucker zu schwach. Die Angabe „integriert“ in der Tabelle bezieht sich auf das Scan-Programm oder im Fall Brother auf das Command Center. Ihr Gerät unterstützt den technischen Daten zufolge den Dienst Brother Web Connect. Um den Umweg über die Cloud kommen Sie leider nicht herum.

Windows für 20 Euro

Admin wider Willen, c't 13/17, S. 82

Sie raten von Illegalem ab und demnach dazu, Windows 10 nicht zu günstig zu erstehten; die Gefahr bestehe, dass man einen zwielichtigen Key erwirbt. Das ist korrekt, doch um die 100 Euro für Home (oder mehr für Pro) muss niemand ausgeben: Auf Amazon bietet Microsoft selbst Freischaltkeys für unter 20 Euro an. Wer DVD oder Stick nicht braucht, bekommt also direkt vom Anbieter und ohne Falle das Pro-Produkt.

Manuel Leib

Wir können solche Angebote auf Amazon nicht finden. In den Angeboten mit Windows-Lizenzen für unter 20 Euro ist Microsoft zwar als Hersteller angegeben, aber der Verkäufer ist nicht Microsoft. Auch die Bewertungen legen nahe, dass es sich nicht um Lizenzen direkt von Microsoft handelt.

Ergänzungen & Berichtigungen

Der verlorene Satz

Motorola Moto G 3. Gen., c't 14/17, S. 89

Der letzte Satz des Artikels ist verloren gegangen. Er lautet: „Erst im Februar kam Android 6.0.1, zwei Wochen später ein weiteres Update, dann bis Mai wieder nichts.“

Zu viele Sterne

Cisco-IP-Telefone an der Fritzbox betreiben, c't 14/17, S. 136

Die Editiersperre lässt sich nicht mit dem Tastencode ***# aufheben, sondern mit **#. Auf Seite 141 in der ersten Textspalte sowie im Textkasten in Spalte 1 muss folglich **# stehen. Da ***# das Telefon auf Werkseinstellungen zurücksetzt, sollte man auch nicht zweimal schnell hintereinander **# drücken.

Falscher NAS-Name

Hardware-Highlights auf der Computex 2017, c't 13/17, S. 16

Die Bezeichnung des NAS mit integriertem Akku lautet anders als angegeben Thecus N2820Pro.

Anzeige

Anzeige



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Prozessorgeflüster

Von revolutionären Chips und alten Ideen

Intel verliert an Boden, Prozessor-Bugs machen Ärger und mit IoT siehts auch nicht gut aus. Vielleicht wird es ja der revolutionäre Next Generation Core richten. Und vielleicht werden die nächsten Prozessorgenerationen den 3D-Speicher drahtlos anbinden.

Von Andreas Stiller

Chiphersteller Intel ist kurz davor, seine Spitzenposition bei den Halbleitern zu verlieren. Nach den Hochrechnungen der Auguren wird Samsung jetzt an Intel vorbeiziehen und die Führungsposition so schnell auch nicht wieder abgeben. Wie es bei Wallstreet Online heißt, habe Intel offenbar „seinen Platz in der Post-PC-Ära noch nicht gefunden“. Drohnen, VR, AI, autonome Autos – aber, wo geht die Reise hin?

Das vermeintliche Zugpferd IoT scheint auch nicht so der Renner zu sein. Und so verscherzt es sich Intel verstärkt mit vielen Entwicklern. Nach der kurzfristigen Absage des IDF – für das zahlreiche Entwickler schon gebucht hatten – folgt nun die Einstellung der IoT-Entwickler-

Boards Edison, Galileo und Joule (siehe S. 40). Da wird der PR-Chef von Intel-EMEA, Markus Weingartner, sich wohl mittelfristig nach einem Raspi oder was anderem Verlässlichen umsehen müssen, um sein – überaus leckeres – Bier in der Garage weitgehend automatisiert brauen zu lassen, was derzeit ein Edison erledigt [1].

Vielleicht zaubert Intel aber auch demnächst noch was epochal Neues aus dem Hut, soll doch ein „revolutionärer neuer Mikroprozessorkern das nächste Jahrzehnt befeuern und Erfahrungen bieten, von denen wir heute träumen“. So stand es jedenfalls in einer Job-Beschreibung unter Job-ID JRO001863 für einen Pre-Silicon Validation Engineer in Hillsboro für den Next Generation Core (NGC). Die markige Ausschreibung war des Guten wohl zu viel und so ist sie schnell wieder aus dem Web verschwunden.

Ob bei NGC wohl die Ideen mit Translation und Optimierung zur Laufzeit mit einfließen sollen, die Transmeta-Gründer Dave Ditzel einst beim Crusoe-Prozessor Anfang des Jahrtausends eingebracht und später bei Intel weiterentwickelt hat? Soweit man weiß, hatte sein Team bei Intel ein Design mit hervorragenden

Simulationswerten vorgelegt, aber offenbar war es zu revolutionär für die konservativen Chefs – es verschwand in der Schublade und Ditzel und mehrere seiner Mitkämpfer verließen enttäuscht die Firma und widmeten sich anderen Aufgaben.

Ditzel kam jetzt zur ISC 17 (siehe S. 18) nach Frankfurt, um in der Session über Speichersysteme in HPC als President und CEO von Esperanto Technologies über „revolutionäre“ neue Möglichkeiten zu sprechen, Energien vor allem bei der 3D-Speicheranbindung einzusparen. ThruChip Interface (TCI) – so heißt sein Vorschlag für drahtlos via Magnetfeld induktiv angekoppelte 3-D-Stacks von Speicherchips. Bei 7-nm-Fertigung soll TCI nur ein Siebzigstel der Energie aktueller 3D-Technik mit Silizium-Durchkontaktierung (Through Silicon Via:TSV) verbrauchen. Die technischen Details zu TCI hatte Ditzel schon auf der Hot-Chips 2014 vorgestellt, neu sind seine revolutionären Energiedaten.

Nebenbei rührte Ditzel auch stark die Werbetrommel für RISC V als eine hochqualitative, lizenz- und gebührenfreie RISC-ISA, für die es mit BOOM-4w (Berkeley Out-Of-Order Machine) inzwischen eine sehr performante und energieeffiziente Out-of-Order-Implementierung gibt.

Derweil rütteln an Intels gutem Ruf aber auch andere Dinge, etwa missglückte Stapelläufe von offenbar noch unfertigen Produkten wie dem Skylake X (siehe S. 102) oder gar Bugs, so wie der beim Skylake (inklusive X), den ich schon im vorvorigen Prozessorgeflüster als „problematisch“ eingestuft hatte. Er tritt gelegentlich unter „komplexen mikroarchitektonischen Bedingungen“ bei eingeschaltetem Hyper-Threading und bei bestimmten 8- und 64-bittigen Registerzugriffen innerhalb einer kurzen Schleife auf. Damals brachte ich noch die Hoffnung zum Ausdruck, dass die BIOSse den möglichen Workaround auch eingebaut haben – so siehts aber derzeit kaum aus, insbesondere nicht beim Kaby Lake, der ebenfalls vom Bug betroffen ist.



Historisches Bild vom Microprocessor Forum 2000: Transmeta-Chef Dave Ditzel (rechts) mit irgend-einem Journalisten, der freudestrahlend den Crusoe-Prozessor in die Kamera hält. Ob Intels Next Generation Core wohl Design-Ideen dieses Prozessors aufnimmt?

Energie für die Datenübertragung für 8 Speicherchips + 1 SoC			
Node	TCI	TSV	Wire bond
32nm	0,40 pJ/b	2,45 pJ/b	24,15 pJ/b
22nm	0,20 pJ/b	2,10 pJ/b	23,45 pJ/b
16nm	0,10 pJ/b	1,96 pJ/b	23,10 pJ/b
7nm	0,025 pJ/b	1,82 pJ/b	22,89 pJ/b

Quelle: Dave Ditzel

Die OCaml-Leute vom Debian-Projekt hatten bei ihrem Compiler schon Anfang des Jahres gelegentliche mysteriöse Segment-Fehler festgestellt, die nach Abschalten von Hyper-Threading spurlos verschwanden und bestimmte Code-Segmente als wahrscheinlichen Verursacher ausgemacht. Ich hab den verdächtigen Code mal mit gemischten rax- und ah-Operationen unter Windows nachprogrammiert und stundenlang einen Skylake Core i7 6700 auf allen „Pötten“ getriezt, bekam immerhin einmal eine mysteriöse Exception. Für Skylake-Systeme im Sockel 1151 mit CPUID 0x506E3 und 0x406E3 (Mobile-Version) hat Intel im Mai einen fehlerbereinigenden Microcode 0xBA in Microcode-20170511.tgz für Linux bereitgestellt, wobei je nach Distribution die Einbindung etwas unterschiedlich verläuft. Bei Kaby Lake (0x806E9 und 0x906E9) sollen es die Revisionen 0x5D/0x5D richen, die aber noch nicht in Intels Microcode-Datenbank enthalten sind.

Wer Windows fährt und nicht warten will, bis Microsoft (oder besser noch die

Board-Hersteller) ein Update liefern, kann mit dem VMware-Treiber cpumcupdate32/64.sys den neuen Microcode aus der Linux-Datenbank transient nachladen, so wie in „Prozessor-Patches“ in c't 7/16 beschreiben. Oder man muss eben Hyper-Threading im BIOS-Setup komplett abschalten.

SPEC CPU2017

1989, 1992, 1995, 2000, 2006 – eigentlich war von der Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) geplant, so alle vier bis fünf Jahre eine neue Version der CPU-Benchmark-Suite herauszubringen, doch diesmal hat es geschlagene elf Jahre gedauert, bis sich nach langem zähen Ringen die Mitglieder auf eine aktualisierte Version, auf Laufregeln und Fair Use geeinigt haben. Kein Wunder, sind doch Firmen wie Intel, AMD, ARM, IBM, Oracle, Cavium, Nvidia, HPE, Dell EMC, Lenovo, Inspur ... alle unter einen Hut zu bringen – und das dauert. Heraus kommt dann aber jedes Mal eine ziemlich einzigartige, quelloffene Benchmark-Suite, hinter der ein maximal breiter industrieller und akademischer Rückhalt steht und der, wie CPU2006 mit über 44.000 zumeist sogar kostenpflichtigen Einreichungen zeigt, auch sehr intensiv genutzt wird.

Wie gehabt teilt sich die Suite in Integer und Gleitkomma auf, es gibt jetzt aber unterschiedliche Codepfade für Geschwindigkeit (speed) und Durchsatz (rate).

SPECint bietet wieder ein breites Spektrum von Standardaufgaben, wie Videokompression, Routenplanung oder Compiler. Neu ist etwa ein Sudoku-Löser (in Fortran!). SPECfp enthält überwiegend Applikationen aus dem HPC-Bereich (in C/C++ und Fortran), auch Ray-Tracer (povray) und 3D-Rendering (Blender).

Multithreading per OpenMP und Autoparallelisierung sind für speed erlaubt, OpenMP ergibt aber nur bei SPECfp wirklich Sinn, da nur hier alle Applikationen das in HPC sehr verbreitete Multithreading Framework unterstützen.

Traditionell nimmt man einen sehr alten SPARC-Rechner (Sun Fire V490) als Vergleichssystem, sodass es recht unwahrscheinlich ist, Zahlen unter 1 zu bekommen.

Für eine Handvoll Systeme vom Desktop PC (ASUS Z170M-PLUS mit Intel Core i7-6700K) bis zum HPE Superdome (384 Kerne, Xeon E7-8890 v4) wurden auf spec.org zum Start schon Ergebnisse veröffentlicht. Für neue Einreichungen gilt erst einmal für einen Monat eine Pause („Dark Period“). Spannend wär ja AMDs Epyc – AMD hat bei meinem Besuch in Austin tolle CPU2017-Werte angedeutet, aber auf die muss man noch ein wenig warten. (as@ct.de) **ct**

Literatur

[1] <https://iq.intel.de/moderne-heimbrauerei-bier-mit-iot-technik-selbst-herstellen>

Anzeige

Heiße Rechner

Die International Supercomputing Conference 2017 in Frankfurt am Main

Mit über 3200 Teilnehmern legte die ISC17 abermals zu. Sie konnten auf der Konferenz zu aktuellen Themen des High Performance Computings vor allem auch die begleitende Ausstellung genießen – rund um Intel Xeon, IBM Power9, Cavium ThunderX2, AMD Epyc, NEC Aurora ...

Von Andreas Stiller

Traditionell wird zur Eröffnung der ISC die neue Top500-Liste der Supercomputer vorgestellt. Hier ragte, wie schon in der letzten Ausgabe berichtet, Europas schnellster Supercomputer Piz Daint vom schweizerischen Supercomputerzentrum (CSCS) in Lugano heraus – nicht nur in der Performance, sondern vor allem auch in

der Energieeffizienz. Mit 10,4 GFlops/Watt kam Piz Daint auf Platz 6. Das CSCS war bislang allerdings auch der einzige Betreiber, der einen nach den Regeln der Green500-Liste erlaubten, speziell auf Energieeffizienz optimierten Lauf eingebracht hatte. Dieser war zwar um 13 Prozent langsamer, verbrauchte dafür aber um 28 Prozent weniger Energie. Bei voller Linpack-Performance wären es 9,2 GFlops/Watt gewesen, damit hätte Piz Daint Platz 12 auf der Green500-Liste erreicht.

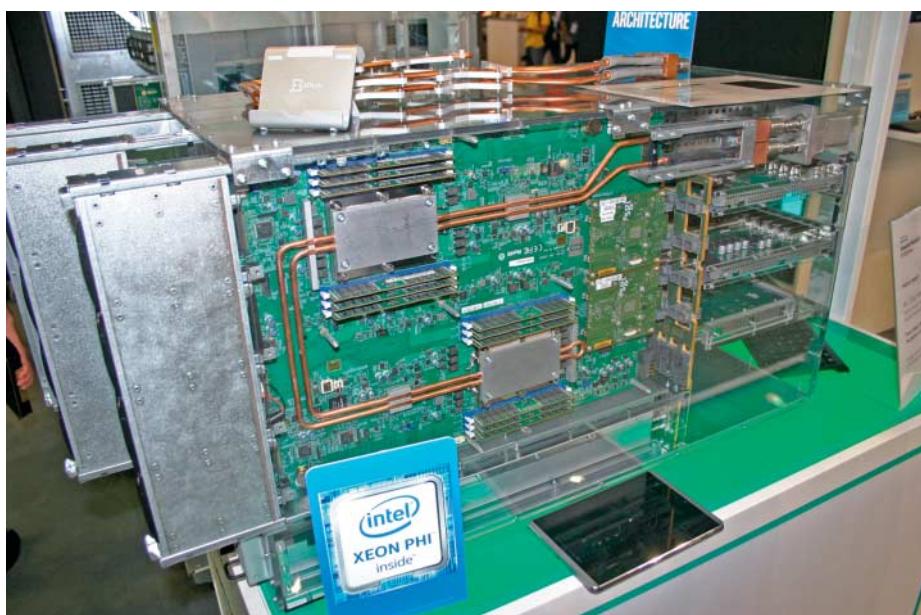
Green500-Sieger wurde mit 14,1 GFlops/Watt der mit Nvidia P100 bestückte Tsubame 3.0 am GCIC-Center in Tokio. Das Siegersystem HPE SGI 8600 mit SGIs ICE-XA-Architektur stellte HPE stolz am Stand aus. Nach Aufkauf von SGI entschied sich HPE für diese wasser gekühlte SGI-Linie und opferte dafür die hauseigene Apollo 8000. Das Besondere der Kühltechnik der ICE-XA-Architektur ist die Durchflutung der Kühlkörper mit

eng aneinanderliegenden Zu- und Rückläufen. Dieser Trick soll für etwa gleiche Temperaturen der zu kühlenden Chips sorgen. Bei kleineren Servern setzt HPE auf die mit Kunststoffverbindungen arbeitende Kühltechnik von CoolIT.

Heißwassergekühlte Systeme sah man allüberall, von Lenovo, IBM, Dell, Bull ... Auch das Chemnitzer HPC-Haus Megware ist mit seiner Kühltechnik Cold-Con gut dabei. Es hat im Rahmen der Slice-LC-Serie zudem wassergekühlte Netzteile und als Erster auch heißwassergekühlte Omni-Path-Switches im Programm. Aus dieser Serie wird derzeit der CoolMUC3 am Leibniz-Rechenzentrum mit 148 Knoten aufgebaut.

Thunder-Metamorphose

Bull hat das heißwassergekühlte Blade-System Sequana X1310 vorgestellt, das mit Cavium Thunder X2 laufen soll. Auch Penguin hat ein Thunder-X2-System im Angebot, jedenfalls kann man es schon bestellen. Die Auslieferung ist fürs dritte Quartal geplant. Ob das bis dahin klappt, sei dahingestellt. Thunder X2 ist nämlich nicht mehr der Thunder X2, den Cavium im letzten Jahr angekündigt hatte. Anfang des Jahres hatte Cavium nämlich von Avago/Broadcom das Vulcan-Design aufgekauft. Wie es auf der ISC offiziell hieß, habe man inzwischen die Designs „ge-

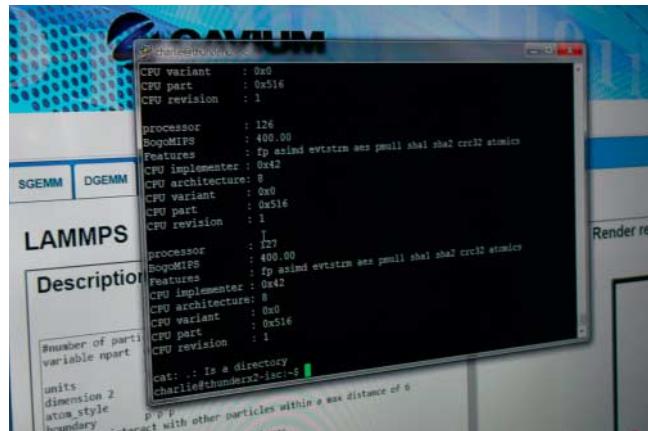


Nein, kein schneller „Kupfer-Interconnect“ zwischen den beiden Xeon-Phi-Knoten, sondern die spezielle SGI-Kühltechnik mit dicht aneinanderliegenden Zu- und Rückläufen, so wie sie in der HPE SGI 8600 zum Einsatz kommt



Hier zum Vergleich das wasser gekühlte Xeon-Phi-Serverboard von Megware

Anzeige



Cavium ThunderX2 wurde intern mit dem zugekauften Vulcan von Broadcom „gemergt“. Noch sah man keinen lauffähigen Rechner, aber wir konnten remote auf ein Entwicklungssystem mit 128 Kernen zugreifen.

mergt“. Insider berichteten, dass wesentliche Kernteile aus dem Vulcan eingeflossen seien. Als Chefarchitekt wirkte inzwischen Avinash Sodani, der im letzten Jahr noch Intels Chefarchitekt für Xeon Phi war. Man sah schon etliche riesige ThunderX2-Chips, allerdings kein lauffähiges System.

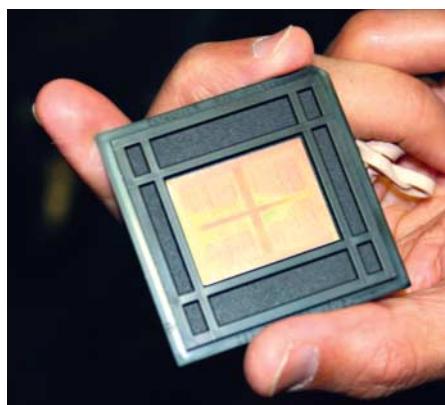
Der beeindruckendste neue Rechner ist wohl der Mare Nostrum 4 am Supercomputerzentrum in Barcelona. Allein schon seine Umgebung ist einzigartig: die alte Kapelle „Torre Girona“, die auch schon seine Vorgänger beherbergte. Und dann das Konzept, das unter Federführung von IBM Zug um Zug in Zusammenarbeit mit Lenovo, Intel und Fujitsu umgesetzt werden soll. Am Barcelona SC sollen nämlich gleich vier verschiedene Architekturen aufgebaut werden. Die erste und größte Ausbaustufe wurde jetzt in rekordverdächtiger Bauzeit fertiggestellt. Lenovo begann im Mai mit dem Aufbau der 48 Racks mit den ThinkSystem-SD530-Servern, bestückt mit Intels nagelneuen Skylake-SP-Prozessoren (Platinum 8160). Und schon im Juni erreichte die Ausbaustufe mit insgesamt 3400 Knoten 11 PFlops und konnte damit als zweitschnellster Europäer Platz 13 in der Top500-Liste erreichen. Etwas kleiner ist der fürs nächste Jahr geplante Cluster mit Power9 und Nvidia V100, der auf 1,5 PFlops veranschlagt wird. Dann sollen noch zwei Systeme mit Intel Xeon Phi und Fujitsu Post-K (auf ARM64-Basis) hinzukommen, jeweils etwa mit 0,5 PFlops. Alle Rechner sollen über das PRACE-Projekt europaweit genutzt werden.

Apropos IBM und Power9, man liege gut im Zeitplan, so IBMs HPC-Chef Dave Turek zu c't. Der Summit-Supercomputer fürs Oak Ridge National Lab soll gegen Ende des Jahres zu einem Viertel aufge-

baut sein, mit seinen Nvidia-V100-Karten dann vielleicht 40 bis 50 PFlops liefern. Der Vollausbau auf 4600 Knoten, ein jeder mit 40 TFlops, soll dann im nächsten Jahr erfolgen. Der mit einer theoretischen Spitzenleistung von 100 PFlops etwas kleinere Sierra fürs Lawrence Livermore National Lab soll ebenfalls 2018 in Betrieb gehen. Als erster Prozessor unterstützt Power9 auch PCIe 4.0 – als einzige Karte gibt es derzeit allerdings nur 200-Gbit-InfiniBand von Mellanox.

ThinkSystem statt Thinkpad

ThinkSystem, so heißt ab jetzt die Serverlinie bei Lenovo. Sie wurde für die neue Xeon-Generation erstmals komplett von Lenovo entwickelt, ist also kein Erbstück mehr von IBM. Für die PC-Linie sieht Konzernchef Yang Yuanqing indes keine Zukunft mehr, Lenovo will jedoch Platz eins bei Datenzentren, Supercomputern und im mobilen Internet anstreben. Dabei mithelfen soll als Serverchef übrigens ein



IBMs HPC-Chef Dave Turek konnte keinen Power9-Chip zeigen, doch Power9-Architekt Shakti Kapoor hatte gleiche mehrere in seiner Tasche, sogar einen geöffneten (hier in Shaktis Hand).

guter alter Bekannter der Szene: Kirk Skaugen war 24 Jahre bei Intel und hatte dort die Serversparte und im letzten Jahr die Client Computing Group geleitet.

HPE und DellEMC werden das Terrain jedoch nicht kampflos räumen, hinzu kommen mit Inspur und Huawei weitere stark expandierende Konkurrenten aus China. Alle haben auch neue Multi-GPU-Serversysteme im Angebot, für PCIe schon länger, nun auch für den SMX-Sockel mit Nvidia NVlink. HPE und Dell bieten Serverboards für vier Tesla P/V-100 an. Inspur hat ein System für acht, ähnlich Nvidias DGX-1, und dürfte vermutlich deutlich preiswerter sein. Nvidia zeigt derweil überall schon Tesla V100 (Volta) als PCIe- oder SMX-Karte herum, in Betrieb sah man aber noch keine.

AMD war nur mit einem arg kleinen Stand vertreten und zeigte die neue Radeon Instinct mit Vega-Architektur. Zwei Epyc-Systeme standen arbeitslos auf dem Tisch zwei Tage verschlossen herum, die öffnete AMD erst am letzten ISC-Tag nach dem Stapellauf in Austin ganz unspektakulär – kein Sekt, kein nichts, keine Party ... Bei den Board-Herstellern Supermicro, Gigabyte, Tyan sah man ansonsten noch das ein oder andere Epyc-Board, nicht aber bei HPE oder Dell. „Wir haben noch keine Prozessoren von AMD gekriegt“, so verlautete es entschuldigend von HPE. Nicht einmal das geplante Storage-System Cloudline CL3150 konnte man bewundern. Und der Ex-Hpler Ed Turkel, jetzt HPC-Chef von Dell, deutete an, dass man ein Power-Edge-System mit Epyc wohl erst weit später im Jahr anbieten werde.

„Wir evaluierten auch AMDs neue Serverprozessoren, schließlich schauen wir auf eine jahrelange gute Zusammenarbeit zurück“, so auch Crays Chief Strategy Officer Barry Bolding zu c't. Cray hat nicht nur den schnellsten nichtchinesischen Rechner in der Top500-Liste – Piz Daint am CSCS –, sondern zum Auftakt der ISC gerade wieder einen dicken Auftrag aus Neuseeland vom nationalen Institut für Wasser- und Atmosphärenforschung an Land gezogen, zwei XC50 und ein CS400-Cluster im Wert von 18 Millionen Dollar. Beide Institute beschäftigen sich auch intensiv mit Klimaforschung, etwas, was in den USA ja nicht mehr so auf der Tagesordnung steht.

Ab Oktober will NEC neues Leben in die „Beschleunigerszene“ bringen und erste Muster vom Vektorrechner Aurora auf einer PCIe-Karte ausliefern. Er ist kein



Erfolgsverwöhnt: Das Siegerteam der Student Cluster Competition von der Tsingha Universität bekam den Preis von Prof. Thomas Sterling (rechts) überreicht.

wirklicher Beschleuniger, sondern läuft stand-alone und benutzt das gastgebende System nur für I/O. Wie groß der High-Bandwidth-Speicher on board sein soll, hat NEC immer noch nicht verraten („groß ...“). Auch die Zahl der Kerne ist noch etwas unscharf: „Höher als 4 und niedriger 16“, hatte Chefingenieur Shintaro Momose schon auf der CeBIT angedeutet, also vielleicht etwa 10. Mit über 150 GByte/s pro Kern kommt Aurora dann mindestens auf 1,5 TByte/s – zum Vergleich, Nvidia Tesla V100 hat 900 GByte/s.

Student Cluster Challenge

Das Team aus Boston musste kurzfristig absagen, so kämpften dann nur elf Studenten-Teams aus USA, China, Deutschland, Spanien, Schottland, Singapur und Südafrika um die Benchmark-Krone, wer die besten Ergebnisse im Rahmen des vorgegebenen Power-Limits von 3 kW schafft. Aber nicht nur Benchmarkkünste waren gefordert, zehn Prozent der Punkte wurden auch im Rahmen einer sehr anspruchsvollen Befragung vergeben.

Benchmarks wie Linpack, Tensorflow, HPCC, HPCG und so weiter standen auf dem Programm, und es war schon im Vorfeld klar, ohne mindestens eine Handvoll Nvidia Tesla-P100-Karten hat man keine Chance. Des ungeachtet stürzte sich frohgemut, wenn auch chancenlos, das Team aus Barcelona mit einem Cavium-ThunderX-Cluster ins Rennen, wofür es auch den Publikumspreis erhielt. Ebenfalls ohne GPUs ging das All-Girl-Team von NERSC von verschiedenen US-Universitäten ins Rennen – damit kam es gegen die harte Konkurrenz nicht an. Das erfolgsverwöhnte Siegerteam der Tsingha Universität in China hatte zuvor schon die Asia Student Supercomputer Challenge (ASC) und die auf der SC16 gewonnen. Es wurde jetzt dicht verfolgt von dem Team aus dem Centre for High Performance Computing (CHPC) aus Kapstadt. Vom Kap kamen ebenfalls schon mehrmals die Sieger auf der ISC. Den besten Linpack schafften mit 37,07 TFlops aber die Studenten der Friedrich-Alexander-Universität aus Erlangen-Nürnberg, gut ausgestattet mit 12 Tesla-P100-Karten.

(as@ct.de) **ct**

Anzeige

Kleine OLEDs, kleine Mengen

Produktionskapazitäten für mobile OLED-Displays werden knapp

Wenn iPhones von Apple im Herbst in die OLED-Liga aufsteigen, wird die Luft dünn: Es gibt weltweit viel zu wenig Produktionskapazitäten. Das könnten chinesische Gerätehersteller zu spüren bekommen.

Von Ulrike Kuhlmann

Die Produktion von OLED-Panels haben Samsung und LG untereinander aufgeteilt: LG stellt sämtliche organischen Displays für große Fernseher her, Samsung liefert 95 Prozent aller kleinen OLEDs für Smartphones und Tablets. Einen Großteil davon nutzt Samsung für die eigenen Smartphones, der Rest geht vor allem in die Highend-Smartphones chinesischer Gerätehersteller. Nun tritt aber mit Apple ein weiteres Unternehmen an, Smartphones mit OLED-Display anzubieten: mit dem iPhone 8 im September. Das zumindest pfeifen die Spatzen von den Dächern.

In der Folge wird Samsung erster Lieferant des im iPhone genutzten organischen Displays sein. Zwar arbeiten auch LG und JOLED (Japan OLED) an mobilen OLEDs, doch beide konnten bislang nicht die Ansprüche an Mengen und Qualität erfüllen, die Apple von seinen Zulieferern fordert. Deshalb muss sich Apple bei einem iPhone mit OLED-Schirm zunächst komplett von Samsung abhängig machen. Üblicherweise verlangen große Gerätehersteller stets eine sogenannte Second Source für die verbauten Komponenten, also mindestens einen weiteren Lieferanten, mit dem sich Engpässe überbrücken lassen.

Produktionsmaschinen fehlen

LG ist nahe dran, OLEDs in passender Größe und in höheren Stückzahlen liefern zu können. Allerdings scheinen weder die

Ausbeute an „guten“ Displays (der Yield) noch die Produktionskapazitäten auszureichen. Die hängen wiederum wesentlich von den nötigen Produktionsmaschinen ab; bei denen gibt es Engpässe.

Für seine neue OLED-Fertigungsstraße konnte sich LG immerhin zwei Produktionsmaschinen von Canon Tokki sichern. Die sollen noch im Dezember beziehungsweise im Februar ausgeliefert werden, berichtete der Korean Herald. Bis-her nutzt LG eine Tokki-Maschine in seiner E6-Fabrik in Paju; auch die zwei neuen Maschinen werden wohl dort landen.

Das Problem: Es gibt nur wenige Hersteller für solche Produktionsstraßen; außer vom japanischen Marktführer und Quasi-Monopolisten Canon Tokki werden sie noch von der koreanischen Sunic System angeboten. Sunic hat LG bereits eine Maschine für die E5-Fab im koreanischen Gumi geliefert. Allerdings vertraut Apple dem Einsatz von Sunic-Maschinen in der neuen E6-Fabrik angeblich nicht recht – weder Sunic noch LG hätten Erfahrungen mit dieser Kombination, weshalb Apple die Vakuummaschinen von Tokki präferiere.

In diesem Jahr konnte Tokki lediglich sieben solcher Maschinen produzieren, von denen fünf an Samsung gingen und je eine an LG und den chinesischen Panel-Hersteller Boe. Im kommenden Jahr

stockt Tokki nun auf neun Maschinen auf – Samsung hat bereits fünf davon reserviert. Wie gut sich LG als Second Source bei Apple einbringen kann, hängt also auch davon ab, wie viele Maschinen das Unternehmen von Tokki ergattert.

Mit einer Vakuummaschine lassen sich 15.000 Substrate (jeweils 1,50 m × 1,85 m groß) einer Gen-6-Fab bearbeiten, also monatlich rund 41.000 m² Panel. Samsung produzierte im vergangenen Jahr nach Angaben der Marktforscher von IHS insgesamt fünf Millionen Quadratmeter OLED-Panelfläche, in diesem Jahr sollen es acht Millionen werden. Aus einer Millionen Quadratmeter Substratfläche lassen sich theoretisch rund 100 Millionen OLEDs für große Smartphones scheiden – in der Praxis sind es wegen Verschnitt und Yield deutlich weniger.

Apple bräuchte übers Jahr mindestens 200 Millionen OLED-Panels für das iPhone und Samsung rund 250 Millionen für seine eigenen Smartphones. Chinesische Smartphone-Hersteller bestellten 2016 über 200 Millionen OLED-Panels – Tendenz steigend. Schon deshalb müsste Samsung bei seiner restlichen Kundschaft knapsen, wenn sämtliche iPhones noch in diesem Jahr ein OLED erhielten. Ein deutlicher Ausbau der Produktionskapazitäten steht erst 2018 an.

Nun gehen Gerüchte um, wonach Samsung ebenfalls Probleme mit Apples hohen Ansprüchen hat: Statt der versprochenen 70 Millionen OLED-Panels für 2017 wird das Unternehmen zum Start des iPhone im Herbst anscheinend nur wenige Millionen Panels liefern können. Angeblich ist der Ausschuss bei der Produktion der speziellen OLEDs fürs iPhone noch zu hoch. Wie viele der neuen iPhones in der zweiten Jahreshälfte tatsächlich ein OLED-Panel nutzen, ist also weiterhin offen.

(uk@ct.de) **ct**

Vakuum-Produktionslinien für OLEDs von Canon Tokki sind heiß begehrt.



Bild: Canon Tokki

Anzeige

Unterputz-Access-Point



Nicht nur WLAN-Access-Point: Edimax hat dem IAP1200 eine zusätzliche Gigabit-LAN- und eine RJ11-Buchse spendiert.

Der IAP1200 ist ein neuer Unterputz-Access-Point von Edimax. Er liefert bis zu 300 MBit/s im 2,4-GHz-Band (IEEE 802.11n) und bis zu 867 MBit/s im 5-GHz-Band (IEEE 802.11ac). Jedes Funkmodul versorgt bis zu 50 Clients. Der AP spannt bis zu 16 SSIDs auf (VLAN-Trennung gemäß 802.1q). Edimax gibt die Reichweite mit 40 bis 45 Metern an. Man verwaltet den IAP1200 entweder per Web-Interface, über die in Edimax-Access-Points integrierte Network Management Suite oder mit dem Access-Point-Controller APC500.

Der AP bringt zudem einen Radius-Server für bis zu 256 Benutzerkonten mit. Er wird über einen auf der Rückseite angebrachten Gigabit-LAN-Port ins Netzwerk eingebunden und mittels Power over Ethernet gemäß IEEE-Norm 802.3af mit Strom versorgt. Laut Edimax lassen sich RJ45-Unterputzdosen ohne weitere Bohrungen gegen den IAP1200 austauschen. Kabelgebundenen Netzzugang erhält man weiterhin über die Buchse an der Front, die mit dem internen Switch verbunden ist. Den AP kann man auch als Telefondose nutzen; dafür ist ein RJ11-Anschluss durchgeschleift. (amo@ct.de)

Mesh-Labor für Fritzboxen

AVM hat eine Labor-Firmware mit neuen Mesh-Funktionen veröffentlicht. Die Firmware setzt Router-seitig die Fritzbox-Modelle 7490, 7580 oder 7590 voraus und lässt sich über deren Weboberfläche installieren. Von dort aus kann man das passende Labor auch auf den Repeater 1750E und den Powerline-Adapter 1240E aufspielen.

AVM baut damit die Fritzbox weiter zur Zentrale im Heimnetz aus. Zu den Neuerungen zählt eine grafische Oberfläche, die einen Überblick über das Mesh bietet. Außerdem werden einige Einstellungen zentral verwaltet. WLAN-Parameter, Nachschaltungen und Gastnetzkonfigurationen überträgt die Fritzbox automatisch auf hauseigene Repeater und Access Points im Heimnetz. Das Bandsteering und die automatische Kanalwahl wurden verbessert und Fritzboxen prüfen nun öfter, ob der verwendete Kanal optimal ist oder beispielsweise durch Nachbarnetze stark gestört wird, und wechseln gegebenenfalls auf einen besseren. (amo@ct.de)

Schnelles Internet für Einödhöfe

Ab dem 1. Juli fördert die bayerische Staatsregierung Hochgeschwindigkeitsanschlüsse abgelegener Höfe und Siedlungen ans Internet mit einem 400 Millionen Euro schweren Programm. Der „Höfebonus“ soll vor allem dünn besiedelten Gebieten im Freistaat zugutekommen.

Das seien vor allem Kommunen mit vielen Streusiedlungen und Hoflagen. Diese sollen beim Ausbau von noch unversorgten Bereichen unterstützt werden. Die Staatsregierung legt Wert auf Glasfaseranschlüsse in Gebäuden: Für die Förderung müssen mindestens 80 Prozent der Gebäude mit Glasfaser erschlossen werden. Das ermögliche Bandbreiten im Gigabit-Bereich.

Ende Mai hatte das Kabinett beschlossen, in den kommenden Jahren 3 Milliarden Euro zusätzlich für die Digitalisierung auszugeben. Eine Milliarde Euro soll bis 2025 für eine Gigabit-Infrastruktur mit Glasfaserkabeln überall in Bayern ausgegeben werden.

(dz@ct.de)

Neue Iridium-Satelliten

Iridium rüstet sein Netz auf. Am 25. Juni brachte eine Falcon-9-Trägerrakete von SpaceX zehn neue Satelliten für das Next genannte Netz in die Erdumlaufbahn.

Insgesamt 75 Satelliten werden gebaut. Davon sollen 15 als Reserve dienen (neun im Orbit, sechs auf dem Boden). Die neue Next-Technik sei vollständig kompatibel zum bisherigen Iridium, erklärt der Betreiber. Next-Handgeräte liefern im Datenmodus bis zu 88 KBit/s. Festinstallationen auf Schiffen oder in Flugzeugen erreichen bis zu 1,4 MBit/s. Das alte System beförderte lediglich 2,4 KBit/s.

Ein Großteil der Satelliten besitzt zudem AIS- und ADS-B-Empfänger. Damit lassen sich Schiffe und Flugobjekte außerhalb der Reichweite von landgestützten Funkstationen überwachen. Next soll Ende 2018 fertig sein. (amo@ct.de)

Die neuen Next-Satelliten sollen das Iridium-Netz beschleunigen und alte Satelliten ersetzen.



AMD Epyc: Erste Server und Mainboards



Auf das Supermicro H11DSi-NT passen zwei AMD Epyc und 16 DDR4-DIMMs.

Bild: Supermicro

Am 20. Juni hat AMD den Serverprozessor Epyc mit Zen-Mikroarchitektur vom Stapel gelassen, das Flaggschiff Epyc 7601 vereint 32 Kerne und 64 Threads. Jeder Epyc steuert acht Speicherkanäle mit je einem oder zwei DDR4-Modulen mit jeweils bis zu 128 GByte Kapazität an; daraus ergeben sich bis zu 2 TByte pro Fassung. Epyc-Server(-Mainboards) gibt es mit einer oder zwei LGA4094-Fassungen (Socket SP3), pro System stehen 128 PCIe-Lanes zur Verfügung.

Zum Epyc-Start haben zehn Firmen Server, Server-Barebones und Serverboards für Epyc angekündigt; der einzige sofort lieferbare Epyc-Server ist aber der HPE CloudLine CL3150 für Storage-Systeme in Cloud-Rechenzentren. HPE will Epyc aber auch in PowerEdge-Gen10-Maschinen einsetzen, die im zweiten Halbjahr starten. Ähnlich äußert sich Dell-EMC: PowerEdge-Gen14-Maschinen sollen außer mit Intels Xeon Scalable Performance auch mit AMD Epyc kommen.

Schneller ist anscheinend Supermicro, jedenfalls verwendete AMD den A+ Server AS-1023US-TR4 mit dem Mainboard H11DSU-iN für die Pressevorführungen. Genaue Preise und Liefertermine gibt es noch nicht, doch Supermicro hat ein wei-

teres Dual-Socket-Board und weitere Epyc-Barebones im Angebot und will später noch Single-Socket-Boards bringen.

Tyan beschränkt sich zunächst auf das Single-Socket-Board S8206 und zwei damit bestückte Rack-Barebones mit je zwei Höheneinheiten (HE). Asus und Gigabyte wiederum haben jeweils Server-Barebones mit Dual-Socket-Boards im Angebot beziehungsweise planen sie für das zweite Halbjahr. Das Gigabyte-Board MZ31-AR0 gehört zu den wenigen im E-ATX-Format, die wohl auch in große Tower-Gehäuse passen.

Auch die OEM-Hersteller Inventec und Wistron wollen Epyc-Boards und -Barebones produzieren; sie haben aber nur Server-Hersteller und Cloud-Dienstleister im Visier und nicht auch den Einzelhandel.

(ciw@ct.de)

Server und Mainboards für AMD Epyc

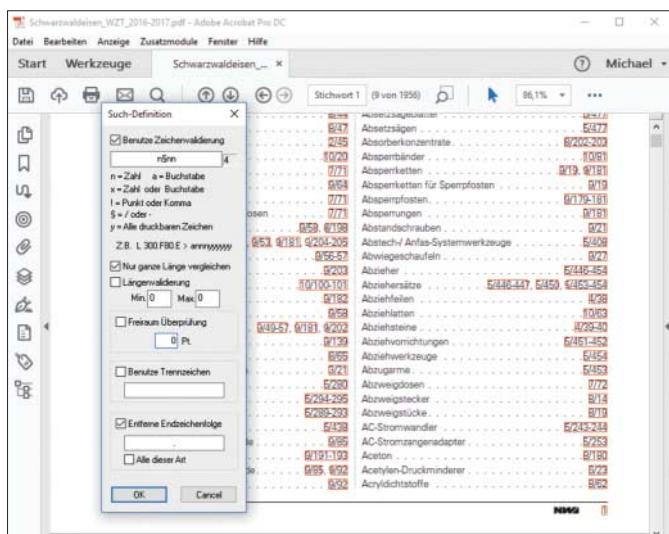
Hersteller	Produkt	Prozessoren/DIMMs
Server		
Dell-EMC	PowerEdge Gen 14 ab H2/17	k. A.
HPE	CloudLine CL3150 für Storage	1/8
HPE	ProLiant Gen10 ab H2/17	k. A.
Microsoft	Project Olympus (Azure-Cloud)	2/32
Lenovo	– (später)	k. A.
Server-Barebones		
Asus	RS720A-E9 (2 HE), RS700A-E9 (1 HE)	2/32
Gigabyte	R281-Z92 (Q4/17)	2/32
Inventec (OEM)	– (später)	
Supermicro	A+ Server AS-1023US-TR4, AS-1023US-TN10RT, AS-1123US-TR4 (1 HE)	2/32
Supermicro	A+ Server AS-2023US-TR4, AS-2123US-TN24R25	2/32
Tyan	TN70AB806 (2 HE)	1/16
Wistron (OEM)	P45G4/K885G4	2/32
Server-Mainboards		
Gigabyte	MZ31-AR0 (E-ATX)	1/16
Supermicro	H11DSU-iN	2/32
Supermicro	H11DSi, H11DSi-NT	2/16
Supermicro	H11SSL-i, H11SSL-C, H11SSL-NC (später)	1/8
Tyan	S8206	1/16

Anzeige

Hyperlinks fürs PDF

Auto-Link ist eine Plug-in-Sammlung für Acrobat, die in- und externe Links selbstständig generiert. Beispielsweise verknüpft das Modul „File Linker“ externe Dateien mit Textstellen im PDF, wenn sie einem bestimmten Suchmuster entsprechen. Ein solches Muster könnte Artikelnummern mit den passenden Produkt-Datenblättern verlinken, deren Dateiname diese Nummer enthält. Neu in Version 7 ist die Option, Listen für Suchmuster zu generieren; zudem wurden die Plug-ins an Acrobat DC angepasst.

Weitere Module erstellen Verweise innerhalb des Dokuments sowie Inhaltsverzeichnis und Glossar anhand typografischer Merkmale wie Schriftart, -größe und -farbe. Die Funktion Auto-Glossar generiert zu Wörtern oder Abkürzungen interaktive Tooltips. Sämtliche Begriffe und Erklärungen muss der Ersteller des Dokuments zuvor in einer CSV-Datei zusammengestellt haben, die er dem Auto-Link-Plug-in als Suchvorgabe übergibt. Auto-Link läuft unter Windows und kostet als Einzelplatzlizenz 589 Euro. (atr@ct.de)

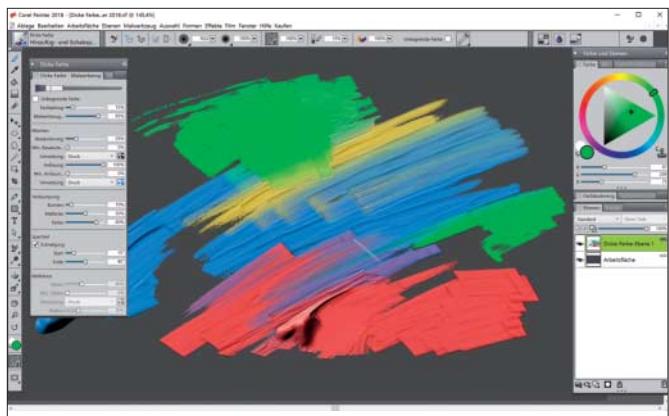


Auto-Link kennt diverse Methoden, um PDF-Text automatisch zu verlinken. Im Modul File-Linker lassen sich Listen mit Suchmustern definieren.

Einfacher PDF-Editor

Seit Herbst letzten Jahres hat der deutsche Software-Entwickler Softmaker den Windows-PDF-Editor FlexiPDF im Programm, mit dem sich das Layout von PDF-Dokumenten recht umfangreich bearbeiten lässt. Das kostenlose FlexiPDF Basic kann PDFs jetzt nicht nur erzeugen und kommentieren, sondern auch Seiten löschen, ergänzen und umsortieren. Andere kostenlose Betrachter wie Acrobat Reader, Foxit Reader oder PDF-XChange Editor bieten solche Seitenoperationen nicht. FlexiPDF ist eine lokalisierte Version des von Iceni entwickelten Infix, die Softmaker unabhängig vom Original weiterentwickeln will. (atr@ct.de)

Painter trägt dick auf



Corel verbessert in Painter 2018 die Simulation dickflüssiger Farbe.

Das Malprogramm Painter von Corel wird künftig jährlich aktualisiert. Das neue Painter 2018 setzt zwei Schwerpunkte: realistische Simulationen und Werkzeuge für Konzeptzeichnungen.

„Dicke Farbe“ lässt die bisherige Impasto-Funktion alt aussehen. Die neuen Pinsel tragen digitale Farbklumpen auf, die sich mit anderen Pinseln verstreichen und auch wieder wegspachteln lassen. Das Werkzeug „tropfende Pinsel“ vermischt Farbe realistischer als zuvor. Die „Textursynthese“ errechnet aus vorhandenen Strukturflächen neue Muster. Die für Foto-Verfremdungen praktische Klonfunktion verarbeitet jetzt auch Texturen als Quelle.

Konzeptzeichner können Bildbereiche nun mit Strukturen füllen, bei Pinseln eine zufällige Körnung aktivieren und glatte Flächen mit 2,5-D-Strukturwerkzeugen veredeln. Das Auswahlmalwerkzeug arbeitet ähnlich wie der Maskierungsmodus von Photoshop. Painter 2018 läuft unter macOS und Windows und kostet 425 Euro (Upgrade 219 Euro). (ghi@ct.de)

Anwendungs-Notizen

Die kostenlose Spracherkennung Dictate für Word, Outlook und PowerPoint wandelt 20 Sprachen in Text um. Das Add-in von Microsoft Garage übersetzt außerdem in 60 Sprachen. Zur Spracherkennung dient die Technik der Sprachassistentin Cortana, zur Übersetzung der Microsoft Translator.

Das Notensatzprogramm Dorico 1.1 von Steinberg fügt Akkordsymbole durch Spielen auf einem MIDI-Keyboard oder Tippen auf der Tastatur ein. Außerdem unterstützt es Notation für Klavierpedale und lässt Bearbeitung von Bindbögen, Oktavlinien und anderem per Mausbewegung zu. Dorico kostet 579 Euro, Studenten und Lehrer zahlen 349 Euro.

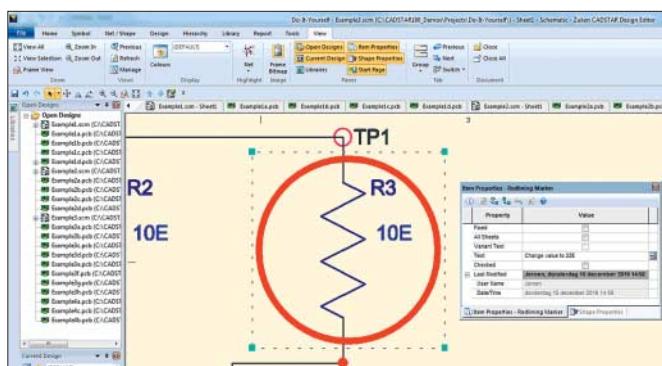
Mit der Digital Audio Workstation Pro Tools 12.8 HD von Avid kann man 3D-Sound für Dolby-Atmos Surround-Sound-Wiedergabesysteme mixen. Pro Tools 12 HD kostet 2736 Euro einmalig oder 1105 Euro im Jahr.

Redlining für Schaltpläne

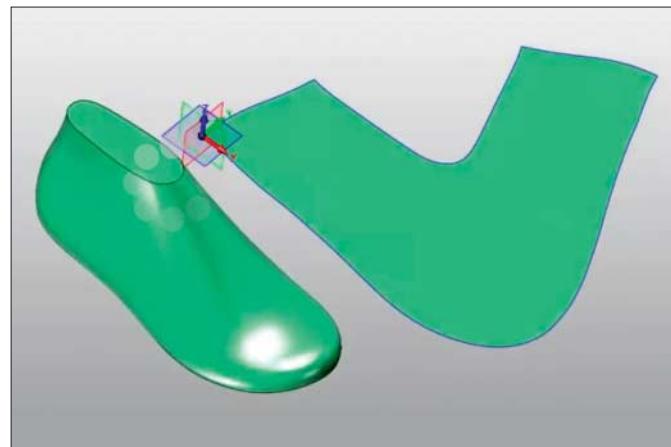
Durch Einführung eines optionalen Redlining-Werkzeugs in seinem Elektronik-CAD-Programm CADstar 18 will Zuken interdisziplinären Teams bei der Zusammenarbeit helfen. Ändert ein Entwickler beispielsweise ein Bauteil, kann er dies mit einem roten Kreis und einem Kommentar dokumentieren. So können Einkäufer und Gehäuse-Designer umgehend auf die neuen Anforderungen reagieren. Nutzer von CADstar 18 können das Werkzeug bis zum 30. November kostenlos testen.

Für Projekte mit schnellen Signalen (High Speed-Design) kann man die Länge von Durchkontaktierungen als neues Attribut im Lagenaufbau der Leiterplatte nutzen. Die Software ermittelt Höchst- und Mindestlängen der Durchkontaktierungen dafür automatisch aus den Angaben zur Layer-Anordnung. So lässt sich die Impedanzanpassung des Signalpfads verbessern. Außerdem soll CADstar Kapazitätswerte beim Überprüfen der Signalintegrität jetzt genauer berechnen als zuvor.

(Mathias Poets/hps@ct.de)



In CADstar 18 lassen sich Schaltplan-Einzelheiten wie einzelne Bauteile per Redlining markieren.



Mit Hilfe des Servicepack 1 kann ZW3D 2017 aus der Form eines Schuhs den Zuschnitt des Oberleders errechnen.

Austauschfreudiges CAD/CAM-Paket

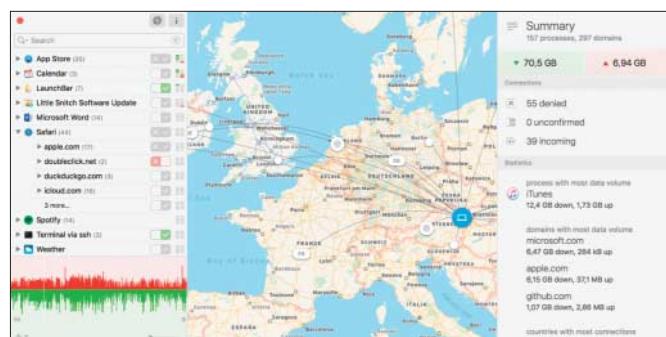
Der Hersteller ZWSoft hat seinem CAD/CAM-Paket ZW3D 2017 ein Servicepack mit erweiterten Import- und Exportfähigkeiten spendiert. Das Programm kann jetzt Dateien in den Formaten von NX11 und Solidworks 2017 lesen; den Import komplexer STEP-Daten wollen die Entwickler um bis zu 50 Prozent beschleunigt haben. Außerdem beherrscht ZW3D jetzt die Erzeugung von CGR-Grafikdateien.

Sind in einem Dokument mehrere Bauteile gemeinsam beschrieben, kann die Software jetzt jedes davon einzeln darstellen. Laut Hersteller vermag sie die Außenhaut eines 3D-Objekts zu einer vollkommen planen Fläche abzurollen, sofern dies mathematisch möglich ist.

(hps@ct.de)

Anzeige

Netzwerk-Tools in Bedrängnis



Kleine Petze in Aktion: Das Netzwerk-Tool Little Snitch protokolliert insbesondere ausgehende Netzwerk-Zugriffe detailliert und ist dafür bisher auf Network Kernel Extensions angewiesen.

Network Kernel Extensions sind auf dem im Herbst kommenden macOS High Sierra unerwünscht. Aber ohne diese Art Kernel Extension laufen wichtige Mac-Werkzeuge zur Netzwerküberwachung nicht mehr. Beispiele sind systemnahe Programme wie Tripmode (Datenzähler für den Hotspot-Betrieb) oder Little Snitch (Outbound-Firewall).

Anstatt Kernel Extensions zu nutzen, sollten Entwickler umgehend den Umstieg auf das neue Network Extension Framework vorbereiten, forderte der Konzern auf der Entwicklerkonferenz WWDC 2017. Entwickler monieren aber, dass im Framework derzeit manche Funktionen fehlen.

Objective Development, der Hersteller der Firewall Little Snitch, äußerte sich nun in seinem Blog vorsichtig optimistisch; Apple habe Gesprächsbereitschaft signalisiert. Was das konkret bedeutet, bleibt abzuwarten.

Derzeit evaluieren die Entwickler das NE-Framework und informieren Apple über ihre Anforderungen. Der Konzern habe das Ende der NKEs „frühzeitig“ angekündigt, weshalb man zurechtlich sei, dass auch das NE-Framework künftig alle Bedürfnisse abdecken werde. (dz@ct.de)

Apple, autonome Autos und Hertz

Apple hat im Rahmen seines Projekts zum autonomen Fahren einige Exemplare des Lexus RX450h vom Autovermieter Hertz gemietet. Die Fahrzeuge sollen für Versuche auf kalifornischen Straßen eingesetzt werden. Das gehe aus Unterlagen der kalifornischen Verkehrsbehörde hervor, berichtet die Finanznachrichtenagentur Bloomberg.

Apple hatte im Jahr 2016 sechs autonome Fahrzeuge in der San Francisco Bay Area auf die Straßen geschickt. Im September hieß es noch aus Apple-Kreisen, dass das Titan genannte Projekt vor einer ungewissen Zukunft stehe. (dz@ct.de)

64-Bit-Apps verpflichtend

Apple fordert iOS- und Mac-Entwickler nachdrücklich zum Umstieg auf 64 Bit auf; alte, nur 32-bittige Software solle baldmöglichst auf 64 Bit aufgerüstet werden. Das aktuelle Smartphone-Betriebssystem iOS 10 warnt beim Start von 32-Bit-Programmen vor künftiger Inkompatibilität. Das kommende iOS 11 wird solche Apps gar nicht starten.

iOS 10 informiert über 32-Bit-Apps in den Einstellungen unter „Allgemein“, „Info“: Tippt man dort „Apps“ an, erscheint die mit iOS 10.3 eingeführte „App-Kompatibilität“-Ansicht. Alle dort aufgeführten Programme startet iOS 11 nicht. iOS 11 erscheint voraussichtlich im Herbst 2017.

Die 64-Bit-Umstellung steht auch für macOS bevor, wenngleich nicht ganz so bald. Das ebenfalls im Herbst erwartete macOS 10.13 High Sierra wird die letzte macOS-Version, die 32-Bit-Apps noch ausführt. Ab Anfang 2018 muss sämtliche für den Mac App Store neu eingereichte Software 64-Bit-tauglich sein, ab Juni 2018 gilt das auch für Updates. Die 64-Bit-Pflicht für Mac-Software dürfte voraussichtlich mit macOS 10.14, spätestens aber mit macOS 10.15 greifen; einen konkreten Termin nannte Apple noch nicht. (dz@ct.de)

Nur noch Funktastaturen von Apple

Die Mac-Standardtastatur mit abgesetztem Ziffernblock und USB-Kabel ist seit Ende Juni nicht mehr in Apples Sortiment. Der Mac-Hersteller bietet nur noch ein Magic Keyboard mit Bluetooth für 120 Euro und eine größere Variante mit abgesetztem Ziffernblock für stolze 150 Euro.

In manchen Unternehmen sind aus Sicherheitsgründen nur drahtgebundene Keyboards erlaubt. Über ein beiliegendes Lightning-auf-USB-Kabel kann man das Magic Keyboard und Magic Keyboard mit Ziffernblock auch ohne Funk an Macs nutzen. Darauf bezieht die Tastatur auch den Strom für die nicht entnehmbaren integrierten Akkus. Sind die Keyboards per Kabel an Macs angeschlossen, kann man Bluetooth also deaktivieren. Das ist auch mit dem aktuellen Magic Trackpad möglich. (dz@ct.de)



Kabel und Bluetooth in einem: Das Magic Keyboard bringt Bluetooth für die drahtlose Kopplung an Macs mit. Über mitgelieferte Adapterkabel sind aber auch funklose Verbindungen möglich.

Radeon Vega Frontier Edition

AMD hat den Verkauf der ersten Profi-Grafikkarte mit Vega-Grafikchip freigegeben. Verfügbar war die Radeon Vega Frontier Edition jedoch bis zum Redaktionsschluss noch bei keinem deutschen Händler. Die Karte gibt es in zwei Ausführungen: mit Radiallüfter für 1200 Euro oder mit angeflanschter Wasserkühlung für 1750 Euro. Mit der Karte zielt AMD auf die Anwendungsgebiete Visualisierung, Spiele-Entwicklung und Machine Learning.



Die luftgekühlte Variante der Radeon Vega Frontier Edition kostet 1200 Euro.

Das Herz der Frontier Edition ist ein Vega-10-Grafikchip mit 4096 Shader-Rechenkernen. Letztere laufen mit einer Basis-Taktfrequenz von 1382 MHz, im Turbo-Modus mit bis zu 1600 MHz – sofern Leistungsaufnahme und Grafikchip-Temperatur unter vorgegebenen Grenzwerten liegen. Der 16 GByte große HBM2-Speicher ist über 2048 Datenleitungen (2 Speicherstapel) mit der GPU verbunden und arbeitet mit 483 GByte/s.

Vier 4K-Displays darf die Radeon Vega Frontier Edition gleichzeitig ansteuern – drei über DisplayPort 1.4 und ein Display über HDMI 2.0. AMD gibt die Leistungsaufnahme der luftgekühlten Variante mit 300 Watt an, die der wassergekühlten mit 375 Watt. Beide Karten muss man über je zwei achtpolige PCIe-Stromstecker mit dem Netzteil verbinden. AMD empfiehlt für den Betrieb einer Radeon Vega Frontier Edition ein Netzteil mit mindestens 850 Watt Leistung. (mfi@ct.de)

SSD-Langzeittest abgeschlossen

Im c't-Dauerschreibtest von Solid-State Disks hat der letzte der 12 Kandidaten aufgegeben. Das zweite Exemplar der Samsung SSD 850 Pro mit 256 GByte Kapazität erreichte ihr Lebensende nach einer Datenmenge von 9,1 Petabyte (9.100.000 Gigabyte) fast genau ein Jahr nach dem Start des Tests. Damit liegt sie wie die vorher ausgeschiedenen SSDs erheblich über der vom Hersteller garantierten Lebenserwartung von 150 TBW (Terabytes Written).

Bei einer für Desktop-Rechner üblicherweise geschriebenen Datenmenge von 10 bis 35 GByte pro Tag ergibt das für die Samsung SSD 850 Pro eine theoretische Laufzeit von mehreren hundert Jahren. Auch die günstigeren Modelle im Test wie die Crucial BX200 erfüllten ihr vom Hersteller angegebenes Soll deutlich über und halten, zumindest was die Schreibzyklen der Flash-Zellen betrifft, mindestens fünf Jahre durch. (chh@ct.de)

Ryzen-Prozessoren fürs Büro

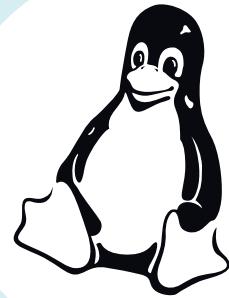
AMD hat seine Palette an AM4-Prozessoren um sechs Ryzen-Pro-Varianten erweitert. Die CPUs mit 36 Monaten Garantie sind für den Einsatz in Business-Rechnern großer PC-Hersteller gedacht. Ryzen 5 Pro und Ryzen 7 Pro liefern mit vier bis acht Kernen und Simultaneous Multithreading (SMT) ausreichend Leistung für Software-Entwickler und die Erstellung digitaler Inhalte. Die Ryzen-3-Pro-CPU's ohne SMT eignen sich für gängige Office-Programme und Webanwendungen.

Die Business-Varianten der Ryzen-Prozessoren bieten laut AMD zusätzliche Sicherheitsfunktionen wie beispielsweise ein Firmware-TPM 2.0, eine 128-Bit-AES-Einheit zum Verschlüsseln von Daten sowie die DRAM-Verschlüsselung Transparent Secure Memory Encryption. Zur Fernwartung können PC-Hersteller die Schnittstelle DASH (Desktop and mobile Architecture for System Hardware) in die Firmware ihrer Rechner einbauen. Letztere sollen im Herbst erhältlich sein. (chh@ct.de)

Anzeige

Kernel-Log

Linux 4.12: Vega-Treiber und mehr Live Patching



Die neue Kernel-Version unterstützt AMDs neue High-End-Grafikchips – eine der wichtigsten Grafiktreiber-Funktion fehlt aber vorerst. Zwei neue I/O Scheduler versprechen die Reaktionsfreude von Desktops und Servern zu steigern. Die Schnellstraße durch den Netzwerkstack funktioniert jetzt universell.

Von Thorsten Leemhuis

Das Anfang Juli veröffentlichte Linux 4.12 ist zwar kein Rekordhalter, aber wie Linus Torvalds anmerkte, eine der Kernel-Versionen mit den meisten und umfassendsten Änderungen. Zu denen gehören Umbauten an der Infrastruktur zum Kernel Live Patching (KLP), durch die sich in Zukunft deutlich mehr Sicherheitslücken des Linux-Kernels im Betrieb beheben lassen sollen. Bislang kann man via KLP nur zirka 90 Prozent der typischen Sicherheitslücken stopfen, während die indirekten Vorläufer Kpatch und Kgraft zuvor schon 95 Prozent meisterten. Mit dem jetzt integrierten „Per-Task Consistency Model“ soll KLP nicht nur endlich aufholen, sondern überholen: Das Konsistenzmodell legt Grundlagen, um mit KLP letztlich alle Lücken zur Laufzeit beheben zu können. KLP kann jetzt nämlich zuverlässig sicherstellen, dass es keinen Codeabschnitt modifiziert, der gerade irgendwo ausgeführt wird; außerdem lassen sich damit auch Lücken stopfen, bei denen ein Live Patch im Speicher liegende Funktions- oder Daten-Semantiken modifizieren muss. Das Ganze klappt vorerst aber nur auf x86-64-Systemen.

Vega-Treiber

Die neue Kernel-Version bringt Basis-Support für AMDs Grafikprozessoren der „Vega“-Generation (siehe S. 29). Eine wichtige Funktion fehlt dem Amdgpu-Treiber allerdings noch: Er kann mit Vega-

Karten bislang keine Monitore ansteuern, daher gelingt letztlich nur ein zum Rechnen mit Grafikkarten interessanter Headless-Betrieb. Patches, die dieses Manko beseitigen, sind Teil der schon länger als „DC“ (Display Core) entwickelten Patch-Sammlung. AMDs Entwickler bauen diese zuvor DAL (Display Abstraction Layer) genannten Umstrukturierung gerade um, damit sie die Qualitätsansprüche der Kernel-Entwickler erfüllen und in Linux einfließen können. Vielleicht dauert das nur ein paar Monate, vielleicht aber auch noch ein Jahr oder mehr.

Der Nouveau-Treiber beherrscht jetzt 3D-Beschleunigung bei Nvidias Pascal-Grafikchip der GeForce-1000er-Serie; außerdem unterstützt der Treiber jetzt auch GeForce-1050-Modelle. Zusammen mit dem zugehörigen OpenGL-Treiber der neuesten Mesa-Version erzielen Nvidias aktuelle Grafiklösungen so eine 3D-Performance, die für einfache Spiele und Desktop-Oberflächen wie Gnome oder KDEs Plasma typischerweise ausreicht. Nvidias proprietärer Grafiktreiber entlockt diesen GPUs aber deutlich mehr Leistung.

Reaktionsfreude

Der neue Storage-I/O Scheduler „Budget Fair Queueing“ (BFQ) soll manche PCs reaktionsschneller machen. Ob die Performance zulegt, hängt allerdings stark vom eingesetzten Datenträger und den Zugriffsmustern der Programme ab. Vorteile dürfte BFQ am ehesten bei klassischen Magnetfestplatten zeigen, nicht aber bei besonders schnellen SSDs.

BFQ ist auf Desktop-Systeme ausgerichtet und arbeitet mit zahlreichen Heuristiken. Der mit I/O-Budgets arbeitende Scheduler bevorzugt beispielsweise die I/O-Operationen von Programmen, mit denen der Anwender gerade zu interagieren scheint. Außerdem räumt BFQ Leseoperationen eine höhere Priorität ein; ebenso ist es bei Operationen von als Echtzeit markierten Prozessen. Mit diesen und weiteren Tricks hat sich BFQ in Tuning-

Kreisen einen guten Ruf erarbeitet, obwohl man ihn bislang meist umständlich nachrüsten musste. Zum Einsatz von BFQ wird man auf vielen Systemen aber weiterhin Hand anlegen müssen, denn die in den Kernel integrierte BFQ-Variante funktioniert nur mit dem bei Linux 3.17 eingeführten Multi-Queue Block IO Queueing Mechanism (Blk-Mq). Den nutzt der typischerweise für SATA-Festplatten verwendete AHCI-Treiber allerdings nur, wenn man den Kernel mit dem Parameter `scsi_mod.use_blk_mq=y` startet oder beim Erstellen eines eigenen Kernels die Konfigurations-Option `SCSI_MQ_DEFAULT` setzt. Außerdem muss man BFQ über Dateien wie `/sys/block/sda/queue/scheduler` explizit für jeden einzelnen Datenträger aktivieren.

An Admins von High-End-Servern richtet sich der zweite neue I/O Scheduler: der maßgeblich von Facebook-Mitarbeitern entwickelte Kyber. Die haben ihn auf besonders schnellen Datenträger abgestimmt, die mit mehreren Warteschlangen arbeiten – beispielsweise per PCIe angebundene NVMe-SSDs. Mit Hilfe der verschiedenen Queues arbeitet Kyber darauf hin, Leseoperationen bevorzugt abzuarbeiten, weil Nutzer häufig auf deren Ergebnis warten.

Manipulationserkennung

Linux kann jetzt Manipulationen an verschlüsselten Volumes erkennen. Ein Baustein dafür ist das neue Device-Mapper-Target „dm-integrity“, das ein Block-Device emuliert, das zu jedem gespeicherten Sektor einige Metadaten für spätere Integritätsprüfungen speichert. In Kombination mit der ebenfalls neuen Cryptographic Data Integrity Protection gelingt Authenticated Encryption (AE); dadurch kann der Kernel erkennen und warnen, wenn Blöcke eines verschlüsselten Volumes ohne den passenden Schlüssel modifiziert wurden.

Einige Detailänderungen am MD-Subsystem versprechen die RAID-5-Recovery zu beschleunigen und die Perfor-

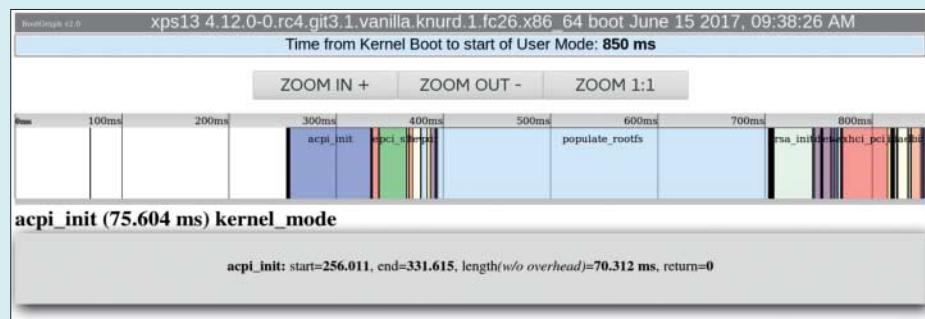
mance von Festplatten-Verbünden der Level 5 oder 6 zu steigern. Einige Anpassungen bei Btrfs beseitigen bekannte Probleme und Funktionslücken bei der Dateisystem-eigenen Implementierung von RAID 5 und 6; diese Funktion von Btrfs gilt aber nach wie vor als nicht praxisreif. Umbauten am Ext4-Dateisystem versprechen, die Performance großer Dateisysteme zu verbessern; auch Workloads mit verteilten Schreiboperationen (random write) sollen profitieren.

Schnellstraße für alle

Der bei Linux 4.8 eingeführte Express Data Path (XDP) lässt sich Dank „Generic XDP“ jetzt mit beliebigen Netzwerkschnittstellen nutzen. XDP ist grob gesagt ein Schnellverarbeitungsweg für bestimmte Netzwerk-Pakete, der etwa effizienteres Forwarding und eine bessere Abwehr von DDoS-Attacken ermöglicht. Damit XDP seine Vorteile ausspielt, ist aber nach wie vor XDP-Support im Treiber nötig: Die neue XDP-Variante dient unter anderem als Referenzimplementierung und soll Entwicklern zugleich ermöglichen, XDP-Programme mit beliebigen Netzwerkchips zu testen.

Anfahren

Das jetzt in den Kernel-Quellen enthaltene Diagnosewerkzeug AnalyzeBoot v2.0 erzeugt eine HTML-Datei mit Details zum Boot-Prozess. Sie zeigt mit einer interaktiven Balkengrafik, wie lange verschiedene Kernel-Subsysteme zur Initialisierung benötigen.



Zur Startzeitoptimierung liegt den Linux-Quellen jetzt das Werkzeug „AnalyzeBoot“ bei. Seine interaktive Balkengrafik zeigt, wie lange die verschiedenen Kernel-Subsysteme zur Initialisierung benötigen.

nel-Subsystem zur Initialisierung benötigt. Der Beobachtungszeitraum endet allerdings bereits beim Aufruf des Init-Prozesses. Das Tool richtet sich daher vornehmlich an Entwickler, die beim Start trödelnden Code finden und beseitigen wollen. Für Endanwender sind Werkzeuge wie Systemd-Bootchart oft die bessere Wahl, denn sie beobachten die gesamte Systeminitialisierung.

Durch neue und verbesserte Treiber unterstützt Linux 4.12 über 750 Geräte mehr als sein Vorgänger. Darunter sind allein rund hundert USB- oder PCI/PCIe-Devices. Der Treiber für die Grafikkerne des Raspberry Pi kann per HDMI nun auch Audio-Signale ausgeben. Neu dabei ist auch Support für einen weiteren der beim Raspi eingesetzten Controller für SD-Karten.

Zerhacken

Die Standard-Konfiguration schaltet Kernel Address Space Layout Randomization (KASLR) nun ein und auch der Konfigurations-Hilfetext rät zum Aktivieren. Linux kann durch die Sicherheitstechnik einige seiner Kernel-intern verwendeten Speicherbereiche seit einer Weile verstreutablegen, was Angreifern einen Einbruch erschwert.

Die bei Linux 4.11 begonnenen Umbauten zur Unterstützung von 64 TByte Arbeitsspeicher auf x86-64-Systemen wurden fortgesetzt, aber anders als erwartet noch nicht bei 4.12 abgeschlossen. Das soll jetzt mit 4.13 passieren. Diese Version dürfte Anfang September erscheinen, wenn Torvalds und seine Mitstreiter im gewohnten Tempo arbeiten.

(thl@ct.de) ct

Anzeige

„Etwas machen“ reicht nicht

Kommentar: Das Netzwerkdurchsetzungsgesetz bedroht die Meinungsfreiheit

Ende Juni hat das umstrittene Gesetz nun doch den Bundestag passiert, das Hass und Lügen in sozialen Netzwerken eindämmen soll. Trotz vieler Änderungen in letzter Minute richtet das Gesetz mehr Schaden an als es nützt.

Von Joerg Heidrich

Wer nichts macht, wird kritisiert, wer etwas macht, wird noch mehr kritisiert“. Mit diesem Satz wird Justizminister Heiko Maas zur Rechtfertigung seines Netzwerkdurchsetzungsgesetzes (NetzDG) zitiert. Nun hat er also „etwas gemacht“ gegen den „Hass“ bei Facebook. Das Problem dabei: Das NetzDG ist in der nun verabschiedeten Version ein schlechtes Gesetz, das mehr Schaden anrichtet, als es nützt. Und es verwundert nicht, dass es in einer bislang nie bekannten Allianz aus Verbänden, Nichtregierungsorganisationen, Fachleuten und sogar dem UN-Sonderberichterstatter für Meinungsfreiheit abgelehnt wird.

Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass auf dem letzten Meter noch einmal erhebliche Änderungen in den Gesetzesentwurf einbaut wurden. So wurde klargestellt, dass etwa berufliche Netzwerke, Fachportale, Online-Spiele und Verkaufsplattformen nicht in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen sollen. Es bleiben nur Social-Media-Plattformen mit mehr als zwei Millionen registrierten Nutzern. Betroffen sind also sicher Facebook, Twitter, YouTube und Google+. Die Rolle der Moderatoren von Gruppen oder Seiten im Rahmen dieser Angebote bleibt aber unberücksichtigt.

Auch sind in letzter Minute noch einige Straftatbestände aus dem eher willkürlich wirkenden Strauß der durch das NetzDG erfassten Vorschriften geflogen. So fällt mit Paragraf 90 StGB die Verunglimpfung des Bundespräsidenten nicht mehr in den Anwendungsbereich. Neu ist dafür Paragraf 201a StGB, der zur Bekämpfung von Mobbing und anderen For-

men der Verächtlichmachung durch Einstellen von Bildaufnahmen dienen soll. Auch dieses Gesetz stammt aus dem Hause Maas und ist Zeugnis der dort herrschenden Grundidee, man könne nahezu alle gesellschaftlichen Probleme durch eine Verschärfung des Strafrechts lösen.

Die Prüfer von Facebook und Co. müssen also zukünftig auch darüber entscheiden, ob eine Bildaufnahme „die Hilflosigkeit einer anderen Person zur Schau stellt“, unbefugt hergestellt oder übertragen wurde und dadurch der „höchstpersönliche Lebensbereich“ der abgebildeten Person verletzt wurde. Nicht einfach zu entscheiden etwa bei einem Bild, was den besten Kumpel schwer betrunken und inmitten von Erbrochenem beim Mallorca-Urlaub zeigt.

Rechtliche Beurteilung unter Zeitdruck

Eine Löschpflicht für illegale Inhalte ist bereits auf Basis von EU-Vorgaben herrschende juristische Praxis. Was diese allerdings im Gegensatz zum NetzDG nicht vorsehen, sind die viel zu enge 24-Stunden-Frist und Bußgelder in Millionenhöhe für das Nichtbefolgen der gesetzlichen Vorgabe. „Offensichtlich rechtswidrige“ Postings müssen innerhalb von 24 Stunden gelöscht werden.

Um rechtswidrige Beiträge auch nur ansatzweise zu identifizieren, muss also jedes einzelne Posting innerhalb der ersten Stunden zumindest oberflächlich begutachtet werden. Und natürlich liegt für Prüfer dabei die Versuchung sehr nahe, durch einen schnellen Klick ein kompli-

ziert zu beurteilendes Bild oder einen umständlichen, langen Text ein für alle Mal verschwinden zu lassen.

Neu ist nun in der verabschiedeten Version die Möglichkeit für die Netzwerke, weniger kritische Inhalte einer Gruppe von Vertretern verschiedener Organisationen vorzulegen, um so zu einer etwas objektiveren Bewertung zu kommen. Diese Regelung der „regulierten Selbstregulierung“ klingt gut, hat aber einen erheblichen Makel: Herr über das Verfahren der Selbstregulierung ist ausgerechnet das Bundesjustizministerium. Dieses entscheidet nicht nur über die Anerkennung einer solchen Organisation; das Ministerium kann sogar einzelne Organisationen zeitlich begrenzt von der Teilnahme an solchen Runden ausschließen.

In letzter Minute wurde noch eine Regelung eingefügt, nach der die Netzwerke einen Ansprechpartner zu benennen haben, der verpflichtet ist, auf Anfragen der Strafverfolgungsbehörden innerhalb von 48 Stunden zu antworten. Damit erschöpft sich allerdings schon der Beitrag des NetzDG zur Förderung der Strafverfolgung. Den Bürgern, gerade den besorgten, wird somit ein bemerkenswertes Signal gesendet: Uns ist es wichtiger, dass deine Beiträge erst einmal gesperrt oder gelöscht werden, als dass du dafür strafrechtlich verfolgt und verurteilt wirst.

Damit bleibt das NetzDG eine erhebliche Bedrohung für die Meinungsfreiheit. Und zeigt, dass es eben gerade in dem gesellschaftlich äußerst sensiblen Bereich der Meinungsfreiheit eben nicht reicht, einfach „etwas zu machen“. (jo@ct.de)

Ist so etwas ein Hassposting und muss daher gelöscht werden? Oder doch nur ein Spaß? Facebooks Prüfer haben zukünftig 24 Stunden Zeit zur Begutachtung.

 **Bernhard Fischer** > Ich bin Deutscher und bin Stolz Partei gegen Flüchtlinge

Gestern um 10:55 · 0

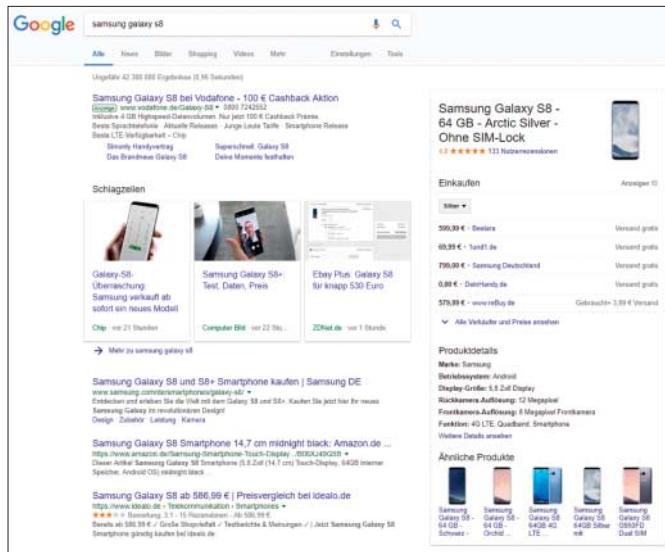
Ich hab die Lösung für den Platzmangel an Flüchtlingsunterkünften. Vor langer Zeit hatten wir für ein paar Millionen von Menschen in Dachau und co Platz. Wieso stecken wir nicht die Flüchtlinge da jetzt rein??? Lol... Spass...

 Gefällt mir  Kommentieren  Teilen

Ich bin Deutscher und bin Stolz Partei gegen Flüchtlinge gefällt das.

Anzeige

Rekordbuße für Google-Produktsuche



Die EU-Kommission findet Produktkästen wie hier auf der rechten Seite unfair.

Die EU-Kommission hat Google eine Geldbuße in Höhe von 2,4 Milliarden Euro auferlegt. Das Unternehmen habe in 13 Ländern des europäischen Wirtschaftsraums seine marktbeherrschende Stellung als Suchmaschine missbraucht, um sich im Markt für Preisvergleichsdienste einen unrechtmäßigen Vorteil zu verschaffen. Die Ergebnisse des Dienstes würden oberhalb der Liste der generischen Suchergebnisse oder in einem eigenen Feld auf der rechten Seite dieser Liste angezeigt und ansprechend präsentiert.

Die Geldbuße, die Google an die EU-Kommission zahlen muss, ist mehr als doppelt so hoch wie die bislang höchste Kartellstrafe von 1,06 Milliarden Euro, die die europäischen Wettbewerbshüter 2009 Intel aufgebrummt hatten. Google erklärte in einer ersten Reaktion, man sei nach wie vor anderer Meinung und prüfe eine Berufung. Sollte Google Berufung gegen die Kommissionsentscheidung einlegen, wovon auszugehen ist, kann sich das Verfahren mehrere Jahre hinziehen. (jo@ct.de)

WLAN-Störerhaftung abgeschafft

Der Bundestag hat eine Änderung des Telemediengesetzes (TMG) beschlossen, nach der Inhaber von Urheberrechten von Hotspot-Betreibern weder Schadenersatz noch Abmahngebühren verlangen dürfen, wenn sie feststellen, dass über ein WLAN unerlaubt geschützte Werke etwa per Filesharing illegal verbreitet werden. Betreiber offener Funknetze dürfen zudem nicht behördlich verpflichtet werden, Nutzer zu registrieren oder die Eingabe eines Passwortes durch seine Nutzer zu verlangen. Im Gegenzug soll es Rechteinhabern leichter fallen, mit Websperren gegen Rechtsverstöße vorzugehen. (jo@ct.de)

Bundestag gibt Staatstrojaner frei

Strafverfolger dürfen künftig in zahlreichen Fällen verschlüsselte Internet-Telefonate und Chats über Messenger wie WhatsApp oder Threema überwachen. In einem Eilverfahren hat der Bundestag Ende Juni mit der Mehrheit der großen Koalition einen Gesetzentwurf dazu verabschiedet. Zudem erhält die Polizei die Befugnis, beim Verdacht auf „besonders schwere Straftaten“ heimlich komplett IT-Systeme wie Computer oder Smartphones auszuspähen.

Dafür ist es nötig, die Geräte der Betroffenen mit Schadsoftware in Form sogenannter Staatstrojaner zu infizieren. Sicherheitsexperten und Datenschützer kritisieren seinen Einsatz, weil das IT-Sicherheit allgemein untergraben wird. Als Voraussetzung für die Nutzung des Trojaners gilt der breite Straftatenkatalog aus Paragraf 100a StPO, der auch das Abhören klassischer Telefonate oder den Zugriff auf E-Mails regelt. Die Liste fängt mit Mord und Totschlag an, reicht aber über Steuerdelikte, Computerbetrug, Hehlerei bis zu einem Vergehen, bei dem jemand einen Flüchtling zu einer missbräuchlichen Asylantragsstellung verleiht. (jo@ct.de)

Facebook-App zeigt nahe WLAN-Hotspots

Ein Update der Facebook-App ermöglicht die einfache Suche nach öffentlichen WLAN-Hotspots. Ein Klick auf den Eintrag im Sammel-Tab ganz rechts ruft eine Kartenansicht auf, die alle öffentlichen Zugänge im Umkreis darstellt. Ein Druck auf den Hotspot gibt nähere Informationen: etwa die Öffnungszeiten des Geschäfts, in dem der Hotspot hängt, sowie den Namen des Netzwerks. (jo@ct.de)

Messenger-Bot mit maßgeschneiderten IT-News

heise online hat seinen Bot für den Facebook Messenger aufgebohrt. Er liefert jetzt auf Fingertipp eine Auswahl der neuesten oder wichtigsten News. Alternativ können Sie sich eine Liste der Trend-Themen und zu einem dieser Themen eine Nachrichtenübersicht anzeigen lassen. Der Bot fertigt aber auch zu einem beliebigen Suchbegriff eine News-Übersicht an. Sie können eine tägliche Zusammenfassung der wichtigsten Nachrichten abonnieren – wann genau der Bot sie liefern soll, legen Sie in den Einstellungen fest. Sie starten den Bot unter m.me/heiseonline – oder scannen Sie den Code mit der Messenger-App. (jo@ct.de)



Anzeige

Tango im Möbelhaus

Unity wappnet sich für Augmented Reality

Google, Microsoft und Apple arbeiten an unterschiedlichen AR-Konzepten. Sie alle setzen auf die Spiele-Engine Unity, deren neueste Version in Amsterdam vorgestellt wurde.

Von Hartmut Gieselmann

Auf seiner diesjährigen Entwicklerkonferenz in Amsterdam stellte Unity die neue Version 2017.1 seiner gleichnamigen Spiele-Engine vor. Eine Beta lässt sich bereits ausprobieren, die finale Fassung soll noch im Juli folgen. Die wichtigsten Neuerungen sind ein Sequenzer für Animationen namens Timeline, eine Automation von Kamerafahrten namens Cinemachine sowie ein neues Post-Processing-Paket, das unter anderem professionelle Farbkorrekturen erlaubt. Mit Timeline und Cinemachine lassen sich nicht nur Zwischensequenzen filmreif inszenieren, sondern auch beliebige Animationen innerhalb des Spiels. Kameras können Objekten automatisch folgen und auf andere Positionen umschalten, wenn die Spielfigur von einem Hindernis verdeckt wird. Dadurch verleihen Entwickler selbst Mobilspielen eine filmreife Anmutung, ohne eine Zeile Code schreiben zu müssen.

Im Zentrum des Interesses standen jedoch neue Anwendungen für Augmented Reality (AR). Zwar sind hierzu keine wesentlichen Neuerungen in 2017.1 enthalten, aber man blickt schon voraus auf das nächste Update 2017.2, das voraussichtlich zum Jahresende erscheint. Zu erwarten ist, dass es dann auch die kommenden VR- und AR-Frameworks von Apple und Microsoft direkt im Unity-Editor unterstützt.

Bei AR setzen Apple, Google und Microsoft unterschiedliche Schwerpunkte. Microsofts HoloLens ist bislang das einzige System, bei dem der Anwender eine Brille trägt, auf dessen durchsichtigen Displays Objekte direkt in der Umgebung platziert werden. Das nutzen zum Beispiel die Entwickler von VW, um neue Cockpit-Konzepte und die Ergonomie ihrer Armaturen zu testen. In Kombination mit ein-

fachen Modellen aus Ton, auf die originale CAD-Daten projiziert werden, können sie Design-Änderungen wesentlich leichter ausprobieren als bisher. Sogar Visualisierungen aus dem Windkanal oder von Crash-Tests seien möglich. Da die HoloLens autark laufe und keinen schnellen VR-PC benötige, relativierten sich auch die hohen Kosten von rund 3000 Euro pro Brille.

Dreifach-Scan

Google zielt mit seinem Projekt Tango weniger auf Forschung und Entwicklung, sondern auf kommerzielle Shop-Systeme. Die Entwickler zeigten eine App, mit der man virtuelle Möbel in einen realen Raum einpassen und das Ensemble gleich online bestellen kann. Solche Apps wären für Anbieter wie Ikea interessant. Dank des aufwendigen 3D-Scans ließe sich künftig auch berechnen, wenn digitale Objekte teilweise von realen Gegenständen verdeckt werden, sodass sie sich besser in die Umgebung einpassen. Eine Kombination mit Daydream, bei der der Anwender sich unter der VR-Brille ähnlich wie bei der HoloLens durch die von Tango aufgenom-

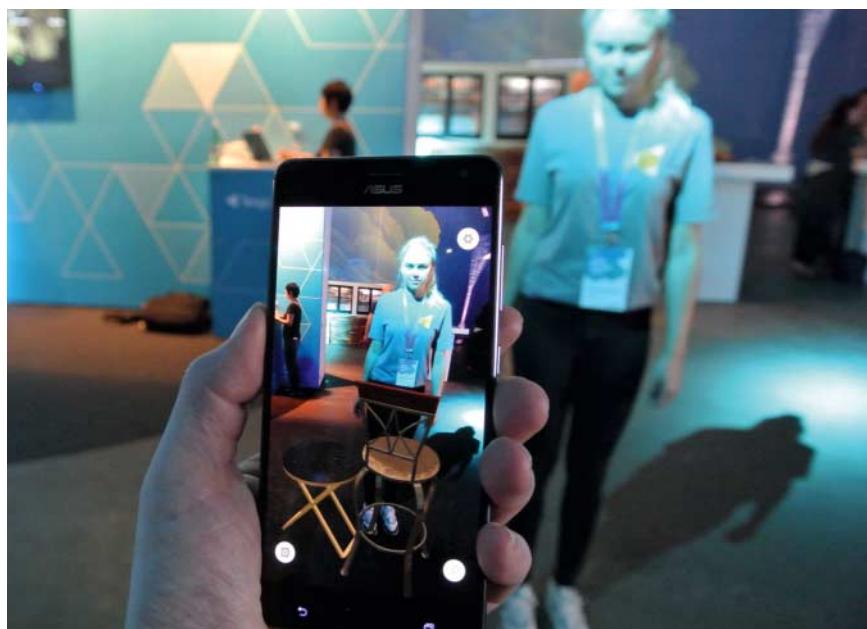
mene 3D-Umgebung bewegt, sei ange- dacht, aber noch nicht spruchreif.

Der Nachtteil von Tango ist jedoch, dass es nur auf speziellen Smartphones läuft, wie dem Lenovo Phab 2 Pro und dem neuen Asus ZenFone AR (siehe Test in c't 14/17, S. 104). Gleich drei Linsen scannen die Umgebung: eine normale Foto-Linse, eine Weitwinkel-Linse und ein Time-of-Flight-Sensor, der ein relativ akkurate 3D-Tiefenmodell der Umgebung erzeugt. Solange Tango jedoch nur auf wenigen Geräten läuft, dürften Hersteller kaum bereit sein, aufwendige AR-Apps für Tango zu entwickeln.

Apple verfolgt einen anderen Ansatz. Deren AR-Kit kommt mit einer gewöhnlichen Kamera aus, wie sie bereits jetzt in den iPhones eingebaut wird. Die können zwar kein so exaktes 3D-Abbild der Umgebung scannen wie Googles Tango, es reicht aber aus, um freie Flächen auf dem Boden und auf Tischen zu erkennen und dort digitale Objekte zu platzieren. Dank der breiten Hardware-Unterstützung dürften unter iOS 11 deshalb weitaus mehr AR-Apps entstehen als unter Android. Auch Google arbeitet an einer Vereinfachung der Hardware-Voraussetzungen von Tango, damit es künftig mehr Smartphones unterstützen. Konkrete Details dazu wollte der Entwickler jedoch nicht preisgeben.

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

Unity hat die Reisekosten des Autors zur Unite-Konferenz übernommen.



Auf Smartphone-Displays mit Googles Tango kollidieren reale Menschen derzeit noch mit digitalen Möbeln.

Vorgetäuschte Erpressung

NotPetya sollte vor allem Schaden anrichten

Der Trojaner NotPetya verbreitet sich äußerst geschickt, das Bezahlmodell ist für eine ernsthafte Erpressung aber zu schlecht umgesetzt.

Von Jan Mahn

Ein neuer Trojaner-Angriff hat weltweit für Ausfälle von Windows-Computern gesorgt und zahlreiche Festplatten verschlüsselt. Von außen erinnert er an den Erpressungstrojaner Petya, der im Jahr 2016 Festplatten verschlüsselte, um Kryptowährungen zu erpressen. An der Gewinnerzielungsabsicht der Angreifer und der Verwandtschaft mit Petya gibt es allerdings Zweifel, sodass Kaspersky die Bezeichnung NotPetya etabliert hat.

Ausgangspunkt der weltweiten Verbreitung war die Ukraine und der Verbreitungsweg zeugt von professioneller Planung: Über manipulierte Updates der Steuersoftware MeDoc, die jeder Steuerpflichtige in der Ukraine installiert haben sollte – einschließlich im Land tätiger internationaler Konzerne –, wurde der Schadcode verteilt. Noch ist unklar, ob die Update-Server des Herstellers kompromittiert waren oder die Adressen per DNS-Manipulation umgeleitet wurden. Fest steht, dass die Software das gefälsch-

te Zertifikat, mit dem die infizierten Updates signiert wurden, nicht erkannte.

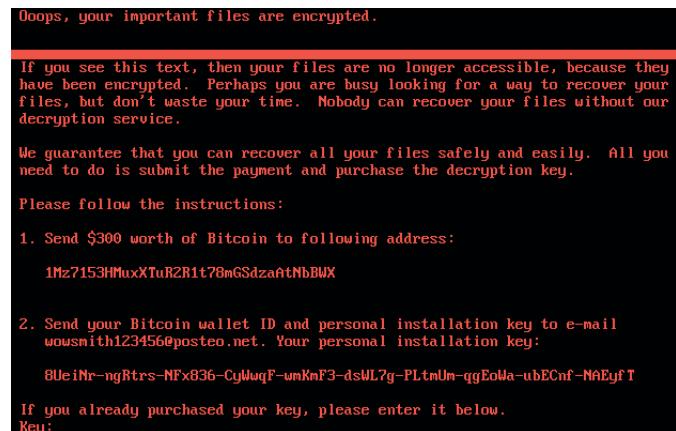
Einmal auf einem System angekommen, beginnt NotPetya damit, das Netzwerkumfeld zu durchsuchen und gefundene Rechner gezielt anzugreifen. Zunächst sucht der Trojaner bekannte Lücken in SMB1, die schon von WannaCry ausgenutzt wurden. Ist das System gegen EternalBlue und EternalRomance gepatcht, versucht er anschließend, sich über ADMIN\$-Freigaben oder die Windows Management Instrumentation Command-line einzunisten. Zu diesem Zweck greift NotPetya auf den infizierten Systemen Windows-Credentials mit Tools wie Mimikatz ab. Solche Strategien sind bisher nur an gezielten Angriffen auf einzelne Infra-

strukturen bekannt und für massenhaft verbreitete Trojaner untypisch.

Nach 40 Minuten starten sich die infizierten Rechner neu und beginnen, den Master Boot Record sowie ausgewählte Dateien mit AES-128 und RSA zu verschlüsseln. Währenddessen sieht der Benutzer einen gefälschten CHKDSK-Bildschirm. Wer den Rechner rechtzeitig abschaltet, kann die Daten eventuell später retten.

Bis hier wirkt der Angriff, als seien Profis am Werk gewesen. Im krassen Gegensatz dazu stehen allerdings die stümperhaft umgesetzten Bezahlmöglichkeiten und die Tatsache, dass es gar nicht möglich ist, die vorgenommenen Änderungen am System rückgängig zu machen. Das erweckt den Eindruck, es könnte sich vielmehr um einen politisch motivierten Angriff handeln. Größtmöglicher Schaden, vor allem in der Ukraine, wäre damit das Ziel der Angreifer gewesen – der vermeintliche Erpressungstrojaner müsste als Wiper eingestuft werden, der seine wahren Absichten verschleiert.

(jam@ct.de)



Mit diesem Text wird das Opfer zur Zahlung von Bitcoins aufgefordert. Technisch ist eine Wiederherstellung der Daten trotz Zahlung aber gar nicht möglich.

Anzeige

Wunderschöner Spaziergang

Old Man's Journey (Windows, 8 Euro; iOS, Android, ca. 5 Euro) von Broken Rules ist eine eigenwillige Mischung aus Walking-Simulator und Plattformer. Der Spieler begleitet einen alten Mann auf seiner Reise durch eine wunderschön handgezeichnete Naturlandschaft. Um voranzukommen, muss er die einzelnen Bildebenen verschieben. Anspruchsvolle Puzzles gibt es nicht, im späteren Verlauf sind bei einer Zugreise jedoch gute Reflexe gefragt. **Old Man's Journey** ist ein entspannendes interaktives Bilderbuch, in dem sich Spieler rund 90 Minuten verlieren können.

(Andreas Müller/hag@ct.de)



Old Man's Journey reflektiert über den Sinn des Lebens.

Cyberpunk-Drama

Niemand sollte sich vom harmlosen Retro-Look des Action-Stealth-Abenteuers **Vindictive Drive** (Windows, 3 Euro) von Secret Society täuschen lassen. Statt eines knuddeligen JRPG erwartet den Spieler ein düsteres Drama um Rache, Mord und Depression. Eine junge Hackerin muss es mit ihrem eigenen Vater aufnehmen, der sich als Mörder ihrer Mutter entpuppt.

Nachdem sich der Spieler mit der umständlichen Tastaturresteuerung angefreundet hat, darf er Sicherheitssysteme ausschalten, Wachen ausweichen und Computer hacken. Kämpfe werden in Echtzeit ausgetragen. Die rücksichtslosen Entscheidungen der Hauptfigur werden so manchen Spieler länger beschäftigen – spannend, melancholisch und originell.

(Andreas Müller/hag@ct.de)



Vindictive Drive ist ein düsteres Rachedrama.

Mech-Action



Meka On ist Twin-Stick-Action für frustresistente Daumenakrobaten.

Meka On (Windows, macOS, Linux, kostenlos) von Fractal Phase mixt einen Twin-Stick-Shooter mit einem Hack'n'Slay-Abenteuer. Ein Mech kämpft in einer Arena mit Schwert und Laserkanone gegen nicht enden wollende Gegnerwellen. Mit jedem Schuss oder Ausweichmanöver heizt sich der Energiekern des Mechs auf, bis schließlich nur das gute alte Schwert als Waffe übrig bleibt. Ein fieser Bossgegner rundet das hektische Geschehen auf dem Bildschirm ab.

Das Spiel erinnert an den Sega-Klassiker Virtual-On. Zwar ist hier alles eine Nummer kleiner, aber schnelle Reflexe und die Begeisterung für Riesenroboter sind ebenso gefragt. Die Gamepad-Steuerung ist etwas unpräzise, spannend und herausfordernd ist Meka on aber allemal. (Andreas Müller/hag@ct.de)

Rez auf Speed



Polybius versetzt Spieler in einen Farbenrausch.

Einer urbanen Legende zufolge war **Polybius** (PS4, PC geplant, 15 Euro,) ein ominöser Arcade-Automat, der bei Spielern aufgrund seiner Lichtreflexe epileptische Anfälle auslöste. Arcade-Guru Jeff Minter von Llamasoft hat diese Legende nun in ein reales Spiel umgesetzt, das auf der PS4 wahlweise mit oder ohne VR-Brille gespielt werden kann. Der Arcade-Shooter besteht aus schier endlosen Tunnelkursen, auf denen dem Spieler allerhand bunte Objekte entgegenfliegen – darunter Minotaurenköpfe. Begleitet wird der psychedelische Flug von treibender Techno-Musik mit lustigen Tier- und Arcade-Geräuschen.

Kleine Fehler verzeiht Polybius großzügig, sodass man sich schnell in einen Rausch spielt. Das kurzweilige Bombardement der Sinne vertragen wir selbst unter der VR-Brille gut – wie ein farbiger Drogentrip ohne Nebenwirkungen. (hag@ct.de)

Downloads und Video: ct.de/yd4v

Anzeige

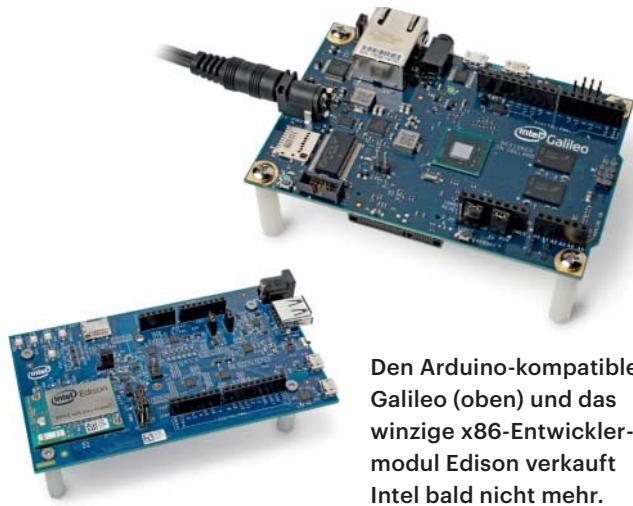
Intel stellt Edison, Galileo und Joule ein

Überraschend kündigt Intel an, seine Entwicklerboards Edison, Galileo und Joule nur noch bis Dezember zu liefern. Das macht diese Plattformen für Bastler und professionelle Hardware-Entwickler uninteressant. Im Intel-Forum zu Joule äußerten Entwickler harsche Kritik; schließlich ist das Modul erst seit wenigen Monaten auf dem Markt und richtet sich an gewerbliche Nutzer.

Zu den Gründen für die Einstellung der drei Produkte äußerte sich Intel bis Redaktionsschluss nicht. Als Alternative zum Joule eignet sich für manche Einsatzzwecke wohl die angekündigte Intel Compute Card mit Atom und Core m; das Vertrauen in Intels Lieferzusagen dürfte aber anhaltend erschüttert sein.

Im Intel-Forum zum Joule wurde auf die verschiedenen UP-Boards (UP, UP², UP Core, up-board.org) mit x86-SoCs verwiesen. Außerdem gibt es noch das Minnowboard Max sowie zahlreiche andere x86-Boards für Embedded Systems. Letztere sind in kleinen Stückzahlen freilich oft deutlich teurer als Edison und Joule. Die Arduino-kompatiblen Galileo und Galileo Gen 2 waren mit 40 bis 70 Euro wiederum viel teurer als andere Arduino-Varianten und ihre Vorteile für zu wenige Käufer interessant.

(ciw@ct.de)



Den Arduino-kompatiblen Galileo (oben) und das winzige x86-Entwicklermodul Edison verkauft Intel bald nicht mehr.

UP Core für unter 100 US-Dollar

Die Entwickler der x86-Entwicklerboards UP und UP² haben eine weitere Kickstarter-Kampagne für den UP Core gestartet. Anders als der Name erwarten lässt, sitzt darauf aber kein Intel Core, sondern ein Atom x5-Z8350 aus der Anfang 2016 vorgestellten Serie Cherry Trail. Die billigste Ausführung mit 1 GByte RAM und 16 GByte eMMC-Flash soll ab 75 US-Dollar zu haben sein. WLAN und Bluetooth sind schon dabei. Die Version mit 2 GByte RAM und 32 GByte Flash liegt gerade noch unter 100 US-Dollar, inklusive Gehäuse, WLAN-Antenne und Netzteil sind es 125 US-Dollar. Es gibt auch teurere Versionen mit 4 GByte RAM und 64 GByte Flash.

(ciw@ct.de)

Raspbian: Neue Entwicklungs-Tools für PCs

Das Raspberry-Pi-Projekt hat eine neue Version seiner Linux-Distribution Raspbian für die Mini-Rechner veröffentlicht – und für PCs: Das kurz vor Weihnachten 2016 begonnene Experiment einer Raspbian-Desktop-Distribution für Desktop-PCs soll ab sofort parallel zur Distributionsentwicklung für den Raspberry Pi weitergeführt werden.

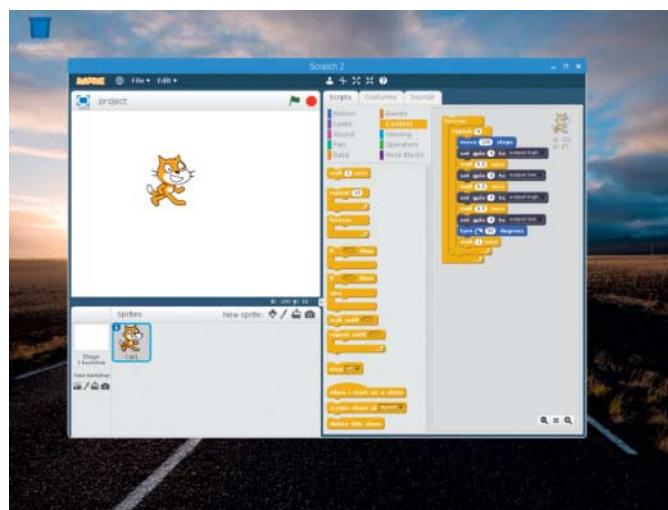
Das Raspbian mit Release-Datum 21.06.2017 verwendet weiterhin Debian Jessie als Basis, an einer Portierung auf Stretch arbeiten die Entwickler aber bereits. Noch im Sommer soll der Wechsel auf Stretch erfolgen.

Die Raspbian-Variante für Desktop-PCs steht als DVD-Image zum Download und enthält den Debian Installer. Die Installation unterscheidet sich nicht von der eines herkömmlichen Debian Jessie. Das Image lässt sich alternativ leicht in VirtualBox oder VMware starten. Der Vorteil von Raspbian für PCs liegt darin, dass sich Programme etwa in Scratch oder Python entwickeln lassen, ohne durch die vergleichsweise begrenzten Ressourcen des Raspi eingeschränkt zu werden.

Neben den üblichen Aktualisierungen wartet das neue Raspbian auch mit einigen Neuerungen auf: So gibt es mit Scratch 2.0 eine erweiterte Version der visuellen Entwicklungs-umgebung. Sie benötigt keine Internetverbindung mehr und über die Erweiterung „PI GPIO“, die sich mit drei Mausklicks nachinstallieren lässt, können die GPIO-Pins des Raspberry Pi mühelos per Befehlsblock angesteuert werden. Die Abbildung unten zeigt ein Scratch-Programm, das eine an GPIO-Pin 4 angeschlossene LED zweimal blinken lässt, bevor die Katze um 90 Grad rechts abbiegt. Auch interaktive Elemente, die auf Mausklick Hardware-Aktionen starten, sind möglich. Darüber hinaus gibt es mit Thonny eine neue vereinfachte Python-Entwicklungsumgebung.

Das neue Raspbian gibt es auf raspberrypi.org zum Download; Links zur Desktop-PC-Variante findet man im Blog-Post zur neuen Version.

(mid@ct.de)



Scratch2 ist neu in Raspbian und enthält ein Modul, um die GPIO-Pins des Raspi anzusteuern. Hier blinkt eine LED an GPIO-Pin 4 zweimal, bevor die Katze abbiegt.

Drei neue Salesforce-Dienste mit KI

Salesforce hat Einstein, seine Plattform für künstliche Intelligenz, um drei Dienste für Vertriebs- und Kundendienstmitarbeiter erweitert. Einstein Sentiment analysiert ohne vorheriges Training Texte aus E-Mails oder sozialen Netzen auf positive, neutrale oder negative Einstellung des Verfassers. Daraufhin kann ein Unternehmen zum Beispiel negative Kunden-E-Mails vorrangig beantworten. Anwender von Einstein Intent können Modelle trainieren lassen, mit

deren Hilfe die Software anschließend Texte nach für das Unternehmen spezifischen Themen klassifiziert.

Der dritte Dienst, Einstein Object Detection, dient dazu, bestimmte Gegenstände in einem Kamerabild zu identifizieren. Im Ergebnis soll nicht etwa herauskommen, dass die Kamera ein Ladenregal zeigt, sondern, wie viele Artikel von jeder relevanten Sorte dort liegen, ob also nachgefüllt werden sollte. (hps@ct.de)

Lexoffice-Lizenz von Amazon

Amazon offeriert eine verbilligte 365-Tage-Lizenz für den in c't 12/17 getesteten Buchhaltungs-Webdienst Lexoffice. Auch wenn es nirgendwo angegeben ist: Diese Lizenz taugt nicht dazu, ein direkt beim Hersteller Lexware erworbenes Abonnement zu verlängern. Auf

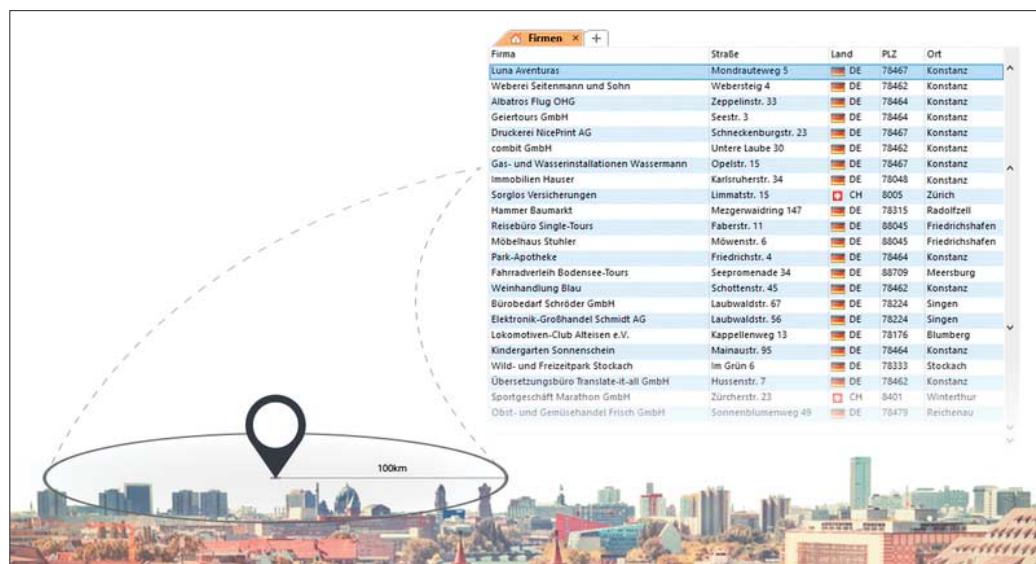
dessen Webseite kann man den Dienst in drei Ausführungen sowie als Testversion abonnieren. Wie Lexware auf Anfrage bestätigte, entspricht die über Amazon vermarktete Ausgabe der umfangreichsten Ausführung „Buchhaltung & Berichte“. (hps@ct.de)

CRM-System mit Kanban-Boards

Version 9 des Relationship Managers von Combit enthält Kanban-Boards, auf denen sich Aufgaben wie beim agilen Projektmanagement per Drag & Drop verschieben und zuweisen lassen. Die Boards sollen auch das ganze Vertriebsteam zum Status der aktuellen Verkaufsprozesse auf dem Laufenden halten. In der Professional-Edition kann das Programm jetzt außerdem

Adressdaten für den deutschsprachigen Raum geokodieren und per Umkreissuche filtern.

Nettopreise für CRM 9 beginnen bei 350 Euro oder 19 Euro/Monat; die Professional-Ausgabe kostet 650 Euro oder 35 Euro/Monat. Ein Update der Kaufversion ist jeweils zur Hälfte des Preises erhältlich. Außerdem gibt es eine kostenlose 45-Tage-Testversion. (hps@ct.de)



Die Umkreissuche im Combit Relationship Manager 9 visualisiert Treffer in einer symbolischen Landschaftsansicht.

Anzeige



Mit dem Fünften sieht man besser

Android-Smartphone OnePlus 5 mit Dual-Kamera

Der kleine chinesische Hersteller OnePlus bringt ein halbes Jahr nach dem 3T schon wieder ein neues Top-Modell, das OnePlus 5. Neben schnellerer Hardware fällt die verbesserte Hauptkamera mit einer zusätzlichen Tele-Kamera auf. Der Preis ist mit 500 Euro immer noch verlockend.

Von Jörg Wirtgen

Ein echten optischen Zoom gibt es bei keinem aktuellen Smartphone, Experimente wie das Galaxy Zoom haben sich als unpraktisch dick erwiesen. Aber eine zweite Frontkamera mit eigenem Sensor und etwas längerer Festbrennweite, das bieten derzeit das Apple iPhone 7 Plus und das noch nicht lieferbare Asus Zenfone Zoom S. In diese exklusive Liga

stößt nun auch OnePlus vor, und zwar mit dem erstklassig ausgestatteten Smartphone „5“: Top-Prozessor, Metallgehäuse, Dual-SIM, mindestens 6 GByte Hauptspeicher und 64 GByte Flash – High-End zum günstigen Preis, so lautet das Versprechen.

Der Hauptsensor nimmt 16-Megapixel-Fotos bei ausreichend Licht in hoher Qualität auf. Die Farben sind tendenziell warm abgestimmt. Bei schlechter Beleuchtung hält sich das Rauschen in erfreulichen Grenzen. Fotos wirken aber etwas knapp belichtet, und die Schatten saufen ziemlich ab. Der in der Foto-App einstellbare HDR-Modus hellt die Schatten marginal auf, verstärkt aber das Rauschen; Experimente mit dem HQ- und HDR-A-Modus lohnen. Die Qualität liegt sichtbar über der des OnePlus 3T und reicht durchaus für die Oberklasse, auch wenn beispielsweise iPhone 7 Plus und HTC U11 etwas mehr Details erfassen und leicht stimmiger belichten – und die

Samsung Galaxys zusätzlich die Schatten besser wiedergeben.

Undurchsichtiger Zoom

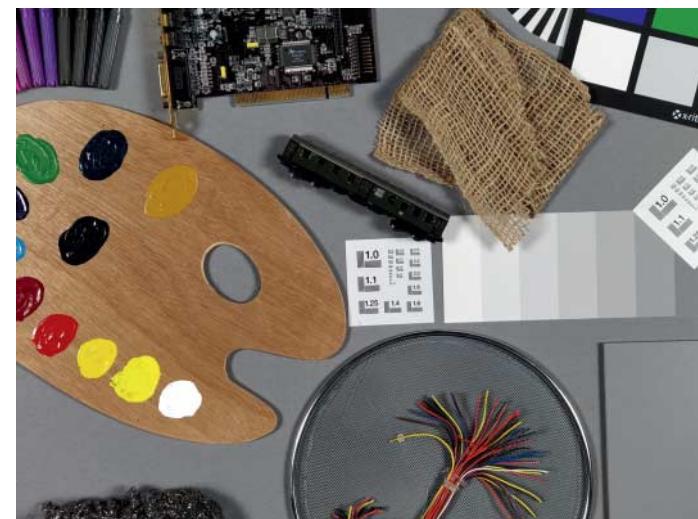
Den Telesensor aktiviert man mit der 1x-Taste in der Foto-App, entweder stufenlos oder man schaltet per Tippen zwischen 1x und 2x um. Er hat eine Auflösung von 20 Megapixel, entsprechend größer werden die Fotos. Sie stammen aber nicht unbedingt direkt vom zweiten Sensor, sondern offenbar verrechnet die App die Daten beider Sensoren. Was genau dabei passiert und welcher der native Vergrößerungsfaktor ist, bleibt im Unklaren – offiziell verrät OnePlus nichts, der Chef hat auf Twitter einen optischen Zoom von 1,6x erwähnt. Den EXIF-Daten zufolge hat das Normalobjektiv eine Brennweite von 4,1 und das Teleobjektiv von 5,5 mm; 24 und 32 mm umgerechnet auf Kleinbild. Demnach beträgt die Vergrößerung nur etwa 1,3x – vielleicht hat der Chef die höhere Auflösung des Telesensors einbezogen oder aber die EXIF-Daten sind fehlerhaft.

Auch wenn man nicht so genau weiß, ob man optisch oder schon digital zoomt, bekommt man gute Ergebnisse. Im c't-Labor lag die Schärfe weit über dem, was wir per Digitalzoom aus dem HTC U11 herausbekommen haben, dessen Kamera im Weitwinkel der des OnePlus 5 überlegen ist. Das optische 2x-Tele des iPhone 7 Plus zeigt aber noch mehr Details.

Ohne Licht, kein Tele

Bei wenig Licht versagt das Tele allerdings, beziehungsweise die Kamera-App schaltet es gar nicht an. Tippt man auf 2x, sieht zwar alles wie gehabt aus, aber es landet ein Foto mit 16 Megapixel, 24 mm Brennweite und entsprechend wenig Details im Speicher – ein Digitalzoom des primären Sensors.

Auch wenn man die Kamera-App in den Profimodus schaltet, in dem man Belichtungszeit, ISO-Zahl und andere Werte manuell einstellen kann, bleibt der Telesensor offenbar ungenutzt. Die App nimmt ausschließlich 16-MP-Fotos auf, der Zoom-Knopf bewirkt einen digitalen Zoom. In diesem Modus lässt sich das Dateiformat auf Raw umschalten, doch entsprechend landet in den DNGs nur das Bild des primären Sensors ohne Digitalzoom. Auch Fremd-Apps wie Lightroom Mobile oder FV-5 haben keinen Zugriff auf den zweiten Sensor; während sie ansehnliche JPGs aufnehmen, sind ihre



Der Zweifach-Zoom (rechts) holt Details näher heran, ohne viel Schärfe zu kosten.

Beide Sensoren haben eine gute Farbwiedergabe, aber absaufende Schatten.

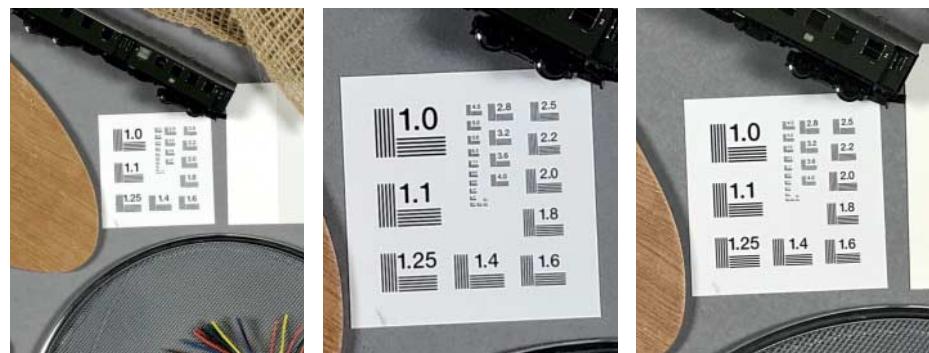
DNGs aufgrund eines Farbstichs unbrauchbar.

Neben Video-, Zeitlupen- und Zeitraffermodus beherrscht die Kamera-App von OnePlus auch einen Porträtmodus, in der App unglücklich „Hochformat“ genannt. Mit der Ausrichtung des Telefons hat das nichts zu tun: Der primäre Sensor fokussiert das Motiv, der Telesensor nimmt ein unscharfes Foto auf und die App verrechnet beide, sodass ein scharfes Motiv vor einem unscharfen Hintergrund steht – ein Digital-Bokeh. Das funktioniert gut, es blieben im Test am Rand des Motivs mehr Details erhalten als beim Porträtmodus des iPhone 7 Plus. Eine Vollformat-Kamera mit lichtstarker Festbrennweite liefert bei Offenblende natürlich das weitaus schöneren und präzisere Bokeh.

Geschwindigkeit und Laufzeit

Das Gehäuse besteht weiterhin aus Aluminium. Die stets schwarze Antenne auf der Rückseite liegt nun am Gehäuserand und sticht daher nicht mehr so hervor wie beim 3T. Der sehr schnell reagierende Fingerabdruckscanner liegt in einem Sensorfeld unterhalb des Displays. Die Android-Sensortasten daneben sind optional beleuchtet. Weiterhin sitzen an der Seite der praktische dreistufige und konfigurierbare Stummschalter sowie unten der mittelmäßige Mono-Lautsprecher und die Kopfhörerbuchse.

Das Display zeigt kräftige OLED-Farben mit ausreichender Helligkeit. Die Auflösung bleibt bei 1920 × 1080 Punkten, was nicht pixelig wirkt, aber es fehlt das



Zum Vergleich drei gleichgroße Bildausschnitte: links von der Normalkamera, in der Mitte mit 2x-Zoom, rechts vom iPhone 7 Plus mit 2x-Zoom.

Android-Smartphone

Modell	OnePlus 5
Betriebssystem	OxygenOS 4.5.2 (Android 7.1.1, Security Patch Mai 2017)
Prozessor / Kerne / Grafik	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz / Adreno 540
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	6 oder 8 GB / 64 oder 128 GB (51,2 GB)
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 (aptX, aptX HD) / ✓ / ✓ (GPS, Baidou, Glonass)
mobile Datenverbindung	Dual-SIM, LTE Cat. 12 (600 MBit/s Down, 150 MBit/s Up, 3CA), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3300 mAh (14,4 Wh) / ✓ / –
USB-Anschluss	Typ-C (USB 2.0, OTG, kein DisplayPort)
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	15,4 cm × 7,4 cm × 0,7 cm / 153 g
Kamera-Tests	
Kamera 1	4608 × 3456 (15,9 MPixel) / f/1,7, 24 mm
Kamera 2	5184 × 3880 (20,1 MPixel) / f/2,6, 32 mm
Videos	max. 3840 × 2160 (4K, 30 Hz), Zeitlupe 720p, 120 fps
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	4608 × 3456 (15,9 MP) / 1920 × 1080 (Full-HD)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	OLED / 12,1 cm × 6,8 cm (5,5 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 Pixel (403 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2 ... 451 cd/m ² / 89 %
Preis	499 € (64 GB, 6 GB, Dunkelgrau) / 559 € (128 GB, 8 GB, Schwarz)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Der Porträtmodus (rechts) verrechnet die Daten beider Sensoren zu einem künstlichen Bokeh. Daher ist die Perspektive eine leicht andere als nur von der Hauptkamera (links).

letzte Quäntchen Schärfe eines Displays mit 2560 × 1440 Punkten.

Die Benchmarks fallen dank Snapdragon 835 hervorragend aus. Die Kerne drosseln wenig, laufen also auch unter längerer Last mit hohen Taktraten, ohne dass sich das Gehäuse übermäßig aufheizt. Ein Speicherkarten-Slot fehlt, was bei eingebauten 64 oder 128 GByte verschmerzbar ist. Auch die 6 oder 8 GByte Hauptspeicher sind üppig.

Die Performance drückt nicht die Laufzeiten, sondern das OnePlus 5 hält trotz etwas kleineren Akkus länger durch

als das 3T. Wenn das recht aggressive Stromsparen bei Hintergrund-Apps deren Funktion einschränkt, lässt sich das nun unter Einstellungen/Akku/Akku-Leistungsoptimierung einstellen; vorher war diese Option sehr versteckt.

Das Android bleibt erfreulicherweise komplett frei von Bloatware. OnePlus hat es um sinnvolle Konfigurationsdetails erweitert, die noch aus der Zusammenarbeit mit Cyanogen stammen. Sicherheits-Patches kamen bisher einigermaßen zügig und langfristig, auch darf man ein Update auf Android 8 im Herbst erwarten.

Der Vertrieb des OnePlus 5 erfolgt wie bei den Vorgängern ausschließlich über die Hersteller-Webseite – abgesehen von wenigen Ausnahmen wie limitierten Geräten oder einer Sonderaktion am Tag der Vorstellung. Inzwischen liefert OnePlus, übrigens eine Tochter des chinesischen Smartphone-Riesen Oppo, aus einem EU-Zwischenlager, sodass die Lieferzeit nur wenige Tage beträgt und keine Einfuhrumsatzsteuer fällig ist. Auch repariert wird in der EU. Die Rechnung weist allerdings keine Mehrwertsteuer aus.

Fazit

Schönes Display, elegantes Gehäuse, lange Laufzeit, mit die höchste Geschwindigkeit: Das OnePlus 5 fällt in keiner der Standarddisziplinen durch. Doch um ganz oben mitzuspielen, fehlen Details wie eine höhere Display-Auflösung oder ein wasserdichtes Gehäuse. Die Kamera schafft dank nützlichem Zoom, hübscher Porträtfunktion und hoher Bildqualität den Anschluss an die Oberklasse. Ein optischer Stabilisator, etwas weniger absaufende Schatten und eine bessere Kontrolle über den Telesensor hätten es aber doch sein dürfen.

Insgesamt gefällt die Zusammenstellung der Eigenschaften, OnePlus hat am richtigen Ende gespart und ein im Vergleich zu den Spitzenmodellen jenseits der 700 Euro attraktives Paket geschnürt. Eine bessere Zoom-Qualität schaffen nur das doppelt so teure iPhone 7 Plus und der Hasselblad-Aufsatz mit 10x-Zoom, der mitsamt Lenovo Moto Z dann aber Kompaktkamera-Format hat. Wer zugunsten einer besseren Kamera auf den Zoom verzichtet, mag mit den inzwischen unter 500 Euro gefallenen Vorjahresmodellen Samsung Galaxy S7 und S7 Edge liebäugeln – beide haben aber weniger Speicher, kein Dual-SIM und das verpfuschte Android.

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

Laufzeiten

Modell	Video (normale Helligkeit) [h]	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h]
OnePlus 5	15,5	13,6
HTC U11	10,2	14,2
LG G6	11,1	16,8
Samsung Galaxy S8	14	15,3
Samsung Galaxy S8+	16,5	16,8
Apple iPhone 7	9,8	15,3
Google Pixel XL	12,2	13,1
OnePlus 3T	13,8	12,2
normale Helligkeit: 200 cd/m ² , Surfen: Abruf einer Standard-Website alle 30 s		

Benchmarks

Modell	Chipsatz / CPU-Kerne / Takt	Grafikchip	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps]	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps]	3DMark Ice Storm Unlimited [Punkte]	Coremark Single-Thread [Punkte]	Coremark Multi-Thread [Punkte]
OnePlus 5	Qualcomm Snapdragon 835	Adreno 540	61	56	39918	11543	62792
HTC U11	Qualcomm Snapdragon 835	Adreno 540	53	30	40765	11446	54639
LG G6	Qualcomm Snapdragon 821	Adreno 530	39	27	27641	12206	33359
Samsung Galaxy S8	Samsung Exynos 8895	Mali-G71	64	55	32431	12294	62709
Apple iPhone 7	Apple A10 Fusion	PowerVR GT7600	61,9	59,8	38257	keine Angabe	keine Angabe
Google Pixel XL	Qualcomm Snapdragon 821	Adreno 530	48	30	27295	12809	37247
OnePlus 3T	Qualcomm Snapdragon 821	Adreno 530	42,3	26,3	29401	10857	44713

Anzeige



Turbo-Fritz

xDSL-WLAN-Router Fritzbox 7590

AVMs neues Topmodell Fritzbox 7590 kommt wieder im Flundergehäuse daher und trumpft mit einem schnelleren xDSL-Modem auf. Wir haben es Probe gefahren.

Von Ernst Ahlers

Erst im Herbst 2016 brachte AVM die bis dahin schnellste Fritzbox 7580 heraus. Nun folgt schon die 7590. Der einzige technische Unterschied laut Spezifikation liegt im xDSL-Modem: Die 7580 kann mit VDSL2-Vectoring maximal 100 MBit/s im Downstream liefern und sie läuft nur an All-IP-Anschlüssen. Der Neuling 7590 hat hingegen ein SuperVectoring-fähiges Modem für das VDSL-Profil 35b an Bord. Es ist für maximal 300 MBit/s im Downstream ausgelegt und arbeitet auch an älteren Analog- und ISDN-Anschlüssen. Indes bietet in Deutschland zurzeit noch kein Provider so schnelle VDSL-Anschlüsse an.

Die sonstige Ausstattung der Geräte ist identisch, und auch bei den Messwerten unterscheiden sie sich wenig: Der WLAN-Durchsatz der 7590 genügte im Test, um auch über Distanz – 20 Meter durch Steinwände – einen VDSL-50-Anschluss ausschöpfen zu können. Die NAT-Leistung beim Vermitteln zwischen

Internet und internem Netz war so hoch, dass auch für kommende SuperVectoring-Anschlüsse noch deutliche Reserven bleiben.

Soft Features

Die NAS-Funktion, mit der man einen angeschlossenen USB-Massenspeicher im Netz bereitstellen kann, stellt lediglich eine Dreingabe dar: Wir maßen mit Windows-Freigaben (SMB) höchstens 42 MByte/s beim Lesen großer Dateien (USB-3.0-SSD, ext4-Dateisystem). Richtige NAS schaffen selbst mit Festplattenbestückung locker über 100 MByte/s. Dass die Hardware der 7590 mehr kann, zeigte die Probe mit FTP (83 MByte/s, Lesen). NTFS als Dateisystem mochte die 7590 weniger, wir kamen bestenfalls auf 37 MByte/s (FTP, Lesen).

AVM hat seine gewohnt komfortable und funktionsreiche Firmware Fritz!OS weiter verbessert. Die frisch zum Test erschienene Version 6.85 schaltet nun zumindest bei Telekom-Anschlüssen automatisch IPv6 ein. IPv6-Subnetze reicht sie, anders als wir noch im Herbst 2016 bemängelten, auf Wunsch nun auch ungefiltert an kaskadierte Router durch.

Manche Leser beklagten sich, dass IP-Telefonate bei voll ausgelastetem xDSL-Upstream nach einigen Minuten abbrechen. Das scheint AVM mit der Firmware 6.85 behoben zu haben. Wir konnten eine halbe Stunde bei fast gesättigtem Upload (9,8 MBit/s) ungestört telefonieren.

Gleichwohl fanden wir – zugegeben, das ist Jammern auf hohem Niveau – noch Kleinigkeiten zu verbessern. Der Einrichtungsassistent im Browser macht das Installieren einer Fritzbox sehr leicht. Er sollte beim Konfigurieren aber noch zwei Dinge mehr tun: erstens beim Einrichten der Telefonie fragen, ob man DECT-Schnurlosetelefone koppeln möchte; zweitens zumindest vorschlagen, das aufs Typenschild gedruckte Konfigurationspasswort zu ändern. Außerdem stehen die USB-Ports ab Werk auf „Green Mode“, also USB 2.0. Wer eine USB-Platte ausreizen will, muss manuell auf USB 3.0 umstellen (Power Mode).

Fazit

AVM legt mit der Fritzbox 7590 beim xDSL-Anschluss nach: Der neue Router ist auf kommende Angebote jenseits von 100 MBit/s vorbereitet und funktioniert – anders als die 7580 – auch noch an alten analogen oder ISDN-Anschlüssen. Wem sein alter Router zu langsam geworden ist, der macht mit der 7590 nichts falsch. Besitzer einer Fritzbox 7580 haben aber keinen Grund, schon wieder das Pferd zu wechseln.

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

AVM Fritz!Box 7590

Dualband-WLAN-Router	
Hersteller	AVM, www.avm.de
WLAN	IEEE 802.11n-600/ac-1733, simultan dualband, MU-MIMO, WPS
Bedienelemente	WLAN, WPS, DECT, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	4 × LAN, 2 × WAN (Gigabit-Ethernet, xDSL), 1 × ISDN S0, 2 × Tel. a/b, 1 × TAE, 2 × USB 3.0
NAT-Perf. PPPoE (DS/US)	691 / 621 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS/US)	941 / 934 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (MBP)	131 / 80-92 MBit/s
5 GHz nah/20 m	352 / 29-79 MBit/s
MU-MIMO Einzel / Summe / Gewinn	232 / 326 / 41 %
Leistungsaufnahme	8,8 Watt (idle, ca. 23 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	270 €



Schickes WLAN

Google Wifi im Test

Der WLAN-Verteiler Google Wifi soll schnelles Internet in die hintersten Ecken bringen. Das klappt nach der unschlagbar leichten Einrichtung per App recht gut, sofern man ein paar Macken und Eigenheiten dabei hinnimmt.

Von Ernst Ahlers

Wie die Konkurrenten Netgear Orbi und Linksys Velop ist Google Wifi ein WLAN-Verteilersystem, das mit mehreren Basen (Nodes) größere Wohnungen und Häuser lückenlos mit Internet versorgen soll. Der wichtigste Unterschied: Google Wifi hat kein separates, drittes Funkmodul für den Backbone, über den Nodes die Daten untereinander weiterleiten.

Das machte sich im c't-Test beim Repeater-Betrieb über zwei Nodes deutlich bemerkbar: Ein Notebook bekam im 5-GHz-Band mit Google Wifi über 26 Meter durch Wände 50 MBit/s, was immerhin dem vollen Downstream eines VDSL-50-Anschlusses entspricht. Netgears Orbi lieferte in derselben Situation hingegen mehr als das Doppelte (139 MBit/s, Modell RBK50, siehe c't 1/17). Für richtig schnelle Internetanschlüsse muss man auf andere Systeme zurückgreifen; die ziehen dafür aber auch mehr Leistung aus der Steck-

dose. In dieser Hinsicht ist Google Wifi vergleichsweise genügsam und deutlich kompakter allemal.

Zum Aufsetzen von Google Wifi braucht man ein Google-Konto, ein Smartphone sowie die gleichnamige App für Android (ab 4) und iOS (ab 8). Die App führt auch WLAN-Anfänger sinnvoll und lückenlos durch die nötigen Schritte und gibt Hinweise zur geschickten Platzierung der Nodes. Nach höchstens einer halben Stunde ist alles erledigt, inklusive Aufsetzen des zweiten Nodes und automatischem Firmware-Update aller Geräte.

Die App enthält auch Diagnosefunktionen, mit denen man die über den Internetanschluss erzielbare Datenrate ausloten oder die Verbindung der Nodes untereinander testen und optimieren kann.

Zurzeit will der erste Node grundsätzlich als Router arbeiten; einer seiner Ethernet-Ports dient dann als WAN-Anschluss. Wer einen Zwangsrouter verwenden muss oder seinen vorigen Router nicht aufgeben will, muss bei IPv4 doppelte Adressumsetzung (Double-NAT) hinnehmen. Das kann mit VoIP und Online-Spielen Probleme bereiten. Einen AP-Modus ohne Double-NAT, wie ihn Orbi und Velop schon beherrschen, soll Google Wifi erst später bekommen.

Ferner sammelt Google Betriebsdaten des Mesh-WLANs, die es nach eigener Aussage anonymisiert. Hier spielt Google

mit offenem Visier; die Nutzungsbedingungen gaben unserem Hausjuristen keinen Grund zur Unruhe. Die Datenerfassung lässt sich zwar in der App abschalten, aber diese und die Nodes bleiben mit dem Google-Cloud-Dienst verbunden.

Google Wifi unterstützt mit DHCP, statischer IP und PPPoE grundlegende Routing-Funktionen, aber kein VLAN-Tagging, was man derzeit noch für viele VDSL-Anschlüsse der Deutschen Telekom braucht. Portweiterleitungen, QoS-Vorrang und eigene DNS-Server lassen sich mit wenigen Tippern in der App einrichten, ebenso ein vom internen Netz getrenntes Gast-WLAN. IPv6 muss man noch von Hand aktivieren. Freigaben für von außen per IPv6 zu erreichende Dienste lassen sich bislang nicht anlegen; daran arbeitet Google aber.

Ein großes Manko ist, dass Google Wifi noch kein DFS beherrscht. Nur mit dieser Radarausweichtechnik darf man im 5-GHz-Band alle Kanäle benutzen. So ist das System zurzeit auf den Kanalblock 36 bis 48 beschränkt. Wenn dort ein Nachbar funk, muss sich Google Wifi die 5-GHz-Bandbreite mit ihm teilen.

Fazit

Hat man das Funknetz seines WLAN-Routers bereits mit einem Repeater verlängert und ist mit dem Durchsatz zufrieden, gibt es keinen Grund, auf Google Wifi umzusteigen. Doch wer unter WLAN-Lücken leidet, einfach „Internet überall“ haben möchte und die Einbindung seines Heimnetzes ins Google-Universum hinnimmt, der findet in Google Wifi ein attraktives Angebot. (ea@ct.de) **ct**

Mehr Details zu Google Wifi: ct.de/y7vb

Google Wifi	
WLAN-Verteilersystem	
Hersteller	Google, http://g.co/wifi
WLAN	IEEE 802.11n-300/ac-867, Simultan Dualband, WPS
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte
Ansschlüsse	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
NAT-Perf. PPPoE (DS/US)	516 / 331 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS/US)	941 / 940 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (V3)	101 / 55-95 MBit/s
5 GHz nah/20 m	284 / 52-105 MBit/s
Client bei 26 m am Repeater 2,4 / 5 GHz	68 / 50 MBit/s
Leistungsaufnahme (Router+Repeater)	3,3 + 3,0 Watt (idle, zusammen 17 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	250 € (2er-Kit)

Anzeige



Servervorlage

Der günstige Netzwerkspeicher TerraMaster F2-220 lockt mit einer unerwarteten Aufrüst-möglichkeit.

Im TerraMaster F2-220 läuft ein Celeron J1800 (max. 2,4 GHz Takt) nebst 2 GByte RAM. Die Performance lag im c't-Test im üblichen Rahmen dieser Gerätekategorie. Geräuschenwicklung und Leistungsaufnahme waren mit unserer Plattenbestückung erfreulich niedrig.

Das NAS-Betriebssystem TOS baut auf Linux (Kernel 4.0.0) und meldet sich im Browser mit einer Desktop-artig aufgemachten HTML5-Seite, netterweise gleich auf Deutsch. Die Einrichtung geht leicht und es gibt auch ein paar nachinstallierbare Erweiterungen, unter anderem Mediaserver (Plex, iTunes). Interessanterweise hat Noontec sein Betriebssystem auf einem USB-Stick im Inneren untergebracht. Das bahnt einen Weg, aus dem NAS einen offenen Linux-Server zu machen. Dazu mehr in einer kommenden c't-Ausgabe.

Der Funktionsumfang des F2-220 erreicht nicht ganz den wie von QNAP oder Synology gewohnten. Er dürfte aber allen genügen, die hauptsächlich einen performanten Massenspeicher im LAN brauchen. Leise und sparsam genug ist das NAS. (ea@ct.de)

TerraMaster F2-220

x86-NAS für 2 Laufwerke

Hersteller	Noontec, Vertrieb über Amazon
Bedienelemente	Ein, 6 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 × USB 3.0, 3 × USB 2.0 (2 innen, 1 belegt)
SMB-Durchsatz (W/R) mit 1000 × 256 KByte	2 × HD: WD30EFRX 11 / 16 MByte/s
100 × 2 MByte	51 / 48 MByte/s
10 × 400 MByte	107 / 91 MByte/s
Geräusch (idle / Platten aus)	0,3 / < 0,1 Sone
Leistungsaufnahme	13 / 6,7 Watt
Preis (ohne Platten)	190 €

Prestissimo

Der interne Kartenleser Akasa AK-ICR-27 überträgt Daten von schnellen SD-Medien mit über 200 MByte/s.

Damit Raw-Fotos oder 4K-Videos von der Speicherplatte der Digitalkamera rasch auf dem Desktop-PC landen, muss außer dem Kärtchen auch das Lesegerät mit hohem Tempo arbeiten. Der Kartenleser Akasa IK-ICR-27 für den Einbau in einen 3,5"-Schacht bringt die notwendigen Zutaten mit: An das Mainboard ist er über einen 19-poligen-Pfostenstecker für USB 3.0 angebunden, was SuperSpeed-Tempo ermöglicht. Zudem kann er die zusätzlichen Datenleitungen des Ultra-High-Speed-II-Bus (UHS II) von microSD- und SD-Karten nutzen.

Außer diesen nimmt der Akasa-Leser alle gängige Kartenformate mit Ausnahme von CFast auf. Beim Einsticken von MicroSD-Karten ist etwas Geschick gefragt, sonst landen diese im Spalt zwischen Blende und Schacht.

Im Test mit den UHS-II-tauglichen SDXC-Karten Toshiba Exceria Pro SDXC II 64 GByte und Lexar Professional SDXC UHS II 3 2000x 64 GByte transferierte der Kartenleser Daten mit 230 MByte/s. Mit einer schnellen UDMA7-CompactFlash-Karte Toshiba CF 1000x 128 GByte strömten 150 MByte/s durch die Leitungen. Damit erreicht er nicht ganz die Spitzenwerte (260 bis 290 MByte/s) der schnellsten externen USB 3.0-Kartenleser, reizt aber das Tempo der meisten Speicherkarten aus. (chh@ct.de)

Akasa AK-ICR-27

USB-3.0-Kartenleser für 3,5"-Schacht

Hersteller	Akasa, www.akasa.com.tw
Kartentypen	CF, SD, microSD, MMC, MS, MS Micro(M2)
Anschluss	festes Kabel (60 cm) mit 19-poligem USB-3.0-Pfostenstecker
Geschwindigkeit	> 230 MByte/s
Preis	30 €



Saus und braus

Der GPS-Radcomputer Wahoo
Elemt mit Schwarzweiß-Display
lockt mit vielfältigen Schnittstellen
für Sensoren und zu Sportplatt-
formen.

Der Elemt gehört zu den großen GPS-Radcomputern, gewinnt aber keinen Schönheitspreis. Die 300 Euro Kaufpreis erscheinen ambitioniert: Das mausgraue handtellergroße Gerät wirkt grobschlächtig und es hat nur ein monochromes Display mit 2,7-Zoll-Diagonale, immerhin beleuchtbar. Jede der drei Dreh- und Klick-Lenkerhalterungen hält den Elemt sicher; mit vorsichtigem Gewürge passt er auch auf vorhandene Garmin-Halterungen.

Die sechs Tasten – drei auf der Frontseite, eine links und zwei rechts – sind schwergängig. Mit den seitlichen Tasten steuert man die Zahl der angezeigten Datenfelder: von elf Werten in kleiner Schrift bis hin zu zwei Feldern im Großformat.

Sieben Leuchtdioden links am Gehäuse zeigen, wie schnell man im Vergleich zu seinem Durchschnittstempo unterwegs ist. Die Anzeige lässt sich auch als Pulsbereichs-Monitor nutzen.

Obwohl der Elemt auch allein nutzbar ist, lohnt es sich, ihn mit einem Smartphone zu verheiraten. Für die Bluetooth-LE-Kopplung scannt man einen QR-Code auf dem Display des Elemt. Mit der App passt man den Radcomputer an den Nutzer an und stellt ein, ob er seine Daten mit Apple Health sowie Portalen wie Strava, MapMyFitness und Komoot abgleichen darf. Garmin Connect wird seit Ende des Jahres nicht mehr unterstützt. Ist die WLAN-Verbindung des Elemt eingerichtet, zieht sich das Gerät darüber auch direkt Firmware-Updates

und exportiert Trainingsdaten in die genannten Portale.

Der Elemt zeichnet die GPS-Spur auf, außerdem Daten aus verbundenen Bluetooth- und ANT+-Sensoren. Das geht auch mit Sensoren von Drittanbietern. Außer Puls, Trittfrequenz und Pedalleistung zeigt der Elemt die Einstellungen elektronischer Gangschaltungen an. Während des Tests gingen bei einigen Bluetooth-Sensoren durch Verbindungsabriss allerdings Daten verloren. Das Problem löste Wahoo durch ein Firmware-Update. Letztere gab es bislang in rascher Folge, meist verbunden mit neuen Features: So kann man sich inzwischen mit anderen Fahrern bei Strava Live Segmenten messen und Freunde per Live-Tracking wissen lassen, wo man gerade ist.

Der Elemt bunkert OSM-Karten für viele Länder. Eine via Smartphone über spielbare Tour erscheint auf der mitlaufenden monochromen Karte als gut lesbare Linie aus kurzen dicken Pfeilen. Eigene Routing-Funktionen besitzt das Gerät nicht. Ein Workaround ist der Routenimport vom Smartphone. Seit einem Update Ende November geht das außer im heimischen WLAN auch über Bluetooth – praktisch für spontane Planänderungen.

Den Wahoo Elemt einzusortieren fällt schwer. Einerseits gefällt er durch seine Verbindungsfreudigkeit und die lange Akkulaufzeit (rund 8 Stunden), andererseits fehlen detaillierte Trainingsdaten-Auswertungen. (mil@ct.de)

Wahoo Elemt

Radcomputer

Hersteller	Wahoo, http://de-eu.wahofitness.com
Abmessungen / Gewicht	7,4 cm × 4,6 cm × 2,2 cm / 105 g
Karten	weltweit (OSM)
kompatibel	iOS (ab 9), Android (ab 4.3)
Preis	300 €

Anzeige

Oberflächlich

Qualitätsmängel beim Microsoft Surface Book

Microsoft verkauft mit dem Surface Book eine ebenso schöne wie eigenständige Maschine. Ich kaufte eine – und gab sie wieder zurück: Hier die Punkte, die ich gern vorher gewusst hätte.

Von Clemens Gleich

Mit dem Surface Book verkauft Microsoft seit Anfang 2016 ein außergewöhnliches 2-in-1-Notebook, dessen farbstarkes, hochauflösendes 3:2-Display sich wie ein Tablet auch einzeln nutzen lässt – auch zum Schreiben und Zeichnen mit einem Stift (Pen). Der Tastatur-Teil (Base) besitzt ein ungewöhnliches Scharnier (Fulcrum Hinge), Tablet und Base zusammen wiegen weniger als 1,6 Kilogramm. Als häufig reisenden Journalisten lockte mich das Surface Book mit vielen Stärken – zeigt aber leider deutliche Schwächen in der Verarbeitung. Laut Microsoft liegt die Kundenzufriedenheit hoch; Kaufinteressenten sollte jedoch bewusst sein, dass die Surface-Familie von Anfang an recht hohe Fehlerraten mitbrachte.

Für meinen Geschmack hat das Surface Book eine der besten Laptop-Tasta-

turen überhaupt. Der Akku hält bei mobiler Büroarbeit sehr lange und bei meiner Version ohne Nvidia-GPU heizt die Base meine Schenkel nicht, wenn ich auf dem Schoß tippe.

Als die ersten Tests erschienen, standen darin Sätze wie „Verarbeitung auf Apple-Niveau“. Ich kaufe auch bei Apple und legte ein MacBook direkt neben ein Surface Book, um festzustellen: Das stimmt so nicht. Die unschön ungleichmäßige Tastaturbeleuchtung nimmt sich selbst den Nutzen, indem sie bei manchen Lichtverhältnissen die Beschriftung fast unsichtbar macht. Die Plastikaussparung für die Antennen des Tablet-Teils oben ist an jedem Gerät sichtbar unpassend. Das Tablet rastet zwar fest, aber nicht sonderlich präzise in seine Halterung am Scharnier der Base ein – es sitzt nicht immer mittig. Seitlich und zugeklappt auch vorne steht das Tablet bei vielen Exemplaren über, manchmal um mehr als einen Millimeter.

Der schick dünne Tablet-Teil ist zudem häufig schon ab Werk an der oberen Längsseite leicht krumm oder verbiegt sich nach einigen Wochen normaler Nutzung. Das kann an der mechanischen Belastung liegen – es ist nun einmal zum

Mitnehmen gedacht –, aber auch an der normalen Erwärmung und Abkühlung im Gebrauch. Dann werden Spalten zwischen Gehäuseteilen sichtbar. Microsoft sagte zum Surface 3 damals, das liege am Klebstoff. Auch wenn es die Funktion üblicherweise nicht einschränkt, ist das bei einem bis zu 3000 Euro teuren Notebook nicht angemessen. Ich habe mir, um Microsoft fair zu bewerten, hierzu noch die neuesten (teuersten) Geräte mit Performance Base angeschaut: keine Verbesserung.

Beim Arbeiten am Surface Book fiel mir auf, dass die obersten Bildschirmzeilen flackerten (siehe Video) – nicht immer, aber häufig und lange. Daher tauschte ich das Gerät zweimal. Ich habe Leistungstreiber für den Bildschirm im Verdacht. Microsoft beziehungsweise der Support-Dienstleister haben die Reklamationen anstandslos abgewickelt, aber den Fehler letztlich nicht beseitigt. Nach drei Exemplaren mit demselben Fehler, davon zwei mit sichtbar gebogenen Tablets, habe ich mein Surface Book jetzt zurückgegeben.

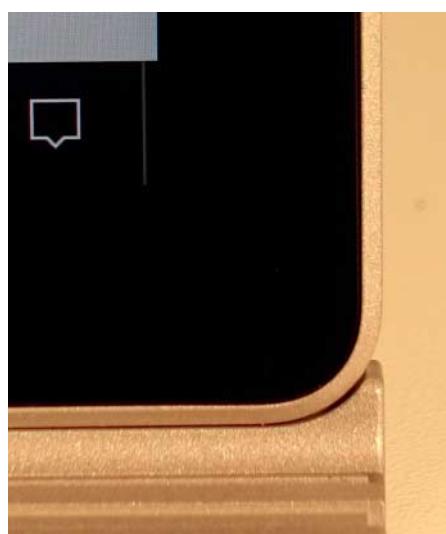
Mein Rat für Interessenten wäre, sich vor allem die günstigeren Versionen mit Core i5 und 128-GByte-SSD anzuschauen, die durch den Gebrauchmarkt gerade günstiger werden. Pingelige Verarbeitungs-Freaks sollten außerdem ein aktuelles MacBook danebenlegen, nur für den Kontrast.

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

Video mit flackernden Bildzeilen:
ct.de/y2cf



Der Tablet-Teil ist häufig schon ab Werk krumm: Funktioniert trotzdem, ist aber unschön.



Auch im Scharnier sitzt der Tablet-Teil oft nicht präzise – hätte Cupertino so wohl nicht durchgewunken.



So passte das geradeste meiner drei Surface Books; das krummste stand etwa 1,5 mm über.

Bilder: Clemens Gleich

Anzeige



Nevo-ending Story

Zweieinhalb Jahre nach Ende der Crowdfunding-Kampagne für die Hybrid-Smartwatch Nevo Solar liefert der Hersteller endlich – aber nicht das, was versprochen wurde.

Die Idee klang gut: Die Nevo Solar sollte anno 2015 eine schlicht aussehende Smartwatch werden, die nie mehr geladen werden muss, weil sie mit Solar-energie läuft. Doch nach der erfolgreichen Indiegogo-Kampagne zur Finanzierung lief das Projekt aus dem Ruder. Noch zweieinhalb Jahre später warten hunderte Käufer auf die Uhr oder die Erstattung der 275 US-Dollar. Denen, die massiv nachfragten, bot Nevo ersatzweise die Lieferung zweier Hybriduhren an – allerdings ohne Solarfunktion. Ich ließ mich darauf ein, damit das Geld nicht ganz verloren ging. Mitte Juni kam das Paket direkt aus China. Darin: die baugleichen Modelle New York mit schwarzem Edelstahlgehäuse und Paris mit silbernem, beide mit Lederband – schlitzohrig mit einem Warenwert von bloß 50 Euro klassifiziert; der Zoll, Sie verstehen?

Die Uhr trägt mit 12,6 Millimetern recht dick auf, vielleicht, weil sie zwei Batterien hat: Eine kleine Knopfzelle (IEC SR 60) soll vier bis fünf Jahre lang das Uhrwerk antreiben; eine Feld-Wald-Wiesen-Zelle vom Typ CR2025 versorgt die smarten Funktionen vier bis sechs Monate lang. Ein Werkzeug zum

Austausch liegt der Uhr bei. Das Lederarmband ist 20 mm breit und durch Federstiege leicht wechselbar.

Die Uhrzeit stellt man durch Herausziehen und Verdrehen der Krone ein. Ist die Nevo per Bluetooth LE mit einem Smartphone verbunden, stellt sie sich bei Abweichungen zu dessen Uhrzeit oder nach einem Wechsel der Zeitzone selbsttätig nach. Ein Schweizer Uhrwerk von ETA (gehört zur Swatch-Gruppe) bewegt die schwarzen Zeiger.

Auf dem weißen Ziffernblatt ohne Datumsanzeige befinden sich zwölf schwarze Indizes, darin sind elf weiße und sechs farbige LEDs eingelassen. Die LEDs und ein eher schwacher Vibrationsalarm machen auf Anrufe, Mails, SMS und WhatsApp-Nachrichten aufmerksam. Die Bedeutung der Farben muss man sich merken – man kann sie in der App zur Uhr festlegen. Ein Druck auf den oberen Knopf lässt je nach absolviert Schrittzahl bis zu elf weiße LEDs kurz aufleuchten.

So reduziert wie die Uhr ist auch die App. Auf den drei Seiten zeigt sie eine Übersicht, einen Schrittzahlverlauf sowie eine Analyse der Bewegungen ihres Trägers im Schlaf, auch für zurückliegende Tage. Insgesamt lassen sich 14 Alarneinstellen, leider nur für jeden Tag einzeln. Gelangt die Uhr außer Bluetooth-Reichweite, muss man sie durch Druck auf die untere Taste wieder mit dem Smartphone verbinden. Die Uhr teilt Schrittzähler- und Schlafracking-Daten zwar mit Apples Health Kit und Google Fit, doch sie addiert großzüig Extraschritte und erkennt kaum, ob man schläft oder nicht.

Fazit: Für den jetzigen Straßenpreis von 75 Euro bekommt man eine bemerkenswert unsmarte Hybriduhr, mit weniger Funktionen als die Crowdfunding-Besteller vorausfinanzierten. Die versprochene freie Belegung des dritten Knopfes zur Kamera- und Musiksteuerung fehlt weiterhin. Bessere Wahl: die Nokia/Withings Activité. (mil@ct.de)

Nevo Watch

Hybrid-Smartwatch

Hersteller	nevo watch, www.nevowatch.com
Abmessungen / Gewicht	4,0 cm × 4,0 cm × 1,3 cm / 59 g
Funktionen	Schlafracking, Schrittzähler, Wecker, Notifications, wasserfest (5 atm)
Systemanforderungen	kompatibel iOS (ab 9), Android (ab 4.3)
Preis	75 € (350 € UVP)



Kamera-Röhrchen

Das nur 1,2 Zentimeter dicke USB-Kameramikroskop von Andonstar eignet sich auch als Endoskop.

Das USB-Mikroskop von Andonstar macht mit seinem Metalltubus einen robusten Eindruck. Das kleine Kameraobjektiv wird von acht weißen LEDs eingehaumt. Deren Helligkeit steuert ein Stellrad, das im USB-Verbindungskabel integriert ist. Wie bei anderen günstigen USB-Mikroskopen üblich gibt es nur ein Stellrad, das gleichzeitig die Vergrößerung und den Fokus verändert. Zum Scharfstellen bei einer bestimmten Vergrößerung muss man den Abstand zum Objekt verändern. Dazu liefert Andonstar ein nur aus Alu gefertigtes Stativ mit exaktem Feintrieb. Damit lässt sich das USB-Mikroskop einfach und stabil scharfstellen; nur horizontal hat der Stativarm etwas Spiel. Für den Einsatz als Endoskop liegen fünf Aufsätze bei, darunter einer mit Umlenkspiegel.

Die USB-Kamera wird als Webcam von Windows, macOS und Linux erkannt und liefert scharfe, farbneutrale Bilder. Als Betrachter kann man etwa den VLC-Player benutzen. Der Hersteller legt das einfache Capture-Programm AmCap für Windows bei, das Bilder und Videosequenzen aufzeichnet. Für 65 Euro ist das Kameramikroskop ein Schnäppchen und vielseitig einsetzbar. (rop@ct.de)

Andonstar USB Microscope

USB-Kameramikroskop mit stabilem Metallstativ

Hersteller	Andonstar, www.andonstar.com
Auflösung	1600 × 1200 Pixel
Lieferumfang	Metallstativ, 5 Aufsätze, CD
Preis	65 €

Anzeige

Surface Pro, die Fünfte

Microsofts Windows-Tablet Surface Pro (2017)



zum Standard bei hochpreisigen Windows-Tablets aller Hersteller etabliert hat.

Die größte Renovierung fand im Inneren statt, denn statt Core-Prozessoren der sechsten Generation (Skylake) kommen nun solche der siebten Generation (Kaby Lake) zum Einsatz. Diese liefern mess-, aber nicht spürbar mehr CPU-Leistung. Wie hoch diese ist, hängt weiterhin stark von der gewählten Ausstattungsvariante ab.

Ausstattungsvielfalt

Im Einstiegsmodell für 950 Euro arbeitet ein vergleichsweise leistungsarmer Core m3, der ohne Lüfter auskommt. Das Tablet bleibt also in allen Lebenslagen geräuschlos. In allen teureren Modellen – die Preise reichen bis 3100 Euro – stecken stärkere Core-i5- oder -i7-CPUs, die aktiv gekühlt werden müssen. Befürchtungen über starkes Lüfterrauschen sind jedoch unbegründet: Unser 2500-Euro-Testgerät (Core i7-7660U, 16 GByte Arbeitsspeicher, 512-GByte-SSD) wurde unter Volllast nur 0,6 Sone laut; bei Büroarbeit und Webserufen blieb es durchgängig lautlos.

Später im Jahr will Microsoft weitere Ausstattungsvarianten herausbringen, darunter Modelle mit integriertem LTE-Modem. Die ist nicht nur für die Surface-Familie ein Novum, sondern generell eine Besonderheit für Windows-Geräte. Mit der LTE-Integration reagiert Microsoft sowohl auf Bedürfnisse seiner Business-Kunden als auch auf die Konkurrenz aus den Android- und iOS-Lagern.

Am Surface Pro stehen ein Audio-Ausgang, eine USB-Typ-A-Buchse und ein Mini-DisplayPort bereit. Eine USB-C-Buchse gibt es nicht, doch Microsofts proprietärer Dock-Connector ist genauso vielseitig. Er übermittelt Video- und USB-Signale und dient zum Laden des Akkus, was man mit Microsofts Dockingstation (170 Euro) nutzen kann. Das mitgelieferte Netzteil findet ebenfalls am Dock-Connector Anschluss; der Stecker wird mag-

Microsoft spendiert dem Nachfolger des Surface Pro 4 erstmals ein LTE-Modem; die Versionsnummer fällt hingegen weg.
Ansonsten gibt es hauptsächlich Detailpflege.

Von Florian Müssig

Nur im direkten Vergleich zwischen dem 2017er Surface Pro und dessen Vorgänger fällt auf, dass die Kanten nun abgerundeter sind und die Lüftungsöffnungen dezenter in die umlaufende Fuge integriert wurden. Dass sich Microsoft abgesehen von Design-Details auf Be-

währtes verlässt, ist aber nicht schlecht: Vieles war bislang ja schon gelungen.

So hat der helle, farbkräftige Bildschirm weiterhin das arbeitsfreundliche Seitenverhältnis von 3:2. Den Unterschied zum sonst bei Windows-Notebooks und Android-Tablets gängigen 16:9 merkt man jederzeit. Im Querformat freut man sich über das Plus an Bildhöhe – sei es nun bei Surfen im Internet oder bei der Bildbearbeitung, bei der viele Werkzeugeisten auf den Schirm passen und das Bild trotzdem noch ausreichend groß ist. Hält man das Tablet hochkant, hat man wiederum genug Seitenbreite und nicht nur einen schmalen Sehschlitz vor sich. Da wundert es wenig, dass sich das mit dem Surface Pro 3 eingeführte Seitenverhältnis mittlerweile

netisch in der Buchse gehalten. Praktisch: Am Netzteil selbst gibt es eine zusätzliche USB-Buchse (5 V, 1 A) zum Laden von Smartphone & Co. Eine Akkuladung sorgt für bis zu 16 Stunden Laufzeit.

Optional-obligatorische Eingabegeräte

Mit der (ebenfalls magnetisch andockenden) Tastaturhülle kann man das Surface Pro wie ein Notebook benutzen. Anschlag und Tippgefühl der beleuchteten Tasten sind gut, das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern. Wie bislang gehört die Tastatur nicht zum Lieferumfang, sondern kostet extra – als Standardmodell 120 Euro und als Signature-Edition mit Alcantara-Überzug 180 Euro. Ersteres gibt es nur in Schwarz, letzteres in Grau, „Platin“ (Dunkelgrau), „Kobaltblau“ und „Burgunderrot“.

Parallel zum Surface Pro hat Microsoft den zugehörigen Surface Pen überarbeitet. Der aktive Stift (Modell 1776) unterscheidet nun 4096 statt bislang 1024 Druckstufen; als Zubehör gibt es Spitzen in vier unterschiedlichen Härtegraden. Gegenüber dem Vorgänger hat Microsoft den Clip am oberen Stiftende weggelassen, wodurch er deutlich besser in der Hand liegt. Anders als bei allen bisherigen Surface Pro gehört der Stift beim 2017er-Modell nicht mehr zum Lieferumfang, sondern muss dazugekauft werden. Bei Redaktionsschluss sollte der neue Stift ab Ende Juli ausgeliefert werden und 110 Euro kosten. Der ältere Surface Pen des Surface Pro 4 mit weniger Druckstufen funktioniert auch; er kostet 65 Euro.

Das ebenfalls optionale Surface Dial, ein mit dem All-in-One-PC Surface Studio angekündigter Drehregler für kreative An-

wender, kann man auf dem Bildschirm des neuen Surface Pro platzieren, wobei die Position erkannt und Regler passend eingeblendet werden. Allerdings hat das Surface Dial fast 6 Zentimeter Durchmesser und verdeckt dadurch einen großen Teil des Bildschirms – das blockiert produktives Arbeiten mehr, als dass es nutzt. Mit einer genaueren Betrachtung des 110 Euro teuren Surface Dial warten wir deshalb, bis wir es an dem viel größeren Surface Studio testen können.

Fazit

Die 2017er-Auflage des Surface Pro ist ein leistungsstarkes und trotzdem leises Windows-Tablet mit langer Laufzeit und tollem Bildschirm im 3:2-Format. Um es wie von Microsoft beworben als „vielseitigen Laptop“ nutzen zu können, benötigt man aber mindestens eines der optionalen Eingabegeräte, was die sowieso schon sehr hohen Anschaffungskosten noch weiter in die Höhe treibt.

(mue@ct.de) ct

Microsoft Surface Pro (2017): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	FKH-00003					
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil					
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)						
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / R (MiniDP) / ✓					
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × R / – / –					
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	H (SD) / – / R					
Typ C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	–					
Ausstattung						
Display	LG LP123WQ112604: 12,3 Zoll / 31,3 cm, 2736 × 1824, 3:2, 267 dpi, 4 ... 426 cd/m ² , spiegelnd					
Prozessor	Intel Core i7-7660U (2 Kerne mit HT), 2,5 GHz (4 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-, 64 MByte L4-Cache					
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte PC3-14900 / Intel Kaby-Lake-U					
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus 640 (vom Hauptspeicher) / –					
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 PM971 (512 GByte) / –					
Stromversorgung, Maße, Gewicht						
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	50 Wh Lithium-Ionen / – / –					
Netzteil	39 W, 214 g, 9 cm × 5 cm × 2,2 cm, Kleingerätestecker					
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,09 kg / 29,5 cm × 20,7 cm / 1,4 cm					
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,6 cm / 19 mm × 18,5 mm					
Leistungsaufnahme						
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,2 W					
ohne Last (Display aus / 100 cd/m ² / max)	2 W / 6,7 W / 9,3 W					
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	40,2 W / 19,6 W / 39,9 W					
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	40,2 W / 0,5					
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks						
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / WLAN (200 cd/m ²)	15,9 h (3,1 W) / 12,6 h (3,9 W)					
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,3 h (9,3 W) / 2,3 h (22 W)					
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2 h / 7,8 h					
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,6 Sone					
Massenspeicher lesen / schreiben	1510,8 / 865,3 MByte/s					
IOPS (4K) lesen / schreiben	105121 / 85243					
Leserate SD-Karte	32,6 MByte/s					
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	12,1 / 11,4 MByte/s / –					
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,3 dB(A)					
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	4,11 / 3,91					
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	18451 / 48860 / 637 fps					
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	5593 / 1316 / 511					
Preis und Garantie						
Straßenpreis Testkonfiguration	2500 €					
Garantie	2 Jahre					
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden



Das optionale Surface Dial wird vom neuen Surface Pro erkannt, verdeckt aber viel Bildschirmfläche.



Sonderling

Das Asus-Notebook B9440 mit ungewöhnlicher Scharniermechanik

Asus stattet sein leichtes 14-Zoll-Notebook B9440 mit einer ungewöhnlichen Deckelmechanik aus: Sie hebt das Notebook an und enthält die Typ-C-Anschlüsse. Dies ist nicht die einzige Besonderheit.

Von Florian Müssig

Bei einigen flachen Notebooks hebt der am hinteren Ende befestigte Deckel den Rumpf hoch, wenn er aufgeklappt wird: So steht die Tastatur etwas steiler und die Lüfter saugen Umgebungsluft

leichter an. Auch das B9440 gehört zu dieser Gerätekategorie, doch die Asus-Ingenieure haben offensichtlich gemäß dem Motto „Wenn schon, dann richtig“ gehandelt: Der Deckel bockt den Rumpf hier nicht nur ein paar Millimeter, sondern satte eineinhalb Zentimeter hoch. Weil das Gerät dann hinten nur noch auf zwei schmalen Hartplastikstegen steht, verrutscht es auf dem Schreibtisch schon bei leichtem Anstupsen.

Mindestens so ungewöhnlich ist die Positionierung der wenigen Schnittstellen: Die beiden USB-C-Buchsen findet man links und rechts des Scharniers – also ebenfalls am Deckel anstatt wie sonst üblich am Rumpf. Bei der Belegung der USB-

C-Buchsen haben die Asus-Ingenieure allzu viel Aufwand gescheut. So sind die Übertragung von Strom, USB-Daten und DisplayPort-Signalen am B9440 lediglich über die linke Buchse möglich. Die rechte USB-C-Buchse spricht ausschließlich USB 3.0. Das ist schade, denn so kann man nicht gleichzeitig das Netzteil und einen DisplayPort-Monitor am Notebook anschließen.

Das zum Lieferumfang gehörende Typ-C-Mini-Dock schafft nur bedingt Abhilfe: Es bietet eine Typ-A-Buchse und einen HDMI-Ausgang und schleift das USB-C-Netzteil durch. Sein Nachteil: Es genehmigt sich durchgängig mehr als ein halbes Watt – auch dann, wenn keine Peripherie daran angeschlossen ist. Wem ein halbes Watt wenig erscheint: Das gesamte Notebook benötigt im Leerlauf bei reduzierter Bildschirmhelligkeit nur 3,5 Watt und hält dadurch über 13 Stunden ohne Netzteil durch. Mit angestecktem Mini-Dock sind es umgerechnet also rund 2 Stunden weniger.

Schlanker Rahmen ohne Webcam

Wie bei Dells aktuellen XPS-Notebooks kommt auch im Asus B9440 ein Bildschirm zum Einsatz, der an den Seiten und oben mit besonders schmalen Rändern auskommt. Beim B9440 misst der Rahmen an diesen Stellen schlanke 6 Millimeter. Dadurch ist das Gerät trotz 14-Zoll-Bildschirm nicht größer als ein herkömmliches 13,3-Zoll-Notebook und passt zum Transport in dafür ausgelegte Hüllen oder Taschen.

Für eine Webcam oberhalb des Bildschirms ist wegen der schlanken Umrandung kein Platz. Statt sie wie etwa Dell unterhalb des Displays einzubauen, lässt Asus sie aber gleich ganz weg. Ein optionales Abkleben der Notebook-Webcam, um Spionage vorzubeugen, ist damit hinfällig. Ins Gehäuse eingelassene Mikrofone gibt es trotzdem, man kann also mit Cortana plaudern.

Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern. Die normalgroße, beleuchtete Tastatur überzeugt mit ausreichend Hub und präzisem Anschlag. Am Layout stört lediglich der in eine Zeile gequetschte Cursor-Block. Der Einschalter ist Teil der Tastatur. Neben ihm befindet sich ein Fingerabdruckleser, der für schnelles und komfortables Einloggen über Windows Hello genutzt werden kann.

Das stabile Gehäuse besteht aus einer Magnesiumlegierung, was für ein geringes Gewicht sorgt: Das B9440 wiegt kaum mehr als ein Kilo. Zum Vergleich: Das MacBook Air bringt ein Drittel mehr auf die Waage; auch viele Windows-Notebooks mit 13,3- oder 14-Zoll-Bildschirmen sind schwerer.

Die hier getestete Ausstattungsvariante ist die einzige, bei der Windows 10 Home vorinstalliert wird; die sechs anderen Modelle kommen mit Windows 10 Pro. Sie unterscheiden sich ansonsten nur minimal vom Testgerät: Es gibt das B9440 mit 8 oder 16 GByte Arbeitsspeicher, mit 256er- oder 512er-SSD und mit Core i5-7200U oder Core i7-7500U. Die Unterschiede zwischen den beiden Prozessormodellen sind mess-, aber nicht spürbar; die beiden anderen Optionen eine Frage des persönlichen Bedarfs. Je nach Ausstattung kostet das B9440 zwischen 1000 und 1400 Euro.

Trotz abschraubbarer Bodenplatte gibt es kaum Aufrüstmöglichkeiten, denn CPU und RAM sind auf die Hauptplatine gelötet. Man könnte höchstens die M.2-SSD austauschen, muss dann als Ersatz aber zwingend eine Single-Sided-SSD verwenden: Für eine beidseitig bestückte M.2-Platine ist in dem flachen Rumpf kein Platz.

Fazit

Flach, leicht, lange Laufzeit, beleuchtete Tastatur und matter Bildschirm – das Asus B9440 versammelt viele wünschenswerte Aspekte in einem Gerät. Manche mag die ungewöhnliche Optik und das beschränkte Schnittstellenangebot stören, doch über die fehlende Webcam freuen sich nicht nur Aluhut-Träger. (mue@ct.de) **ct**



Die Deckelmechanik des Asus B9440 hebt den Rumpf hinten stark an.

Asus legt einen Adapter bei, der die USB-C-Buchse in klassische Schnittstellen aufdröselt und das Netzteil durchschleift.



Asus B9440: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	B9440UA-GV0101			
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle, USB-C-Minidock			
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)				
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / –			
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 1 × R / – / –			
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –			
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓			
Ausstattung				
Display	AUO B140HAN03.5: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 17 ... 271 cd/m ² , matt			
Prozessor	Intel Core i7-7500U (2 Kerne mit HT), 2,7 GHz (3,5 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache			
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte PC3-14900 / Intel Kaby-Lake-U			
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel HD 620 (vom Hauptspeicher) / –			
Sound	HDA: Realtek ALC295			
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8260 (a/b/g/n-300/ac-867)			
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)			
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: Asus (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: ElanTech			
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Micron 1100 (512 GByte) / –			
Stromversorgung, Maße, Gewicht				
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	47 Wh Lithium-Ionen / – / –			
Netzteil	65 W, 333 g, 6,6 cm × 6,6 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker			
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,08 kg / 32,1 cm × 21,6 cm / 1,7 ... 1,8 cm			
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18 mm			
Leistungsaufnahme				
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,4 W			
ohne Last (Display aus / 100 cd/m ² / max)	1,7 W / 4,6 W / 6,5 W			
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	30,6 W / 11,3 W / 13,5 W			
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	60,6 W / 0,53			
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks				
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / WLAN (200 cd/m ²)	13,3 h (3,5 W) / 10,4 h (4,5 W)			
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,9 h (8 W) / 2,2 h (21,1 W)			
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,2 h / 11 h			
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,1 Sone			
Massenspeicher lesen / schreiben	505,9 / 399,7 MByte/s			
IOPS (4K) lesen / schreiben	76073 / 63327			
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	23,1 / 13,1 MByte/s / –			
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,5 dB(A)			
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,33 / 3,59			
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	17415 / 46889 / 453 fps			
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	4129 / 958 / 378			
Preis und Garantie				
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €			
Garantie	2 Jahre			
⊕⊕ sehr gut ✓ vorhanden	⊕ gut – nicht vorhanden	○ zufriedenstellend k. A. keine Angabe	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

Dritte Trainingsdimension

Mit dem Fitness-Armband

Vivosmart 3 verlässt Garmin die ausgetretenen Pfade und orientiert sich unter anderem in Richtung Krafttraining.

Beleuchtetes Display, Schritt- und Etagezähler, Schlaftracker mit Analysemöglichkeit am Handy, Wecker und Timer (mit Vibrationsalarm), opto-elektrischer Herzfrequenzmesser, ein Trainingsmodus für verschiedene Sportarten sowie Musiksteuerung und Notifications in Verbindung mit einem Smartphone und eine Laufzeit mit einer Akkuladung von bis zu fünf Tagen – all das bietet bereits die „HR+“-Ausführung von Garmins Fitness-Armband Vivosmart. Die konnte zudem mit GPS-Empfang auftrumpfen, was das neue Vivosmart 3 hingegen nicht bietet.

Garmin hat dafür einen etwas anderen Einsatzbereich vorgesehen: So soll das neue Modell über die Herzfrequenzvariabilität neben der Ausdauerleistungsfähigkeit (über VO2max) auch den Stresslevel im Auge behalten. Es ermittelt sogar das „Fitnessalter“ des Nutzers, das sich mit regelmäßigm Training verringern lässt. Beim Krafttraining zählt es zudem die Wiederholungen. Im Test korrelierte der ermittelte Stress-Level jedoch nur selten mit der Belastung des Testers, der Wiederholungszähler lag wiederum bei recht vielen Übungen daneben, sodass häufiger eine manuelle Korrektur nötig war.

Selbst wenn der Wiederholungszähler korrekt arbeitet, bleibt sein Nutzen zweifelhaft: Da das Vivosmart 3 die jeweiligen Übungen nicht so zuverlässig erkennt wie das Atlas Wristband 2 (c't 5/17, S. 48), muss man sich den Trainingsverlauf merken – oder streng nach Plan kontrollieren. Für eine schnelle Kontrolle während der Übung hängt der Zähler wiederum zu sehr hinterher.

Bei der Funktionsvielfalt wünscht man sich neben dem Touch-OLED ab und an einen simplen Knopf. So navigiert man durch zahlreiche Menüs und Unter Menüs des Fitness-Armbands, indem man je nach Funktion auf das Display tippt, doppeltippt, es länger gedrückt hält und darüber streicht.

Immerhin ist das Vivosmart 3 dafür fürs Duschen und Schwimmen freigegeben. Leider lässt sich weder Schwimm-



Fingerleser

Mit dem Fingerabdruckleser

My Lockey von PQI lässt sich Windows Hello bei älteren PCs und Notebooks nachrüsten.

Die Login-Funktion Windows Hello, die komfortable Authentifizierung per Biometrie ermöglicht, ist bei vielen hochpreisigen Notebooks und Windows-Tablets an Bord, die mit Windows 10 ausgeliefert werden. Fingerabdruckleser (oder IR-Kameras), mit denen man ältere PCs nachrüsten kann, sind jedoch rar gesäht, meist ebenfalls älteren Datums und kosten viel (siehe c't 23/16, S. 156).

Der lediglich 30 Euro teure Fingerabdruckleser My Lockey von PQI wurde hingegen speziell für Windows 10 entwickelt: Man steckt ihn in eine freie USB-A-Buchse, lässt Windows Update die zugehörigen Treiber installieren und richtet Windows Hello in den Einstellungen ein – fertig. Ab diesem Zeitpunkt kann man sich einloggen, indem man seinen Finger auflegt, statt auf dem Sperrbildschirm das Passwort einzutippen. Bei mehreren Nutzern wird das zum Fingerabdruck passende Konto angemeldet.

Eine LED am My Lockey zeigt an, wenn die kleine Sensorfläche aktiv ist; die Erkennung des aufgelegten Fingers geschieht rasend schnell. Eingesteckt ragt er weniger als einen Zentimeter über die USB-Buchse hinaus. Er kann also permanent an einem Notebook oder dem USB-Hub an einer Desktop-Tastatur eingesteckt bleiben, ohne dass man Angst haben muss, dass er abbricht. (mue@ct.de)

training noch Radfahren explizit auswählen, sondern man muss eine „andere Aktivität“ starten.

Bekannt sind dem Band nur Laufen, Gehen, Cardio- und Krafttraining. Laufeinheiten erfasste es wie vom Hersteller versprochen ohne manuellen Start, das automatische Fitness-Tracking beim Radfahren erwies sich im Test jedoch als unzuverlässig und wird nicht in die Statistik übernommen.

Während die Kopplung mit einem iPhone 7 auf Anhieb klappte, blieb das Vivosmart 3 in Verbindung mit verschiedenen Android-Smartphones bei der Einrichtung hängen. Erst nach unzähligen Resets des Bandes und neuen Anläufen gelang die Kopplung mit ausgewählten Modellen wie Samsung Galaxy S8 und OnePlus 3T. Laut Garmin ist aber kein generelles Problem dieser Art mit dem Band bekannt.

Alles in allem ist das Vivosmart 3 ein ordentlicher Aktivitätstracker mit vielen nützlichen Funktionen. Manche neuen Features wirken hingegen noch ein wenig unausgereift. (nij@ct.de)

Garmin Vivosmart 3

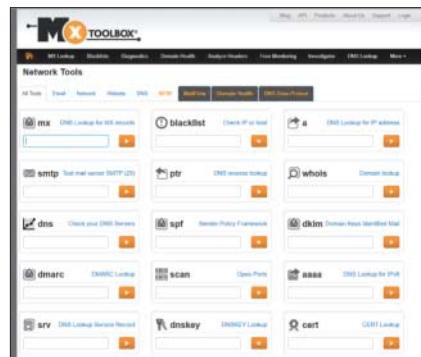
Aktivitätstracker

Hersteller	Garmin, www.garmin.de
Display	OLED 9,6 mm × 19,2 mm (64 × 128 Pixel)
Systemanforderungen	Smartphone mit Android ab 4.3, iOS 10.3 oder Windows 10 Mobile und Bluetooth 4.0
Maße (L × B × T):	197 mm (S/M) bzw. 223 mm (L) × 18,5 mm × 9,8 mm; 20,4 g (S/M) bzw. 21,5 g (L)
Gewicht	
Preis	150 €

PQI My Lockey

Fingerabdruckleser für Windows Hello

Typ	Flächensor (4 mm × 10 mm)
Abmessungen (eingesteckt)	17 mm × 8 mm × 8 mm
Anschlüsse	1 × USB Typ A
Straßenpreis	30 €



Mobilscanner

Die App Adobe Scan fotografiert Papier-Dokumente und wandelt sie in durchsuchbare PDFs.

Adobe Scan automatisiert das Digitalisieren von Dokumenten via Smartphone & Co. weitgehend. Dokument-Erkennung und -Optimierung hat Adobe maschinell mithilfe von Beispieldokumenten trainiert. Ein Druck auf das Kamera-Symbol aktiviert die Objekterkennung, die das Dokument in Echtzeit vom Hintergrund abgrenzt und automatisch auslöst. So lassen sich auf einem Tisch ausbreitete Seiten rasch durchfotografieren. Weiße Blätter auf heller Tischplatte geraten allerdings zum Suchspiel.

Anschließend werden die Seiten optimiert, um typische Fehler auszugleichen: perspektivische Verzerrung, ungleichmäßige Ausleuchtung oder schwacher Kontrast. Im Test brachte die App plan liegende Einzelblätter als scharfe, kontrastreiche Bilder auf den Schirm.

Seiten darf man ergänzen, umsortieren, löschen, drehen sowie deren Be Schnitt korrigieren. Die Texterkennung liefert ordentliche Ergebnisse, beherrscht aber keine Silbentrennung. Die OCR wird erst beim Speichern des Dokuments in der Document Cloud ausgeführt, also auf den Servern von Adobe. Erst dann lässt sich das Dokument auch auf anderen Kanälen verteilen. Wer nicht möchte, dass Inhalte zum Trainieren der Adobe-KI verwendet werden, muss diese Option in seinem Account abwählen.

Mehr Freiheiten gewähren Alternativen wie CamScanner (OCR kostenpflichtig) sowie die Open-Source-App Textfee. (atr@ct.de)

Adobe Scan	
Scan-App	
Hersteller	Adobe, www.adobe.de
Systemanf.	Android, iOS
Preis	kostenlos

Mailserver-Check

Der Webdienst MXToolbox unterstützt Mailserver-Admins bei der Fehlersuche und Optimierung.

Wer einen Mailserver betreibt, benötigt manchmal einen Blick von außen auf sein System. Der Webdienst MXToolbox vereint zahlreiche Hilfsmittel, um die Konfiguration aus der Perspektive eines fremden Mailservers zu betrachten. Ohne vorherige Anmeldung kann der Mailserver-Admin eine Domain oder IP-Adresse auf Fehler und mögliche Probleme untersuchen: DNS-Einträge (u. a. MX, A, AAAA, SPF), Konfiguration und Reaktionszeiten der DNS-Server, Gültigkeit der Zertifikate und offene Ports. Mit einem Klick auf „Find Problems“ testet MXToolbox den Mailserver auf weitere potenzielle Probleme und Konfigurationsfehler – ist der Server ein Open Relay, steht die Domain oder die IP auf Blacklists, ist der PTR-Eintrag korrekt gesetzt? Da Fehler häufig auftreten, wenn sich der Administrator nicht am Schreibtisch befindet, ist die Seite auch für mobile Geräte optimiert.

Einige Funktionen sind leider nicht auf den ersten Blick zu finden, wenn man das Eingabefeld auf der Startseite nutzt. Ein Klick auf den Menüpunkt „More“ zeigt eine Übersicht aller Werkzeuge.

Die Toolbox ist kostenlos, nach Anmeldung können Sie – ebenfalls ohne Kosten – ein Monitoring für eine einzelne Adresse einrichten. Wer mehrere Systeme betreibt, kann ab 20 US-Dollar weitere Leistungen buchen. (jam@ct.de)

MXToolbox	
Mailserver-Testsuite	
Adresse	mxtoolbox.com
Anmeldung	nur für Monitoring nötig
Zielgruppe	Betreiber von Mail- und Webservern
Preis	kostenlos , weitere Funktionen ab 20 US-\$

Anzeige

Zerflasht

HP macht Notebook per BIOS-Update kaputt



Wenn ein PC-Hersteller per BIOS-Update das Notebook seines Kunden unbrauchbar macht, ist das ärgerlich. Versagt dann auch noch der Kunden-Support wegen Systemumstellung, wird es peinlich.

Von Tim Gerber

Als selbstständiger Architekt ist c't-Leser Michael G. auf eine funktionierende IT-Hardware angewiesen. Im Herbst 2014 erwarb er bei einem Händler via eBay ein wenig gebrauchtes Notebook von Hewlett-Packard einschließlich einer dreijährigen Garantie für Business-Kunden. Das Gerät vom Typ ZBook registrierte G. beim Hersteller, welcher ihm unter anderem die Übertragung der Garantie bestätigte.

Außerdem erwarb Michael G. bei HP eine erheblich schnellere Grafikkarte für sein Notebook und ließ das TN-Display gegen ein weniger blickwinkelabhängiges IPS-Panel tauschen. In dieser Konfigura-

tion war das HP ZBook 15 eine gute mobile Arbeitsstation für den Architekten. Einzig die Lüftergeräusche bei Volllast störten mitunter.

Kurz vor Weihnachten vergangen Jahren kamen jedoch ernsthafte Probleme hinzu: Über Nacht hatte sich sein ZBook automatisch ein BIOS-Update aus dem Internet bezogen. Es arbeitete nun mit Version 1.36 statt mit Version 1.34. In der Folge stürzte das Notebook ständig ab. Mal zeigte es einen Bluescreen, mal ging es einfach aus und ließ sich erst wieder starten, nachdem es vom Netz getrennt und der Akku entfernt wurde. Wenn er es schaffte, einem Absturz zuvorzukommen

und die Nvidia-Grafik im Gerätemanager zu deaktivieren, lief das Gerät stabil. Anders als vor dem Update ließ sich die Nvidia-Grafik nun nicht mehr im BIOS deaktivieren, wodurch Treiberkonflikte wenigstens behelfsmäßig hätten vermieden werden können. Und das neue BIOS kam offenbar mit den Treibern für die schnellere Grafik nicht zurecht. Also wandte sich der Kunde über das Kundenportal an den HP-Support. Schließlich lief seine dreijährige Garantie noch ein paar Monate.

Gescheitertes Downgrade

Der HP-Support empfahl zunächst ein Downgrade des BIOS. Das kann der Kunde aber nicht selbst durchführen, was auch auf der Webseite des Herstellers stand. Als Michael G. den PC-Hersteller darauf hinwies, bot ihm der Support einen Tausch des Mainboards vor Ort an. Dem stimmte Michael G. grundsätzlich zu, wollte jedoch zuvor wissen, welche BIOS-Version auf dem Austauschboard installiert sein werde. Daraufhin schloss der Support den Fall Anfang Januar abrupt und ohne weitere Antwort an den Kunden.

Also öffnete Michael G. im Serviceportal von HP einen neuen Fall und wies den Support darin vorsorglich auf die Ausrüstung der Grafikkarte hin. Ende Februar bestellte Michael G. nun den Vor-Ort-Service, welcher das Mainboard tauschte. Das brachte aber nichts, weil auf dem neuen Board wie befürchtet dieselbe mit der Grafikkarte inkompatible BIOS-Version 1.36 installiert war. Der Techniker wollte auch die Grafikkarte tauschen, erschien beim Kunden aber mit dem falschen Modell. Wenige Tage später kam er mit dem richtigen Modell (K2100) und tauschte die Karte aus. Auch das änderte freilich nichts an der Inkompatibilität von Treiber und BIOS. Der Reparaturversuch war gescheitert und HP schloss auch diesen Fall Anfang März, ohne dem Kunden geholfen zu haben. Trotzdem stellte HP Michael G. später 166 Euro für den Mainboard-Tausch in Rechnung.

Michael G. öffnete den dritten Service-Fall im Kundenportal von HP. Diesmal wollte der Support Lo-Dateien haben. Die schickte der Kunde und erhielt das Angebot, eine spezielle Datei für das Downgrade seines BIOS zu bekommen. Der Support hinterlegte die Datei eine Woche später im Kundenbereich, ohne Michael G. darüber zu informieren.

Eine Anleitung über die Vorgehensweise für das Downgrade enthielt der

Download auch nicht. Die musste sich der Kunde mühsam im Web suchen. Aber auch damit klappte das Downgrade nicht. Deshalb sandte Michael G. dem HP-Support ein Foto des Bildschirminhalts mit der Fehlermeldung. Darauf bat HP ihn, einen Beta-Treiber von Nvidia zu installieren, was aber auch nichts brachte. Inzwischen war es nun schon Anfang April und Michael G. hatte seit vier Monaten ein kaum noch funktionstüchtiges Notebook.

Immerhin meldete sich am 12. April der Support telefonisch bei ihm und bot die Erstattung des Kaufpreises oder ein Ersatzgerät an. Er möge allerdings zuvor seinen Kaufbeleg einsenden. Das tat Michael G. noch am selben Tag, bat jedoch um ein konkretes Angebot für das Ersatzgerät, weil er nicht „die Katze im Sack“ haben wolle, wie er es formulierte. Ein ZBook der ersten Generation, wie er es besitzt, sei schließlich nicht mehr lieferbar.

Von Fall zu Fall

Seitens HP passierte aber nichts und weitere Kontaktversuche des Kunden via Support-Portal scheiterten. Die telefonisch kontaktierten Support-Mitarbeiter deuteten an, dass es nach einer Systemumstellung Probleme mit der Datenbank gebe und sie die Fallhistorie nicht einsehen könnten, berichtete Michael G. Später seien die alten Fälle zwar wieder aufgetaucht, aber die eingesandten Belege blieben verschollen, deshalb konnte keiner etwas für den Kunden tun. Inzwischen

war es schon Ende Mai. Völlig entnervt wandte sich Michael G. an c't. Inzwischen habe er sich ein neues Laptop gekauft, weil er schließlich damit „sein Brot verdienen muss“, schreibt er.

Am 31. Mai kontaktierten wir HP-Pressesprecher Heiko Witzke und konfrontierten ihn mit der Odyssee,

die Michael G. bei seinem Unternehmen bislang erlitten hatte. Am 6. Juni schrieb uns ein für Kundenbeziehungen zuständiger HP-Mitarbeiter und wiederholte das Angebot, Michael G. ein neues Gerät zu liefern. Die Rechnung über den erfolglosen

Reparaturversuch müsse der Kunde nicht bezahlen, er sei aber gebeten worden, erneut einen Kaufbeleg einzusenden.

Michael G. bestätigte uns, dass er von dem HP-Mitarbeiter kontaktiert wurde. Den Kaufbeleg habe er unverzüglich an diesen verschickt. Angekommen war er aber offenbar wieder nicht. Nur durch Vermittlung der c't gelang es letztlich, dass die Belege des Kunden auch bei HP ankommen und Michael G. Mitte Juni das bereits im Februar versprochene Angebot für ein Ersatzgerät erhielt. Er soll nun Ende Juni ein ZBook der dritten Generation mit drei Jahren Garantie geliefert bekommen, sein altes Notebook will HP im Gegenzug bei ihm abholen. Die Rechnung für den erfolglosen Reparaturversuch muss er nicht bezahlen. Ob das alles schlussendlich geklappt hat, war bei Redaktionsschluss noch offen.

(tig@ct.de) **ct**



Service im Visier

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

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

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und duobiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich verlassen 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.



Rumkugeln

Mit einer Laufmaschine wollen deutsche Tüftler das VR-Bewegungsproblem lösen

Bewegung in Virtual Reality ist ein Problem: Läuft man per Tastatur oder Gamepad, verursacht das bei vielen Menschen Übelkeit. Das deutsche Start-up Pathbender will das Problem nun mit 847 Kugeln auf einem Laufband lösen. Wir haben die Laufmaschine StriderVR ausprobiert.

Von Jan-Keno Janssen

Auf keinen Fall dran denken: Wer sich bewusst macht, dass er gerade über 847 Kugeln geht, die sich auf einem Laufband drehen, gerät leicht ins Straucheln. Lässt man sich jedoch einfach gehen, funktioniert die StriderVR-Laufmaschine ganz wunderbar – und vermittelt in Virtual Reality erstmals das Gefühl, sich wirklich frei bewegen zu können.

Tatsächlich ist das bislang ein großes Problem: Ganz natürlich herumlaufen geht nicht in VR. Zwar unterstützen Systeme wie HTC Vive Trackingflächen von

bis zu 25 Quadratmetern; aber erstens haben die wenigsten VR-Nutzer so viel freie Fläche zur Verfügung und zweitens reichen für viele VR-Anwendungen und -Spiele auch 25 Quadratmeter nicht aus: Die Welten von Open-World-Titeln wie Skyrim sind mehrere Quadratkilometer groß. Auch die sogenannte künstliche Fortbewegung ist keine gute Idee: Läuft man per Gamepad oder Tastatur durch die Gegend, liefern Augen und Gleichgewichtssinn widersprüchliche Daten – und das führt bei den meisten Menschen zu Übelkeit. Was durchaus nachvollziehbar ist, wenn der Körper „Ich sitze ruhig auf dem Sofa“ meldet, das visuelle System dagegen „Ich flüchte vor einem Drachen“.

Sogenannte omnidirektionale Laufbänder („omnidirectional treadmills“) sollen ein natürliches Laufgefühl in VR vermitteln. Nur: Auf dem freien Markt sind solche Produkte hierzulande noch nicht erhältlich. So ist der schon 2013 angekündigte Cyberith Virtualizer aus Österreich nach wie vor nicht zu kaufen. Virtuix Omni (siehe c't 17/13, S. 30) wird, anders als versprochen, nur an US-Bürger verkauft. Bei Omni muss man zudem speziell

le Schuhe tragen, mit denen man in einer Mulde herumrutscht; wie richtiges Laufen fühlt sich das nicht an.

Rollern statt rutschen

Die Strider-Laufmaschine macht es besser: Statt mit Spezialschuhen auf einer glatten Oberfläche zu rutschen, geht man mit gewöhnlichen Tretern auf Kunststoffkugeln, die sich auf einem Laufband drehen. Das von einem Physiker und einem Ingenieur ausgetüftelte Prinzip ist patentgeschützt.

Anders als im Fitnessstudio arbeitet das Laufband nicht mit einer voreingestellten Geschwindigkeit, an die sich der Läufer anpassen muss – umgekehrt: Die Roll-Geschwindigkeit passt sich automatisch an den Strider-Benutzer an. Möglich macht eine Kinect-2-Kamera, die kontinuierlich Abstand und Winkel zwischen Kameraobjektiv und VR-Benutzer misst. Die ermittelten Werte steuern zwei Gleichstrommotoren: Einer treibt das Laufband an, der andere lässt die Kugelführung rotieren. Das sorgt dafür, dass der Läufer immer wieder in die Mitte der Lauffläche zurückgebracht wird und zur Kinect ausgerichtet bleibt – ohne dass er das bewusst wahrnimmt. Bleibt er unter der Maximalgeschwindigkeit von 6 Stundenkilometern, kann er die Lauffläche praktisch gar nicht verlassen. Für Actionspiele inklusive hektischem Rennen ist Strider allerdings nicht ausgelegt – die Plattform müsste auf die schnellen Bewegungen sonst unangenehm heftig reagieren.



Die Kugel-Halterungen kommen aus dem 3D-Drucker.



Die Tüftler vom niedersächsischen Start-up Pathbender haben sogar ein eigenes Werkzeug entwickelt, um die Lauf-Kugeln bequem per Staubsauger auszutauschen.

Zur Sicherheit sind im Pathbender-Testlabor zwei zweckentfremdete Turnringe an die Decke geschraubt: Hier stecken wir unsere Arme durch, als wir zum ersten Mal vorsichtig auf die Lauffläche steigen. Was sich ohne VR-Brille auf dem Kopf noch komisch anfühlt, wird mit aufgesetztem Headset vom Gehirn schnell als ganz normales Gehen interpretiert. Ein wenig Übung verlangt StriderVR dennoch – vor allem muss man seine Angst ausschalten, schließlich meldet der Instinkt: Auflösen Kugeln herumzulaufen ist keine gute Idee.

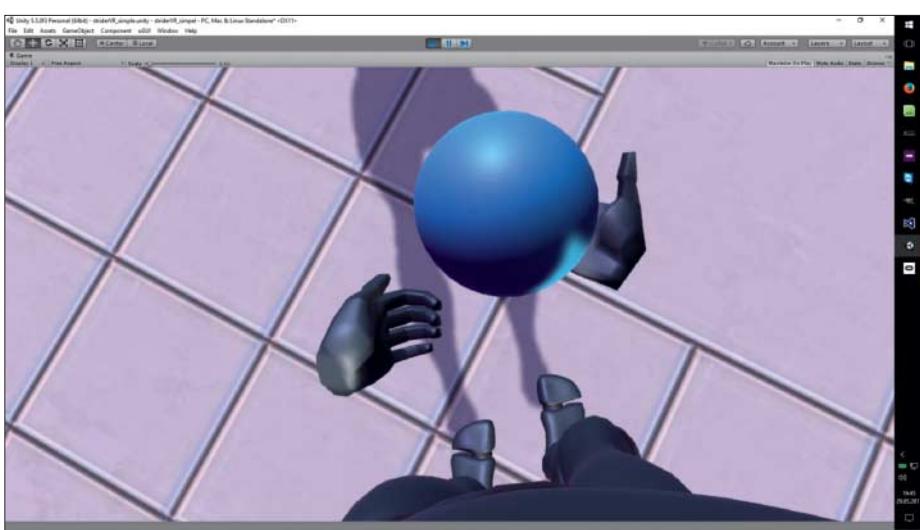
Keine Ausrutschgefahr

Hat man sich gezwungen, die vermeintliche Gefahr zu ignorieren, manövriert man sich souverän durch die in Unity entwickelte Demo-App für die Oculus Rift. Dank Kinect-Tracking wird hier sogar die Fußposition ausgewertet; man kann also Objekte mit einem Tritt durch die virtuelle Gegend kicken. Statt der Oculus-Touch-Handcontroller wertet eine auf dem Headset angebrachte Leap-Motion-Kamera die Handbewegungen aus. Das funktioniert alles sehr ordentlich, allerdings störte uns beim Ausprobieren neben dem sehr lauten Laufgeräusch die deutlich im Headset wahrnehmbaren Ruckler. Laut Pathbender habe das mit dem Oculus-Treiber zu tun, den die Strider-Hardware aus dem Tritt bringt. Normalerweise bewegt sich der Blick in VR genau wie der Kopf in der echten Welt. Nun registriert der Oculus-Headtracker aber nicht nur die bewussten Kopfbewegungen, sondern auch die (vom Benutzer nicht wahrgenommenen) Steuerbewegungen der Strider-Plattform. Diese müssen in Echtzeit von der gewollten Kopfdrehung „abgezogen“ werden – was noch nicht optimal funktioniert. Die Strider-Macher hoffen, die Software-Probleme bald lösen zu können.

Langfristig will sich Pathbender auf die Hardware konzentrieren – und diese interessierten Software-Entwicklern anfangs kostenlos zur Verfügung stellen. Wann die Serienfertigung beginnt, ist allerdings noch ebenso unklar wie der Verkaufspreis. Mehrere tausend Euro werden es aber wohl sein – weshalb sich die clevere Lauffmaschine eher für gewerbliche Anwendungen empfiehlt als für VR-Spaziergänge im Wohnzimmer. (jkj@ct.de) **ct**



Fürs Körpertracking sorgen jeweils eine Oculus-Rift- und eine Kinect-2-Kamera. Zur Sicherheit können StriderVR-Benutzer ihre Arme in zweckentfremdete Turnringe stecken.



In der Strider-VR-Demosoftware kann man Objekte mit dem Fuß durch die Gegend kicken – Kinect-Körpertracking sei Dank.

Video vom StriderVR: ct.de/yns5



Robo-Koch

IT in der Gastronomie

Durchschnittlich 140 Mal pro Jahr geht jeder Bundesbürger auswärts essen, Tendenz steigend. Um die täglich mehr als 30 Millionen Gäste bewältigen zu können, setzt die Branche zunehmend auf IT. Auch in die Küchen zieht immer mehr Computertechnik ein – bis hin zu Robotiksystemen, die Speisen auf Knopfdruck wie Spitzenköche zubereiten sollen.

Von Peter-Michael Ziegler

Punkt 12 Uhr. An der Essensausgabe der Heise-Kantine in Hannover bildet sich die erste Schlange. Für 3,60 Euro gibt es heute Hähnchenbrustfilet mit Lauch und Pilzen an Langkornreis. Etwas günstiger ist das Fit-Menü, einen Euro teurer der

Lachs auf italienischen Bandnudeln. Rund 150 Essen produzieren die Köche pro Tag.

Einige Kollegen marschieren auch rüber zur Mensa der Medizinischen Hochschule, wo unter der Woche ebenfalls drei Hauptgerichte zur Auswahl stehen. Weitere günstige Mittagstisch-Optionen bieten das nahegelegene Einkaufszentrum mit heißer Theke sowie diverse Restaurants und Schnellimbisse in der Umgebung.

So geht es Millionen von Menschen in Deutschland: Sie kochen nicht mehr selbst, sondern nehmen Mahlzeiten immer häufiger in Restaurants, Kantinen, Mensen oder Imbissen ein. Statistisch gesehen geht jeder Bundesbürger inzwischen mehr als 140 Mal pro Jahr auswärts essen, rechnet die Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (BVE) vor. Der Anteil der Verbraucher, die so gut wie gar nicht mehr selbst kochen, überstieg laut BVE im Jahr 2015 erstmals die Vierzig-Prozent-Marke.

Eingebaute Kochintelligenz

Für die Köche und Mitarbeiter in den Kantinen, Mensen und Restaurants bedeuten mehr Gäste auch mehr Arbeit. Deshalb sind sie in der Regel für jedes technische Gerät dankbar, das ihnen den harten Job etwas erleichtert. Eines der intelligentesten Geräte für Groß- und Gewerbeküchen produziert seit Jahren ein mittelständisches deutsches Unternehmen, das außerhalb der Gastronomie allerdings kaum bekannt ist.

Die Rational AG mit Sitz in Landsberg am Lech baut unter dem Namen „SelfCookingCenter“ (SCC) bis zu schrankgroße Kochautomaten mit Touchscreen-Bedienung, die Speisen nach Anwählen weniger Parameter wie Garprodukt (z. B. Großbraten), Zubereitungsart (mit Kruste), Bräunungsgrad (hell) und innerer Garzustand (rosa) weitgehend selbstständig und mit konstanter Qualität zubereiten. Grillen, Backen, Braten, Dämpfen, Dünsten, Blanchieren oder Pochieren – Herstellerangaben zufolge deckt ein SelfCookingCenter 95 Prozent aller gängigen Kochanwendungen ab.

In den größten Geräten, die je nach Ausführung bis zu 30.000 Euro kosten, können beispielsweise 150 Lachsfilets innerhalb von 8 Minuten auf den Punkt gebrillt, 200 panierte Schnitzel in 12 Minuten knusprig gebraten oder 80 Kilogramm Broccoli in 15 Minuten gedünstet werden. Die mit Dampf und Heißluft arbeitenden Geräte sind zudem in der Lage, die Größe von Fleischstücken sowie die Beschickungsmengen zu erkennen und darauf basierend selbstständig die ideale Hitze, Feuchtigkeit und Garzeit einzustellen.

Dazu sind in den Geräten zahlreiche Sensoren verbaut, die Informationen zu Temperaturen im Garraum, Luftfeuchtigkeit, Luftströmung oder auch Partialdrücken in der Garraum-Atmosphäre liefern. Algorithmen verarbeiten diese Echtzeit-Infos, verknüpfen sie mit Erfahrungswerten und füttern damit die Steueroftware. Eine besondere Rolle kommt den aufwendig konstruierten Lüftterrädern der SelfCookingCenter zu, die von Papst-Motoren angetrieben werden und in der Lage sind,

Feststoff- und Flüssigkeitspartikel während der Speisezubereitung aus dem Garraum abzuscheiden.

„Wie wir das alles genau machen, bleibt aber unser Geheimnis“, sagt Theodor Tumbrink, Leiter Produktmanagement bei Rational. Das gilt auch für die automatische Reinigungsfunktion, die erkennen kann, wie stark die Geräte nach dem Gebrauch verschmutzt sind. Grundsätzlich lassen sich dafür Infrarot-, Schall- oder auch Widerstandssensoren nutzen, ebenso Messungen von pH-Wert und Leitfähigkeit ausströmender Substanzen.

Vernetzung mit der Cloud

Jeder siebte der rund 950 Rational-Mitarbeiter in Deutschland ist in der Forschung und Entwicklung tätig. Die Geräte-Software programmiert das Unternehmen selbst, bei der Konzeption der elektronischen Baugruppen arbeitet Rational seit Jahren mit dem deutschen Embedded-Spezialisten TQ-Systems zusammen. Im Vergleich zu modernen Smartphones oder PCs ist der Bedarf an Rechen- und Speicherleistung zur Steuerung der Geräte zwar gering, aber auch die SelfCookingCenter werden kontinuierlich an die moderne IT-Welt angepasst.

Waren die Geräte bislang schon mit USB- beziehungsweise Ethernet-Schnittstellen ausgestattet, um Software-Updates oder neue Garprogramme einzuspielen, ist seit Anfang des Jahres zudem die Einbindung in eine Cloud-Infrastruktur möglich. Dort lassen sich dann zum Beispiel HACCP-Daten (Hazard Analysis and Critical Control Points) sichern – der Nachweis, dass die Küche wichtige Hygienevorschriften wie Mindesttemperaturen eingehalten hat.

„ConnectedCooking“ heißt dieses Konzept bei Rational und wird – zumindest teilweise – auch für andere Produkte des Unternehmens wie das VarioCooking Center (offene Brat-/Kocheinheit) angeboten. Nutzer können registrierte Geräte über verschlüsselte Verbindungen per Smartphone oder Tablet aus der Distanz ansteuern und überwachen, selbst wenn die Geräte auf verschiedene Standorte verteilt sind.



Das britische Unternehmen Moley Robotics will ab 2018 eine komplette Küchenzeile mit Roboterarmen vermarkten. Das System soll Speisen wie ein Chefkoch zubereiten können.

Bild: Moley Robotics

Mehr als 800.000 intelligente Garsysteme hat Rational eigenen Angaben zufolge bislang verkauft – und gilt damit als Weltmarktführer bei der thermischen Speisezubereitung in Profiküchen. Zu den Kunden gehören Sterne-Restaurants und Luxushotels, ebenso Gasthäuser, Café-Betreiber, Krankenhäuser, Schulverpflegungs-Caterer und Betriebskantinen. SelfCooking-Center werden auch zur Essensversorgung der rund 5000 Mitarbeiter eingesetzt, die der Chip-Konzern Intel im indischen Bangalore beschäftigt. Die global agierende Fast-Food-Kette Kentucky Fried Chicken (KFC) setzt in vielen ihrer Restaurants ebenfalls Produkte von Rational ein.

Roboterküche

Während sich intelligente Garsysteme bereits einen festen Platz als Koch-Assistenten in vielen Groß- und Gewerbeküchen gesichert haben, konzentrieren sich andere kommerziell erhältliche Automatisierungslösungen für die Gastronomie vor allem auf den Transport und das Reinigen von Tellern, Bestecken oder Tabletts. Kaum Chancen im Produktiveinsatz haben derzeit noch humanoide Roboter, denen einfallsreiche Tüftler ebenfalls Kochfertigkeiten beibringen wollen.

Wer schon mal kurz vor dem Mittag in einer Großküche war, weiß, wie hektisch es dort zugeht. Oft muss in Sekundenschnelle gehandelt werden: Die Mehlschwitze für die Béchamelsauce brennt gerade an; die „medium rare“ bestellten Steaks liegen auch schon zu lange. Und wo ist eigentlich die verdammte Schöpfkelle für die Klöße? Die müssen sofort raus! Diesem Stress sind humanoide Roboter längst noch nicht gewachsen.

Aber es gibt sie trotzdem: Roboter, die Speisen zubereiten. Das Institut für künstliche Intelligenz der Uni Bremen beispielsweise bringt seinen beiden Zwei-Arm-Robotern „PR2“ und „Boxy“ durch Vormachen derzeit Bewegungsabläufe bei, die Voraussetzung für das Zubereiten von Pizza, selbstgemachtem Popcorn oder auch das Backen von Pfannkuchen sind. Zwar würde sich kaum ein seriöser Gastronom trauen, die bisherigen Ergebnisse zahlenden Gästen vorzusetzen – die Roboter sollen ihre Fähigkeiten aber insbesondere über maschinelle Lernverfahren sukzessive verbessern.

Noch einen Schritt weiter geht das britische Unternehmen Moley Robotics: Die Londoner Firma will ab 2018 ganze Küchenzeilen mit Kochfeld, Ofen und Spüle vermarkten, die ebenfalls mit zwei Roboterarmen ausgestattet sind. Auch hier besteht die Idee darin, einen Koch zunächst sämtliche Arbeitsschritte einer Speisezubereitung inklusive Gerätebedienung vormachen zu lassen. Die Abläufe werden dabei mit 3D-Kameras gefilmt und über Bewegungssensoren erfasst, die der Koch während der Demonstration an beiden Handgelenken trägt.

Um selbst feinfühlige Bewegungsabläufe wie das Aufschlagen von Zutaten mit dem Schneebesen reproduzieren zu können, stecken an beiden Roboterarmen Greifsysteme, die der Anatomie menschlicher Hände nachempfunden sind: vier Finger, ein Daumen, Gelenke zwischen den einzelnen Gliedern. Jeweils zwanzig Elektromotoren sorgen dafür, dass die Roboterhände so gut wie alles nachmachen können, was ihnen vorgeführt wird. Zusätzlich sind taktile Sensoren verbaut, die Einwirkungen mechanischer Kräfte an den Fingerspitzen erfassen.

Mit der Bewegungsaufzeichnungstechnik will Moley Robotics nach und nach eine große Rezept-Bibliothek aufbauen. Kunden, die eine solche Roboter-Küchenzeile kaufen – derzeit ist ein Preis von rund 100.000 US-Dollar im Gespräch –, sollen dann online auf die Rezepte zugreifen und ihr System mit den jeweiligen Bewegungsdaten füttern können.

Ganz wie von Geisterhand wird es für Kunden aber nicht ablaufen. Im Gegenteil: Ihnen kommt dann die Rolle eines Beikochs zu. Schließlich müssen die Zutaten zunächst den Vorgaben entsprechend vorbereitet und an der richtigen Stelle platziert werden, damit der Robo-Koch nicht aus dem Rhythmus kommt.

Döner, Burger, Pizza

Insellösungen zur robotergestützten Automatisierung von Arbeitsprozessen in der Gastronomie tauchen immer wieder auf. Allerdings bleiben viele Produkte den Beweis einer dauerhaften Einsatztauglichkeit schuldig – was für Gastronomen aber nicht unbedingt nachteilig sein muss. Denn häufig reicht schon die Nachricht über einen angeblich revolutionären neuen Döner-, Burger- oder Pizza-Roboter, um die Aufmerksamkeit und damit den Umsatz des eigenen Geschäfts zumindest temporär zu steigern.

Oft handelt es sich bei den Gerätschaften bei näherem Hinsehen auch gar nicht um Roboter, sondern um normale Maschinen, die – mit etwas Sensorik ausgestattet – dem Menschen Arbeit abnehmen sollen. So etwa in Wolfratshausen: In der Kleinstadt nahe München schneiden Mitarbeiter eines beliebten Kebap-Hauses das Fleisch vom Döner-Spieß neuerdings nicht mehr selbst mit dem Elektromesser ab, sondern lassen eine fest installierte Maschine von Korkmaz Mekatronik ran. Die säbelt auf Knopfdruck dann im 3-Sekunden-Takt hauchdünne Fleischstreifen runter – erreicht



Die SelfCookingCenter von Rational gibt es in verschiedenen Größen. Das Modell SCC 101 (links) kostet rund 12.000 Euro, der kleine Bruder XS ist ab 7000 Euro erhältlich.



Bild: Rational AG



Roboter beim Kochen: Das Institut für künstliche Intelligenz der Uni Bremen bringt „Raphael PR2“ (rechts) und „Boxy“ (rote Arme) Bewegungsabläufe in der Küche bei. Pepper (links) ist für den Service zuständig.

aber 25 Prozent der Spieß-Fläche gar nicht, weshalb dann doch wieder der Mensch eingreifen muss.

Auch „Flippy“, ein neuer „Burger-Roboter“ aus Kalifornien, mit dem die US-Restaurantkette CaliBurger derzeit Werbung macht, ist hinsichtlich seiner Einsatzmöglichkeiten ziemlich beschränkt. Das von Miso Robotics konzipierte Roboterarm-System erkennt über integrierte Videokameras zwar Brötchenhälften und Fleischbrätle (sogenannte Patties), greift diese mit einer Art Schaufelbagger und wendet sie auf dem Grill – von der Herstellung eines kompletten Burgers ist das System aber noch meilenweit entfernt.

Gleiches gilt für den neuen „Pizza-Roboter“, den „Zume Pizza“, ein ebenfalls in Kalifornien angesiedelter Lieferdienst, jüngst vorgestellt hat. Das einzige, was der in die Produktionskette integrierte Roboterarm von ABB Automation während des gesamten Herstellungsprozesses macht, ist die weiterhin von Menschen belegte Pizza am Ende eines Förderbandes aufzunehmen, sich um 90 Grad nach rechts zu drehen und die Pizza auf ein weiteres Förderband zu legen, das in den Ofen führt. Geht so etwas als „Pizza-Roboter“ durch? Wohl eher nicht.

Digitalrestaurant

Viel faszinierender ist da schon das neue Restaurant-Konzept, mit dem die Firma „Eatsa“ aus San Francisco derzeit große Erfolge feiert. Bei Eatsa gibt es keine Kellner und Bedienungen, die Bestellungen aufnehmen, Speisen oder Getränke servieren und Rechnungsbeträge kassieren. Vielmehr sind in den Restaurants der Veggie-Kette bis auf die eigentliche Speisezubereitung alle Vorgänge digitalisiert und automatisiert.

Bestellungen geben Gäste entweder an einem von mehreren iPad-Terminals im Restaurant oder über das eigene Smartphone auf. Während Kunden noch mit dem Legitimieren der Bezahlung per PayPal, Kreditkarte oder Apple Pay beschäftigt sind, ist die Bestellung bereits in der Küche angekommen, die sich hinter einer großen Wand aus nummerierten Einzelboxen mit Frontscheiben aus transparenten und interaktiven LC-Displays verbirgt.

Für die Zubereitung der Quinoa-Bowl-Gerichte und Salate brauchen die Mitarbeiter hinter den Kulissen nur ein bis zwei

Anzeige

Minuten. Ist eine Bestellung fertig, wird sie von hinten in einer der Ausgabeboxen platziert. Auf einem großen Status-Display über den beleuchteten Boxen sieht der Kunde dann, in welchem Fach sich sein Essen befindet und kann dieses nach zweimaligem Antippen der Glasfront entnehmen.

„Wir wollten das Preisniveau und die Geschwindigkeit traditioneller Fast-Food-Ketten mit qualitativ hochwertigem und vor allem gesundem Essen verbinden – und haben Eatsa erfunden“, erzählt Tim Young, Mitgründer und CEO des Unternehmens, das zuletzt vier neue Filialen in New York und Washington eröffnet hat.

Ein ähnliches Konzept verfolgt inzwischen auch „Data Kitchen“ in Berlin. Dort können Kunden ihr online bestelltes Essen ebenfalls aus einer digitalen „Food Wall“ mit Einzelboxen entnehmen. Ein per Mail aufs Smartphone geschickter Link dient als Klappenöffner.

In Asien sind hochautomatisierte Restaurants schon länger gang und gäbe. Wer beispielsweise in Tokio in einer Filiale von Genki Sushi speist, gibt seine Bestellungen nicht nur an einem Tablet-PC auf – das Essen kommt sogar per Förderband direkt bis an den Platz gefahren. Aber auch in Deutschland ersetzen Tablet-PCs immer häufiger die Speisekarte beziehungsweise den Bestellblock des Kellners.

Das IchiBan in Hannover etwa hält für jeden seiner etwa 40 Tische ein eigenes iPad bereit – jedoch nur für Gäste, die das „All-you-can-eat“-Angebot des Sushi-Restaurants in Anspruch nehmen. Für den Betreiber hat die Umstellung auf Digitaltechnik den Vorteil, dass er die Einhaltung der Angebotsbedingungen (zwei Stunden lang maximal acht aus 65 Produkten pro Bestellrunde am Mittag, fünf aus insgesamt 103 Produkten pro Bestellrunde am Abend) viel besser kontrollieren kann. Da die Tablet-App an ein zentrales Kassen- und Warenwirtschaftssystem angebunden ist, weiß der Betreiber zudem, welche Produkte derzeit besonders gefragt sind und kann über den Wareneinsatz und den erzielten Umsatz seine Kalkulation optimieren.

Auf Tablets sogar angewiesen sind die Gaststätten und Restaurants, die Verträge mit dem auf Essenslieferung spezialisierten Berliner Unternehmen Foodora abschließen. Sie erhalten für die Dauer des Vertrags als kostenlose Leihgabe ein Android-

Tablet, über das Bestellungen abgewickelt und Informationen zur Empfangsbereitschaft teilnehmender Restaurants ausgetauscht werden. Die Nutzung weiterer Apps auf den Leihgeräten ist allerdings nicht möglich.

Check-in, Check-out

Einen anderen Digitalisierungsansatz verfolgt die auf Selbstbedienung ausgelegte Pizza- und Pasta-Kette Vapiano – mit 76 Standorten und einem Umsatz von rund 193 Millionen Euro derzeit die Nummer 11 der größten Systemgastronomie-Unternehmen in Deutschland. Bei Vapiano erhalten Gäste beim Betreten des Restaurants zunächst eine kontaktlose Chipkarte. Mit dieser Smartcard können sie an den verschiedenen Live-Cooking-Stationen dann Speisen sowie Getränke an der Bar ordern, die als Einzelposten auf der Karte gespeichert werden.

Damit die Schlangen an den Bestell-Theken überschaubar bleiben, händigt Vapiano den Kunden außerdem mobile Pager aus: Ist die bestellte Pizza oder Lasagne nach einigen Minuten im Ofen fertig, vibriert beziehungsweise leuchtet das Gerät am Tisch und der Kunde weiß somit, dass er seine Bestellung abholen kann. Bezahl wird bei Vapiano beim Verlassen des Restaurants an einem Check-out-Terminal: Ein Mitarbeiter liest die auf der Chipkarte gespeicherten Verzehrdaten ein, druckt den Kassenbon aus und nimmt die Zahlung entgegen.

Seit April 2017 können Gäste in rund fünfzig Vapiano-Restaurants ihre Bestellungen statt mit Chipkarte auch per Smartphone aufgeben. Dazu müssen sie allerdings zunächst die für Android- und iOS-Geräte erhältliche „Vapiano People App“ installieren, einen Nutzer-Account anlegen und Kreditkartenbeziehungsweise Girocard-Daten hinterlegen.

Besucht ein registrierter Kunde nun ein Vapiano-Restaurant, identifiziert er sich gegenüber dem Restaurantsystem über einen persönlichen QR-Code, der auf dem Handy-Display angezeigt und auch bei der Bestellung von Essen von den Theken-Scannern erfasst wird. Getränke hingegen lassen sich direkt aus der App ordern und werden dann an den Tisch gebracht.

Den Bezahlvorgang leiten App-Nutzer beim Verlassen des Restaurants an einem Self-Service-Terminal über das Aktivieren



In den vegetarischen Restaurants von Eatsa sucht man Kellner vergeblich. Bestellt wird am iPad-Terminal oder über das eigene Smartphone. Ihre Speisen holen Gäste aus den beleuchteten Boxen, die transparente LC-Displays als Frontscheiben haben.

Bild: Eatsa



Bild: Karola Marky

Wer in Tokio in einer Filiale von Genki Sushi speist, bekommt das Essen über Förderbänder bis an den Platz gefahren.

des Menüpunkts „Check-out“ ein. Wieder wird der persönliche QR-Code eingescannt und das Restaurant erstellt einen digitalen Kassenbon. Ist alles korrekt, autorisiert der Kunde die Zahlung entweder per Fingerabdruck oder über Eingabe einer individuellen PIN. Anschließend zieht der zur Sparkassen-Finanzgruppe gehörende Payment-Service-Provider „B+S Card Service“ den fälligen Geldbetrag im Vapiano-Auftrag ein oder belastet die Kreditkarte.

Staatssäckel

Für den Staat ist das sich stark verändernde Ernährungsverhalten der Bundesbürger ein lukratives Geschäft – denn für Essen, die in einem Restaurant, in einer Betriebskantine oder in der Schulmensa verzehrt werden, gilt meist der allgemeine Steuersatz von 19 Prozent. Speisen zum Mitnehmen – also zum Beispiel der Hamburger, den Autofahrer am Drive-Through-Schalter kaufen – unterliegen bis auf wenige Ausnahmen wie Grundnahrungsmittel hingegen dem ermäßigten Steuersatz von 7 Prozent.

Allerdings ist hinlänglich bekannt, dass in der weiterhin vor allem von Bargeld bestimmten Gastronomiebranche ziemlich getrickst wird – von der Ausstellung ominöser Zwischenrechnungen und Barbelege bis hin zur vorsätzlichen Manipulation elektronischer Kassensysteme etwa in Form sogenannter Zapper-Programme. Diese werden über den USB-Port der Registrierkasse gestartet und ermöglichen eine nachträgliche Verringerung von Tagesumsätzen bei gleichzeitiger Anpassung der Einzelumsätze.

Aber der Staat schläft nicht: Zwar dürfen in Deutschland auch künftig sogenannte offene Ladenkassen verwendet werden. Wer aber eine elektronische Registrier- oder PC-Kasse nutzt, muss seit Jahresbeginn sicherstellen, dass sämtliche Einzelumsätze aufgezeichnet und für mindestens zehn Jahre unveränderbar abgespeichert werden.

Außerdem müssen die Daten während dieses Zeitraums für Prüfzwecke jederzeit verfügbar, unverzüglich lesbar und maschinell auswertbar sein. So verlangen es die „Grundsätze zur ordnungsmäßigen Führung und Aufbewahrung von Büchern, Aufzeichnungen und Unterlagen in elektronischer Form sowie zum Datenzugriff“ (GoBD) des Bundesfinanzministeriums. Wird die Kassenführung nicht ordnungsgemäß durchgeführt, kann das Finanzamt die Besteuerungsgrundlagen kurzerhand schätzen. Und das hat schon manchem Gastronom die Existenz gekostet.

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

Anzeige

Notbremse

Vorratsdatenspeicherung ist vorläufig ausgesetzt

Kurz vor dem Stichtag 1. Juli kündigte die Bundesnetzagentur an, die Vorratsdatenspeicherung bis auf Weiteres nicht durchzusetzen, und setzte sie damit de facto aus. Die Behörde will abwarten, wie die Gerichte entscheiden. Die Provider werden vorerst keine Verbindungsdaten speichern.

Von Urs Mansmann

Der Streit um die Vorratsdatenspeicherung zieht sich in Deutschland seit zehn Jahren hin. 2007 wurde das erste Gesetz verabschiedet. 2008 erging eine einstweilige Anordnung des Bundesverfassungsgerichts, das die Speicherung stark einschränkte. 2010 dann kippte das Gericht die Regelung endgültig.

2015 nahm die Bundesregierung einen neuen Anlauf. Die im Dezember 2015 verabschiedete und seit 1. Juli 2017 gültige Regelung sieht eine deutlich weniger umfassende Speicherung vor, beispielsweise fallen E-Mail-Provider nicht mehr unter die Vorschriften. Die Ausgestaltung soll „grundrechtsschonender“ als beim vorherigen Anlauf sein, Kernpunkte der Kritik sind allerdings nicht ausgeräumt. Die Verbindungsdaten aller Nutzer werden anlasslos gespeichert – für den Fall, dass einer von ihnen einmal verdächtig werden könnte. Innenpolitiker und Ermittlungsbehörden erhoffen sich davon bessere Ermittlungserfolge, was von Kritikern wiederum bestritten wird.

Auch gegen die neue Fassung sind wieder zahlreiche Verfahren vor verschiedenen Gerichten anhängig. Die Kritiker erzielten schon den ersten Erfolg: Das Oberverwaltungsgericht Münster entschied auf Antrag des Münchner Providers Spacenet, dass das Gesetz europarechtswidrig sei.

Pflicht ausgesetzt

Das Urteil betraf zunächst nur Spacenet; alle anderen Provider hätten die Daten pünktlich zum 1. Juli liefern müssen. Die Bundesnetzagentur nahm es jedoch zum Anlass, die Pflicht zur Vorratsdatenspeicherung zunächst auszusetzen – drei Tage vor deren Inkrafttreten. Die Provider müssen also bis auf Weiteres keine Vorratsdaten speichern. Zahlreiche betroffene Unternehmen, darunter die Telekom, Vodafone, O2, 1&1 und Easybell, erklärten daraufhin einhellig, dass sie keine Vorratsdaten speichern werden. Die Branchenverbände Eco, BREKO und VATM begrüßten die Entscheidung der Bundesnetzagentur.

»Wir setzen die Vorratsdatenspeicherung bis zum rechtskräftigen Abschluss des Hauptsacheverfahrens nicht um.«

Andreas Middel, Pressesprecher der Deutschen Telekom

Die Provider haben kein Interesse an der Speicherung dieser Daten. Selbst nutzen dürfen sie sie nicht; vielmehr sind sie besonders gesichert zu verwahren. Erst wenn ein Auskunftsersuchen von Ermittlungsbehörden eingeht, dürfen sie auf diese Daten zugreifen und die gewünschte Auskunft erteilen. Dafür entsteht ihnen allerdings erheblicher Aufwand, sowohl für die Erfassung und Speicherung als auch für die Auskünfte aus diesen Verkehrsdaten. Dort gilt beispielsweise das Vier-Augen-Prinzip, für den Zugriff sind

also zwei Mitarbeiter abzustellen – in der Praxis wird der eine dem anderen beim Arbeiten zusehen.

Viele Schlupflöcher

Die Vorschriften, so sie denn eines Tages angewendet werden, lassen in der Praxis noch zahlreiche Schlupflöcher. In vielen Fällen hätte die vorgesehene Vorratsdatenspeicherung erst gar nicht gegriffen. Daten, die nicht vorliegen, können nicht erfasst werden, beispielsweise Nutzerdaten in öffentlichen WLANs. Die meisten WLAN-Betreiber registrieren ihre Nutzer inzwischen nicht mehr.

Auskunftsersuchen laufen auch dann ins Leere, wenn der Anbieter Carrier Grade NAT einsetzt, wie es in den Mobilfunk- und TV-Kabelnetzen üblich ist. Dabei nutzen mehrere Nutzer gemeinsam eine externe IP-Adresse, genau wie bei einem DSL-Router in Privathaushalten, aber auf Ebene des Netzbetreibers.

Die Telekom beklagt, dass es in diesem Punkt einen bislang unaufgelösten Dissens mit der Behörde gebe. Aus Sicht der Telekom dürfen nur öffentliche IP-Adressen gespeichert werden, nicht jedoch die zugehörigen Portnummern oder private IP-Adressen, auf die die NAT umsetzt, weil es dafür keine Rechtsgrundlage gibt. Damit ist eine Zuordnung zu einem Nutzer nicht mehr möglich. „Die von der Bundesnetzagentur erwartete Lieferung von konkreten Nutzernamen ist also nicht machbar“, schreibt Axel Petri, der Leiter Group Security Governance der Deutschen Telekom in einem Blog-Beitrag.

Verbranntes Geld

Die Provider sind in einer unangenehmen Lage: Einerseits ist fraglich, ob das Gesetz verfassungsgemäß ist und letztlich durchgesetzt werden wird, andererseits müssen sie alle Vorbereitungen treffen, um es umzusetzen. Die Preise, so die Provider übereinstimmend, werde das nicht nach oben treiben. Genaue Zahlen nannte auf c't-Anfrage nur die Telekom: Bisher hat das Unternehmen 3 Millionen Euro ausgegeben, um die Vorratsdatenspeicherung zu implementieren und rechnet mit weiteren 12 Millionen sowie Betriebskosten von einer Million pro Jahr. Der Eco, Interessenverband der Internetwirtschaft, prognostizierte 2015 Gesamtkosten von 600 Millionen Euro für die Branche – Kosten, die letztlich der Verbraucher tragen muss. (uma@ct.de) **ct**

Anzeige

Ready for Take-off

Alles, was man zum Drohnenflug braucht



Einleitung	Seite 72
Drohnen im Test	Seite 76
Die neue Drohnenverordnung	Seite 86
Flugübungen	Seite 90

Welche Art von Fluggerät soll es sein? Brauche ich einen Führerschein? Wo darf ich fliegen? Unsere Artikelstrecke versorgt Ihnen einen Überblick über alles, was Sie vor dem ersten Start wissen müssen – inklusive Flugübungen.

Von Hannes A. Czerulla

Selten hat uns ein Produkttest so viel Spaß gemacht wie dieser: Als unsere Drohnen das erste Mal abhoben, zauberte es allen c't-Piloten ein breites Grinsen ins Gesicht – gefolgt von einem respektvollen Schritt zurück. Der nächste Wow-Effekt stellte sich ein, als wir uns höher hinaus trauten und in Ruhe auf den Displays der Fernsteuerungen das Panorama betrachteten – ein Kollege war ergriffen, als er das erste Mal seine Heimat aus dieser Perspektive sah.

Moderne Drohnen kann jeder fliegen, so ausgeklugelt sind Hard- und Software. Der Pilot kann sich voll und ganz auf den geplanten Flug konzentrieren, Fotos und Videos produzieren und seiner Kreativität freien Lauf lassen, während sich die Drohne selbstständig um eine stabile Fluglage kümmert und gegen den Wind hält. In den besten Fällen bekamen wir von den automatischen Ausgleichsbewegungen auf den gedrehten Flugvideos nichts zu sehen. Nur an rotierenden Windkraftanlagen war zu erkennen, dass es sich um einen Film handelte und nicht um ein Standbild.

Vor dem Flug

Spaß kann man mittlerweile mit Geräten aus fast allen Preisklassen haben – es kommt halt darauf an, ob man nur ein Spielzeug sucht oder beispielsweise einen professionellen Film drehen möchte. Für unseren Test ab Seite 76 haben wir einen Preisrahmen von 400 bis 1600 Euro gesetzt. Der Grund: Preiswertere Modelle tragen billige Kameras, die kein ernsthaft verwertbares Material produzieren. Teurere Modelle jenseits der 2000 Euro bringen für Hobby-Piloten wenige Vorteile, sind aber komplizierter zu steuern und zu transportieren und erfordern unter Umständen spezielle Kenntnisnachweise.

Einfach so losfliegen kann man allerdings nicht. Denn in Deutschland wimmelt es vor sogenannten No-Fly-Zones, also von der Flugsicherung festgelegten Bereichen, in denen Drohnen und andere Fluggeräte gar nicht oder nur mit Einschränkungen fliegen dürfen. Ein kilometerweit entfernter Flughafen kann eine ganze Großstadt in eine Flugverbotszone verwandeln, da die Einflugschneise weiträumig frei bleiben muss. Krankenhäuser haben meist auch einen Heliopoterlandeplatz, um den herum das Fliegen ebenfalls weiträumig verboten ist. Auch Wasserstraßen und Bundesstraßen sind tabu – so wird es in vielen Gebieten für Drohnenpiloten ziemlich eng.

Außerdem gibt es verschiedene Arten von Flugverbotszonen und unterschiedliche Auflagen, je nachdem, wie schwer die Drohne ist. Auch müssen bei Aufnahmen das Urheberrecht, der Datenschutz und die Persönlichkeitsrechte gewahrt bleiben. Eine einfache Haftpflichtversiche-

rung reicht meist nicht aus, um eventuelle Schäden abzudecken.

In den letzten Jahren haben sich die Gesetze zudem ständig geändert, was für große Verunsicherung unter Drohnen- und Modellflugpiloten sorgt. Damit das juristische Wirrwarr Sie nicht vom ersten Flug abhält, haben wir ab Seite 86 die aktuelle Gesetzeslage zusammengefasst.

Kein Meister ohne Fall

Ist das nötige Equipment gekauft und sind juristische Fallstricke aus dem Weg geräumt, ist es nur noch eine Frage des eigenen Könnens, wie viel Spaß man am Drohnenflug hat. Einen modernen Multikopter in der Luft zu halten erfordert keine besonderen Kenntnisse oder Training – dafür sorgen Gyroskop, optischer Kollisionsschutz und Beschleunigungs- und Ultraschallsensoren. Selbst stärkere Windböen oder gar ein Schubser bringen aktuelle Drohnen nicht aus der Ruhe.

Während des bewegten Flugs sieht das schon anders aus: Wer nicht intuitiv mit den Steuerungs-Sticks umgehen und auch spiegelverkehrt fliegen kann, landet schnell in der nächsten Hecke. Um die immensen Kräfte der Rotoren auch in kniffligen Flugsituationen unter Kontrolle zu behalten und bei Geschwindigkeiten von bis zu 60 Stundenkilometern die Ruhe zu bewahren, ist doch etwas Training nötig. Die Flugübungen ab Seite 90 eignen sich gleichermaßen für Anfänger und Fortgeschrittene, um ein Gefühl fürs Fluggerät zu bekommen. (hc@ct.de)



Die DJI Spark (rechts) dreht verblüffende Full-HD-Aufnahmen und passt sogar in Handtaschen. Wer auf 4K Wert legt, greift zu Giganten wie der Yuneec Typhoon H.

Aufbau eines Multikopters

Flugcontroller

Herzstück des Kopters. Steuert die Motoren auf Grundlage der Befehle des Piloten und der Sensordaten.

Barometer

bestimmt über den sich verändernden Luftdruck die aktuelle Flughöhe.

Beschleunigungssensor

misst Beschleunigung in X-, Y- und Z-Richtung. Stabilisiert zusammen mit dem Gyroskop die Lage des Kopters.

3-Achsen-Gyroskop (Drehratesensor)

misst die Winkelgeschwindigkeit um die drei Drehachsen eines Kopters (X, Y, Z) für die räumliche Stabilisierung; keine absolute Lageerkennung.

Kompass

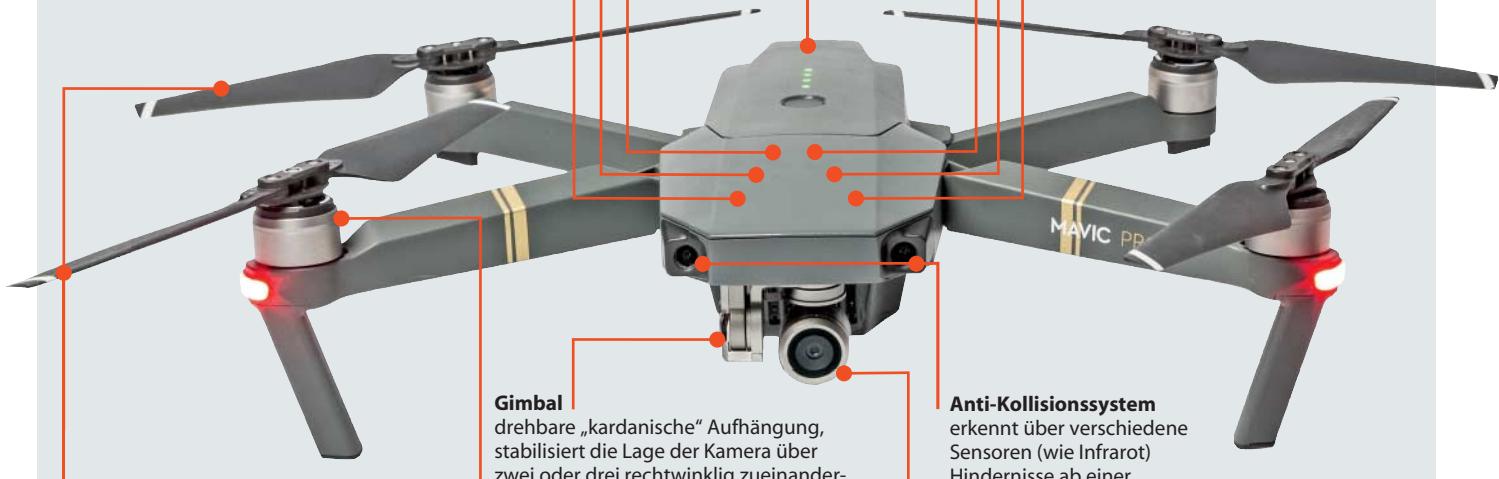
kommt in digitaler Ausführung als Magnetometer zum Einsatz, der die magnetische Feldstärke misst. Die hohe Störanfälligkeit lässt sich durch eine (automatische oder manuelle) Kalibrierung vor dem Start ausgleichen.

Akku

vorrangig Lithium-Polymer-Akkumulator (LiPo) mit hoher Kapazität bei geringem Gewicht.

GPS/Glonass-Modul

ermöglicht im Freien die Ermittlung der Position des Kopters aus Satellitendaten – auch für Funktionen wie Wegpunkt-Navigation und Geofencing, mit dem die Einhaltung von Flugverbotszonen durchgesetzt wird.



Propeller (Luftschraube)

Manche Kopter haben „Quick Release“-Befestigungen, auf die sich die Propeller mit wenigen Handgriffen aufstecken und fixieren lassen. Üblicherweise drehen je zwei Propeller gegenläufig, um die Drehmomente ausgleichen.

Gimbal

drehbare „kardanische“ Aufhängung, stabilisiert die Lage der Kamera über zwei oder drei rechtwinklig zueinanderstehenden Achsen mit Elektromotoren. Steuerdaten liefern die Inertial Measurement Unit (IMU).

Anti-Kollisionssystem

erkennt über verschiedene Sensoren (wie Infrarot) Hindernisse ab einer bestimmten Größe. Eine Rundum-Absicherung ist selten.

Kamera

heute selbst in kleinen Koptern zu finden – wobei es hinsichtlich Auflösung und Bildqualität eine große Bandbreite gibt. Einige Kopter legen das Videobild nicht nur auf einer Speicherplatte ab, sondern funken es parallel in Echtzeit zum Controller.



Bodensensoren

Ultraschall- bzw. Infrarotsensoren, um den Abstand zum Boden zu bestimmen. Arbeiten teilweise im Verbund mit Kameras.

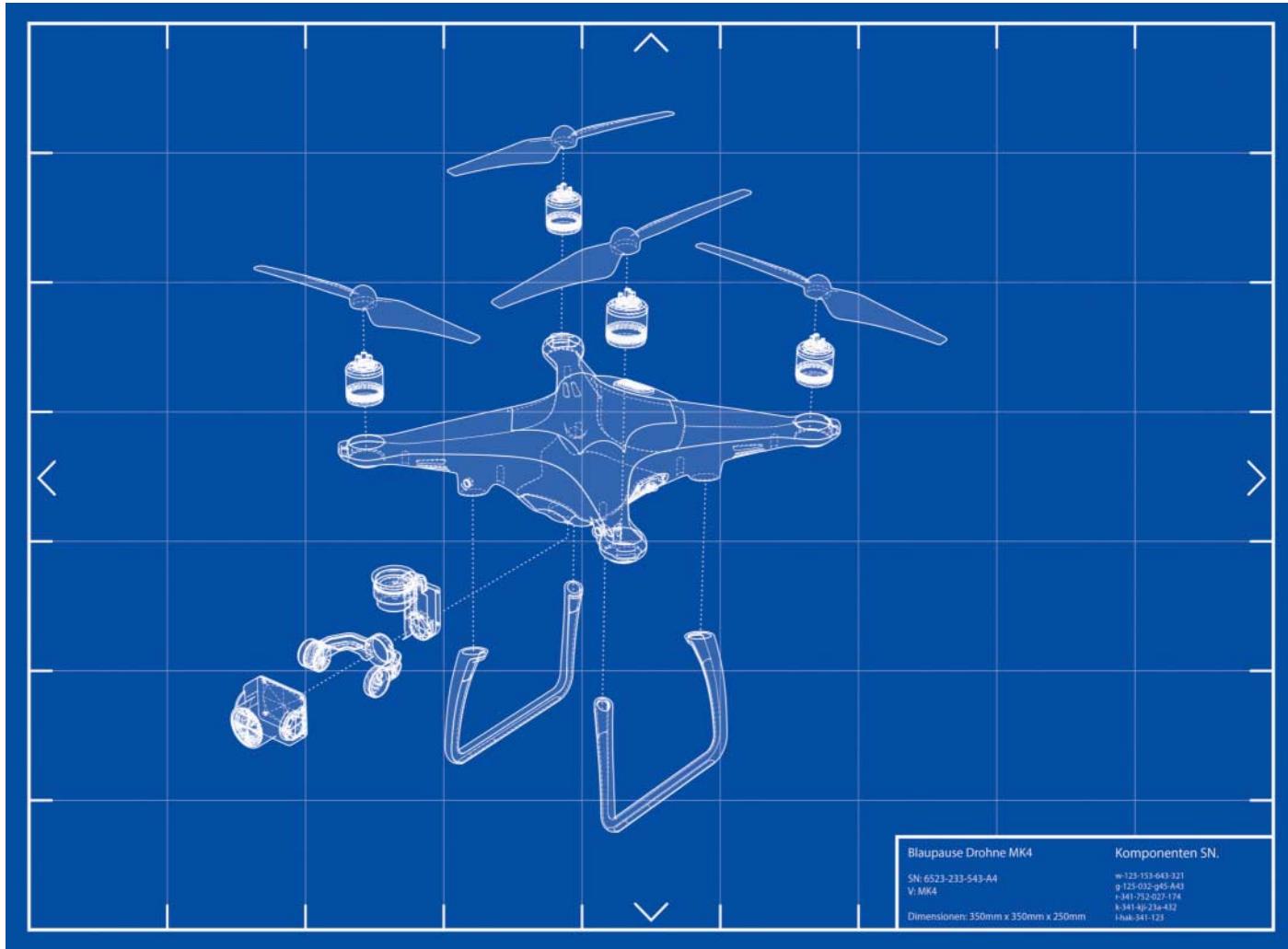
Fernsteuerung (Controller)

ermöglicht mit Hebeln und Drehknöpfen präzise Kontrolle über den Kopter. Oft Anschlüsse für Mobilgeräte, auf denen sie weitere Daten einblenden können und über die sich Funktionen abrufen lassen.



(nij@ct.de) ct

Anzeige



Himmelsstürmer

Neun Drohnen zwischen 400 und 1600 Euro

**Unter dem Sammelbegriff
Drohnen tummeln sich mittlerweile
verschiedenste ferngesteuerte
Fluggeräte am Himmel: vom
Nurflügler bis zum Kopter mit vier
bis acht Rotoren, von winzig bis
einen halben Meter groß. Wir haben
neun populäre Modelle getestet.**

**Von Hannes A. Czerulla
und Stefan Porteck**

Drohnen versprechen fantastische Luftbilder und eine Menge Flugspaß. Mittlerweile buhlen etliche Modelle um Käufer. In dem Dickicht ist es schwer, billiges Spielzeug von wirklich flugtauglichen Kamera-Drohnen zu unterscheiden. Wir haben deshalb neun Drohnen von DJI, GoPro, Parrot und Yuneec zum Test in die Redaktion geholt und geschaut, wie viel Flugspaß sie bieten und welche Aufnahmen sie dabei anfertigen.

Unser Testfeld reicht von preiswerten Einsteigergeräten, bei denen das Fliegen im Vordergrund steht, bis zu High-End-Modellen für professionelle Luftbildaufnahmen. Ein wichtiges Kriterium war, dass das Gewicht der Kopter je nach Typ unter zwei beziehungsweise fünf Kilogramm bleibt – nur dann darf man sie

ohne Kenntnisnachweis beziehungsweise spezieller Betriebserlaubnis fliegen lassen (siehe S. 86).

Auf- und Vortrieb

Die meisten Testkandidaten werden von vier Rotoren in der Luft gehalten. Diese klassischen Quadrokopter haben sehr ähnliche Flugeigenschaften und lassen sich mit ihren Fernsteuerungen identisch bedienen. Neulingen kommt entgegen, dass Kopter dieser Bauart in der Luft anhalten können. In brenzligen Situationen bremst man sie einfach bis zum Stillstand ab, statt durch einen hektischen Lenkeingriff einen Crash zu riskieren. Zudem erlauben sie statische Luftaufnahmen.

Yuneec setzt bei der Typhoon H sogar auf sechs Rotoren. Durch den größeren

Auftrieb kommt sie mit einer geringeren Drehzahl aus, weshalb sie merklich leiser fliegt als die anderen Probanden. Zudem verspricht der Hersteller eine höhere Ausfallsicherheit: Auch wenn ein Motor ausfällt oder ein Rotor kaputtgeht, soll sich die Typhoon H noch kontrollierbar in der Luft halten. Überprüft haben wir dieses Versprechen allerdings nicht – aus Sicherheitsgründen.

Bei Quadrocoptern bedeutet der Verlust eines Rotors stets den garantierten Absturz. Die kleinen Modelle DJI Spark, Yuneec Breeze und Parrot Bebop 2 lassen sich mit einem Propellerschutz ausstatten. So können die Drohnen auch mal ein Hindernis leicht touchieren, ohne sofort auf den Boden zu fallen. Aber auch mit Rotorschutz sollte man Vorsicht walten lassen: Bei mehreren Tausend Umdrehungen pro Minute können die Rotoren erhebliche Verletzungen bei Menschen und Tieren verursachen.

Leichte Crashes steckten die Testkandidaten unterschiedlich gut weg: Die DJI Spark und DJI Mavic Pro haben faltbare Rotoren. Diese klappen einfach ein und bleiben heile. Bei Bebop 2, Breeze und Phantom 4 bestehen die Rotoren aus flexiblem Kunststoff, die in unseren Tests selbst bei härteren Einschlägen heile blieben. Anders bei den Drohnen von Yuneec und Go-Pro: Hier barsten die Rotoren bereits bei leichtem Kontakt an ihren Sollbruchstellen.

Etwas aus der Reihe fällt die Disco von Parrot: Dieser vollständig aus Styropor gefertigte Nurflügler wird von einem Propeller im Heck angetrieben. Somit braucht die Disco Vortrieb, um in der Luft zu bleiben. Das macht fliegerisch enormen Spaß, die dabei entstehenden Luftaufnahmen sind aber entsprechend unruhiger.

Volle Kontrolle

Bei den Fernsteuerungen gehen die Hersteller recht unterschiedliche Wege. Die kleinsten Drohnen von DJI, Parrot und Yuneec lassen sich mit einem Smartphone nebster passender App steuern. Hierfür werden Drohne und Handy über WLAN miteinander verbunden. Statt Joysticks zu bewegen, schiebt man die Daumen über den Touchscreen. In diesem Bedienmodus gelang uns allerdings keine präzise Kontrolle über Flugmanöver, weshalb wir bei der Spark, Breeze und Bebop 2 zum Kauf der separat erhältlichen Fernsteuerungen raten.

Ein weiteres Argument für die Fernsteuerung ist, dass die WLAN-Reichweite je nach Smartphone-Modell sehr unterschiedlich ausfällt. Mitunter riss die WLAN-Verbindung bei unseren Flügen auf freier Fläche schon bei weniger als 30 Meter ab, woraufhin die Drohne in der Luft stehen blieb und wir nur noch unter der Drohne stehend darauf warten konnten, bis sie aufgrund des leeren Akkus die automatische Landung einleitete.

DJI setzt bei der Phantom 4 und Mavic Pro auf eine Fernsteuerung, die per Kabel ans Smartphone gehängt wird. Dort läuft die DJI-App, die das Live-Bild der Kamera anzeigt, die Auswahl des Flugmodus erlaubt und Parameter wie Höhe, Geschwindigkeit und Entfernung anzeigt.

Diese Art der Steuerung hat uns aus mehreren Gründen nicht überzeugt: Bei hellem Sonnenschein sind viele Smartphone-Displays schlecht lesbar. Zudem wurde die Oberfläche der DJI-App für Tablets optimiert, weshalb die Buttons und Schriften auf dem Smartphone-Display zu klein sind. Darüber hinaus muss man so

Laufzeiten	
Modell	Flugzeit (draußen, leichter Wind) besser ▶
DJI Mavic Pro	27 min
DJI Phantom 4 Pro	27 min
DJI Spark	13 min
GoPro Karma	17 min
Parrot Bebop 2	24 min
Parrot Disco ¹	45 min
Yuneec Breeze 4K	11 min
Yuneec Typhoon H	17 min
Yuneec Typhoon Q500 4K ¹	17 min

¹ Herstellerangabe

auf drei Akkustände achten – Drohne, Fernsteuerung und Smartphone.

Ebenfalls nervig: Vergisst man das Spezialkabel zur Kopplung mit der Fernsteuerung, müssen die meisten Drohne am Boden bleiben. Das legt bei der Phantom den Griff zur rund 300 Euro teureren Fernsteuerung mit integriertem Display nahe. Die Mavic Pro hat wenigstens ein kleines Display, das Flugparameter anzeigt. Doch ohne Smartphone muss man hier auf die Flugmodi verzichten.

Yuneec legt der Typhoon H und der Q500 eine sehr große Fernsteuerung mit eingebautem Android-Tablet bei. Die Helligkeit des Displays überzeugte bei Sonnenschein zwar auch nicht ganz, aber wenigstens entfällt die Verkabelung. Zudem stellen beide Steuerungen mechanische Knöpfe für wichtige Flugmodi und Funktionen bereit – sie lassen sich leicht ertasten, ohne hinzuschauen. Die Karma besitzt eine Fernsteuerung mit integriertem und hellem Display. Hier empfanden wir das Fliegen mit der Drohne als besonders angenehm.



Manche Fernbedienungen haben ein eigenes Display, bei anderen wird das Smartphone angeschlossen.



DJI Spark

Alles, was noch kleiner als die DJI Spark ist, ist nur Spielzeug. Trotz ihrer geringen Größe handelt es sich hier aber um eine vollwertige Drohne: Die Spark lässt sich zum Transport zwar nicht zusammenklappen, fällt aber bereits inklusive montierter Rotoren kompakter aus als die zusammengefalteten Konkurrenten und passt in eine Handtasche oder Baggy Pants.

Die Fernsteuerung der „Fly More Combo“ ist bis auf Details mit der DJI Mavic identisch. Allerdings verbindet man hier Smartphone und Fernsteuerung nicht via Kabel, sondern über WLAN. Vorteil: keine störende Strippe; Nachteil: längere Flugvorbereitungen. Alternativ kann man die Spark per Hand-gesten steuern – zumindest theoretisch. Der Start aus der Hand verläuft meist glimpflich, anschließend will die Drohne aber nicht mehr viel von ihrem Besitzer wissen. Meist muss man Gesten fünf- bis zehnmal wiederholen, bis die Spark die zugehörigen Befehle ausführt. Feedback gibt sie nur über ihre farbigen LEDs; die vielen Codes aus Blinken und Farben kann man sich aber nur schwer merken. Bis zu einem Update braucht man für kontrollierte Flüge ein Smartphone oder – noch besser – die Fernsteuerung.

Apropos Kontrolle: Trotz, vielleicht aber auch gerade wegen ihrer Größe schlägt sich die Spark auch bei stärkerem Wind überraschend gut. Zwar fallen ihre Korrekturbewegungen deutlicher aus als bei den größeren Geschwistern, auf den Videos ist davon aber nicht viel zu sehen. Dennoch ist das Videobild nicht ganz so ruhig wie bei der Phantom 4. Im Unterschied zur großen Schwester ist die Spark-Kamera auf nur zwei Achsen stabilisiert und zeichnet nur Full-HD mit 30 fps auf. Auch fliegt die Drohne keine Wegpunkte ab, beherrscht aber einige automatische Flugmanöver wie die Helix oder das Umkreisen. Frontal auftauchende Hindernisse erkennt die Spark frühzeitig und stoppt den Flug; selbstständig ausweichen kann sie jedoch nicht.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die kurze Laufzeit von nicht mal einer Viertelstunde. Dafür muss man bei den Flugeigenschaften kaum Abstriche hinnehmen: Im Sportmodus beschleunigt die Drohne in alle Richtungen innerhalb weniger Sekunden auf bis zu 50 Stundenkilometer – und ist dabei sogar etwas wendiger als größere Modelle.

- ⬆ klein
- ⬆ steht größeren Modellen kaum nach
- ⬇ kurze Laufzeit

Parrot Bebop 2

Die Parrot Bebop 2 steht für einen guten Einstieg in den Drohnenflug: Sie kostet deutlich unter 600 Euro, überfordert den Piloten nicht, bietet Komfortfunktionen wie den Flug nach Wegpunkten und wird sogar mit einer FPV-Brille ausgeliefert. Das Gehäuse besteht aus leichtem Plastik, das sich leicht eindrücken lässt; die Rotor-Ausleger wirken deutlich anfälliger als bei der Konkurrenz. Nach einer unsanften Landung vibrierte ein Ausleger unseres Testgeräts dauerhaft hörbar, was aber keinen Einfluss auf die Flugeigenschaften hatte.

Bei der eingebauten 14-Megapixel-Kamera sparte Parrot die mechanischen Bildstabilisatoren ein und versucht stattdessen, digital Ruhe ins Bild zu bekommen – größtenteils erfolgreich. Bei stärkerem Wind hängt die Drohne nicht ganz so ruhig in der Luft wie einige Konkurrenten. Filmt man weite Panoramen aus größerer Höhe, fällt das aber nicht auf. Videos und Fotos weisen leichtes Bildrauschen auf; Hobbyfilmmern sollte die Qualität jedoch ausreichen. Fotos mit voller Auflösung schießt die Bebop nur hochkant, mit extremer Fischaugen-Verzeichnung und viel Rauschen.

Viel Spaß macht die Bebop 2 auf jeden Fall: Sie ist einfach zu steuern und trotzdem flott. Zwar gibt der Hersteller eine Höchstgeschwindigkeit von 60 Stundenkilometern an, doch dieses Maximum erreicht die Bebop erst nach 14 Sekunden. Auch ist sie nicht ganz spritzig in der Luft wie beispielsweise DJIs Spark und Mavic. Fliegt die Bebop in weniger als zwei Metern Höhe, wird ihr Flug aufgrund der Luftverwirbelungen in Bodennähe unruhig. Da die Drohne nur eine einzelne LED an der Rückseite besitzt, erkennt man aus der Ferne schwer, in welche Richtung sie gerade fliegt. Die Flugmodi Follow Me und Wegpunkte muss man für jeweils 22 Euro in der App freischalten.

Die im „FPV-Pack“ beiliegende Fernsteuerung nennt Parrot Skycontroller 2. Die großflächige Antenne sieht aus wie die Vorderseite einer VR-Brille und lässt die Fernsteuerung etwas frontlastig in den Händen liegen. Leider lässt sich die Fernsteuerung nur über einen proprietären Rundstecker laden. Dazu muss man das Kabel für die Akkus vom mitgelieferten Netzteil abziehen, weshalb man Akku und Fernsteuerung nie gleichzeitig laden kann.

- ⬆ FPV-Brille
- ⬇ keine mechanische Kamerastabilisierung
- ⬇ kein Speicherkarten-Slot

Anzeige



GoPro Karma

Mit der Karma hat GoPro ein interessantes Paket für Nutzer geschnürt, die mit dem Kauf einer Actioncam liebäugeln: Zum preislich attraktiven Set für rund 1400 Euro gehört die Actioncam Hero 5 Black (einzelne rund 420 Euro). Sie lässt sich von der Drohne abmontieren und mit dem mitgelieferten Hand-Stabilisator (einzelne 350 Euro) separat nutzen. Im bequemen Rucksack ist das komplette Set sicher verpackt.

Die Karma lässt sich zusammenklappen, ist aber im Vergleich zur Phantom 4 und Mavic von DJI nicht gerade kompakt. Eindeutiger Pluspunkt: Die Propeller können im Rucksack montiert bleiben. Zudem besitzt die Fernsteuerung ein eingebautes Display und benötigt somit kein Smartphone. Somit ist sie in Sekunden startbereit. Das Fernbedienungs-Display überzeugt mit einer sehr hohen Helligkeit von 900 cd/m² und einer übersichtlichen und auf dem 5-Zoll-Touchscreen leicht zu bedienenden Oberfläche. Die wichtigsten Flugdaten werden in ausreichender Größe angezeigt, kombiniert mit der Restflugzeit als horizontaler Balken plus sekundengenaue Angabe.

Im direkten Vergleich liegen die Flugeigenschaften leicht hinter der Konkurrenz von DJI: Zwar fliegt sie sehr stabil, doch in Bodennähe neigt die Karma zum Wegdriften. Für Indoor-Flüge eignet sie sich wegen der fehlenden Kollisionsvermeidung nicht. Die Karma beherrscht übliche Flugmodi für Selfie-Aufnahmen, Umkreisung eines Objekts und zum Abfliegen vorher festgelegter Punkte. Vergeblich sucht man jedoch nach einem Follow-Me-Modus, der entweder ein festgelegtes Ziel im Kamerabild oder die Fernsteuerung anhand der GPS-Daten automatisch verfolgt. Das beherrschen sonst sogar die günstigsten Kandidaten des Test.

Bei der Bild- und Videoqualität führt die Karma zusammen mit der Phantom 4 das Testfeld an. Der Kardanring stabilisiert die Aufnahmen sehr gut. Die Hero 5 Black zeichnet Videos bis zur 4K-Auflösung auf (3840 x 2160 Bildpunkte, max. 30 fps) – jedoch mit der GoPro-typischen Fischaugen-Verzerrung. Für eine Wiederholrate von 60 Bildern pro Sekunde und verzerrungsfreie Bilder muss man die Auflösung auf 2,7K (2704 x 1524 Pixel) verringern. Bei Full HD und 720p sind sogar 120 beziehungsweise 240 Bilder pro Sekunde möglich.

- ⊕ großer Lieferumfang
- ⊕ gute Fernsteuerung und hohe Videoqualität
- ⊖ keine Hindernissensoren
- ⊖ keine Follow-Me-Funktion



DJI Mavic Pro

Die faltbare Mavic Pro von DJI ist die zweitkleinste Drohne im Test. Mit eingeklappten Auslegern und gefalteten Rotoren lässt sie sich problemlos in einer kleinen Tasche überall mitführen. Mechanik und Verarbeitung wirken ebenso hochwertig wie bei der Spark: Hier klappert nichts, knarzt oder hat Spiel. Das hat mit 1400 Euro aber auch seinen Preis.

Trotz der geringen Abmessungen fliegt sich die Mavic nicht wie ein billiges Spielzeug, sondern sicher und sehr wendig. Im Test reagierte sie auch bei schnellen Flugmanövern sehr präzise auf die Steuerung. Ihre Sensoren richten die Drohne auch bei stärkerem Wind stets exakt aus; auch der Bodeneffekt kann ihr beim Landen kaum etwas anhaben. Entsprechend gut gelingen Fotos und Videos aus der Luft: gestochen scharf, stabil und nicht verwackelt. Dank Lage- und Hinderniserkennung ist sie auch Indoor-tauglich.

Für den Flug sollte man sein Smartphone per Kabel an die Fernsteuerung hängen. Hierfür gehört ein Satz mit abgewinkelten Lightning- und Micro-USB-Steckern zum Lieferumfang. Herkömmliche Kabel ragen je nach Smartphone zu weit seitlich heraus, sodass man die Fernsteuerung nicht mehr bequem halten kann. Wichtige Flugdaten erscheinen zusätzlich auf dem eingebauten Display der Fernsteuerung. Bei Sonnenschein lässt es sich wegen der geringen Helligkeit jedoch kaum ablesen. Auf Wunsch lässt sich die Mavic auch ohne Smartphone nur mit der Fernsteuerung fliegen. Man muss sie dann aber manuell starten und landen sowie auf die automatischen Flugmodi verzichten.

Den Akkustand-Alarm hat DJI sehr konservativ voreingestellt: Schon bei 25 Prozent fängt die Fernsteuerung an zu piepen und die Drohne leitet den automatischen Rückflug zum Startpunkt ein. Immerhin lässt sich der Wert in der App auf eine geringere Restladung ändern. Dabei sollte man aber stets etwas Reserve für die Suche nach einem geeigneten Landeplatz einplanen: Da die Mavic an den hinteren Auslegern keine Füße hat, benötigt sie einen festigten und ebenen Untergrund. Sonst touchieren ihre Rotoren schon in mittelhohem Gras die Halme und sie fällt die letzten zehn Zentimeter herunter.

- ⊕ sehr kompakt
- ⊕ gute Bildqualität und Flugeigenschaften
- ⊖ teuer



DJI Phantom 4 Pro

Die Phantom 4 wird in einem quadratischen und damit etwas unhandlichen Styropor-Koffer transportiert. Zum Transport müssen die Rotoren abmontiert werden, was dank Schnellverschluss aber wenig Aufwand erfordert. Anders als die anderen DJI-Drohnen im Test ist bei der Phantom eine große, gut in der Hand liegende Fernsteuerung inklusive. Aber auch hier muss das eigene Smartphone per Kabel angebunden werden. Mit rund 70 km/h ist die Phantom 4 eine der schnellsten Drohnen im Test. Anfänger sollten bei den ersten Flügen deshalb den sogenannten Sportmodus ausgeschaltet lassen. Bei hohen Geschwindigkeiten bremst die Hinderniserkennung nicht immer schnell genug, was im Test mit einer „Landung“ in einer Baumkrone endete. Bei gedrosselter Geschwindigkeit liegen die Flugeigenschaften der Phantom 4 im Spitzensfeld: Auch bei Böen steht sie wie festgenagelt in der Luft und reagiert sehr schnell und präzise auf die Steuerung. Dank Hinderniserkennung eignet sie sich bei ausreichend Platz und langsamem Flug auch für Indoor-Flüge.

Die Kamera nimmt Videos mit maximal 4K (4096 x 2160 Bildpunkten) und Fotos mit maximal 20 Megapixeln auf. Die Bildqualität bleibt auch in der Dämmerung gut, da der Sensor wenig zum Rauschen neigt. Für Videos ohne Kurskorrekturen bietet die Phantom 4 diverse automatische Flugmodi, bei denen sie unter anderem Objekten folgt oder sie umkreist. Wegpunkte fliegt sie ebenfalls ab, die Punkte lassen sich aber nicht vorab auf der Karte anlegen. Stattdessen muss man den gewünschten Kurs einmal per Hand abfliegen und aufzeichnen. Anschließend wiederholt sie dieselbe Strecke autark.

Wie bei den anderen Drohnen von DJI empfanden wir als störend, dass die App eher auf Tablets ausgelegt ist als auf Smartphones. Dort sind Schriften zu klein und beim Aufrufen von Funktionen trafen wir häufig die falsche Schaltfläche. Unklar blieb, weshalb man die Flugmodi erst nach dem Start der Drohne aktivieren kann. Will man beispielsweise eine Umlaufung fliegen, muss die Drohne also schon in der Luft schweben. Während man sich durch die Menüs der App wühlt, verschenkt man wertvolle Flugminuten.

- ⬆️ gute Flugeigenschaften
- ⬆️ gute Bildqualität
- ⬆️ lange Flugzeit
- ⬇️ schlecht zu bedienende App



Parrot Disco

Die Parrot Disco kommt mit nur einem Rotor am Heck aus. Den Nurflügler fliegt man wie ein Flugzeug; ein Anhalten in der Luft ist unmöglich, nur ein automatisches Kreisen mit einem Radius von 60 Metern. Das erschwert die Steuerung, weshalb selbst geübte Piloten sie nur in Bereichen fliegen sollten, die absolut frei von Hindernissen und Menschen sind.

Die Disco startet man, indem man sie in die Luft wirft. Dann steigt sie automatisch auf etwa 20 Meter Höhe, ohne dass man eingreifen könnte oder müsste. Dort kreist sie automatisch. Mit dem rechten Stick der Fernsteuerung kontrolliert man Höhe und Rollen, mit dem linken den Schub und das automatische Kreisen.

Eine komplette Drehung um die Quer-(Looping) oder Längsachse (Rolle) verhindert die mitgelieferte Fernsteuerung. Dank solcher Sicherungen ist die Disco leichter zu steuern als ein Modellflugzeug – und macht unheimlich viel Spaß. Auf Wunsch kehrt die Drohne automatisch zum Startpunkt zurück oder fliegt (mit kleinen Umwegen) zuvor vorgegebene Wegpunkte ab. Drückt man auf den Start/Landung-Button landet sie vollautomatisch. Dabei nimmt sie allerdings keine Rücksicht auf Hindernisse; beim Test blieb das Styropor-Gerät trotzdem unbeschädigt. Erfahrene Modellflieger können eine eigene Funksteuerung benutzen.

Mit der FPV-Brille kommt noch mehr Spaß auf – aber auch ein wenig Übelkeit. Wegen der teils abrupten Steuerbewegungen braucht man einen soliden Magen oder VR-Erfahrung, um den Nurflügler auf diese Weise zu steuern. Dafür wird man mit einer Flugerfahrung belohnt, wie sie keine andere Drohne bietet. Der erste Flug begeisterte ausnahmslos alle Tester: Die Disco beschleunigt schnell auf bis zu 80 Stundenkilometer und bleibt bis zu 45 Minuten in der Luft. Für ernstzunehmende Videoaufnahmen eignet sich der Nurflügler allerdings nicht, dafür verwackeln die Bilder zu stark. Wie die Bebop 2 schießt auch die Disco Fotos mit voller Auflösung nur hochkant mit extremer Fischaugen-Verzeichnung und viel Rauschen.

Die Flügel lassen sich zwar schnell an- und abmontieren, aber selbst im demonstrierten Zustand fällt die Disco so sperrig aus, dass sie in keinen normalen Rucksack passt.

- ⬆️ hoher Spaßfaktor
- ⬆️ einmaliges FPV-Erlebnis
- ⬇️ schwer zu kontrollieren



Yuneec Breeze 4K

Mit knapp über 300 Euro ist die Breeze 4K die preiswerteste Drohne im Test – das sieht man ihr leider auch an. Das weiße Plastikgehäuse wirkt billig, knarzt und schließt an einigen Stellen nicht ganz ab. Die USB-Buchse liegt offen, hinter der Abdeckung sieht man die blanke, wackelig montierte Hauptplatine.

Trotz des Preises dreht die Breeze Videos in 4K-Auflösung mit 30 Bildern pro Sekunde. Lieber hätte der Hersteller in eine Bildstabilisierung und einen guten Full-HD-Sensor investieren sollen. Die digitale Stabilisierung des Kamerabilds überzeugt nicht: Selbst im Schwebeflug verwackeln Videos so sehr, dass einem beim Ansehen übel werden kann. Generell fällt die Bildqualität enttäuschend schlecht aus: Helle Stellen überstrahlen, rote Objekte stechen heraus – und das Bild weist weniger Details auf als bei den Konkurrenten mit Full-HD-Kameras. Fotos geraten milchig und unscharf.

Die Startvorbereitungen ziehen sich in die Länge, weil die Breeze eine volle Minute braucht, um ihr WLAN aufzuspannen. Die Smartphone-Steuerung empfehlen wir bei keiner Drohne. Doch die im 70 Euro teuren FPV-Kit enthaltene Fernsteuerung wirkt lächerlich: Es handelt sich um einen billigen Gamecontroller („Gamesir“), den man via Bluetooth mit dem Smartphone verbindet. Das Telefon kann mit einer simplen Metallklemme am Controller befestigt werden. Schwacher Trost: Der Controller steuert auch iOS- und Android-Spiele; die Tasten orientieren sich am XBox-Controller. Zum Drohnenfliegen ist dieses Gamepad eher ungeeignet.

Die dem Kit beiliegende FPV-Brille bleibt weit hinter den Modellen von Parrot zurück: Eine einzelne Klemme hält das Smartphone vor den Linsen; je nach Größe des Telefons dringt reichlich Licht ein und stets sieht man schwarze Ränder. Auch brauchten wir mehrere Versuche, bis das Handy exakt vor der den Linsen steckte.

Ambitionierte Drohnenpiloten werden wegen der verwackelten Videos und der lächerlichen Fernsteuerung an der Breeze 4K kaum Spaß haben. Immerhin eignet sie sich als Spielzeug, da sie trotz alledem selbstständig in der Luft bleibt und sich einfach steuern lässt.

- ⬆️ **preiswert**
- ⬇️ **Videos unbrauchbar**
- ⬇️ **Billig-Fernsteuerung**



Yuneec Typhoon Q500 4K

Die Typhon Q500 wirkt auf den ersten Blick riesig und robust. Tatsächlich ist sie mit 1800 Gramm leichter als erwartet. Das ungünstige Verhältnis zwischen großer Angriffsfläche für Wind und wenig Gewicht geht zulasten der Flugstabilität: Schon bei kleineren Böen muss die Q500 kämpfen, um ihre Position oder ihren Kurs beizubehalten. Starke Korrekturen wirken sich auch auf die Luftaufnahmen aus, wenn die 3-Achsen-Aufhängung nicht flott genug ist. Die Bildschärfe der Videoaufnahmen bleibt nur geringfügig hinter der Phantom 4 und der GoPro zurück. Beim Gieren ruckeln die Schwenks im Videobild aber deutlicher. Zudem überstrahlen helle Bildbereiche leicht und generell sind Aufnahmen etwas zu warm und gelblich getönt. Gemessen am deutlich geringeren Preis der Q500 geht die Bildqualität aber in Ordnung.

Im Flug reagiert die Q500 nicht ganz so schnell und präzise wie erwartet. Bei abrupten Bremsungen fliegt sie etliche Meter über das Ziel hinaus. An der Fernbedienung lässt sich die maximale Geschwindigkeit mit einem Schieber einstellen. Hier dürfen auch Ungeübte ruhig eine höhere Stufe auswählen, da die Q500 nicht zu den Schnellsten zählt. Yuneec gibt keine maximale Geschwindigkeit an; bei unseren Tests erreichten wir um die 50 km/h.

Die Fernsteuerung enthält ein Display – beziehungsweise ein Android-Tablet, das direkt in die Flug-App startet. Leider ist der Bildschirm ziemlich winkelabhängig und nicht ganz so hell wie bei der GoPro Karma. Ein nettes Feature ist der ins Live-Bild eingeblendete Pfeil, der stets in Richtung des Piloten zeigt. So kann man die Drohne leicht zurückführen, sofern man das nicht die Coming-Home-Funktion erledigen lässt. In unseren Tests landete die Automatik meist einige Meter neben dem ursprünglichen Startpunkt. Ärgerlich: In Bodennähe fliegt die Q500 recht instabil, weshalb sie bei mehr als der Hälfte der Landungen nach dem ersten Aufsetzen umkippte.

Laut Yuneec liegt die Flugzeit bei rund 25 Minuten, was sich in etwa mit unseren Testergebnissen deckt. Eine genaue Messung der Laufzeit konnten wir nicht mehr vornehmen, weil sich einer der Akkus überhaupt nicht und der andere nach dem dritten Flug nicht mehr vollständig laden ließ.

- ⬆️ **günstig**
- ⬆️ **Fernsteuerung mit Display**
- ⬇️ **unruhiger Flug**
- ⬇️ **instabile Landung**



Yuneec Typhoon H

Der 1200 Euro teure Hexakopter Typhoon H macht einen hochwertigeren Eindruck als die kleineren Drohnen des Herstellers. Trotz ihrer Größe lässt sich die Typhoon H gut im mitgelieferten Koffer transportieren: Dafür werden die Carbon-Ausleger eingeklappt; die Rotoren werden mit einem Schnellverschluss gehalten. Wie bei der Phantom 4 ist der Koffer jedoch sperrig, weshalb man die Typhoon nicht dauernd für Gelegenheitsflüge mitschleppt.

Mit ihren sechs Rotoren fliegt die Typhoon H ruhig, präzise und leiser als die anderen Drohnen des Tests. Stärkere Böen konnten ihr genauso wenig anhaben wie der Phantom 4. An der Fernbedienung lässt sich die maximale Fluggeschwindigkeit anpassen. Maximal 36 km/h und eine Flugzeit von 25 Minuten liegen im Mittelfeld.

Die Kamera lässt sich vertikal von -90 bis 0 Grad neigen und einmal um die eigene Achse drehen – ideal für ruhige Schwenks über die Landschaft. Videos nimmt der Typhoon H in 4K (3840 × 2160 Pixel) mit maximal 30 Bildern pro Sekunde auf. Für eine schnellere Bildfolge muss man auf Full-HD (1920 × 1080 Pixel) umschalten, hier sind 120 fps möglich.

Die Bildschärfe ist sehr gut, doch wegen der etwas zu warmen Darstellung bleiben die Aufnahmen hinter denen der Phantom 4 zurück. Positiv: Da die Kamera mittig unter der Drohne hängt, ragen die Rotoren nie ins Bild. Die Landebeine der Drohne sind nur während Start und Landung zu sehen; im Flug klappt man sie über einen Kipphebel an der Fernsteuerung ein.

In der Fernsteuerung steckt ein 7"-Android-Tablet, das Live-Bild und Flugdaten anzeigt. Wichtige Funktionen wie Coming-Home oder die Kameraposition lassen sich über Druck- und Kippschalter an der Fernbedienung aufrufen. Wie bei der Q400 desselben Herstellers ließ sich die App mangels Übersichtlichkeit nicht immer intuitiv bedienen. Der Typhoon liegt zusätzlich eine Fernbedienung mit Lagesensoren bei. Sie steuert die Drohne mittels Steuerkreuz und Handbewegungen. Hat man sich an das Konzept gewöhnt, klappt das erstaunlich gut.

- ⬆️ **sechs Motoren**
- ⬆️ **gute Flugeigenschaften**
- ⬇️ **App etwas unübersichtlich**

DJIs Winzling Spark lässt sich auch über Gesten steuern. Die Drohne brauchte aber häufig mehrere Anläufe, bis sie uns beziehungsweise unsere Gesten überhaupt erkannte und das gewünschte Kunststück vollführte. Auch hier raten wir deshalb zum Kauf der Fernsteuerung (Flight Kit).

Alles im Blick

Für ein immersives Flugerlebnis sorgen die FPV-Brillen (First-Person-View) der Disco und der Bebop 2 von Parrot. Hat man das Smartphone in der mitgelieferten Brille fixiert, lassen sich beide Drohnen mit der Fernsteuerung in der Hand und der Brille auf der Nase steuern, als säße man im Cockpit.

Die Bebop 2 hat ein gemächliches Tempo und neigt sich bei Kursänderungen nur gering – hier sorgte die FPV-Steuerung für extremen Spaß. Bei unseren Tests führte das Fliegen in der Ich-Perspektive zu einer größeren Risikobereitschaft: Weil man „in der Drohne“ zu sitzen scheint, verliert man jegliche Scheu davor, sich bei Rundflügen weit vom Startpunkt zu entfernen – schlimmstenfalls reißt dann der Funkkontakt zur Fernsteuerung ab.

Um hingegen die Disco mit der FPV-Brille zu pilotieren, braucht man einen robusten Magen. Da der Nurflügler ständig in Bewegung ist und Kursänderungen eine deutlich geneigte Kreisbahn bedeuten, wurde einigen Testern erst schwindelig und dann übel. Spätestens zur Landung müssen auch hartgesottene Piloten die VR-Brille abnehmen: Über die nach unten gerichtete Kamera mit starkem Weitwinkel lassen sich Höhe, Entfernung und Geschwindigkeit für eine sanfte Landung nur schwer einschätzen.

FPS-Brillen hat DJI für seine Drohnen bislang nur angekündigt. Diese Drohnen lassen sich anhand der Live-Bilder der Kamera aber ebenfalls gut steuern. Smartphones in Reichweite können allerdings für Stocken und kurze Unterbrechungen bei der Übertragung sorgen. Bei unseren Tests warnten die DJI-Drohnen regelmäßig vor „Funkverschmutzung“. Schon alleine deshalb sollte man sich an die Vorschrift halten, Drohnen nur auf Sicht zu fliegen.

Das gilt auch für die automatischen Flugmodi, bei denen die Drohnen Orte umkreisen oder Weggipfel abfliegen. Verliert man sie dabei aus den Augen, lassen sich alle Drohnen dank GPS auf Knopfdruck zum Piloten zurückholen – oder zum ursprünglichen Startpunkt. Diesen Flugmodus sollte man zuvor einmal auf freier Fläche ausprobieren: Zwar steigen alle Drohnen vor dem Rückflug automatisch auf 30 bis 50 Meter Höhe, doch das reicht nicht für alle Hindernisse.

Auch reagieren die Drohnen unterschiedlich, wenn man beim automatisierten Rückflug den Kurs zu korrigieren versucht: Die Modelle von DJI und Yuneec setzen den Landevorgang dann



Dank Smartphone und Brille kann man die Disco und Bebop 2 aus der Ich-Perspektive fliegen.

von der neuen Position aus fort. Die Parrot-Drohnen brechen den automatischen Anflug nebst Landung hingegen komplett ab. Die Karma von GoPro versuchte im Test nach einer Korrektur, wieder zur alten Flugbahn zurückzukehren. Dort parkte jedoch zwischenzeitlich ein VW Lupo, was die Drohne zwei Rotoren kostete.

Fazit

Der Zusammenhang zwischen Flugeigenschaften, Bildqualität und Preis war bei unseren Testkandidaten unübersehbar. Das soll aber nicht heißen, dass die günstigen Drohnen keine Daseinsberechtigung hätten. So bereiten auch die Bebop 2 von Parrot und die Breeze von Yuneec für kleines Geld viel Freude. Sie lohnen sich ins-

besondere für Einsteiger, sind aber auch handlich und robust genug, um als Geschenk für den Nachwuchs zu taugen.

Die Bebop 2 ist wegen der VR-Brille vor allem interessant, wenn man primär fliegen möchte und geringes Interesse an Fotos und Videos hat. Die Disco von Parrot schlägt in die gleiche Kerbe: Dieser Nurflügler macht extrem Spaß und lässt sich ebenfalls per FPV-Brille in der Ich-Perspektive aus dem „Cockpit“ fliegen.

Will man zwar fliegen und filmen, dafür aber nicht gleich das Urlaubsgeld opfern, ist die Q400 von Yuneec eine gute Wahl – auch wenn Aufnahmefähigkeit und Flugstabilität weit hinter der Konkurrenz von DJI und GoPro zurückbleibt. Deutlich besser gerät der Spagat zwischen günstig

und hochwertig dem Hexacopter Typhoon H von Yuneec.

Für möglichst professionelle Luftbilder ist die Phantom 4 von DJI die beste Wahl. Ihr Akku hält knapp über eine halbe Stunde durch. Sie fliegt schnell, trotzdem sehr ruhig und wartet mit einer sehr guten Kamera auf. Wegen ihrer Abmessungen und des sperrigen Koffers ist sie aber keine Drohne, die man überall im Gepäck mitführt.

Wer das wünscht, ist mit der sehr kompakten Mavic Pro von DJI gut beraten. Deren Flug- und Kameraeigenschaften kommen dicht an die Phantom 4 ran, sie schafft aber nur knapp 20 Minuten Flugzeit. Ähnlich verhält es sich bei der Karma von GoPro: Die fehlenden Sensoren erfordern mehr Aufmerksamkeit beim Fliegen,

Drohnen

Gerät	Parrot Bebop Drone 2 (FPV-Pack)	Parrot Disco	GoPro Karma (Copter Kit)	DJI Mavic Pro
Bauart	Quadrokopter	Nurflügler	Quadrokopter	Quadrokopter
Eigenschaften				
Größe flugbereit / transportbereit (L × B × H)	380 mm × 328 mm × 64 mm / 268 mm × 235 mm × 64 mm	580 mm × 1161 mm × 122 mm / ca. 633 mm × 326 mm × 90 mm	519 mm × 627 mm × 132 mm / 485 mm × 224 mm × 80 mm	430 mm × 480 mm × 84 mm / 195 mm × 95 mm × 84 mm
Gewicht (mit Kamera und Akku)	512 g	746 g	1947 g	734 g
Ersatzrotoren mitgeliefert	2 Paar	1 Paar	1 Paar	2 Paar
Lieferumfang	Akku, FPV-Brille, Fernsteuerung, Ladegerät, USB-Kabel, Propellermontage-Set	Akku, FPV-Brille, Fernsteuerung, Ladegerät, USB-Kabel	Akku, Fernsteuerung, Ladegerät, Hero 5 Black, Karma-Grip-Griff, MicroSD-Karte (16 GByte), Bedienungsanleitung, Transport-Rucksack	Akku, Fernsteuerung, Ladegerät, USB-Kabel
weiteres optionales Zubehör	Koffer, Rucksack, Werkzeug	Rucksack	–	Tasche, Akku-Ladestation, Propellerschutz, Lichtschutzbürste für die Fernsteuerung, Neutral-Filter für die Kamera
Flugeigenschaften				
Steuerungsmöglichkeiten	Fernsteuerung, Smartphone	Fernsteuerung, Modellbau-Fernsteuerung, Smartphone	Fernsteuerung	Fernsteuerung, Smartphone
Geschwindigkeit ¹	58 km/h	80 km/h	54 km/h	65 km/h
Reichweite ¹	300 m	2000 m	3000 m	4000 m
Akku	2700 mAh	2700 mAh	5100 mAh	3830 mAh
Ortung	GPS	GPS, Glonass	GPS, Glonass	GPS, Glonass
Kollisionssensoren	✓ (nur unten)	✓ (nur unten)	–	✓
Indoor-tauglich	✓	–	–	✓
Flugmodi: Freiflug / Follow-Me / Orbit / Wegpunkte	✓ / ✓ (22 € In-App-Kauf) / – / ✓ (22 € In-App-Kauf)	✓ / – / ✓ / ✓	✓ / – / ✓ / ✓ ²	✓ / ✓ / ✓ / ✓ ²
Bildverarbeitung				
Sensor Größe / Auflösung	1/2,3" / 14 MP (Fisheye)	k. A. / 14 MP	1/2,3" / 12 MP	1/2,3" / 13 MP
Objektiv FOV / Brennweite / Blende	180° / k. A. / k. A.	k. A.	170° / k. A. / f2.8	78,8° / 28mm / f2.2
Stabilisator	digital	digital	mechanisch, 3 Achsen	mechanisch, 3 Achsen
Codec(s) Video / Foto	H.264 / JPG, RAW, DNG	H.264 / JPG, RAW, DNG	H.264 / JPG	H.264 / JPG, DNG
max. Videoauflösung	Full-HD (1920 × 1080, 30 fps)	Full-HD (1920 × 1080, 30 fps)	4K (3840 × 2160, 30 fps)	4K (3840 × 2160, 30 fps)
max. Fotoauflösung	13,6 MP (3320 × 4096)	13,6 MP (3320 × 4096)	12 MP (4000 × 3000)	12 MP (4000 × 3000)
Speicher	8 GByte intern	32 GByte intern	MicroSDXC (bis 64 GByte)	MicroSDXC (bis 64 GByte)
Kamera austauschbar / Einzelnutzung	– / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Bewertung				
Bedienung / App	⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / –	⊕ / ○
Flugeigenschaften	○	nicht bewertet ³	⊕	⊕⊕
Funktionsumfang	○	○	○	⊕
Laufzeit	⊕	⊕⊕	○	⊕
Bildqualität Foto / Video	⊖⊖ / ○	⊖⊖ / ⊖	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Preis	550 € (nur Drohne: 480 €)	900 €	1400 € (nur Drohne: 1000 €)	1200 €

¹ Angaben laut Hersteller ² nur vorab abgeflogene Routen ³ Bauweisen nicht vergleichbar

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

dafür kann man sie auch über längere Strecken bequem im Rucksack transportieren. Die Karma punktet zudem mit ihrer guten Fernbedienung und ist vor allem preislich interessant, wenn man eh vor dem Kauf einer guten Actioncam steht.

Die Spark von DJI ist kaum größer als die Akkus der meisten übrigen Testkandidaten. Somit kann sie praktisch auf jede Rad- oder Wandertour und in den Urlaub mitkommen. Dank Gestensteuerung fliegt sie auch ohne Fernbedienung. Ausstattung, Kamera und Flugeigenschaften können mit den anderen DJI-Drohnen locker mithalten. Das macht sie für Outdoor-Freaks zur ersten Wahl, sofern man sich nicht an der vergleichsweise kurzen Flugzeit von 12 Minuten stört. (spo@ct.de) **ct**



Die DJI Mavic Pro lässt sich zusammenfalten und somit leicht transportieren.

DJI Phantom 4 Pro	DJI Spark (Fly More Combo)	Yuneec Typhoon Q500 4K	Yuneec Typhoon H	Yuneec Breeze 4K (FPV & Controller Kit)
Quadrocopter	Quadrocopter	Quadrocopter	Hexakopter	Quadrocopter
487 mm × 487 mm × 190 mm / 290 mm × 290 mm × 190 mm	240 mm × 240 mm × 60 mm / 146 mm × 146 mm × 60 mm	420 mm × 420 mm × 210 mm / 405 mm × 405 mm × 210 mm	650 mm × 715 mm × 307 mm / 279 mm × 302 mm × 307 mm	300 mm × 300 mm × 83 mm / 195 mm × 195 mm × 64 mm
1386 g	302 g	1791 g	1959 g	384 g
2 Paar	2 Paar	2 Paar	2 Paar	4 Paar
Akku, Ladegerät, Fernsteuerung, USB-Kabel	2 × Akku, Fernsteuerung, Mehrfachladegerät, Propellerschutz, USB-Kabel	Fernsteuerung, SteadyGrip, Akku, Ladegerät	Fernsteuerung, SteadyGrip, Akku, Ladegerät, Rucksack	Akku, Aufbewahrungsbox, Ladegerät, Propellerschutz
USB-OTG-Kabel, Transportkoffer, Akku-Ladestation, Lichtschutzbürste für die Fernsteuerung, Neutral-Filter für die Kamera	–	Koffer	Rucksack, „Wizard“-Fernbedienung	–
Fernsteuerung, Smartphone	Gesten, Fernsteuerung, Smartphone	Fernsteuerung	Fernsteuerung	Fernsteuerung, Smartphone
72 km/h	50 km/h	k. A.	70 km/h	18 km/h
3500 m	500 m	400 m	1600 m	80 m
5870 mAh	1480 mAh	5200 mAh	8700 mAh	1150 mAh
GPS, Glonass	GPS, Glonass	GPS	GPS	GPS
✓	✓ (nur vorne und unten)	✓	✓	✓ (nur unten)
✓	✓	✓	✓	✓
✓ / ✓ / ✓ / ✓ ²	✓ / ✓ / ✓ / ✓ ²	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –
1" / 20 MP	1/2,3" / 12 MP	1/2,3" / 12 MP	1/2,3" / 12,4 MP	1/3,1" / 13 MP
FOV 84° / 24mm / f2.8	FOV 81,9° / 25mm / f2.6	FOV 115° / 14mm / f2.8	FOV 94° / 14mm / f2.8	FOV 117° / k. A. / f2.5
mechanisch, 3 Achsen	mechanisch, 2 Achsen	mechanisch, 3 Achsen	mechanisch, 3 Achsen	digital
H.264, H.265 / JPG, DNG	H.264 / JPG, DNG	H.264 / JPG	H.264 / JPG	H.264 / JPG
4K (4096 × 2160, 60 fps)	Full-HD (1920 × 1080, 30 fps)	4K (4096 × 3072, 30 fps)	4K (4096 × 3072, 30 fps)	4K (4096 × 2160, 30 fps)
20 MP (5472 × 3648)	12 MP (3968 × 2976)	12 MP (3968 × 2976)	12 MP (3968 × 2976)	13 MP (4096 × 3072)
MicroSDXC (bis 128 GByte)	MicroSDXC (bis 64 GByte)	MicroSDXC (bis 128 GByte)	MicroSDXC (bis 128 GByte)	16 GByte intern
✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / –	– / –
⊕ / O	⊕ / O	O / –	O / –	⊕ / O
⊕⊕	⊕	O	⊕⊕	O
⊕	⊕	⊕	⊕	O
⊕⊕	⊖	O	O	⊖
⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	O / O	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕
1600 €	800 € (nur Drohne: 600 €)	730 €	900 €	410 € (nur Drohne: 330 €)



Spielregeln am Himmel

Überblick über die neue Drohnenverordnung

Ob Versicherungspflicht, Führerschein oder Flugverbotszonen: Die bisher geltenden Regelungen, mit denen konventionelle Modellflug-Hobbyisten ganz gut klarkamen, ließen in Bezug auf Multikopter viele Fragen offen. Die seit dem 7. April 2017 geltende neue „Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten“ sorgt für klare Verhältnisse am Himmel.

Von Nicolas Maekeler

Wer mit einem Multikopter fliegen möchte, sollte sich zunächst vor Augen führen, dass er ein Luftfahrzeug im Sinne des Luftverkehrsgesetzes (LuftVG) steuert – und sich somit rechtlich auf Augenhöhe mit größeren Flugzeugen befindet. Kopter werden entweder als Flugmodelle eingestuft – nämlich dann, wenn sie rein zu Zwecken der Sport und Freizeitgestaltung betrieben werden – oder sie fallen in die Kategorie „unbemanntes Luftfahrtsystem“, kurz UAS (Unmanned Aircraft System). Letzteres ist bei einer gewerblichen Nutzung der Fall, etwa für die Erstellung professio-

neller Luftbildaufnahmen oder zu Zwecken der Forschung – aber auch im Rahmen einer unentgeltlichen Beauftragung durch Dritte (sogenannte Nachbarschafts- und Freundschaftsdienste).

Eine der auch mit der neuen Drohnenverordnung weiterhin wichtigsten Vorschriften für Kopter-Piloten ist § 33 LuftVG, aus dem sich unter anderem eine Versicherungspflicht ergibt. Wer eine Privathaftpflichtversicherung abgeschlossen hat, sollte vor dem ersten Flug dringend seine Versicherung konsultieren und in Erfahrung bringen, ob und inwieweit sie Kopterflüge abdeckt.

Rechtlich relevant ist dabei, ob man jemand anderen mit seinem Kopter fliegen lässt. Für Luftfahrzeuge gilt nämlich ähnlich wie bei Kraftfahrzeugen eine besondere Gefährdungshaftung, sodass der Halter grundsätzlich für Personen- und Sachschäden einstehen muss. Diese Halterhaftung wird regelmäßig nicht von der privaten Haftpflichtversicherung abgedeckt. Wahlweise kann man den Schutz innerhalb bestehender Verträge erweitern oder eine Zusatzpolice abschließen. Auch bieten viele Modellflugverbände für Mitglieder eine passende Versicherung an. Beim Flugbetrieb ist der Versicherungsnachweis zwingend mitzuführen; wer ohne Versicherung fliegt oder den Nachweis darüber nicht dabei hat, begeht eine Ordnungswidrigkeit.

Um bei Schäden die Verursacher straf- und zivilrechtlich besser verfolgen zu können, wurde eine Kennzeichnungspflicht eingeführt: Ab dem 1. Oktober 2017 müssen Kopter an einer sichtbaren Stelle Namen und Adresse des Eigentümers tragen. Einfache Aufkleber kommen dabei nicht in Frage, da die Beschriftung dauerhaft und vor allem feuerfest sein muss. Immerhin könnten die empfindlichen Lithium-Polymer-Akkus in Flammen aufgehen. Daher verwendet man am besten eine selbstklebende Aluminium-Plakette mit Gravur. Die Kennzeichnungspflicht gilt für alle Modelle, deren Startmasse (Gewicht inklusive Akku und eventueller Kamera) mehr als 250 Gramm beträgt.

Für Kopter über 2 Kilogramm benötigt man ab dem 1. Oktober 2017 zusätzlich eine Art Führerschein. Dafür muss der Pilot Kenntnisse in Navigation seines Fluggeräts, den einschlägigen luftrechtlichen Grundlagen und der örtlichen Luftraumordnung nachweisen. Nur auf Modellflugplätzen darf man ohne derartigen Kenntnisnachweis fliegen. Inhaber einer gültigen Pilotenlizenz brauchen keine gesonderte Bescheinigung. Für Hobbypiloten beträgt das Mindestalter 14 Jahre. Den Nachweis können Sie erlangen, indem Sie sich durch einen Luftsportverband oder einem von ihm beauftragten Verein einweisen lassen.

Wer seinen Kopter gewerbllich nutzen möchte, muss mindestens 16 Jahre als sein und eine Prüfung bei einer vom Luftfahrtbundesamt (LBA) dafür anerkannten Stelle ablegen – durch Beantwortung eines Fragebogens, mündlich oder auch online. Da diese Stellen noch eingerichtet werden müssen, kann man derzeit aber noch an keiner entsprechenden Prüfung teilnehmen. Während die Kosten für die Prüfung

von der jeweiligen Stelle individuell bestimmt werden können, ist für die Einweisung eine Gebühr von 25 Euro festgelegt. Beide Arten des Kenntnisnachweises haben eine Gültigkeit von fünf Jahren, danach muss man sein Wissen auffrischen.

Grundsätzlich benötigt man erst für Kopter, die 5 Kilogramm oder mehr wiegen, eine spezielle Betriebserlaubnis der zuständigen Landesluftfahrt-Behörde. Zum Vergleich: Selbst ein Kopter vom Typ DJI Inspire 2 erreicht mit zwei Akkus, Gimbal und Kamera diese Grenze nicht.

Auf Sicht

Als Nächstes sollte man schauen, wie und wo man fliegen darf – denn selbstverständlich gibt es Spielregeln am Himmel. So gilt für Kopter eine strikte Flughöhenbegrenzung von 100 Metern über dem Grund, um sicherzustellen, dass sie dem bemannten Flugverkehr nicht in die Quere kommen. Andere Modellflugarten wie der klassische Segelflug wurden nach Diskussionen von dieser Begrenzung ausgenommen, da sie einem Quasiverbot gleichgekommen wäre. Zudem findet die Höhenbegrenzung auf Modellflugplätzen auch für Kopter keine Anwendung. Weiterhin dürfen Fluggeräte bis zu 5 Kilogramm Startmasse nur innerhalb der Sichtweite des Piloten geflogen werden. Nicht geflogen werden darf,

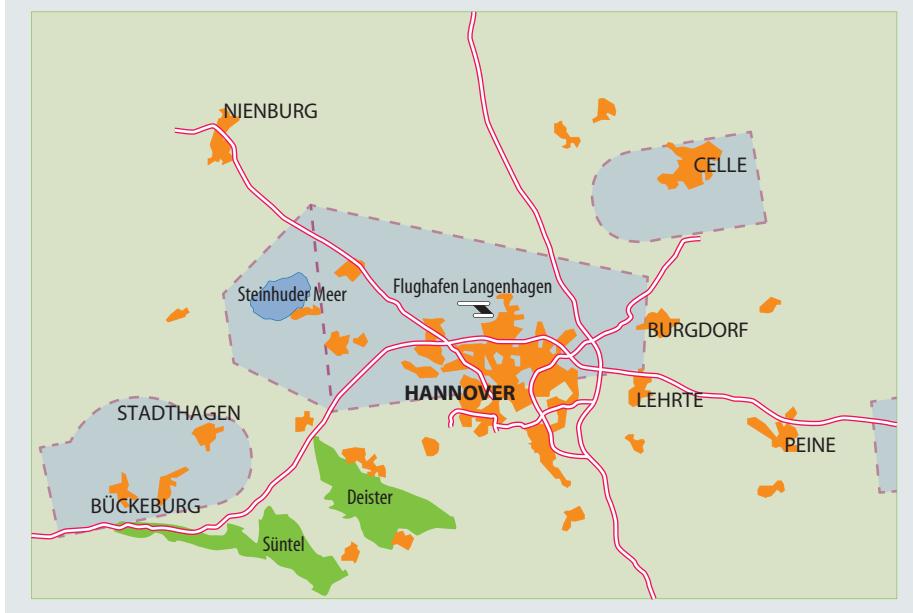
„wenn der Steuerer das unbemannte Fluggerät ohne besondere optische Hilfsmittel nicht mehr sehen oder seine Fluglage nicht mehr eindeutig erkennen kann“. Zu optischen Hilfsmitteln zählen Ferngläser oder Nachtsichtgeräte, die normale Brille hingegen nicht. Unabhängig vom Gewicht benötigt man eine behördliche Erlaubnis, wenn man bei Dunkelheit fliegen möchte.

Eine rechtliche Grauzone war bislang der Flug mittels First-Person-View (FPV). Dabei wird das Bild von einer am Kopter befestigten Kamera live an eine Videobrille übertragen, sodass der Pilot den Flug aus der Ich-Perspektive – quasi „aus dem Cockpit“ heraus – verfolgen kann. Die neue Drohnenverordnung erlaubt ausdrücklich einen solchen Betrieb, wenn unterhalb von 30 Metern geflogen wird. Ist der Kopter schwerer als 250 Gramm, benötigt der FPV-Pilot einen sogenannten Spotter. Das ist eine Person, die das Fluggerät ständig in Sichtweite hat und den Luftraum beobachtet, um so den Steuerer unmittelbar auf Gefahren hinweisen zu können.

Hier offenbart sich die nächste Regelungslücke: Nach dem Gesetzeswortlaut wären Long-Range-Flüge weit außerhalb der „normalen“ Sichtweite mittels FPV zumindest mit Koptern unterhalb von 250 Gramm Startmasse theoretisch zulässig. Praktisch ist bei Einhaltung von Sen-

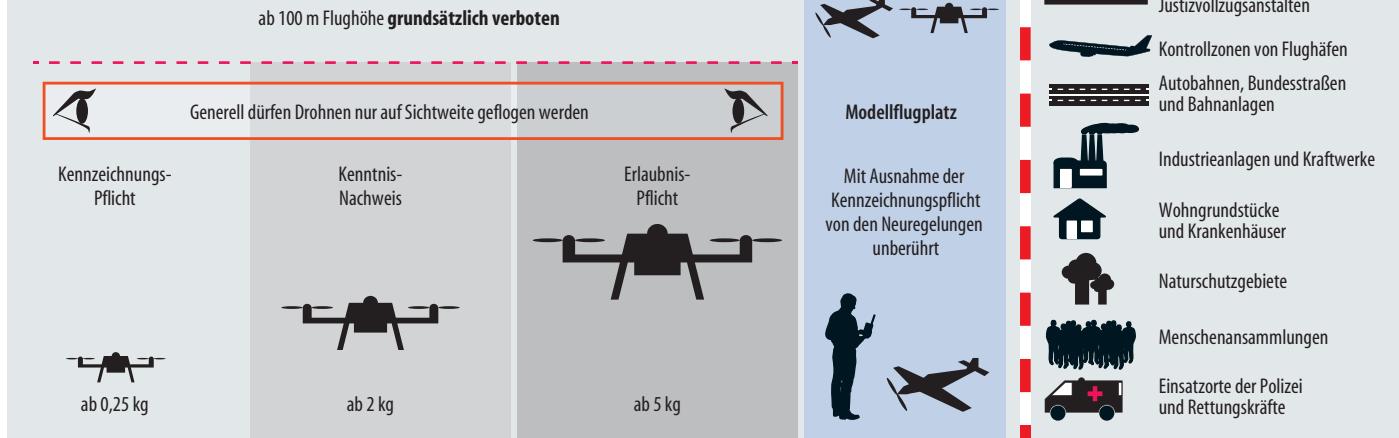
Kontrollzonen

Die Kontrollzone des Flughafens Hannover-Langenhagen reicht bis weit in die Region. Um Hannover herum gibt es zudem weitere Kontrollzonen (alle hellgrau).



Die neue Drohnen-Verordnung

Die neue Verordnung unterscheidet bei Koptern zwischen mehreren Gewichtsklassen und verschiedenen Aufstiegsorten.



deleistungsbeschränkungen der Fernbedienung aber ohnehin nur ein Betrieb in einem Radius von circa 300 Metern möglich. Illegal ist die Verwendung von Funksystemen, die durch erheblich höhere Sendeleistungen oder spezielle Kanaleinteilung Flüge jenseits der Kilometergrenze erlauben.

Alkoholische Getränke oder andere berausende Mittel sollte man vor dem Flug nicht zu sich nehmen. Im Flugverkehr gelten strengere Regeln als im Straßenverkehr. Eine absolute Flugtauglichkeit wird bereits ab einer Blutalkoholkonzentration von 0,5 Promille angenommen. (Zum Vergleich: Für Autofahrer liegt dieser Wert bei 1,1 Promille.) Wer das nicht berücksichtigt, macht sich strafbar.

Flugzonen

Längst nicht überall darf geflogen werden. Ein absolutes Flugverbot gilt innerhalb von 1,5 Kilometern um die Begrenzung von Flughäfen. Darüber hinaus sind im großräumigen Umkreis Kontrollzonen eingerichtet, die die An- und Abflugschneisen sichern. Eine Übersicht der 16 von der Deutschen Flugsicherung (DFS) betreuten Kontrollzonen findet man auf der Website www.dfs.de unter Services. Beispielhaft haben wir die Karte für das Gebiet um Hannover auf der vorherigen Seite abgedruckt.

Wer innerhalb von Kontrollzonen fliegen möchte, muss grundsätzlich bei der zuständigen Flugsicherung mindestens zehn Tage vorher schriftlich die Erteilung einer Flugverkehrskontrollfreigabe beantragen. Die DFS hat allerdings im Rahmen einer Allgemeinverfügung Bedingungen aufge-

stellt, wonach bei Beachtung bestimmter Auflagen (etwa Gewichts- und Flughöhenbeschränkungen) die Freigabe für Aufstiege innerhalb der Kontrollzonen ohne vorherigen Antrag als generell erteilt gilt.

Wer die Regeln in Flugverbots- beziehungsweise Kontrollzonen missachtet, darf nicht nur mit einem saftigen Bußgeld von bis zu 50.000 Euro rechnen, sondern begeht auch schnell einen nach § 315 Strafgesetzbuch (StGB) strafbaren gefährlichen Eingriff in den Luftverkehr. Da es sich hierbei um ein sogenanntes Gefährdungsdelikt handelt, genügt eine Beinahe-Kollision mit einer Verkehrsmaschine, bei der Leib und Leben anderer Menschen oder Sachen von besonderem Wert konkret gefährdet werden; zu einem tatsächlichen Unfall muss es also nicht kommen. Selbst in einem minderschweren Fall ist eine Freiheitsstrafe von mindestens drei Monaten vorgesehen.

Neben den sensiblen Flughafengebieten ergibt sich aus § 21b Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) ein ganzer Katalog weiterer Bereiche, wo nicht geflogen werden darf. So ist der Betrieb von Koptern beispielsweise verboten über und in einem seitlichen Abstand von 100 Metern von Krankenhäusern, Menschenansammlungen (ab ca. zwölf Personen), Unfallorten und Industrieanlagen. Weitere Flugverbotszonen sind in der obigen Illustration aufgelistet.

Bei einer Nutzung von Koptern für gewerbliche Zwecke und für Drohnen mit mehr als 5 Kilogramm Gewicht ist generell eine sogenannte Aufstiegsgenehmigung der zuständigen Landesluftfahrt-Behörde notwendig. Zu unterscheiden ist zwischen

einer allgemeinen Aufstiegserlaubnis, die ein bis zwei Jahre lang gültig ist, und einer Einzelerlaubnis für einen konkret geplanten Einsatz. Gültig sind beide nur in dem Bundesland, in dem sie erteilt wurden.

Für den Antrag benötigt man einen Kenntnis- und Versicherungsnachweis. Die Behörde gibt darüber hinaus nur ihr Okay, wenn der Betrieb die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht beeinträchtigt, der Schutz vor Fluglärm angemessen berücksichtigt wird und weitere öffentliche Belange berücksichtigt werden. Je nach Bundesland und Umfang des Verwaltungsaufwands variieren die Kosten für eine Betriebserlaubnis zwischen 30 und 500 Euro. Ab einem Gewicht von 25 Kilogramm ist der Betrieb von Koptern gänzlich verboten, für derart schwere Fluggeräte wird eine besondere Zulassung benötigt. Dabei gelten ähnliche Voraussetzungen wie für mantragende Flugzeuge.

Zum Schutz der Privatsphäre der Anwohner ist der Überflug von Wohngrundstücken ab einer Startmasse von mehr als 250 Gramm nun generell verboten, wenn deren Bewohner nicht ausdrücklich zugesagt haben. Auch mit leichteren Koptern ist dies untersagt, sobald das Fluggerät über eine Kamera, ein Mikrofon oder andere Ausrüstung verfügt, die optische, akustische oder Funksignale empfangen, übertragen oder aufzeichnen kann. Über diese klaren Regelungen können Eigentümer oder Bewohner gegenüber Kopterpiloten jetzt einfacher Unterlassungsansprüche durchsetzen. Damit dürfen sich Entscheidungen wie die des Amtsgerichts

Potsdam häufen. In dem zugrunde liegenden Fall verklagte ein Grundstückseigentümer seinen Nachbarn, weil dieser mit einem Kopter die sich im Garten sonnende Lebensgefährtin des Klägers gefilmt hatte. Der Pilot verlor den Rechtsstreit, was ihn insgesamt rund 2000 Euro kostete. Neben dem zivilrechtlichen Ärger können die Behörden bei Verstößen zudem Bußgelder verhängen. Gegebenenfalls macht man sich sogar strafbar, etwa wenn man durch ein Wohnungsfenster Personen aufnimmt. Für derartige Verletzungen des höchstpersönlichen Lebensbereichs sieht § 201a StGB eine Geldstrafe oder eine Freiheitsstrafe von bis zu zwei Jahren vor. Strafbar ist schon das Anfertigen solcher Aufnahmen, auf eine Veröffentlichungsabsicht kommt es nicht an.

Aufnahme läuft

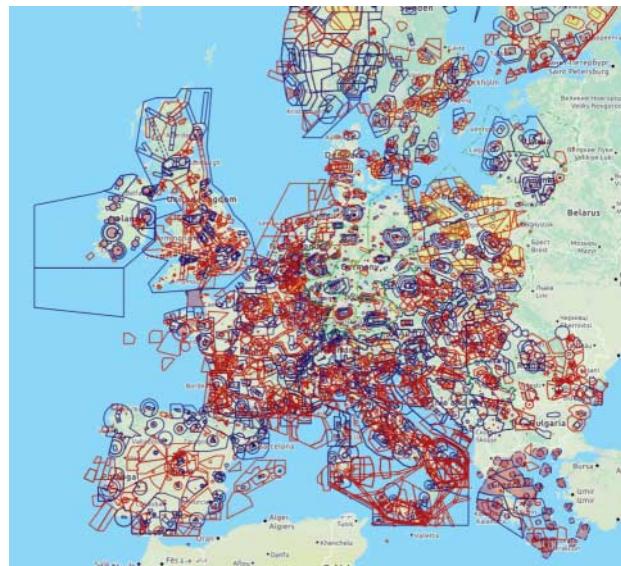
Bei einem mit einer Kamera ausgerüsteten Kopter muss man neben dem Überflugverbot von Wohngrundstücken noch beachten, dass die gleichen Regeln wie für Fotografen gelten. So ist eine abgelichtete Person gemäß § 22 Kunsturheberrechtsgesetz um Erlaubnis zu fragen, wenn man deren Bildnis veröffentlichten will. Das gilt dabei nicht nur für Porträt-, sondern auch Ganzkörperaufnahmen und Gruppenfotos.

Ob bei der Luftbildaufnahme einer Person ein Bildnis vorliegt, hängt primär von deren Erkennbarkeit ab. Wird aus großer Höhe oder lediglich in der Draufsicht aufgenommen, liegt regelmäßig kein Bildnis vor. Einer Einwilligung bedarf es ausnahmsweise nicht, wenn die betroffene Person nur als Beiwerk neben einer Landschaft oder sonstigen Örtlichkeit erscheint oder es sich um eine Person der Zeitgeschichte handelt – wie etwa Politiker.

Auch Teilnehmer von Demonstrationen, Konzerten, Sportveranstaltungen und anderen öffentlichen Versammlungen müssen nicht um Erlaubnis gefragt werden, solange insgesamt der Charakter der Veranstaltung eingefangen wird und nicht einzelne Personen herausgestellt werden. Für den Überflug von Menschenansammlungen benötigt man allerdings weiterhin eine behördliche Erlaubnis, auch die Genehmigung des Veranstalters ist gegebenenfalls erforderlich.

Selbst bei Gebäudeaufnahmen ist Vorsicht geboten, da beispielsweise Werke der Baukunst urheberrechtlichen Schutz genießen. Wenn sie sich bleibend an öffentlichen Straßen oder Plätzen befinden, darf man Bilder von ihnen zwar aufgrund der

Auf der Website der freien Luftfahrt-Datenbank OpenAIP ist eine Karte mit weltweiten Kontrollzonen zu finden, in die man hineinzoomen kann.



sogenannten „Panoramafreiheit“ ohne Erlaubnis des Rechteinhabers vervielfältigen und öffentlich wiedergeben. Aber für Kopter ist dies wenig nützlich, da der Aufnahmestandort ausschlaggebend ist: Die Panoramafreiheit erfasst nur die Perspektive, wie sie sich von öffentlichem Grund ergeben würde. Aufnahmen der Draufsicht oder der Rückseite eines Gebäudes scheiden damit schon einmal aus. Da die Zuhilfenahme von Leitern oder die Überwindung von Sichtschutzbarrieren als unzulässig angesehen wird, kann man sich daher bei der Verwendung eines Kopters nur auf die Panoramafreiheit berufen, wenn dieser bei der Aufnahme in Augenhöhe schwebt.

Zuletzt muss man beim Flug mit Kamer 技术 auch den Datenschutz beachten. Möglich ist nämlich ein Verstoß gegen § 6b Bundesdatenschutzgesetz, der die Videoüberwachung von öffentlich zugängli-

chen Räumen regelt. Der kann beispielsweise zur Anwendung kommen, wenn eine Person gezielt länger als nur einen Augenblick erfasst wird. Hier kann nicht nur die Datenschutzbehörde ein Bußgeld verhängen, sondern der Überwachte auch Unterlassungs-, Auskunfts- und sogar Schadensersatzansprüche geltend machen.

Durch all die vielen Regeln sollte man sich die Freude am Fliegen nicht verderben lassen. Bei genauerer Betrachtung sind die neuen Vorschriften für Multikopter durchaus sinnvoll. Die meisten davon wird man automatisch dadurch befolgen, indem man seinen gesunden Menschenverstand benutzt. Wer verantwortungsvoll mit seinem Fluggerät umgeht, bekommt auch keinen Ärger mit Behörden oder Nachbarn.

(nij@ct.de) ct

Gesetzestexte, Urteile: ct.de/yhja



Mit der neuen Drohnenverordnung herrschen nun klare Regeln für den Betrieb von Koptern. Derartige Schilder, wie man sie auf Island findet, sind hierzulande daher eigentlich überflüssig.



Himmels-Akrobatik

Drohnen-Flugübungen für Einsteiger

Schaut man einem geübten Drohnen-Piloten über die Schulter, scheint alles ganz einfach: Ein bisschen auf der Fernsteuerung herumdrücken und schon folgt der Multikopter dem gewünschten Weg. Für Einsteiger haben wir einige Flugübungen zusammengestellt, mit denen man Drohnen schnell zu beherrschen lernt.

Von Eric Cheng und Stefan Porteck

Drohnen machen Spaß und nehmen fantastische Luftbilder auf. Ihre Steuerung ist aber nicht ganz einfach, weil sie sich im Flug in sechs Richtungen bewegen können. Damit Sie nicht schon bei den ersten Ausflügen eine teure Bruchlandung hinlegen, lernen Sie anhand der folgenden Flugübungen in kurzer Zeit, eine neu gekaufte Drohne sicher zu beherrschen.

Glücklicherweise muss man nicht mit jeder neuen Drohne auch das Fliegen neu erlernen: Alle Fernbedienungen des vorangegangenen Tests unterstützen den sogenannten Modus 2, den gebräuchlichsten Modellflugmodus: Dabei wird der linke Knüppel zum Auf- oder Absteigen genutzt. Bewegt man ihn nach links oder rechts, dreht sich die Drohne auf der Stelle – man nennt das Gieren.

Schiebt man den rechten Joystick nach vorne, neigt sich die Drohne nach vorne

und fliegt vorwärts. Schiebt man ihn zurück, fliegt sie rückwärts. Beim Druck nach links oder rechts fliegt sie in die jeweilige Richtung. Flugbewegungen um die Querachse heißen Nicken, Drehungen um die Längsachse heißen Rollen. Das Steuerungsprinzip können Sie sich leicht einprägen, wenn Sie sich vorstellen, einen Tischtennisball in der Handfläche zu balancieren: Je nachdem wie Sie Ihre Hand kippen, rollt der Ball in eine bestimmte Richtung. Die Drohne reagiert analog auf Bewegungen des rechten Joysticks.

Für die folgenden Übungen empfehlen wir eine möglichst weite Fläche mit Feldern oder Wiesen – je weniger Hindernisse, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass ein Flugfehler im Crash endet. Trotzdem werden Missgeschicke passieren, beispielsweise, dass die Drohne beim Landen vom Wind erfasst wird und kippt. Eine falsche Einschätzung der Flughöhe



kann dazu führen, dass die Drohne im Überflug Büsche oder einen Baumwipfel streift. Lassen Sie sich davon nicht entmutigen – mehr als zwei Rotoren gehen meist nicht kaputt.

Start und Landung

Die heikelsten Flugphasen sind Start und Landung. Beides sollten Sie sicher beherrschen, bevor Sie sich an andere Flugmanöver herantrauen. Andernfalls können Wind, Passanten oder der Akku dafür sorgen, dass schon der erste Flug mit einer Bruchlandung endet.

Die meisten Drohnen besitzen eine „Autostart“-Funktion, bei der die Motoren hochdrehen und die Drohne automatisch auf eine bestimmte Höhe steigt. Bei Windstille und wenn Sie mindestens drei Meter Platz in alle Richtungen haben, ist der Autostart die beste Möglichkeit, um in die Luft zu kommen. Wenn Sie einen manuellen Start bevorzugen, schieben Sie den linken Joystick so lange vor, bis die Drohne in einem Zug auf rund zwei Meter aufsteigt. Niedriger sollte sie nicht über dem Boden schweben, weil in Bodennähe nicht alle Drohnen die von ihren Rotoren erzeugte Luftverwirbelungen perfekt ausgleichen. Dann beginnen sie zu schaukeln und zu driften – der Bodeneffekt.

Lassen Sie die Drohne schweben, bis sie still in der Luft steht. Landen Sie sie dann wieder mit dem linken Joystick oder der automatischen Landefunktion. Der Sinkflug sollte sanft, aber nicht zu zögerlich sein, damit sich die Drohne nicht lange mit den Turbulenzen des Bodeneffekts herumschlagen muss. Auch bei der automatischen Landung müssen die Finger stets an der Fernbedienung bleiben: Oft erkennt man ein Hindernis erst auf den letzten Zentimetern – oder eine Windböe treibt die Drohne ab.

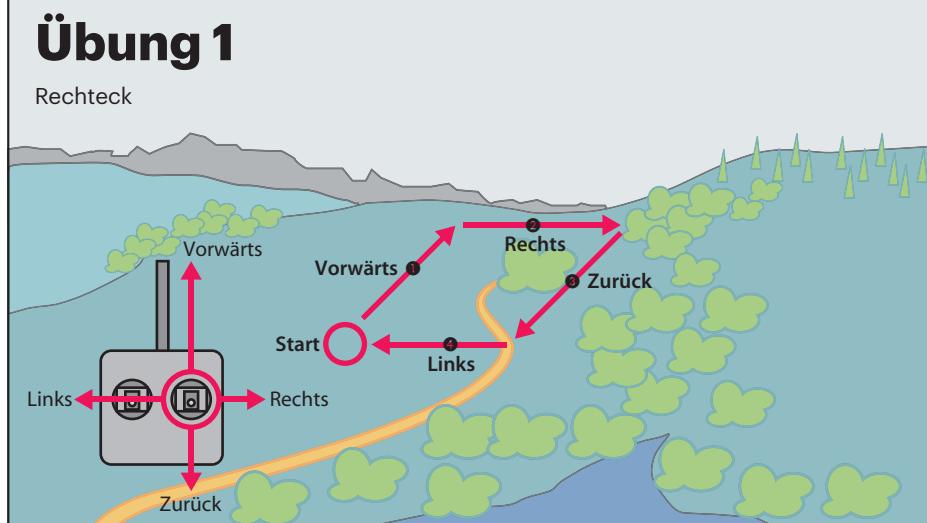
1. Rechteck

Das Rechteck hilft, sich mit dem rechten Knüppel vertraut zu machen, der für die seitlichen Bewegungen der Drohne verantwortlich ist: vorwärts, rückwärts, nach links und rechts. Wenn Sie nur den rechten Knüppel bedienen, behält die Drohne ihre aktuelle Höhe und Ausrichtung bei, bewegt sich aber entlang einer waagerechten Ebene und zeigt dabei die ganze Zeit in dieselbe Richtung.

Anfänger sollten die Drohne zunächst von sich weg fliegen lassen. Wenn Sie den rechten Joystick nach vorne drücken, bewegt sich die Drohne vorwärts, wenn Sie ihn nach rechts drücken, bewegt sie sich nach rechts und so weiter.

Damit die Drohne ein Rechteck fliegt, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Starten Sie die Drohne so, dass die Front von Ihnen weg zeigt und beschleunigen Sie den Aufstieg, bis Ihre Drohne über alle Hindernisse wie etwa Bäume aufgestiegen ist.
2. Kontrollieren Sie, dass die Bewegungen des rechten Joysticks mit denen der Drohne übereinstimmen. Falls nicht, korrigieren Sie die Ausrichtung mit dem linken Steuerknüppel.
3. Nun verwenden Sie nur den rechten Knüppel, um vorwärts, nach rechts, rückwärts und nach links zu fliegen, so dass Sie alle vier Seiten eines Rechtecks erreichen.
4. Fliegen Sie das Rechteckmanöver wiederholt ab, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wie sich Ihre Drohne in der Waagerechten bewegt. Experimentieren Sie mit Geschwindigkeit, Beschleunigung und Abbremsen und versuchen Sie, an den Ecken anzuhalten.



2. Vor und zurück

Das Vor-und-zurück-Manöver ist die erste Übung in räumlicher Ausrichtung – also mit Drehung/Gieren um die Hochachse. Diesen Dreh vollführen Sie, indem Sie den linken Knüppel nach links oder rechts bewegen, wodurch die Drohne sich in die jeweilige Richtung dreht.

Die Herausforderung: Sobald sich die Drohne dreht und damit in die andere Richtung zeigt, müssen Sie sich die Bewegungen aus der Sicht der Drohne vorstellen. Drehen Sie den Multikopter beispielsweise um 180 Grad auf sich zu, führt er von da an alle Bewegungen des rechten Joysticks in der Luft entgegengesetzt aus. Fliegt die Drohne auf Sie zu und Sie bewegen den Knüppel nach rechts, bewegt sich die Drohne in ihrer Flugrichtung nach rechts – nur dass die rechte Seite der Drohne nun zu Ihrer Linken liegt.

Wer mit dem Umdenken Probleme hat, kann die meisten Drohnen in einen Anfänger-Modus schalten, in der sich ihre Bewegungen immer an der Blickrichtung des Piloten orientieren.

Um ein Vor-und-zurück-Manöver zu fliegen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drehen Sie die Drohne von sich weg und lassen Sie sie dann wie beschrieben in die Höhe steigen, bis sie über allen möglichen Hindernissen in der nahen Umgebung schwebt.

2. Solange die Drohne von Ihnen weg zeigt, entsprechen die Bewegungen des rechten Knüppels direkt denen der Drohne.

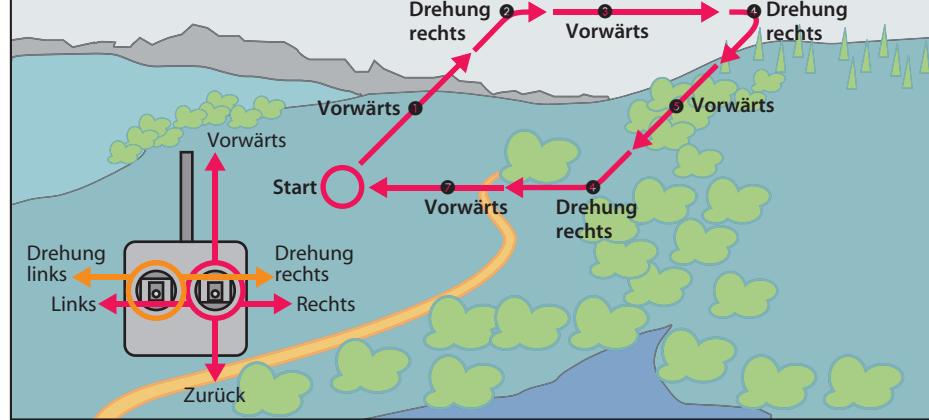
Übung 2

Vor & zurück



Übung 3

Rechteck mit Gierung



Vorflugkontrolle

- Umgebung ohne Hindernisse und keine Flugverbotszonen in der Nähe
- keine Beschädigungen an der Drohne
- Propeller fest und unbeschädigt
- sämtliche Akkus geladen und sicher arretiert
- Schalter der Fernsteuerung in richtiger Position
- GPS-Signal vorhanden
- Drohne startet von einer ebenen Stelle außer Reichweite von Menschen und Tieren
- bei der Landung befinden sich weder Menschen noch andere Hindernisse im Landebereich

3. Drücken Sie den rechten Knüppel nach vorne, um in einer geraden Linie vorwärts zu fliegen.

4. Drücken Sie den linken Knüppel nach rechts oder links, bis sich die Drohne um 180 Grad gedreht hat und direkt auf Sie zeigt. Wo vorne ist, erkennen Sie an den LED-Lichtern der Drohne. Alternativ orientieren Sie sich am Videobild in der Fernsteuerung.

5. Drücken Sie den rechten Knüppel nach vorne, damit die Drohne in einer geraden Linie auf Sie zufliegt.

Ab dem dritten Versuch können Sie die Drohne im Flug nach links und rechts rollen (rechter Knüppel nach links/rechts), um sich beim Rückflug mit den vertauschten Achsen vertraut zu machen.

3. Rechteck mit Gierung

Das Rechteck mit Gierung ist die Kombination beider vorherigen Manöver: Sie

drehen die Drohne in jeder Ecke um 90 Grad, damit sie stets in Bewegungsrichtung des rechten Joysticks fliegt – also vorwärts.

Folgen Sie zunächst den ersten beiden Schritten der vorherigen Übung und gehen Sie dann für den Flug im Uhrzeigersinn folgendermaßen vor:

3. Fliegen Sie mit dem rechten Knüppel vorwärts und stoppen am Ende der ersten Seite des Rechtecks.

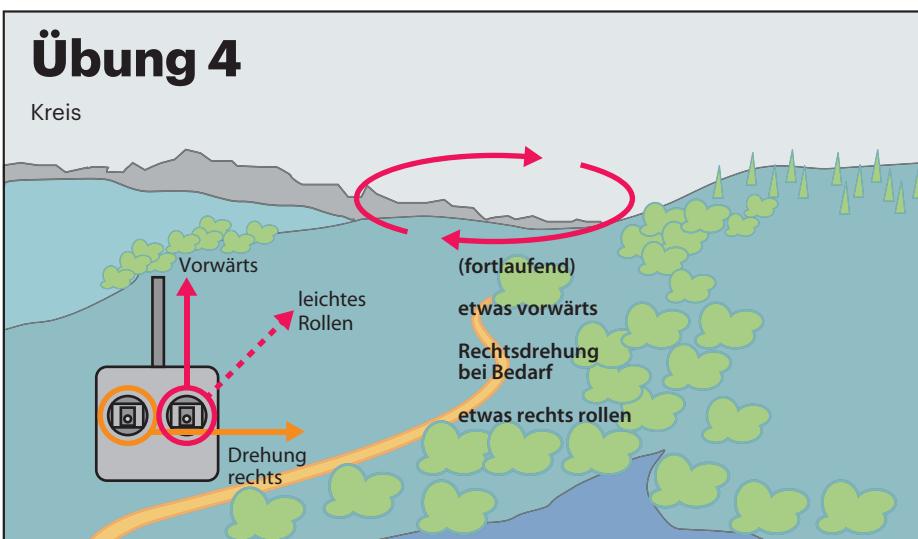
4. Drücken Sie den linken Knüppel nach rechts, um die Drohne um 90 Grad nach rechts zu drehen.

5. Fliegen Sie mithilfe des rechten Knüppels wieder vorwärts. Weil die Drohne auf Ihre rechte Seite zeigt, fliegt sie von Ihnen aus nach rechts. Halten Sie am Ende der zweiten Seite des Rechtecks an.

6. Drücken Sie wieder den linken Knüppel nach rechts, um die Drohne um 90

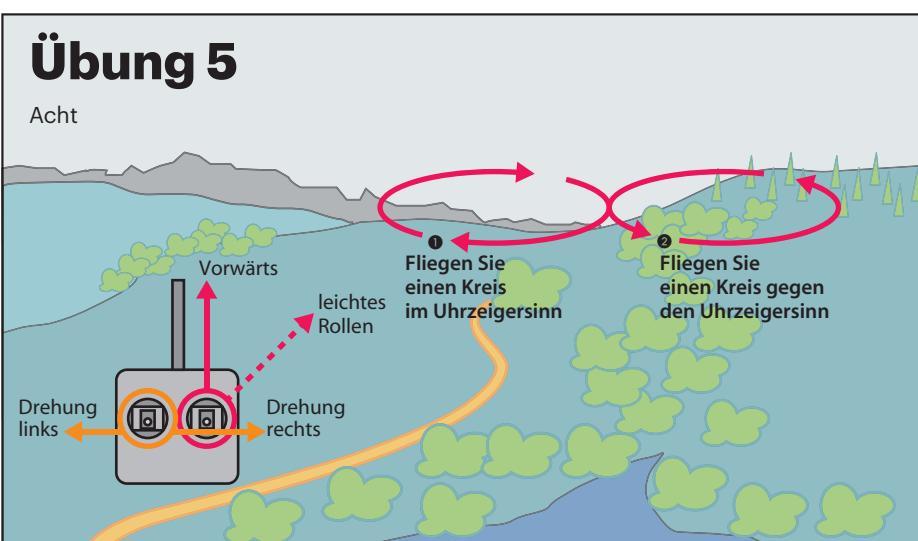
Übung 4

Kreis



Übung 5

Acht



Grad nach rechts zu drehen. Die Drohne zeigt nun in Ihre Richtung.

7. Fliegen Sie mit dem rechten Knüppel wieder vorwärts. Die Drohne kommt auf Sie zu.
 8. Drücken Sie den linken Knüppel für eine Gierung im 90-Grad-Winkel nach rechts. Ihre Drohne zeigt nun auf Ihre linke Seite.
 9. Mit dem rechten Knüppel fliegen Sie ein letztes Mal vorwärts – also aus Ihrer Sicht nach links.
- Sie können die Drohne auch jeweils nach links statt nach rechts drehen; dann fliegt sie das Rechteck gegen den Uhrzeigersinn.

Je häufiger Sie dieses Manöver üben, desto weniger müssen Sie beim Fliegen über die Änderung der Achsen nachdenken. Im Idealfall stellt sich bald eine Routine ein, in der Sie die Drohne völlig intuitiv steuern.

4. Kreis

Der Kreisflug ist die erste fortgeschrittene Flugübung, weil beide Knüppel ständig benutzt werden. Die Drohne zeigt dabei stets in die Richtung der Bewegung (sie giert also ununterbrochen). Um einen Kreis im Uhrzeigersinn zu fliegen, gehen Sie nach dem Start auf einer freien Fläche folgendermaßen vor:

1. Mit kleinen Bewegungen nach vorn (rechter Knüppel) fliegen Sie Ihre Drohne langsam vorwärts, während Sie gleichzeitig den linken Joystick leicht nach rechts schieben. Die Größe des Kreises hängt von der Stärke der Gierung und der Geschwindigkeit nach vorne ab.
2. Optional: Rollen Sie die Drohne gleichzeitig nach rechts (rechter Knüppel nach rechts). Nun verhält sich die Drohne bei der Drehung eher wie ein Starrflügel-Flugzeug; sie rollt also in die Drehung.

Beim Rollen der Drohne werden die Kreise enger, weil der Quadrocopter sich dann zusätzlich zur Änderung der Vorwärtsrichtung durch Gieren auch orthogonal in Richtung der Kreismitte bewegt.

5. Acht

Eine Acht besteht aus ständig wechselnden Kreisen im und gegen den Uhrzeigersinn. Wenn Sie diese Figur in beide Richtungen fliegen können, haben Sie die Steuerung soweit verinnerlicht, dass Sie sich an Freiflüge herantrauen können.

Um eine Acht zu fliegen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Starten Sie und fliegen Sie die Drohne in einen offenen Bereich vor Ihnen und fliegen Sie wie gehabt einen Kreis im Uhrzeigersinn.
2. Wenn der Kreis fertig ist, wechseln Sie am linken Joystick sofort die Richtung, um den nächsten Kreis gegen den Uhrzeigersinn zu fliegen. Sofern Sie die Drohne im Kreisflug rollen lassen, ändern Sie am rechten Knüppel ebenfalls die Richtung.

Obwohl die Acht leicht klingt, enthält sie alle Steuerbewegungen. Sie brauchen deshalb ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen und müssen die Knüppel bedienen können, ohne darüber nachzudenken, was sie gerade bewirken.

Unterstützte Flugmodi

Sobald man die Drohne sicher beherrscht, lässt sie sich als Vehikel für eine Kamera einsetzen und mithilfe der eingebauten Flugmodi autark fliegen. Hierbei werden beispielsweise gewünschte Punkte nacheinander angeflogen oder der Kopter umkreist ein bestimmtes Ziel.

Die automatisierten Flugmodi funktionieren bei den meisten unserer Testkandidaten so gut, dass sich sogar absolute Fluganfänger sicher fühlen. Doch ein leerer Akku oder ein plötzlich auftretendes Hindernis erfordert gelegentlich schnelles und gezieltes Eingreifen. Das klappt nur dann unfallfrei, wenn Sie sich zuvor anhand der Übungen mit den grundsätzlichen Flugeigenschaften und der Steuerung vertraut gemacht haben.

(spo@ct.de) **ct**

Wir haben diesen Artikel aus dem Sonderheft c't Multikopter in überarbeiteter Form in diese Artikelstrecke aufgenommen.

Eine Klasse für sich

Spiegellose Mittelformatkameras von Fujifilm und Hasselblad

Fast zur gleichen Zeit haben Fujifilm und Hasselblad ihre ersten spiegellosen Modelle für das Mittelformat vorgestellt. Sie begründen damit eine neue Kameraklasse und wollen mit vergleichsweise moderaten Preisen eine neue Fotografen-Klientel für sich gewinnen.

Von Christine Bruns und Peter Nonhoff-Arps

Digitale Mittelformatkameras haben fast doppelt so große Sensoren wie übliche Kleinbild-DSLRs. Das erlaubt große Pixel auch bei hohen Auflösungen und verspricht mehr Details, weniger Rauschen und eine höhere Lichtempfindlichkeit. Aber die bisher angebotenen Spiegelreflex-Mittelformatkameras sind klobig und kosten etwa so viel wie ein Kleinwagen. Sie haben ihre Heimat im Profisegment – Fotografen schätzen sie in der Mode-, Produkt- und Landschaftsfotografie.

Fujifilm und Hasselblad führen nun im Mittelformat eine Technik ein, die in der Kleinbildwelt populär wurde: die der

spiegellosen Systemkameras. Die ersten beiden Vertreter dieser Art sind nicht nur deutlich kompakter als andere Modelle dieser Klasse. Die Kameragehäuse kosten auch weit unter 10.000 Euro.

Fujifilm GFX 50S

Die GFX 50S bietet Mittelformat in DSLR-Form – nicht nur bezüglich der Abmessungen und des Gewichts, sondern auch bei Handhabung und Ausstattung. Wäre da nicht das üppige Bajonett mit dem riesigen Sensor dahinter, ginge die GFX 50S auch als etwas bullig geratene Spiegelreflexkamera durch. Für ein Mittelformatgehäuse sind Gewicht und Abmessungen sehr moderat. Erst wenn man ein Objektiv anflanscht, entsteht Mittelformat-Feeling, denn bereits die 63-mm-Linse f/2.8 wirkt opulent. Insgesamt liegt die Kamera auch mit schweren Objektiven gut in der Hand.

Die GFX 50S wird mit einem aufsteckbaren Sucher geliefert, dessen Auflösung bei 1,2 Megapixeln (1280 × 960) liegt. Das neig- und klappbare Display eignet sich gut zum Arbeiten im Live-View-Modus. Die Belichtungsparameter ISO, Zeit und Blende lassen sich per Rädchen manuell einstellen; am Objektiv befindet sich außerdem ein Blendenring. Manuelle

Bedienung ist aber kein Muss: Jede Funktion hat auch eine Automatikstellung. Das Menü ist übersichtlich in vielen Ober- und Unterkategorien strukturiert. Zudem hat der Fotograf etliche Möglichkeiten, die Kamera an seine Bedürfnisse anzupassen. Außerdem simuliert die Kamera Looks bekannter Filmtypen wie Provia, Velvia oder Astia. Die wichtigsten Einstellungen erreicht man bequem per Q(quick)-Taste.

Klappen verbergen zahlreiche Anschlüsse, etwa einen Doppelslot für schnelle SD-Karten (UHS-2), USB 3.0, HDMI, Klinke für Kopfhörer und Mikrofon sowie Zugänge für Fernauslöser und Blitz. Außerdem überträgt die Kamera fertige Aufnahmen per WLAN auf ein Mobilgerät. Bei der Fernbedienung per Smartphone-App haben Fotografen Zugriff auf alle wichtigen Parameter wie ISO, Zeit, Blende, Belichtungskorrektur und Touch-Autofokus.

Hasselblad X1D

Verglichen mit der Fujifilm GFX 50S ist die Hasselblad X1D eine Minimalistin. Die Mittelformat-Kamera reduziert Design und Funktionsumfang auf das Nötigste und ist deutlich schlanker und preisgünstiger als das Schwestermodell H6. Üppig ist an dieser Kamera lediglich der Sensor. Der im Vergleich zur aktuellen Mode recht kantige Aluminiumbody ist hochwertig verarbeitet und liegt schwer, aber griffsicher in der Hand. Die X1D bringt einen elektronischen Sucher mit XGA-Auflösung mit und einen Live-View-Modus über das Display.

Die Bedienung der Hasselblad ist wenig intuitiv. Ohne Handbuch findet man sich nur schwer zurecht. Belichtungsmodi wählt man bequem am versenkbaren Mo-



Die Fujifilm GFX 50S (links) ist trotz deutlich voluminöserem Sensor nicht viel größer als eine normale Spiegelreflexkamera. Die Hasselblad X1D gibt sich kantig, minimalistisch und aufs Nötigste reduziert.

dusrad auf der Oberseite der Kamera. Den Rest stellt man wahlweise über den 3 Zoll großen Touchscreen oder über Funktions-tasten in Verbindung mit den Rädchen am Griffwulst ein. Fünf seitlich am Display angebrachte Tasten dienen zur Schnellwahl für Funktionen wie Hilfslinien und Histogramm oder rufen das Menü auf. Ein- oder zweimaliges Wischen nach unten aktiviert den Kontrollbildschirm auf dem Touch-Display. Je nach Belichtungsmodus ändert man hier zum Beispiel Blende und ISO-Empfindlichkeit. Das Menü wirkt ebenso schlüssig und reduziert wie der Rest der Kamera. Die in Matrix-Form angeordneten Piktogramme unterteilt Hasselblad in die typischen Untermenüs für Foto, Video, allgemeine Einstellungen und in individuell anpassbare Schnellverknüpfungen.

Der Autofokus arbeitet etwas träge. Bei längerem Betrieb erwärmt sich die Kamera auffallend stark. Trotz dieser Schwächen wirkt das Gesamtkonzept der Kamera innovativ und gelungen. Ohne Ablenkung kann man sich auf das Wesentliche konzentrieren. Und wer mit dieser Kamera auftritt, sieht auf jeden Fall gut aus.

Messergebnisse

Alle Labormessungen beziehen sich auf die in Lightroom neutral entwickelten Raw-Dateien, denn die Hasselblad X1D stellt JPEGs nur in verminderter Auflösung zur Verfügung. Die Mittelformat-Sensoren bieten eine maximale Bildauflösung von rund 3100 Linienpaaren pro Bildhöhe (Lp/Bh). Beide Kameras erzielen in der Bildmitte über einen weiten Bereich Auflösungen von über 90 Prozent (Offenblende bis f/11 sowie ISO 100–ISO 6400). Werte von nahezu 100 Prozent ermittelten wir bei Blende f/5.6 und ISO 100. Der Auflösungsabfall zum Rand hin ist bei beiden Kamera-Objektiv-Kombinationen gering. Beim Dynamikumfang liegen die Mittelformatbody's mit 10,5 Blendenstufen etwa gleichauf.

Bei unseren Testaufnahmen zeigt die Hasselblad X1D eine deutlich dezentere Belichtung mit zugleich satteren Farben. Ihre Bilder wirken dadurch plastischer und tiefer als die der Fujifilm GFX 50S, besonders bei dreidimensionalen Objekten. Lichten, aber auch Grün- und Gelbtöne stellt sie dezent und natürlicher dar. Die GFX 50S liegt hier nur geringfügig zurück. Sie belichtet zudem stärker, was ihr sichtbare Vorteile beim Rauschen einbringt. Hautdetails und Farbabstufungen bei Porträts gehören zu den Stärken des Mittelformats. Das wahrnehmbare Rauschen (Visual Noise)



Beide Kameras geben Hauttöne realistisch wieder und erzielen einen guten Detailkontrast. Die Hasselblad X1D (unten) holt noch eine Nuance mehr aus dem großen Sensor heraus als die GFX 50S (oben).

beider Systeme beginnt bei 1,5 und steigt bei hohen ISO-Werten bis auf 7,7 (GFX 50S) beziehungsweise 11,2 (X1D) bei ISO 12 800 deutlich an. Werte bis 0,8 stehen für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für einen geringen, Werte bis 3 für einen mäßig und Werte über 3 für einen deutlich störenden Rauscheinindruck. In Lightroom benötigte die X1D bei ISO 6400 eine aufwendigere Nachbearbeitung als die GFX 50S – vor allem, um das Farbrauschen einzudämmen.

Fazit

Beide Kameras überzeugten im Test durch umwerfende Bildqualität. Mit ihren 50-Megapixel-Sensoren lösten sie auch feinste Strukturen sauber und obendrein

sehr natürlich auf. Dabei beeindruckte vor allem die Plastizität der Aufnahmen – eine Dreidimensionalität, die wir mit Kleinbild-Vollformatkameras bislang nicht erzielen konnten.

Beide Systeme sprechen Profifotografen an, denen es auf hohe Detailtreue für großformatige FineArt- oder Werbe-Prints ankommt. Die GFX 50S mit ihren Einstellmöglichkeiten, ihrem Funktionsumfang und ihrer Konfigurierbarkeit bietet sich für den rauen Shooting-Alltag an. Die X1D ist eher etwas für Puristen, die sonst mit einer Leica M liebäugeln würden.

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

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Digitale Fotografie 4/2017.

Kameras im Überblick

Modell	Fujifilm GFX 50S	Hasselblad X1D
Bajonett	Fujifilm G	Hasselblad XCD
Objektiv für Messungen	Fujinon GF 63 mm 1:2,8 R WR	Hasselblad XCD 45 mm 1:3,5
Sensorgröße / Pixelanzahl	43,8 mm × 32,9 mm / 51,4 Mio.	43,8 mm × 32,9 mm / 51 Mio.
maximale Auflösung	8256 × 6192 (4:3)	8272 × 6200 (4:3)
Crop-Faktor vs. Kleinbild	0,79 (Mittelformat)	0,79 (Mittelformat)
Lichtempfindlichkeit	ISO 100–ISO 12.800 (erweitert ISO 50–ISO 102.400)	ISO 100–ISO 12.800
Autofokus	Kontrast-AF	Kontrast-AF
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/4000 s ¹ / 60 min	1/2000 s / 60 min
Sucher / Sucherauflösung	elektronisch, 100 % / 1,2 MPixel	elektronisch, 100 % / 0,8 MPixel
Displaytyp / beweglich	8,1 cm, LCD mit Touch / neigbar, schwenkbar	7,6 cm, LCD mit Touch / –
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	148 mm × 94 mm × 91 mm ² / 825 g ²	150 mm × 98 mm × 71 mm / 725 g
Schnittstellen	WLAN (IEEE 802.11b/g/n), USB 3.0, HDMI (Typ D), Mikrofon, Kopfhörer	WLAN (IEEE 802.11a/b/g/n), USB 3.0, HDMI (Typ C)
Preis für Gehäuse (UVP)	7000 €	9000 €

¹ 1/16.000 s elektronisch ² ohne Sucher



Doppelt funktioniert besser

Dual-SIM-Smartphones mit Android

Zwei SIM-Karten sind einfach praktischer als eine: Sie verbessern die Erreichbarkeit und helfen, Beruf und Freizeit zu trennen. Clevere Tarif-Kombinationen sparen auch im Inland Geld beim Telefonieren und Surfen. Smartphones mit zwei SIM-Slots gibt es in allen Preisklassen, von 50 bis über 600 Euro – doch bei der Umsetzung der Dual-SIM-Technik gibt es deutliche Unterschiede.

Von Alexander Spier

Smartphones mit zwei SIM-Slots sind in Deutschland noch immer echte Exoten. In Asien sind sie dagegen gang und gäbe, denn es spricht wenig dagegen: Die Technik ist ausgereift und steckt ohnehin in nahezu jedem Mobilprozessor. Android kann zwei und mehr Karten einfach verwalten und in der Regel kosten Dual-SIM-Modelle nicht mal einen Aufpreis gegenüber den Single-SIM-Varianten.

Wenn man zwei Mobilfunktarife kombiniert, lässt sich bares Geld sparen. So telefoniert man im Inland günstig mit der einen Karte und holt sich mit der anderen ein besonders dickes LTE-Datenpaket, eine SMS-Flatrate oder ruft für wenig Geld im Ausland an. Zwei SIM-Kar-

ten erlauben, mit der Firmennummer auf dem Privatgerät erreichbar zu bleiben oder optimieren die Erreichbarkeit in der Stadt und auf dem Land, indem sie die Stärken von zwei Providern kombinieren.

Wer das volle Potenzial von Dual-SIM nutzen will, muss allerdings ein paar Dinge beachten. Kleine Unterschiede in der Umsetzung, unterschiedliche Bezeichnungen und zum Teil schlechte Dokumentation durch die Hersteller stifteten zusätzlich Verwirrung. Wir führen durch den Dschungel der Dual-SIM-Varianten und haben dazu fünf Geräte mit zwei SIM-Karten-Slots getestet, die zwischen 50 und 600 Euro jeweils exemplarisch für ihre Preisklasse stehen.

Es treten Alcatel Pixie 4, bq Aquaris X Pro, Motorola G5, Huawei Mate 9 und OnePlus 3T an. Nur Mate 9 und G5 gibt es auch in einer Single-SIM-Variante. Auf LTE muss lediglich das gerade mal 50 Euro billige Pixie 4 verzichten, welches Daten nur über UMTS funkten (maximal 21,1 MBit/s). Der Rest beherrscht nicht nur den schnelleren Mobilfunkstandard, sie können inzwischen alle auf der zweiten SIM-Karte parallel im UMTS-Netz bleiben. Bei der letzten Smartphone-Generation war lediglich GSM (2G) auf dem zweiten Slot üblich.

Je nach Netzabdeckung kann die UMTS-Nutzung nicht nur die Erreichbarkeit erhöhen, sondern in vielen Netzen auch für eine bessere Sprachqualität sorgen – o2 und Vodafone bieten HD-Voice lediglich hier an. In einigen Ländern ist die Abschaltung des GSM-Netzes zudem bereits voll im Gange oder geplant, etwa in Australien und der Schweiz ab 2020.

Ärgerlich ist es, wenn sich die zweite SIM und die MicroSD-Karte einen Slot teilen müssen, wie bei Huawei und bq. Gerade hochpreisige Geräte neigen aus Platzgründen zu dieser Variante oder zum kompletten Verzicht auf eine MicroSD-Karte. Dass es selbst bei Schubladenlösungen anders geht, zeigt Motorola etwa beim G5 Plus, bei dem alle drei Karten auf einen Träger passen.

Große Auswahl, aber ...

Sieht man von prominenten Ausnahmen wie dem Apple iPhone und dem Google Pixel ab, gibt es mittlerweile die überwältigende Mehrheit der Smartphones entweder zusätzlich in einer Dual-SIM-Variante oder gleich nur in dieser Version. Besonders auf dem asiatischen Markt ist die Funktion schwer gefragt. Nach Deutschland schafft es allenfalls ein kleiner Teil davon: Während bei den günstigen Geräten die Auswahl groß ist, sieht es im Bereich über 300 Euro mau aus.

Bekannte Marken wie Samsung, LG, HTC, Motorola und Sony veröffentlichen ihre teuren High-End-Modelle mit Dual-SIM hierzulande meist erst gar nicht. Dabei ist die Hardware der Single-SIM-Version teilweise oder sogar vollständig identisch und die Dual-SIM-Funktion oft nur per Software deaktiviert.

Ein Grund dafür sind die Mobilfunk-Provider in Deutschland. Die nehmen entsprechende Geräte gar nicht erst ins Programm auf, denn sie wollen ja ihre Kunden in ihrem Netz behalten. Da noch immer ein großer Teil der teuren Geräte

über die Provider und Laufzeitverträge verkauft wird, fügen sich die Hersteller.

Die Front bröckelt nur langsam: Huawei bietet das Mate 9 hierzulande mit Dual-SIM an, nicht aber das Spitzenmodell P10. Das muss man sich zum Beispiel in Österreich besorgen. HTC verkauft das U11 mit zwei Slots, das U Ultra nicht. Marken wie Asus, bq, OnePlus oder Honor, die kaum oder gar nicht im traditionellen Provider-Geschäft vertreten sind, bieten dagegen den größten Teil ihrer Palette als Doppelfunker an.

Dual-Standby oder Dual-Active?

In den Gerätespezifikationen der Hersteller ist häufig allein von Dual-SIM die Rede, doch das ist nur die halbe Wahrheit: Es gibt zwei Varianten, die sich in der Umsetzung deutlich unterscheiden – Dual-Standby und Dual-Active.

Durchgesetzt hat sich mittlerweile das komfortablere Dual-Standby: Hierbei sind beide SIM-Karten im Mobilfunknetz eingebucht und von außen erreichbar. Allerdings teilen sie sich einen Transceiver und die Antenne, können also grundsätzlich nicht beide gleichzeitig senden oder empfangen. Um der Basis trotzdem die Erreichbarkeit zu melden, wechseln sie sich regelmäßig kurz ab. Das klappt auch, während über eine Karte Daten geladen werden oder telefoniert wird. Generell müssen beide SIM aber unterschiedliche

Standards verwenden: Ist eine Karte im LTE-Netz, kann die andere nur UMTS oder GSM nutzen. Sie können aber im Betrieb „tauschen“.

Nicht möglich ist es dagegen, auf einer SIM-Karte Telefonate zu führen und auf der anderen ebenfalls zu telefonieren oder Daten zu übertragen. Sobald ein Anruf eingeht, kappen die Dual-Standby-Geräte die Verbindung auf der anderen Karte. Anrufer erhalten die Mitteilung, dass der Teilnehmer gerade nicht erreichbar ist; Daten lassen sich nur noch über die gerade aktive Karte verschicken.

In der Regel ist unter Android aber ohnehin nur eine Karte für den Datenverkehr aktiv, ein fliegender Wechsel nicht vorgesehen. Wenn also nicht auf der für Daten eingestellten Karte telefoniert wird, bleiben Downloads stehen, bis die Empfangseinheit wieder frei ist. Bei Motorola lassen sich auch Daten priorisieren, so dass eingehende Anrufe auf der anderen Karte während laufender Downloads abgewiesen werden.

Damit zwei Karten tatsächlich parallel funkeln können, ist ein Dual-SIM-Dual-Active-Smartphone (auch Full-Active genannt) notwendig. Hier gibt es zwei Sende-/Empfangseinheiten, die gleichzeitig und unabhängig voneinander arbeiten. Da die Umsetzung wegen der zwangsläufig auftretenden Interferenzen aufwendiger ist, dazu mehr Platz benötigt und mehr Strom verbraucht



In den teuren Dual-SIM-Smartphones kommen meistens nur Kombi-Schubladen für SIM-Karten und MicroSD zum Einsatz. Beim Motorola G5 muss man den Akku entnehmen, kann aber zwei SIM- und eine Speicherkarte parallel nutzen.



Alcatel Pixie 4 (4)

Für 50 Euro ist das Alcatel Pixie 4 das mit Abstand günstigste Gerät im Vergleich. Kaum mehr als 100 Gramm wiegt der Winzling mit seinem 4-Zoll-Display. Das stabile Gehäuse und der ordentliche Lautsprecher hinterlassen einen guten Eindruck. Die restliche Ausstattung hingegen nicht.

Der ohnehin sehr langsame Prozessor wird durch die mageren 512 MByte RAM weiter ausgebremst und die 4 GByte Flash-Speicher sind schon durch das Betriebssystem und vorinstallierte Apps vollständig belegt. Zwar lässt sich eine MicroSD-Karte nachrüsten und als interner Speicher formatieren, doch im Test verschwand die Karte immer wieder aus dem System und mit ihr die Daten. Um sie zurückzuholen, musste das Gerät abgeschaltet und die Karte neu eingesetzt werden. Die SIM-Karten müssen sich zumindest keinen Slot mit der Speicherplatte teilen.

Das Display nervt mit seinem kontrastarmen TN-Panel und großer Blickwinkelabhängigkeit. Die minimale Helligkeit blendet abends, tagsüber ist die Beleuchtung oft schon zu schwach. Die rückwärtige Kamera mit festem Fokus macht eher Ölgemälde als Fotos, das aber mit kräftigen Farben. Überflüssige Spielerei ist der schwache Blitz der grottigen Frontkamera.

Der letzte Sicherheitspatch für das veraltete Android 6.0 ist ein Jahr her. Insgesamt funktioniert das Pixie zwar, für alltagstaugliche Hardware und aktuelles Android muss man aber hundert Euro mehr investieren.

- ⬆ klein und kompakt
- ⬇ sehr langsam
- ⬇ schlechtes Display



Motorola G5

In der Klasse unter 200 Euro ist das Moto G nahezu konkurrenzlos, für die umfangreiche Ausstattung unter anderem mit Full-HD-Display, Fingerabdruckscanner und LTE muss man in der Regel deutlich tiefer in die Tasche greifen.

Ein Metalleinsatz im Akkudeckel sorgt für mehr Stabilität und einen edleren Auftritt im Vergleich zum Vorgänger Moto G4. Dank des großen wechselbaren Akkus schafft das G5 ordentliche Laufzeiten – über 14 Stunden beim Surfen über WLAN sind hervorragend. Der interne Speicher fasst nur durchschnittliche 16 GByte, mehr gibt es auch für Geld und gute Worte nicht. Er lässt sich mit einer MicroSDXC-Karte erweitern, die als zusätzlicher interner Speicher eingebunden werden kann. Für 40 Euro Aufpreis gibt es mehr Arbeitsspeicher – die 2 GByte RAM der Standardversion reichen aber für die meisten Ansprüche aus. Das gilt auch für die CPU, die in den Benchmarks keine Bäume ausreißt, ansonsten aber Apps ohne Ruckler auf den Schirm bringt.

Der Bildschirm strahlt hell genug für den Einsatz im Freien; bei direktem Sonnenlicht ist das Display aber schwer abzulesen. Während der Kontrast sehr gut ist, enttäuschen die etwas zu blasen Farben. Auch die Kamera punktet nur zum Teil: Bei genügend Licht sind Schnappschüsse ansehnlich, sie werden aber bei schwacher Beleuchtung unscharf. Wer bessere Fotos, mehr Speicher und eine schnellere CPU möchte, kann zum rund 90 Euro teureren Moto G5 Plus greifen.

- ⬆ Preis/Leistungsverhältnis
- ⬆ lange Laufzeiten
- ⬇ mittelmäßige Kamera



bq Aquaris X Pro

Das Aquaris X Pro ist erkennbar das Flaggschiff von bq: Mit seiner leicht abgerundeten Glasrückseite und dem Metallrahmen sieht das Smartphone edel aus. Es ist gegen Regen gewappnet (IP 52), unterstützt bereits die Ortung über Galileo und wahlweise gibt es üppige 64 oder 128 GByte internen Speicher – die zudem mit einer MicroSDXC-Karte ergänzt werden können. Die Speicherkarte passt jedoch nur anstelle der zweiten SIM hinein.

Der Achtkern-Prozessor ist flott genug, kann sich aber nicht entscheidend von den SoCs in günstigeren Mittelklasse-Modellen absetzen und hinkt etwa dem Chip im OnePlus klar hinterher. Überdurchschnittlich lange Akkulaufzeiten sorgen dafür, dass man bequem über den Tag kommt. Über den USB-C-Port ist das X Pro schnell geladen, Daten fließen aber nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit. Das Full-HD-Display bleibt dank einer Helligkeit von über 600 cd/m² auch im prallen Sonnenlicht noch gut ablesbar.

Erfreulich sind die Fotoqualitäten: Der 12-Megapixel-Sensor überzeugt mit scharfen wie detailreichen Bildern und holt bei schwachem Licht noch viel aus dem Motiv heraus. Lediglich eine stärkere Neigung zum Rauschen fällt im direkten Vergleich zu den Top-Kameras auf. Spielerei ist der Blitz für die Selfie-Kamera. Mit Android 7.1 und aktuellem Patchlevel zeigt bq der Konkurrenz, dass es möglich ist, Android auf dem neuesten Stand zu halten. Dafür verzichtet man auf optische Anpassungen und Softwarezugaben.

- ⬆ umfangreiche Ausstattung
- ⬆ lange Laufzeiten
- ⬇ Grafikchip etwas lahm



OnePlus 3T

Das 3T von OnePlus ist der Schnäppchentipp im High-End-Bereich, wenn man nicht zu China-Importen greifen und deren Nachteile in Kauf nehmen will. Da der Nachfolger gerade gestartet ist (Test siehe S. 42), wird das 3T nur noch kurzzeitig neu bei einigen Händlern erhältlich sein. Doch selbst gebraucht ist es keine schlechte Wahl.

Für 440 Euro bietet das 3T enorm viel Leistung: Beim Benchmark mit einem CPU-Kern rechnet es etwa doppelt so schnell wie das bq Aquaris X Pro, 3D-Grafik berechnet er fünfmal flotter. Dabei wird das schicke Metallgehäuse allerdings spürbar warm und der Chip drosselt nach kurzer Zeit den Takt. Im Alltag fällt das allerdings nicht weiter auf. Mit seinem fest verbauten Akku hält das Gerät lange durch, bis zu 14 Stunden Videogucken sind drin. Mit der proprietären Schnelladetechnik Dash ist es schnell wieder voll geladen. MicroSD-Karten lassen sich nicht reinstecken, die 64 GByte interner Speicher müssen reichen.

Das AMOLED-Display überzeugt mit kräftigen Farben und guter Schärfe. Im direkten Sonnenlicht wäre etwas mehr Helligkeit wünschenswert. Die 12-Megapixel-Kamera auf der Rückseite schießt sehr gute Fotos, kommt aber an die Spitzenmodelle nicht ganz heran. So vertut sich der Autofokus häufiger mal und Feinheiten werden eher geschluckt. Bequem ist der Schiebeschalter an der Seite, mit dem sich das Gerät einfach stummschalten lässt. Das 3T punktet mit der neusten Android-Version und aktuellem Patchlevel.

- ⬆ schnell und günstig
- ⬆ aktuelles Android
- ⬇ keine Speichererweiterung



Huawei Mate 9

Wer besonders große Smartphones mag, der wird beim Huawei Mate 9 fündig. Mit knapp 6 Zoll Diagonale übertrumpft das helle und kontrastreiche Full-HD-Display die meisten Konkurrenten. Mit schmalen Rändern drumherum reduziert Huawei zwar den Platzbedarf, doch das Mate 9 bleibt mit 190 Gramm ein ziemlicher Brocken.

Drin steckt hervorragende Technik: Das Mate 9 hält bei der Performance mit High-End-Konkurrenten wie dem Galaxy S7 locker mit und lässt sich nur bei Spielen minimal abhängen. Die Laufzeiten sind ausgezeichnet, die fast 20 Stunden im WLAN-Test sind der beste jemals von uns gemessene Wert. Der Fingerabdruckscanner reagiert extrem schnell und dank Doppellautsprecher für Höhen und Bässe produziert das Mate 9 einen angenehmen Klang.

Die Doppel-Kamera auf der Rückseite kombiniert 20 MP Schwarzweiß-Aufnahmen mit Farbaufnahmen des 12-MP-Sensors zu hervorragenden Fotos. Zu den besten Kameras fehlen lediglich wegen der etwas schwächeren Lichtausbeute Nuancen. Der Doppel-Sensor ermöglicht dafür ein brauchbares Bokeh und einen guten 2x-Zoom.

Die üppigen 64 GByte interner Speicher können mit einer MicroSDXC-Karte ergänzt werden, die jedoch den Platz für die zweite SIM kostet. Huawei verändert das installierte Android 7.0 deutlich, ergänzt es aber um einige interessante Funktionen wie eine Klon-Funktion für Apps und erweiterte Dual-SIM-Optionen. Das Patchlevel hinkt allerdings etwas hinterher.

- ⬆ hervorragende Ausstattung
- ⬆ nützliche Softwarebeigaben
- ⬇ groß und schwer

Dual-SIM-Alternativen

Die Auswahl an Dual-SIM-Smartphones wächst auch in Deutschland. In den unteren Preisregionen gehören zwei Slots fast schon zur Standardausstattung. Geräte kleinerer chinesischer Marken gibt es gar nicht ohne. Dennoch sollte man bei denen trotz attraktiver Preise nicht blind zugreifen, denn teilweise kommen sie mit Werbung und Hintertüren verseucht zum Kunden.

Sicherer fährt man mit anderen Marken: So ist die gesamte Palette von **bq** und **Wileyfox** Dual-SIM-fähig, ebenso viele Modelle von **Wiko** – bis hinauf zur gut ausgestatteten Mittelklasse für 300 Euro und mehr. Auch das leicht zu reparierende **Fairphone 2** kann mit zwei SIMs umgehen.

Huawei bietet mit dem **P8 Lite (2017)** ein hervorragendes Einsteigergerät und ZTE mit dem **Axon 7** ein schickes High-End-Smartphone für unter 400 Euro. Wer noch mehr Leistung und bessere Fotos haben will, kann zum **HTC U11** greifen – eines der wenigen aktuellen Flaggschiffe mit Dual-SIM, die es offiziell in Deutschland gibt.

Bei Samsung erkennt man entsprechende Geräte am Zusatz Duos. Direkt in Deutschland erhältlich ist aber nur die Einsteigerreihe **Galaxy J** und brandneu das Top-Modell **Galaxy S8+ Duos**. Andere Modelle muss man aus dem Ausland importieren. Um Samsungs Regionalsperre zu umgehen, muss der Händler die Geräte vor Ort aktivieren, damit überhaupt deutsche Karten laufen. Andere Hersteller blocken zwar nicht, bieten aber teilweise keinen Support.

Vorsicht beim Import von Smartphones aus China: Nicht explizit für Europa angebotene Geräte unterstützen das wichtige LTE-Band 20 (800 MHz) nicht und sind nur mit chinesischer und englischer Oberfläche versehen. Niedrige Preise für High-End-Geräte wie dem **Xiaomi Mi6** machen sie für erfahrene Nutzer aber überlegenswert.

Wer ein Dual-SIM-Smartphone haben will, kommt kaum mehr um Android herum: Nachdem Microsoft die Lumia-Serie quasi eingestellt hat, sind lediglich das als Business-Gerät konzipierte **HP Elite x3** und das **Acer Liquid Jade Primo** mit Windows erhältlich.

wird, sind solche Geräte mittlerweile selten geworden.

Ein weiterer Grund für die Seltenheit von Dual-Active-Geräten ist die schwundende Unterstützung der Chiphersteller. So beherrschen Qualcomms aktuelle High-End-Chips ab dem Snapdragon 820 nur noch Dual-Standby. Lediglich ältere Modelle sind von Haus aus Dual-Active-fähig. Auch MediaTek führt aktuell keine SoCs mit Dual-Active-Unterstützung auf.

Mehr Komfort mit Einschränkungen

Ins Testfeld haben es daher nur Smartphones mit Dual-Standby-Dual-SIM geschafft. Wirklich störend sind die Einschränkungen allerdings selten. So schalteten alle Geräte zuverlässig bei eingehenden Telefonate um und setzten Downloads nach dem Telefonat fort. Um während eines Gesprächs auch auf der zweiten Karte erreichbar zu bleiben, ermöglicht unter anderem Huawei, das Telefonat auf die gerade aktive Karte weiterzuleiten. Klopft im laufenden Gespräch dann der zweite Anruf an, können wie bei herkömmlichen Geräten die Teilnehmer gemakelt und gehalten werden. Diese Rufweiterleitung kann allerdings gerade im Ausland ins Geld gehen. Sinnvoller ist es, direkt beim Anbieter eine Weiterleitung bei Nicht-Erreichbarkeit einzurichten.

Ein großer Vorteil der Dual-Standby-Technik: Die Laufzeit leidet weniger, schließlich arbeitet nur ein Transceiver. In unseren Laufzeittests verhielten sich die Kandidaten beim Stromverbrauch un-

auffällig, wir konnten keine signifikanten Unterschiede feststellen, egal ob nun eine oder zwei SIM eingesetzt waren. Im Alltag kann sich die Doppel-SIM aber je nach Einsatz stärker bemerkbar machen: Unterwegs mit Auto oder Bahn saugen häufige Netzwechsel und Gebiete mit schlechtem Empfang ohnehin am Akku, bei zwei SIM passiert das je nach Netz-Kombination entsprechend häufiger. Optional lässt sich in den Einstellungen gezielt eine Karte abschalten, während man auf der anderen weiterhin erreichbar bleibt. Das ist ebenfalls hilfreich, wenn etwa die Arbeit abends nicht mehr stören soll.

Bei allen Kandidaten lässt sich der Mobilfunkstandard für die Slots frei wählen und im laufenden Betrieb über die Einstellungen ändern. Man muss also beim Einsetzen nicht darauf achten, den richtigen Steckplatz zu erwischen. Einen Geschwindigkeitsunterschied zwischen den beiden Slots konnten wir bei keinem Gerät feststellen. Ebenfalls spielte es keine Rolle, ob eine zweite SIM-Karte vorhanden war oder nicht; dass beide Karten regelmäßig in ihrem Netz kommunizierten, machte sich nicht bemerkbar.

Allerdings darf immer nur ein Slot LTE nutzen, der andere bleibt auf UMTS und GSM beschränkt. Für welche SIM der 4G-Zugang aktiv ist, entscheiden die Geräte selbst: Die für Daten zuständige Karte bekommt die LTE-Option. Die Automatik lässt sich nicht manuell übersteuern.

Die notwendige Festlegung auf eine Datenkarte und einen LTE-Slot unter An-

droid sorgt dafür, dass Anrufe über LTE (VoLTE) derzeit nur mit der Daten-SIM funktionieren, selbst wenn der Vertrag es für die zweite Karte prinzipiell erlauben würde. Qualcomm hat mit dem Snapdragon X20 zwar ein Modem im Angebot, das VoLTE auf beiden Karten erlauben soll, nur steckt das bisher in keinem Gerät. Für den Einsatz als Mobilfunkmodem für andere Geräte eignen sich die Dual-Standby-Modelle nur bedingt. Zwar war Tethering im Test kein Problem, doch wer häufig telefoniert, nutzt besser gleich einen unabhängigen LTE-Stick.

Zwei WhatsApp-Profile mit zwei SIM-Karten parallel zu betreiben ist mit Dual-SIM möglich, aber nicht unbedingt komfortabel. Dazu muss man unter Android zwei Nutzerkonten anlegen und sich bei WhatsApp mit der jeweils anderen Nummer registrieren. Benachrichtigungen erhält man aber nur auf dem gerade aktiven Nutzerkonto und längst nicht jeder Hersteller lässt Nutzerkonten zu. Huawei bietet als Ersatz eine Klonfunktion für WhatsApp, die eine Nutzung von zwei Accounts über zwei Karten erlaubt.

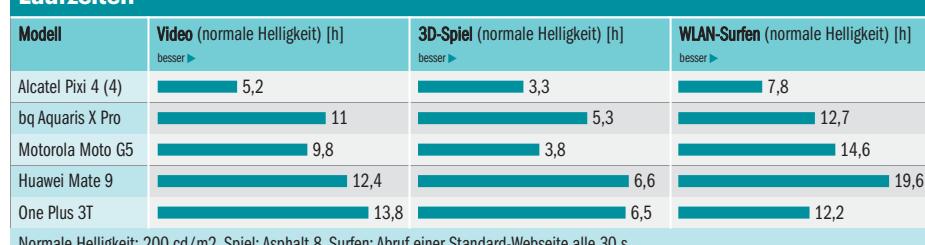
Android und Dual-SIM

Wer ein Dual-SIM-Smartphone haben will, kommt an Android kaum vorbei. Das System beherrscht die Technik von Haus aus und bietet ausreichend Optionen zum komfortablen Verwalten der Karten. Die Umsetzung unterscheidet sich je nach Hersteller in Details, Probleme bei der Konfiguration konnten wir bei keiner Variante feststellen. Die Dual-SIM-Optionen sind bei Motorola besonders ausgefeilt, ein Assistent leitet auf Wunsch durch die Einstellungen. Auch Huawei und OnePlus bieten etwas mehr als der Android-Standards-Dialer.

Zu finden sind die Optionen meist unter Begriffen wie „SIM-Karten“ oder „Dual-SIM-Einstellungen“ in den Android-Optionen. Viele Möglichkeiten tauchen erst dann auf, wenn zwei Karten eingesetzt wurden. Außer einem weiteren Symbol in der Statusleiste macht sich der zweite Slot sonst nicht bemerkbar.

Bei allen Geräten kann eine bevorzugte Karte für Telefonate und SMS festgelegt werden. Optional fragt die Software vor dem Wählen nach, welche Karte genutzt werden soll. Das gilt für sämtliche Telefonnummern im System, sei es in den Kontakten oder als Link in einer App. In den Schnelleinstellungen von Android 7 lässt sich auch die Datenkarte zügig

Laufzeiten



Benchmarks

Modell	Coremark Single-Thread [Punkte]	Coremark Multi-Thread ¹ [Punkte]	GFXBench 2.7 T-Rex onscreen [fps]	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps]	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps]
Alcatel Pixi 4 (4)	2966	11732	11	n. m. ²	n. m. ²
bq Aquaris X Pro	6757	53567	22	9,6	9,7
Motorola Moto G5	3775	26461	16	7,1	7,4
Huawei Mate 9	11268	55515	59	32	36
One Plus 3T	14116	33096	59	48	49

Werte gemessen mit 64 Bit falls verfügbar ¹ 2 Threads pro Rechenkern ² nicht möglich, RAM nicht ausreichend

wechseln, es darf aber immer nur eine festgelegt werden.

Huawei hat die Telefonie-App so erweitert, dass beim Wählen direkt zwei eindeutig benannte Anruf-Buttons angezeigt werden – für jede Karte eine. Auch OnePlus bietet im Dialer zwei Symbole, verrät den Namen des Providers aber ärgerlicherweise nur auf einen langen Druck. Bei allen Modellen können verschiedene Klingeltöne für die SIMs festgelegt werden. Doch lediglich Motorola erlaubt es auch, Kontakte fest einer Nummer zuzuordnen und Profile für private und geschäftliche Kontakte anzulegen. Sind Kontakte auf der SIM-Karte gespeichert, zeigen alle Geräte mit einem klei-

nen Symbol den Speicherort neben dem Kontakt an.

Fazit

Dual-SIM ist den Kinderschuhen entwachsen. Die Technik funktioniert und bringt in jedem Fall mehr Flexibilität. Hat man die Chance, sein bevorzugtes Gerät als Dual-SIM-Variante zu erstehen, sollte man zugreifen. Selbst wenn man zu Hause nur eine SIM-Karte nutzen möchte – im nächsten Urlaub zahlt sich die Wahl vielleicht schon aus. Unterschiede zu den Single-SIM-Varianten oder Probleme beim Betrieb mit nur einer SIM konnten wir nicht feststellen: Android kommt mit zwei Karten sehr gut zurecht, auch wenn beim

Komfort durchaus noch Luft nach oben ist, wie Motorola und Huawei zeigen.

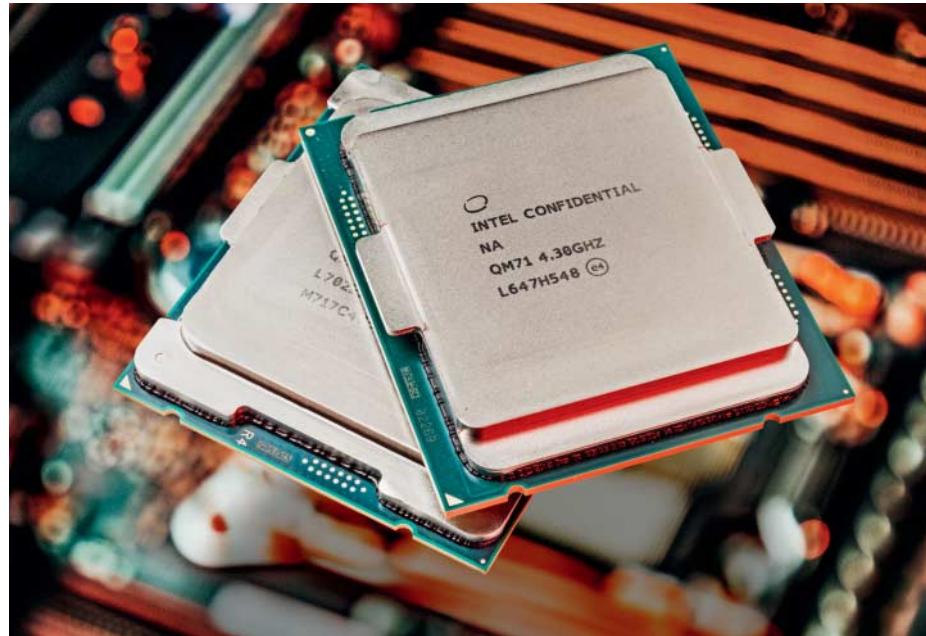
Dual-SIM-Smartphones mit Dual-Standby erlauben zwar nicht den völlig unabhängigen Betrieb von zwei SIM-Karten, doch mangels Alternativen auf dem Markt und angesichts der geringen Einschränkungen im Alltag bleiben sie die sinnvollste Variante. Beim Kauf sollte man auf LTE-Unterstützung achten und auf die Möglichkeit, mehr als GSM parallel nutzen zu können. Das bieten nur vergleichsweise neue Geräte, es sorgt aber für Zukunftssicherheit. Bleibt zu hoffen, dass die Verfügbarkeit in Deutschland breiter wird, um dem Nutzer die Risiken bei privaten Importen zu ersparen. (asp@ct.de) **ct**

Dual-SIM-Smartphones					
Modell	Pixi 4 (4)	Aquaris X Pro	Moto G5	Mate 9	3T
Hersteller	Alcatel	bq	Motorola	Huawei	OnePlus
Betriebssystem / Bedienoberfläche / Android-Patchlevel	Android 6.0 / Google Now Launcher / August 2016	Android 7.1.1 / bq Launcher / Mai 2017	Android 7.0 / Pixel Launcher / März 2017	Android 7.0 / EMUI 5.0 / April 2017	Android 7.1.1 / Oxygen OS 4.1.6 / Mai 2017
Prozessor / Kerne × Takt	MediaTek MT6580M / 4 × 1,3 GHz	Qualcomm Snapdragon 626 / 8 × 2,2 GHz	Qualcomm Snapdragon 430 / 4 × 1,4 GHz, 4 × 1,1 GHz	HiSilicon Kirin 960 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz	Qualcomm Snapdragon 821 / 2 × 2,4 GHz, 2 × 1,6 GHz
Grafik	ARM Mali-400 MP2	Qualcomm Adreno 506	Qualcomm Adreno 505	ARM Mali-G71 MP8	ARM Adreno 530
RAM / Flash-Speicher (frei)	512 MByte / 4 GByte (0,6 GByte)	4 GByte / 64 GByte (52,3 GByte)	3 GByte / 16 GByte (9,4 GByte)	4 GByte / 64 GByte (52,6 GByte)	6 GByte / 64 GByte (52,3 GByte)
Wechselspeicher / Standard	✓ / MicroSDHC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	–
WLAN / Dual-Band (5 GHz)	IEEE 802.11 b/g/n / –	IEEE 802.11 b/g/n/ac / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.0 / – / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / – / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
mobile Datenverbindung ¹	HSPA (21,1 MBit/s Down, 7,2 MBit/s Up), HSPA	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE (600 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
Dual-SIM / SIM-Typ / MicroSD parallel	✓ / 2 × Micro-SIM / ✓	✓ / 2 × Nano-SIM / –	✓ / 2 × Nano-SIM / ✓	✓ / 2 × Nano-SIM / –	✓ / 2 × Nano-SIM / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	1500 mAh (5,7 Wh) / ✓ / –	3100 mAh (11,9 Wh) / – / –	2800 mAh (10,6 Wh) / ✓ / –	4000 mAh (15,2 Wh) / – / –	3400 mAh (12,9 Wh) / – / –
Abmessungen (H × B × T)	12,1 cm × 6,5 cm × 1 cm	14,6 cm × 7,3 cm × 0,8 cm	14,4 cm × 7,3 cm × 0,95 cm	15,7 cm × 7,9 cm × 0,8 cm	15,3 cm × 7,5 cm × 0,8 cm
Gewicht	103 g	161 g	150 g	193 g	162 g
SAR-Wert (Kopf)	0,917 W/kg	0,298 W/kg	0,618 W/kg	1,64 W/kg	0,394 W/kg
Besonderheiten	Selfie-Blitz, Headset	IP 52, Galileo, Selfie-Blitz	–	Headset und Hülle	Stummschalter
Kamera-Tests					
Kamera-Auflösung Fotos / Video	2320 × 1392 (3,2 MPixel) / 1920 × 1088	4032 × 3024 (12,2 MPixel) / 3840 × 2160	4160 × 3120 (13 MPixel) / 1920 × 1080	5120 × 3840 (19,7 MPixel) / 3840 × 2160	4640 × 3480 (16,1 MPixel) / 3840 × 2160
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	1520 × 920 / 640 × 480	3264 × 2448 / 1920 × 1080	2592 × 1944 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1280 × 720	4608 × 3456 / 1920 × 1080
Display-Messungen					
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (TN) / 8,7 cm × 5,2 cm (4 Zoll)	LCD (IPS) / 11,5 cm × 6,5 cm (5,2 Zoll)	LCD (IPS) / 11 cm × 6,2 cm (5 Zoll)	LCD (IPS) / 13,2 cm × 7,4 cm (5,9 Zoll)	OLED / 12,2 cm × 6,8 cm (5,5 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	800 × 480 Pixel (234 dpi) / 15:9	1920 × 1080 Pixel (424 dpi) / 16:9	1920 × 1080 Pixel (443 dpi) / 16:9	1920 × 1080 Pixel (371 dpi) / 16:9	1920 × 1080 Pixel (401 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	42 ... 232 cd/m ² / 87 %	9 ... 619 cd/m ² / 81 %	6 ... 440 cd/m ² / 90 %	4 ... 544 cd/m ² / 92 %	3 ... 461 cd/m ² / 94 %
Bewertung					
Bedienung / Performance	⊖ / ⊖	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung Software / Hardware	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Display	⊖	⊕	○	⊕	⊕
Laufzeit	⊖	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Kamera Fotos / Videos	⊖⊖ / ⊖	⊕ / ⊕	○ / ○	⊕⊕ / ⊖	⊕ / ⊕
Garantie	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre	2 Jahre (Akku: 12 Monate)	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	1 Jahr
Straßenpreis	50 €	380 €	180 €	550 €	440 €

¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Frühstart an die Spitze

Erste Core-X-Prozessoren: Core i7-7740X und Core i9-7900X



Der neuen High-End-Desktop-Plattform LGA2066 spendiert Intel CPUs mit bis zu 18 Kernen, was bislang Servern vorbehalten war. Höherer Takt, verbesserte Turbos und die Befehlserweiterung AVX-512 steigern die Performance. Die ersten lieferbaren Core-X-CPUs mit vier und zehn Kernen müssen beweisen, ob sie die neue Konkurrenz AMD Ryzen auf Abstand halten können.

Von Christian Hirsch

W er 4K-Videos schneidet, Computergrafiken mit Raytracing erzeugt oder aufwendige Softwareprojekte kompiliert, kann im Rechner nicht genug CPU-Kerne haben. Für solche gut parallelisierbaren Anwendungen bietet Intel seit kurzem die High-End-Desktop-Plattform „Basin Falls“ an. Auf die Mainboards mit der Fassung LGA2066 passen Core-X-Prozessoren mit bis zu 18 Kernen der Skylake-X-Architektur sowie schnelle Quad-Cores mit Kaby-Lake-X-Dies, die bis zu 4,5 GHz Taktfrequenz erreichen.

Für die Varianten der Core-X-Prozessoren mit 12 und mehr Kernen muss man

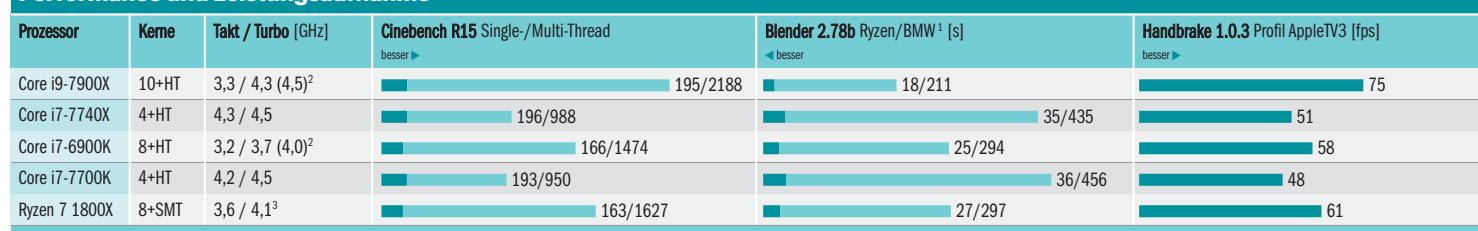
sich jedoch noch bis August beziehungsweise Oktober gedulden – diese reißen mit weit über 1000 Euro zudem ein tiefes Loch in den Geldbeutel. Preislich attraktiver sind die Varianten mit bis zu 10 Kernen: Der Core i9-7900X kostet rund 50 Prozent weniger als der Vorgänger Core i7-6950X für die bisherige LGA-2011v3-Plattform und taktet schneller als dieser. Für den Test haben wir den Core i9-7900X sowie den schnellsten Quad-Core für die Fassung LGA2066 Core i7-7740X gegen die Flaggschiffe der Plattformen AM4 (Ryzen 7 1800X) und LGA1151 (Core i7-7700K) ins Rennen geschickt.

PCIe-Lanes scheibchenweise

Die Skylake-X- und Kaby-Lake-X-CPUs erfordern neue Mainboards mit der CPU-Fassung LGA2066. Auf bisherigen LGA2011-v3-Boards für die Vorgänger Haswell E (Core i7-5800/5900) und Broadwell E (Core i7-6800/6900) passen sie nicht. Vorhandene Kühlern lassen sich aber weiterverwenden, weil der Abstand der vier Gewindegelenke unverändert geblieben ist.

Die 2066 Kontaktfederchen reichen aus, um vier DDR4-Speicherkanäle sowie 44 PCI-Express-3.0-Lanes anzubinden. Alle Core-X-Prozessoren mit Ausnahme des Core i7-7800X können das RAM bei einem Modul pro Kanal mit DDR4-2666-Geschwindigkeit betreiben. Die beiden Quad-Cores Core i5-7640X und Core i7-7460X mit Kaby-Lake-X-Architektur können im Unterschied zu den Skylake-X-Chips mit sechs und mehr Kernen ledig-

Performance und Leistungsaufnahme



¹ Renderbild einer Ryzen-CPU bzw. eines BMW-Kfz

² Turbo Boost 3.0 Max

³ Boost + XFR. Messungen mit 16 GByte DDR4-2400, SSD und GeForce GTX 1050, abweichend Core i7-6900K und Core i9-7900X mit 32 GByte RAM

lich zwei Speicherkanäle ansteuern. Maximale Transferrate und Kapazität des Hauptspeichers hängen also vom CPU-Typ ab.

Das gilt auch für die Zahl der vom Prozessor bereitgestellten PCI-Express-Lanes: Die vollen 44 PCIe-3.0-Lanes gibt es erst ab dem 1000-Euro-Prozessor Core i9-7900X mit zehn Kernen. Die Skylake-X-Cpus mit 6 und 8 Kernen stellen 28 Lanes bereit. Die beiden Quad-Cores Core i5-7640X und Core i7-7460X bieten lediglich 16 Lanes für Grafikkarten.

Auf der LGA2066-Plattform lassen sich nun auch bis zu 20 PCIe-SSDs in einem RAID-Verbund zusammenfassen, der an der CPU angebunden ist. Virtual RAID on CPU (VROC) ist mit dem RAID-Level 0 auf allen X299-Boards freigeschaltet. Für RAID 1 und RAID 5 ist jedoch ein zusätzlicher Hardware-Stecker notwendig, der mit 100 beziehungsweise 250 US-Dollar zu Buche schlägt. VROC funktioniert zudem nur mit SSDs von Intel.

Bis zu 24 weitere PCIe-3.0-Lanes gibt es am X299-Chipsatz. Transfers zwischen diesem und der CPU laufen aber durch den Flaschenhals der DMI-3.0-Verbindung, was den Durchsatz auf das Tempo von PCIe 3.0 x4 (4 GByte/s) limitiert. Der X299-Chipsatz ist weitgehend identisch mit dem Z270-Chipsatz der preiswerteren LGA1151-Plattform. Die 30 High-Speed-I/O-Leitungen können die Board-Hersteller auf bis zu 24 PCIe-3.0-Lanes, 10 USB-3.0- und 8 SATA-6G-Ports (Z270: 6) aufteilen. USB 3.1 Gen 2 fehlt im Chipsatz.

Gitter statt Ringbus

Grundsätzlich stecken in den Skylake-X-Prozessoren die gleichen Rechenkerne wie bei den Skylake-Desktop-Cpus der Serie Core i-6000 für die Fassung LGA1151 aus dem Jahr 2015. Neu hinzugekommen bei Skylake X ist die Befehlserweiterung AVX-512, zudem hat sich die Cache-Hierarchie sowie die Kommunikation der Kerne untereinander geändert. Den Level-2-Cache hat Intel kräftig auf-

Nicht nur für die Skylake-X-Prozessoren muss man eine Menge Geld ausgeben: Das MSI X299 SLI Plus als eines der günstigeren LGA2066-Boards kostet 250 Euro.



gestockt: Statt 256 KByte steht jedem Kern nun 1 MByte für Daten zur Verfügung. Damit die Chipfläche nicht explodiert, ist im Gegenzug die Größe des gemeinsam genutzten Level-3-Cache geschrumpft. Umgerechnet gibt es pro Kern nun nur noch 1,375 MByte statt 2,5 MByte L3-Cache. Im Unterschied zur Vorgänger-generation Broadwell E ist dieser nicht mehr inklusive – Daten, die sich im L2-Cache befinden, liegen also nicht auch noch zugleich im L3-Cache.

Die CPU-Kerne, die Speicher-Controller und der PCIe Root Hub kommunizieren untereinander nicht mehr über einen Ringbus, sondern über ein Mesh. Bei diesem sind die einzelnen Blöcke auf dem Die über ein schachbrettartiges Netz miteinander verknüpft. Das soll mit größeren Kernzahlen besser skalieren.

Um das thermische Limit von 140 Watt einzuhalten, takten die Skylake-X-Varianten mit vielen Kernen nominal niedriger als beispielsweise die beiden preiswerteren Kaby-Lake-X-Vierkerner. Anwendungen, die nur einen Kern nutzen, laufen deshalb langsamer. Um dieses Manko auszugleichen, baut Intel ausgefeilte Turbo-Mechanismen wie Turbo Boost Max 3.0 (TBM3) ein: Bei Skylake X

dürfen zwei bei der Herstellung selektierte Kerne auf 4,5 GHz hochtakten. Damit TBM3 funktioniert, müssen unter Windows der dazu gehörige Dienst und die Konfigurationsanwendung laufen. Bei Linux-Distributionen klappt es mit dem Super-Turbo ab Kernel 4.10.

Schnell bei Single-Threading

Die Skylake-X-Prozessoren takten deutlich höher als ihre Vorgänger: Im Rendering-Benchmark Cinebench R15 erreicht der Core i9-7900X deshalb im Vergleich zum Broadwell-E-Zehnkerner Core i7-6950X ein Leistungsplus von 22 Prozent. Zieht man den Taktvorsprung von 29 Prozent bei Last auf allen Kernen ab (4,0 zu 3,1 GHz), ist der neuere Skylake-X-Prozessor aber langsamer. Schon im CPU-Roundup 2015 hatten wir festgestellt, dass die Broadwell-Architektur eine höhere Performance pro Takt liefert als Skylake, letztere aber deutlich schneller taktet [1].

Der hohe Turbo-Takt von bis zu 4,5 GHz sorgt dafür, dass der Zehnkerner bei Single-Thread-Anwendungen erstmals auf Augenhöhe mit schnellen Quad-Cores liegt. Davon profitieren Programme wie Excel, weshalb der Core i9-7900X im Office-Benchmark Sysmark 2014 den bis-

Mittelerde: Mordors Schatten, Full-HD, Ultra, FXAA, DX11 [fps]	Ashes of the Singularity, Full-HD, 4 x MSAA, DX12 [fps]	BAPCo SYSmark 2014 SE	Flops FMA Double Precision [GFLOPS]	Leistungsaufnahme Leerlauf/CPU-Last [W]
194	107	1710	1145	55/216
198	92	1591	289	35/182
197	108	1515	451	58/207
197	81	1638	283	25/144
158	63	1424	238	37/164

herigen Spitzensreiter Core i7-7700K überholt. Für 3D-Spieler lohnt sich die Anschaffung der teuren Multikernprozessoren noch nicht. Ein schneller Quad-Core liefert genug Leistung für High-End-Grafikkarten, auch wenn immer mehr Spiele von vielen Kernen profitieren wie zum Beispiel Ashes of the Singularity.

Die Paradedisziplin des Core i9-7900X ist jedoch High-Performance-Computing mit hochoptimiertem Code, der die neue Befehlserweiterung AVX-512 verwendet. Der Zehnkerner hat im Unterschied zu den Skylake-X-Varianten mit sechs und acht Kernen pro CPU-Kern zwei AVX-512-Ports und kann somit pro Taktzyklus 32 Gleitkomma-Berechnungen mit doppelter Genauigkeit oder 64 mit einfacher Genauigkeit durchführen. Der Flops-Benchmark schöpft die theoretische Performance der CPU nahezu aus und erreicht über 1,1 TFlops. Abgesehen von solchen synthetischen Benchmarks und dem Lastprogramm Prime95 gibt es aber noch keine Anwendungen, die AVX-512-Code verwenden.

Die Leistungsaufnahme des Core i9-7900X liegt unter Last mit 216 Watt für das Gesamtsystem geringfügig über der des direkten Vorgängers Core i7-6950X (210 Watt) mit ebenfalls 10 Kernen. Viele andere Magazine haben sich über eine viel zu hohe Leistungsaufnahme der Skylake-X-CPUs beklagt. Das liegt vermutlich daran, dass die meisten Board-Hersteller im BIOS die von Intel vorgegebenen Power-Limits der Prozessoren ignorieren. Unter Volllast mit hochoptimierten AVX-Code schluckte unser Testsystem 50 Watt mehr als nötig und lief trotz Wasserkühlung instabil. Für unsere Tests haben wir deshalb die Grenzwerte von Hand im Intel Extreme Tuning Utility eingestellt. Über-

takter können zudem jeweils den Multiplikator für Last mit AVX1/2- und AVX-512-Code reduzieren, damit die Leistungsaufnahme nicht explodiert.

Fazit

Fürs gleiche Geld bekommt man bei Intels neuer High-End-Plattform LGA2066 nun zwei CPU-Kerne zusätzlich, die allesamt obendrein höher takten. Die hohen Taktfrequenzen von Turbo Boost Max 3.0 machen den bisherigen Rückstand zu den Quad-Cores bei der Single-Thread-Leistung wett. Wer maximale Performance für Videokodierung oder Rendering wünscht, ist mit dem Core i9-7900X bestens bedient – sofern man das nötige Kleingeld von über 1000 Euro allein für die CPU mitbringt.

Der Octa-Core Ryzen 7 1800X schneidet beim Preis/Leistungsverhältnis aber besser ab: Mit 480 Euro Straßenpreis liefert er 3,38 Cinebench-Punkte pro Euro, während es beim Core i9-7900X lediglich 2,02 sind. Wer sich mit einer Neuanschaffung noch einige Wochen gedulden kann, sollte auf AMDs Konter Ryzen Threadripper mit 16 Kernen warten. Eventuell gibt es dann eine Alternative, die zumindest die Preise ins Rutschen bringt.

Warum Intel die beiden Kaby-Lake-X-CPUs auf die größere Plattform transplantiert hat, können wir nicht nachvollziehen. Weder rechnen diese signifikant schneller als die LGA1151-Varianten, noch lassen sich damit die Vorteile der teureren LGA2066-Plattform wie vier Speicherkanäle und bis zu 44 PCIe-Lanes nutzen.

(chh@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Benjamin Benz, CPU-Wegweiser, Prozessorvergleich von Handy bis Server, c't 27/15, S. 94

Prozessorfamilie Intel Core X für LGA2066-Mainboards

Prozessor	Kerne / Threads	L2-Cache	L2- / L3-Cache	Taktfrequenz nom. / max. Turbo	TDP	PCIe-3.0-Lanes	Preis
Skylake X, 4 DDR4-Kanäle, AVX-512							
Core i9-7980XE	18 / 36	18 × 1 MB	18 × 1 MB + 24,75 MB	k. A.	k. A.	44	2370 €
Core i9-7960X	16 / 32	16 × 1 MB	16 × 1 MB + 22 MB	k. A.	k. A.	44	2015 €
Core i9-7940X	14 / 28	14 × 1 MB	14 × 1 MB + 19,25 MB	k. A.	k. A.	44	1660 €
Core i9-7920X	12 / 24	12 × 1 MB	12 × 1 MB + 16,5 MB	k. A.	k. A.	44	1410 €
Core i9-7900X	10 / 20	10 × 1 MB	10 × 1 MB + 13,75 MB	3,3 / 4,5 GHz	140 W	44	1080 €
Core i7-7820X	8 / 16	8 × 1 MB	8 × 1 MB + 11 MB	3,6 / 4,5 GHz	140 W	28	640 €
Core i7-7800X	6 / 12	6 × 1 MB	6 × 1 MB + 8,25 MB	3,5 / 4,0 GHz	140 W	28	415 €
Kaby Lake X, 2 DDR4-Speicherkanäle, AVX2							
Core i7-7740X	4 / 8	4 × 0,256 MB + 8 MB	4 × 0,256 MB + 8 MB	4,3 / 4,5 GHz	112 W	16	375 €
Core i5-7640X	4 / 8	4 × 0,256 MB + 6 MB	4 × 0,256 MB + 6 MB	4,0 / 4,2 GHz	112 W	16	270 €
TDP: Thermal Design Power	k. A. keine Angabe						

Core X: Intel im Panikmodus



Christian Hirsch

Solch einen überhasteten Produktstart wie bei der LGA2066-Plattform haben wir bei Intel lange nicht erlebt. Obwohl die grundlegenden Eigenschaften der Skylake-X- und Kaby-Lake-X-Prozessoren schon seit einem halben Jahr feststanden, bekam der Chipriese es wohl doch mit der Angst zu tun, als AMD im Frühjahr die Octa-Cores Ryzen 7 vom Stapel ließ. Diese sind bei gleicher Kernanzahl genauso schnell wie die bisherigen High-End-CPUs für die Fassung LGA2011v3, kosten aber viel weniger. Wohl deshalb zauberte Intel Anfang Juni bei der Vorstellung der LGA2066-Plattform unerwartet zusätzliche Skylake-X-Varianten mit 14, 16 und 18 Kernen aus dem Hut. Auf der IT-Messe Computex gab es aber keine Systeme damit zu sehen, und kaufen können wird man sie erst im August beziehungsweise Oktober. Stattdessen verteilt der Prozessorhersteller an Overclocker fleißig Core i9-7900X. Zum Beginn der Vorbestellphase am 19. Juni bekamen nur ausgewählte US-Redaktionen CPUs.

In der c't-Redaktion trafen die beiden Prozessoren und zwei LGA-2066-Mainboards erst wenige Tage vor Redaktionsschluss ein, liefen aber nicht reibungslos: Bei unseren Tests hatten wir mit Abstürzen, falsch eingestellten Turbo-Stufen sowie missachteten Power-Limits zu kämpfen. Auf dem MSI-Board lief der Core i7-7740X überhaupt nicht. Bei den BIOSen besteht also noch viel Nachholbedarf. Die neue Konkurrenz zwischen AMD und Intel ist erfreulich, sollte aber nicht mit unreifen Produkten zu Lasten der Käufer gehen.

Anzeige

Docker-Praxis mit Linux

Wo Container punkten



Docker-Praxis mit Linux	Seite 106
Docker für Heim- und Webserver	Seite 110
User Defined Networks	Seite 116
Vernetzte Container mit Docker Compose	Seite 120

Die Container-Technik Docker verändert gerade den Umgang mit Software-Infrastruktur. Von Dockers Flexibilität profitieren nicht nur Unternehmen, sondern auch der eigene Heim- oder Webserver.

Von Merlin Schumacher

Software-Container sind populär, denn sie sind flexibel und man kann sie fast überall einsetzen und reproduzieren. Vor allem im Entwickler- und Cloud-Umfeld hat Docker daher viele Fans gewonnen. Aber nicht nur dort lohnt sich der Einsatz der Container-Technik, auch im kleinen Stil kann man sich damit Arbeit ersparen. Die Docker-eigene Modularität nimmt selbst einem Server-Umzug den Schrecken. Eine große Community von Entwicklern hat viel Vorarbeit erledigt, auf die man aufbauen kann, um eigene maßgeschneiderte Container zu erzeugen.

Docker-Container, das gleich zu Anfang, sind keine virtuellen Maschinen. Jeder laufende Container ist ein eigener Prozess innerhalb des Host-Betriebssystems. Hier gibt es keinen Hypervisor und

keine virtuelle Hardware, auf der ein weiteres vollständiges Betriebssystem läuft. Die Container und das Host-Betriebssystem greifen auf denselben laufenden Linux-Kernel zurück. Bei virtuellen Maschinen gibt es zudem Redundanzen, da jeweils ein vollständiges Gastbetriebssystem läuft. Die Container sparen auch Festplattenplatz, denn sie verwenden mehrfach genutzte Abhängigkeiten in Form von Images wieder.

Images, Schichten und Container

Basis eines jeden Docker-Containers ist ein Docker-Image. Ein solches Image beinhaltet nur die grundlegenden Programme, Bibliotheken und Daten. Aus einem Image lassen sich beliebig viele Container erzeugen. Es ist also wie ein Musterhaus: Niemand wohnt darin und es hat nur eine grundlegende und unpersönliche Einrichtung. Erst das Wohnhaus,

Docker in Windows

Auch in der Windows-Welt ist die Begeisterung für Docker angekommen. Microsoft preist die Segnungen sogenannter Windows-Container. Das Docker-Projekt bietet parallel dazu Docker for Windows an. Für ältere Windows-Versionen gibt es die Docker Toolbox. Gemeinsam haben alle Lösungen, dass unter Windows meist eine virtuelle Maschine zum Einsatz kommt, in der dann die Container laufen.

Wer Microsofts Windows-Container einsetzt, kann dort ausschließlich Windows-Anwendungen ausführen. Für Linux-Anwendungen muss man unter Windows auf Docker for Windows zurückgreifen, dort laufen dann aber auch eben nur Linux-Anwendungen. Im Vergleich zu den Linux-basierten Docker-Containern ist die Begeisterung für Windows-Container und das entsprechende Angebot noch gering.

das auf Basis des Musterhauses gebaut wurde, wird bezogen und von seinen Bewohnern (den Prozessen) zum Eigenheim gemacht.

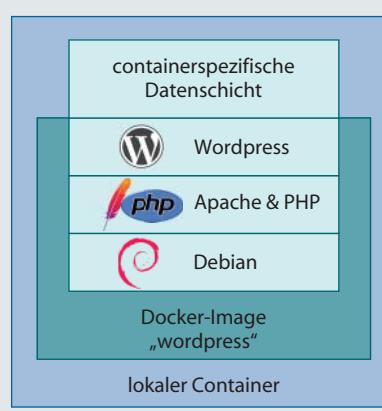
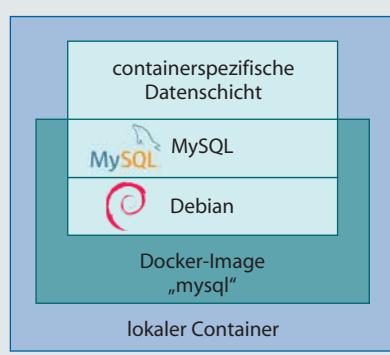
Ein Image, das die Grundlage für mehrere andere Images darstellt, muss nicht für jeden Container einzeln gespeichert werden. Möglich machen das Dateisystem-Overlays, die einander wie Schichten überlagern.

Erstellt man zum Beispiel ein neues Image auf Basis eines bestehenden MySQL-Images, werden die in der Bauanleitung des MySQL-Images referenzierten Schichten vom Docker Hub heruntergeladen und übereinander gemountet. Die eigenen Änderungen am MySQL-Image landen in einer weiteren Schicht. Die Kombination aller Schichten ist das eigene neue Image.

Wenn auf Basis des Images ein Container gestartet wird, erzeugt Docker eine weitere beschreibbare containerspezifische Datenschicht. Alle Schichten, die Teil des Images sind, werden nur lesbar eingebunden. Deshalb können sie in vielen Containern zugleich verwendet werden. Diese Schichten sind für den im Container laufenden Prozess vollkommen transparent – er merkt von der Schichtung nichts. Will ein laufender Prozess (etwa ein MySQL-Dienst), eine Datei lesen, geht der

Betriebssystem-Umgebungen von Containern

Docker-Container erhalten die auszuführende Software und alle von ihr benötigten Bibliotheken aus Docker-Images. Diese setzen sich aus vielen Schichten zusammen, die sich wiederverwenden lassen – MySQL- und Wordpress-Schichten bauen beispielsweise auf derselben Debian-Schicht auf.



Linux-Kernel alle Schichten durch, bis er die Datei in einer Schicht findet. Will der Prozess jedoch in eine Datei schreiben, landen die geschriebenen Dateien in der containerspezifischen Datenschicht, denn nur sie ist für den Prozess beschreibbar. Diese Schicht ist fester Teil des Containers und verschwindet, wenn dieser gelöscht wird. (Wie Sie selbst eigene Images bauen, lesen Sie auf S. 110.)

Ein Netzwerk für sich allein

Verbunden sind die Container typischerweise über ein eigenes Netzwerk. Um die Verwaltung dieses Netzwerks kümmert sich Docker selbst. Aber auch hier kann man die Infrastruktur flexibel anpassen. Während früher das Verbinden der Container innerhalb eines Netzes üblich war, lassen sich mittels der neuen User Defined Networks komplexe Netzwerkstrukturen aufbauen (siehe S. 116). So kann man zum Beispiel mehrere Container in ein dediziertes Netzwerk verfrachten, um sie von den übrigen Containern zu trennen. Dabei stellt Docker auf Wunsch nicht nur die automatische Vergabe von IP-Adressen, sondern auch eigene DNS-Dienste bereit, mittels derer sich die Container finden können.

Ein wichtiges Paradigma der Docker-Welt lautet: ein Dienst pro Container. Man wirft also nicht etwa Datenbank und Webserver in dasselbe Image, um eine Web-Anwendung zu starten. Vielmehr steckt man sowohl Datenbank als auch Webserver in ihre eigenen Images.

Parzellen

Ein Blick in die Prozessliste des Host-Betriebssystems zeigt, dass die in den Containern laufenden Prozesse dort genauso aufgelistet werden wie solche, die nicht in Containern stecken. Der Unterschied ist jedoch, dass bestimmte Kernel-Mechanismen die Container vom Rest des Systems und voneinander isolieren. Mittels Control Groups (Cgroups) limitiert der Kernel Ressourcen wie Speicher und Rechenzeit. Namespaces schränken die für den Container zugänglichen auf einen kleinen Teil des Host-Systems ein. Die Prozesse sehen dank Mount-Namespace zum Beispiel nur einen eingeschränkten Teil des Dateisystems – nur den, den sie zum Betrieb benötigen. Auf den ersten Blick erinnert das an eine chroot-Umgebung. Weitere Techniken wie IPC- und Prozess-Namespace limitieren die Sichtbarkeit und Erreichbarkeit von Prozessen innerhalb des Contai-

Docker und die Sicherheit

Container sollten die Sicherheit steigern, Anwendungsumgebungen klein- teilig trennen und die Kommunikation zwischen ihnen unterbinden können, indem sie bewährte Mechanismen des Linux-Kernels wie Prozess- und Netzwerk-Namespace nutzen. Doch das Gefühl von mehr Sicherheit könnte an gleich zwei Stellen ein Trugschluss sein: Die Technik entwickelt sich noch massiv weiter; so arbeiten Kernel- und Docker-Entwickler mit den „User Namespaces“ schon länger an einer Technik, um den Schutz zu verbessern – das Ganze wird standardmäßig aber noch nicht genutzt, denn es bestehen Zweifel an der Ausgereiftheit. Und: Docker erfindet letztlich neue Methoden der Software-Paketierung und -Verteilung – verglichen mit den eingespielten Paketierungs- und Installationstechniken von Linux-Distributionen stecken die noch in den Anfängen.

Für die Versorgung mit Sicherheits- Patches hängen die meisten Container- Images an der Nadel der Distributoren. Erst wenn die ein Update veröffentlicht haben, entsteht ein aktualisiertes Image.

Für die „offiziellen“ Images soll das binnen 24 Stunden gelingen, sagt Docker.

Bei „nicht offiziellen“ Images stockt der Nachschub von Sicherheits-Updates noch ärger. Oft erhalten die Images erst beim nächsten regulären Update durch den Image-Maintainer solche Aktualisierungen und basieren so für lange Zeit auf einem löschen Basis-Image – ein Sicherheits-Update für die Basis triggert keinen Image-Neubau der aufbauenden Images.

Wünschenswert wäre es, wenn Software in Docker-Containern grundsätzlich nicht mit root-Rechten lief. Leider missachten viele gängige Docker-Images die Empfehlung, den Hauptprozess direkt mit reduzierten Rechten zu starten. Dann hat ein Eindringling, der etwa eine Web- Anwendung im Container überrumpelt, ein zu leichtes Spiel: Die – wenn auch wenigen – zugänglichen Kernelschnittstellen kann der Angreifer mit maximalen Rechten benutzen. Der Widerstand, den die Schutzschicht leistet, ist größer als der einer chroot-Umgebung, aber sicher kleiner als der einer virtuellen Maschine.

(ps@ct.de)

ners. Dadurch sehen diese Prozesse keine anderen Prozesse des Host-Systems oder gar die der anderen Container. Die Kommunikation mit den anderen Prozessen wird ebenfalls unterbunden. Für den Container gibt es daher nur das, was im Container ist. Die Namespaces und Cgroups machen Container erst möglich. Docks Verdienst ist es, dass es den Umgang mit diesen Techniken so einfach wie möglich gestaltet.

Jede Kopie ein Original

Docker ist bei Entwicklern so beliebt, weil es ein Leichtes ist, damit Software- Umgebungen zu reproduzieren: Ein von Docker erzeugter Container sieht auf jedem Computer gleich aus und hat die gleichen Inhalte. So lässt sich etwa eine anspruchsvolle Web-Anwendung mittels eines oder mehrerer Docker-Container auf jeder Maschine in kürzester Zeit aufsetzen. Dafür muss man keine Rücksicht auf Software-Abhängigkeiten, Bibliotheksversionen oder Paketquellen nehmen. Docker erschafft eine fertige Um-

gebung mit allem, was die Anwendung benötigt. Besteht die Anwendung aus mehreren Containern, etwa einem Web- server mit Datenbank und CMS, die untereinander Daten austauschen, greift man am besten zu Docker-Compose (siehe S. 120).

Die zentrale Verwaltung von Docker- Images übernimmt zumeist der Docker Hub. Dort finden sich zahllose Images von zahllosen Entwicklern. Genau deswegen sollte man mit Augenmaß vorgehen, wenn man von dort Images bezieht. Nicht alle Images werden regelmäßig aktualisiert oder überhaupt gepflegt. Deshalb bietet Docker sogenannte Official Repositories an. Hier finden Sie Images, auf deren Pflege und Aktualität ein von Docker finanziertes Team ein Auge hat. Das Team achtet laut Docker darauf, dass Sicherheits- Updates zeitnah in diese Images eingebunden werden. Greifen Sie im Zweifel immer zu einem Image aus einem Official Repository. Bei allen anderen Images sollten Sie sichergehen, dass Sie dem Anbieter vertrauen können.

(mls@ct.de) **ct**

Anzeige



Umbauanleitung

Docker-Container für Heim- und Webserver

Container sind so cool, dass Microsoft sie in Windows einbaut und in seiner Cloud feilbietet. Für Entwickler und Cloud-Betreiber sind sie Heilsbringer. Kann auch der Linux-Heim- oder Webserver-Betreiber von der Technik profitieren? Ein Selbstversuch ...

Von Peter Siering

Virtualisierung ist für mich seit den Anfangsstagen von VMware eine nützliche Errungenschaft. Schon früh habe ich sie benutzt, um die Firewall des Heimnetzes auf dem Heimserver laufen zu lassen und den Root-Server mit Kollegen zu teilen: VMware, User Mode Linux, Xen, KVM und Hyper-V kenne ich aus eigener Anschauung. Die Idee der Container ist mir dank chroot-Umgebungen, BSD-Jails und auch OpenVZ nicht fremd, aber nie vergleichbar vertraut geworden. Für diesen Artikel habe ich versucht, mit Docker Freundschaft zu schließen.

Wenn man versucht, sich mit Docker vertraut zu machen, so liest man allerhand Profi-Jargon von Schichten und Rollback, Orchestrieren und Deployen. Viele Details und Praktiken, die beim Verstehen helfen und den Einsatz im Kleinen unterstützen,

etwa auf dem Heim- oder Webserver, muss man sich dagegen zusammen suchen: Das Folgende versucht deshalb den Spagat zwischen einer praktischen Einführung und Erklärungen für genau diesen Einsatzzweck. Wer Docker produktiv nutzen will, kommt langfristig um zusätzliche Online-Lektüre aber nicht herum.

Als Ausgangsbasis meiner Gehversuche dient ein Root-Server, der mehrere Apache-VirtualHosts für eine Reihe von Websites beherbergt: Blog, Owncloud, Git mit Web-Oberfläche und einen FTP-Server zum Abwerfen von Web-Inhalten – die Systeme sind mit Let's-Encrypt-SSL-Zertifikaten versehen. Dem Docker-Mantra „nur ein Dienst pro Container“ zu folgen, das klingt nach potenziertter Arbeit: Wo früher eine VirtualHost-Datei und ein

paar Handgriffe für die Zertifikate genügen, wollen jetzt mehrere Container gepflegt und koordiniert werden.

Andererseits steckt in vorbereiteten Containern Sparpotenzial: Blog-Software gibt es fertig auf dem Docker Hub. Das Gleiche gilt für Gitweb, Owncloud und sogar FTP. Man muss weder tar-Archive entpacken noch Dateirechte neu setzen oder Hinweise der Web-Entwickler zur Installation beachten. Das hat der Container-Image-Maintainer schon erledigt. Man setzt sich ins gemachte Web-Nest. Die eigentliche Anwendung im Image ist obendrein meistens moderner als das Pendant, das die Distribution als Paket an Bord hätte.

In Gang kommen

Bevor man so weit ist, gilt es zunächst mal, die Docker-Umgebung an den Start zu bringen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten, etwa auch Installationspaket, um sie auch unter Windows oder macOS zu verwenden. Ich empfehle und zeige, wie es mit einem minimalen aktuellen Debian 9 (Stretch) geht. Das darf durchaus auch in einer VM oder auf einem virtuellen Server laufen, denn Docker stellt keine besonderen Anforderungen an den Prozessor, wie es für Virtualisierungssoftware typisch ist.

Ergänzen Sie die Paket-Repositories in sources.list durch folgende Zeile:

```
deb https://download.docker.com/ \
  linux/debian stretch stable
```

Anschließend erweitern Sie die Paketverwaltung um den Bezug von Paketen per HTTPS, holen den PGP-Public-Key für die Prüfung, lassen Ihr System der Paketquelle vertrauen und richten Docker ein:

```
apt-get install apt-transport-https
apt-get install curl
curl -fsSL https://download.docker.com/ \
  com/linux/debian/gpg | apt-key add -
apt-get update
apt-get install docker-ce
```

Ob das geklappt hat, können Sie leicht herausfinden:

```
docker run hello-world
```

Der gestartete minimale Container gibt erklärenden Text aus. Für seinen Start holt Docker ein Image namens „hello-world“ vom Docker Hub und erzeugt daraus einen Container (Images kann man also als Vorlage und Container als Instanz beschreiben). Docker verpasst jedem Container, den es aus einem Image erzeugt

und ausführt, einen synthetischen Namen. Welchen, erfahren Sie in der Ausgabe von `docker ps -a` in der letzten Tabellenpalte, etwa „zen_khorana“. Der Befehl zeigt alle existierenden Container, ohne die Option „-a“ nur die, die aktuell laufen.

Orientierung

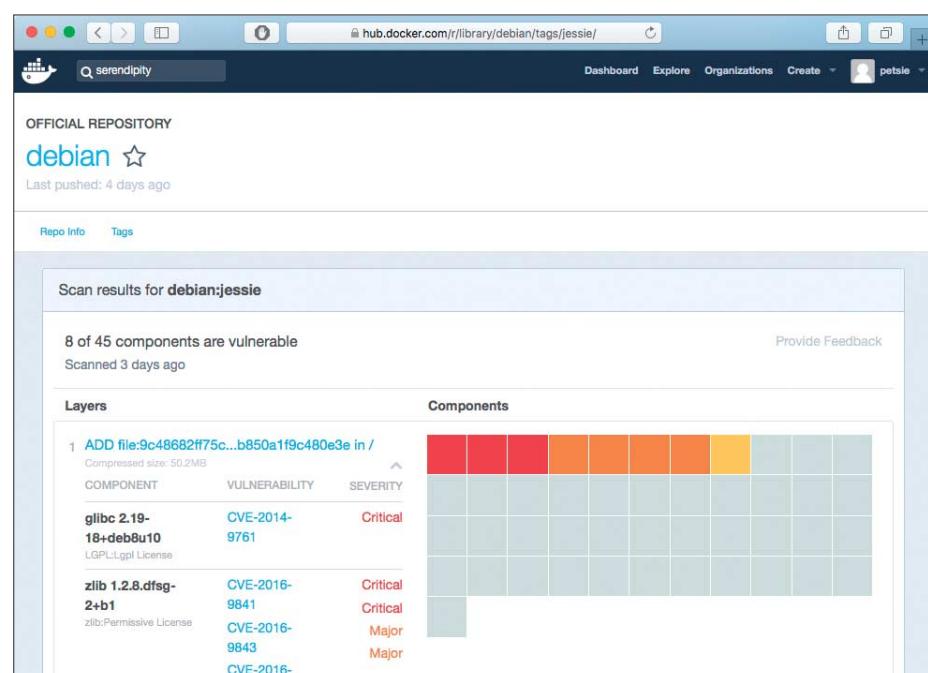
Lokal vorrätige Images können Sie sich mit `docker image ls` zeigen lassen (oder mit `docker images`). Dabei erfahren Sie auch, wie viel Platz diese Vorlagen lokal belegen. Das Image des gerade gestarteten `hello-world` ist gerade mal 2 KByte groß und enthält lediglich ein statisch gelinktes ELF-Programm, das den Text ausgibt – mehr kann, muss aber nicht in einem Image vorhanden sein, schon gar nicht zwangsläufig eine vollständige Linux-Laufzeitumgebung. Dem `hello-world`-Programm sind die Kernel-Schnittstellen genug.

Es gibt mehrere Möglichkeiten herauszufinden, was in einem solchen Image steckt: Sie können es mit `docker image save > /tmp/hello.tar` in ein TAR-Archiv verwandeln, dessen Inhalt – wiederum TAR-Dateien – sich wie eine Zwiebel entpacken lässt. Alternativ suchen Sie nach dem Image-Namen per Google-Suche – der Begriff „library/hello-world“ spuckt zwei Treffer aus: einen, der auf hub.docker.com zeigt und einen auf github.com (mit erweitertem Präfix „`docker-library`“).

Die Web-Seite des Docker Hub (hub.docker.com) beschreibt das Image, das der `docker run`-Befehl geholt hat. Oft findet man dort für den Betrieb nötige Angaben, etwa zum Setzen von Passwörtern für die darin angebotenen Dienste. Außerdem verweist die Seite zu einem Image meist auch auf die Projektplattform GitHub, wo schließlich die Bauanleitung, ein Bugtracker und weitere Hinweise zu finden sind. Oft braucht man solche Detailinformationen später.

Das Präfix vor einem Namen ist für die offiziellen Images „library“ beziehungsweise „`docker-library`“. „Offiziell“ in diesem Kontext heißt nicht, dass diese Images von Docker selbst stammen. Die Firma sponsert lediglich das Team, das die Images auf den Docker Hub hochlädt. Es soll anhand von prominenten Beispielen gute Image-Bau-Praktiken zeigen, einen Grundstock schaffen und Sicherheits-Updates zügig bereitstellen. Garantien gibt es nicht.

Der Docker Hub bietet eine besondere Dienstleistung, die nur dort registrierte Benutzer zu sehen bekommen – das Registrieren erfordert lediglich eine E-Mail-Adresse und ist kostenlos, aber sehr sinnvoll: Die Dienstleistung besteht darin, dass „Offizielle“ Images regelmäßig daraufhin untersucht werden, ob darin bekannte Sicherheitslücken vorhanden sind. Nur wer für ein eigenes Repository auf



Registrierten Nutzern zeigt der Docker Hub, welche Sicherheitslücken in „offiziellen“ Images stecken.

Docker Hub bezahlt, kann diese Dienstleistung einkaufen.

Noch ein abschließender Hinweis zur Existenz der Baupläne auf GitHub: Dort kann man bequem einsehen, woraus ein Image gebaut worden ist. Das zum Bauen von Images zentrale Dockerfile beschreibt nicht nur, wie ein Image montiert wird, sondern auch, aus welchen sonstigen Quellen es sich zusammensetzt. Diese Informationen sind dem fertigen Image nicht oder nur sehr aufwendig zu entlocken. Neben weiterer Doku helfen oft auch die Informationen im Bug-Tracker, beantworten sie doch gängige Fragen und Probleme.

Erster Dienst

Der Befehl `docker search gitweb` auf der Kommandozeile genügt, um auf dem Docker Hub nach dem simplen Werkzeug zu suchen, das Git-Repositories per Browser zugänglich macht. Bei Redaktionsschluss warf diese Suche immerhin 17 Treffer aus, darunter kein „offizielles“ Image. Die Liste enthält drei hilfreiche Spalten: „Stars“ summiert Bewertungen anderer Nutzer. Steht in „Official“ ein „OK“, dann handelt es sich um ein „offizielles“ Image. „Auto-

mated“ verrät, ob ein Image automatisch neu erstellt wird, wenn der Maintainer es aktualisiert.

Der Docker Hub liefert zusätzlich Hinweise auf die Häufigkeit, mit der das jeweilige Image verwendet wurde („Pulls“). Bei genauerem Ansehen der Liste stößt man auf Images, deren GitHub-Seiten schon nicht mehr existieren oder deren Inhalte seit mehreren Jahren nicht mehr aktualisiert worden sind. Auf diese Weise bilden sich schnell Favoriten heraus, die man dann durchprobieren kann. So schnell sie laufen, so schnell ist man sie schließlich wieder los.

Ich habe mich für den minimalen Ansatz entschieden und verwende „fraoustin/gitweb“. Mit `docker pull fraoustin/gitweb` lassen Sie den Docker-Daemon das Image herunterladen. Mit `docker run -d --name gitweb fraoustin/gitweb` erzeugen und starten Sie einen Container aus dem Image und geben ihm den Namen „gitweb“. Standardmäßig lauscht der enthaltene Web-Server an Port 80 und 443 auf Zugriffe vom Web-Browser oder Git-Client.

Bevor Sie sich dorthin sinnvoll verbinden können, müssen Sie ein Nutzerkonto und ein Repository anlegen. Dafür hat der

Image-Maintainer sich etwas Besonderes ausgedacht. Er hat einfache Skripte geschrieben, die sich per Docker aufrufen lassen:

```
docker exec gitweb addauth test test
docker exec gitweb addrepos test
```

legt den Nutzer „test“ mit gleichnamigem Passwort und ein ebenso benanntes Repository an. Weiterhin müssen Sie herausfinden, wie Sie den enthaltenen Web-Server überhaupt erreichen. Die Konfiguration des Containers zeigt `docker inspect gitweb | more` im Detail auf. Am Ende dieser Ausgabe finden Sie Hinweise aufs Netzwerk (unter „Networks“) und auch die IP-Adresse, die Docker ihm überlassen hat.

Ohne weitere Intervention verpasst Docker gestarteten Containern eine private IP-Adresse und verbindet sie mit einer beim Start des Docker-Daemon eingerichteten Bridge namens „docker0“. Der Docker-Host, auf dem der Docker-Daemon läuft, erhält in der Regel die erste IP-Adresse des Netzes, etwa 172.17.0.1, der erste Container dann 172.17.0.2. Sie können diese Adresse direkt im Browser auf dem Host eintippen, wenn der denn eine grafische Bedienoberfläche hat. Andernfalls erweist sich eine SSH-Verbindung mit SOCKS-Proxy als sehr nützlich.

Brückenschlag per SSH und SOCKS-Proxy

Eine zur Administration eines Systems bestehende SSH-Verbindung lässt sich auf vielfältige Weise auch benutzen, um zusätzlichen Datenverkehr vom lokalen in das entfernte Netzwerk zu schleusen. Recht bekannt ist die Methode, einen einzelnen TCP-Port in der Ferne über die Option `-L` mit einem lokalen kurzzuschließen; so verbindet etwa `-L 7777:localhost:8006` den lokalen Port 7777 mit Port 8006 auf dem entfernten System.

Zur Fernwartung eines Docker-Hosts und darauf laufender Web-Anwendungen ist der in SSH eingebaute SOCKS-Proxy praktischer. Baut man mit `ssh <mein-`

server> -D:12345 eine Verbindung auf, kann man im Web-Browser localhost und Port 12345 als SOCKS-Proxy eintragen. Alle dem entfernten Host bekannten IP-Netze sind dann über die Eingabe in die Adresszeile des Browsers erreichbar.

So kann man bequem Webdienste in den privaten Netzen der Container auf dem Docker-Host testen, ohne diese im Internet zugänglich zu machen. Zugriffe auf das Internet mit dem so konfigurierten Browser schlagen dann aber auf dem Docker-Host auf. Idealweise nutzt man den Trick also nur mit dem zweitliebsten Browser oder trägt Ausnahmen ein.

Sollen die Dienste außerhalb des Hostsystems erreichbar sein, muss man Docker dazu beim Erstellen entsprechende Anweisungen geben. Falls Sie sich an dieser Stelle fragen, warum das nicht nachträglich für einen laufenden Container möglich ist: Es widerspricht den Grundprinzipien der Container. Sie haben für sich genommen keinen echten Wert. Werfen Sie den `gitweb`-Container weg und starten Sie ihn neu: `docker rm -f gitweb` und `docker run -d --name gitweb fraoustin/gitweb`.

Wenn Sie sich jetzt wieder per Browser verbinden, lernen Sie eine wichtige Lektion: Gitweb scheint die Konfigurationsdaten vergessen zu haben, Benutzer und Repository sind weg. Das ist kein Fehler, sondern Absicht: Sie müssen vor dem Start eines Containers herausfinden, welche Daten der dauerhaft speichern soll und Docker dann sagen, wohin die sollen.

Wenn Sie das versäumen, kreiert der Docker-Daemon beim ersten Start automatisch ein oder mehrere Volumes für solche Daten und gibt ihnen kryptische Namen. Solange der Container nicht

Beim Testen von Containern mit Web-Diensten hilft der SSH-eigene SOCKS-Proxy.



gelöscht wird, nutzt er diese Volumes auch nach einem Neustart. Durch das Löschen des Containers geht diese Verknüpfung aber kaputt. Das Ergebnis: ein neu aus demselben Image erstellter Container erhält frische Volumes.

Wo die Volumes eines Containers liegen, lässt sich wiederum mit `docker inspect gitweb` herausfinden. Suchen Sie nach „Mounts“. Dort unter „Source“ finden Sie bei einer Standardinstallation ein oder mehrere kryptisch benannte Unterverzeichnisse in `/var/lib/docker/volumes`, die auf „_data“ enden. Schon überflüssig gewordene Volumes findet `docker volume ls --filter dangling=true`. Mit `docker volume prune` entledigen Sie sich ihrer.

Um vor dem Starten herauszufinden, wo die dauerhaft zu speichernden Daten liegen, rufen Sie `docker inspect fraoustan/gitweb` auf, also nicht für den Container, sondern für das Image. Suchen Sie nach „Volumes“. Für das konkrete Beispiel werden Sie auf „`/var/lib/git`“ stoßen. Mit diesem Wissen können Sie Gitweb mit einem explizit benannten Volume starten:

```
docker run -d --name gitweb ↵
  -v gitwebrepos:/var/lib/git ↵
  fraoustan/gitweb
```

Docker legt das Volume namens „gitwebrepos“ automatisch an, indem es auf dem Host das Verzeichnis `/var/lib/docker/gitwebrepos` erstellt.

Im konkreten Fall für das `fraoustan/gitweb`-Image genügt das leider noch nicht, um auch beim Löschen und Neuerstellen wieder alle in die Konfiguration per `docker exec gitweb addauth` hineingegebenen Zugangsdaten wiederherzustellen. Die landen in `/etc/nginx/.htpasswd`, einer Datei, die der Image-Autor leider nicht passend deklariert hat – was man sich letztlich durch Ausprobieren und Studieren der Quellen erarbeiten muss.

Abhilfe ist auch für diese einzelne Datei leicht zu schaffen, Sie müssen sie dazu vor dem Erstellen des Containers unbedingt anlegen:

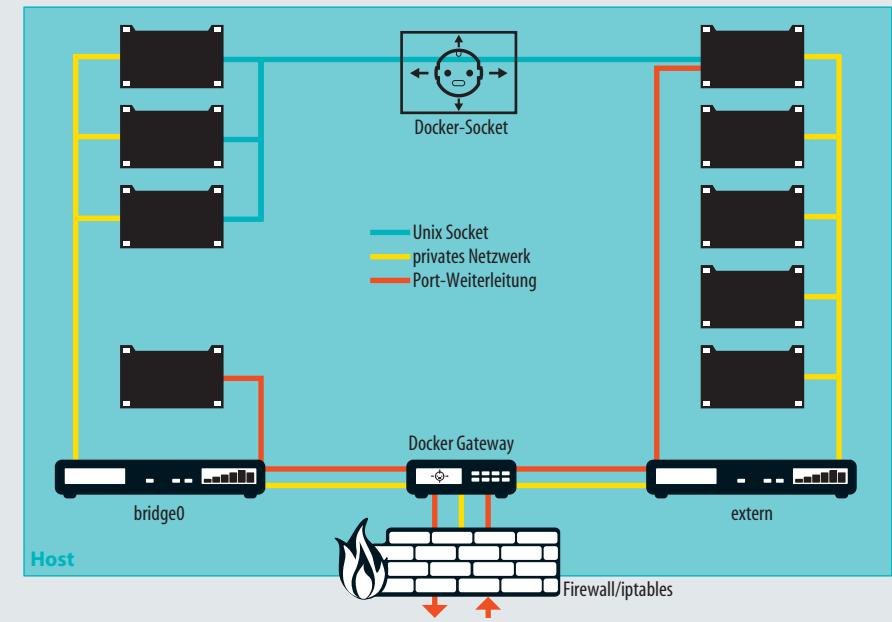
```
mkdir -p /usr/local/share/docker; ↵
  touch /usr/local/share/docker/ ↵
  gitweb_htpasswd
```

und sie beim Starten hineinreichen – der komplette Aufruf:

```
docker run -d --name gitweb ↵
  -v gitwebrepos:/var/lib/git ↵
  -v /usr/local/share/docker/ ↵
```

Containerreigen

Wenn in jedem Container nur ein Dienst beziehungsweise Prozess stecken soll, ist ein Proxy als Vermittler gefragt. Sein Komplizen beschafft auf Wunsch auch gleich SSL-Zertifikate. Voraussetzung für reibungslosen Betrieb ist eine Bridge auf Basis der User Defined Networks, damit der Proxy die Container mit Webdiensten über ihren Namen findet. Für alle genügt dann eine Port-Weiterleitung in der Firewall zum Proxy.



```
↳ gitweb_htpasswd: ↵
  ↳ /etc/nginx/.htpasswd ↵
  ↳ fraoustan/gitweb
```

Wenn Sie Gitweb-Container stets mit diesen Optionen erstellen, gehen keine Daten mehr flöten.

In die Welt

Mit diesen Grundlagen sollten Sie auch anderer Images Herr werden. Es empfiehlt sich, so lange mit `docker run` und `docker rm` zu arbeiten, bis Sie sicher sind, dass dabei keine Daten verloren gehen. Die Art und Weise, wie Sie einen Container konfigurieren, variiert stark: Neben der Methode in Gitweb mit Skripten ist es vor allem verbreitet, solche Daten als Umgebungsvariablen mitzugeben. Web-Anwendungen zeigen beim ersten Browser-Zugriff oft Konfigurationsseiten an und sammeln die Daten dabei ein.

Viele Images erlauben auch den Aufruf einer Shell mit `docker exec -it gitweb /bin/sh` und lassen so Forschung und Konfiguration zu. Versichern Sie sich aber, dass Änderungen dauerhaft nur auf Dateien wirken, die auch außerhalb des laufenden Containers Bestand haben, also auf Volumes landen oder in eine externe

Datenbank fließen. Die grundsätzliche Option, einen Container mit `docker commit` wieder in ein Image zu verwandeln, sollten Sie nicht langfristig nutzen: Damit züchten Sie nur Wartungsabträume ohne Bauplan (Dockerfile).

Ohne weitere Handgriffe Ihrerseits bleiben die Dienste des Containers nur vom Hostsystem aus erreichbar – Docker hat sie schließlich in einem privaten Netz angesiedelt, das den Zuständen hinter einem DSL-Router ähnelt. Es fehlt also eine Port-Weiterleitung, die Zugriffe auf einen Port des Hosts an einen Prozess im Container weiterreicht. Die richtet Docker beim Start des Containers ein, wenn Sie das explizit veranlassen. Die zusätzlich nötige Option lautet beispielsweise `-p 8001:80` und würde Port 80 des Gitweb-Webservers auf den Port 8001 des Hosts verbinden.

Für Webdienste wird das schnell unpraktikabel, speziell, wenn mehrere Container als virtuelle Hosts unter einer offiziellen IP-Adresse auf den üblichen Web-Ports 80 oder 443 erreichbar sein sollen. Die Lösung für diese Anforderung liefert ein Image namens „`jwilder/nginx-proxy`“: Es enthält einen für den Docker-Einsatz als automatisierter Reverse-Proxy vorkonfigurierten nginx-Webserver.

Der lauscht an einem speziellen Unix-Socket, über den Docker sein API anbietet (`/var/run/docker.sock`). Zugriff darauf sollte man nur wirklich vertrauenswürdigen Containern zugestehen, weil Übergriffe auf den Host nicht auszuschließen sind. Der Proxy erfährt dort, wenn ein neuer Container startet. Wenn der mit einer speziellen Environment-Variable versehen ist (in Form der Option `-e VIRTUAL_HOST=gitweb.example.com`), erstellt der Proxy eine dafür passende Konfigurationsdatei und lädt sie in den nginx-Server. So kann er Zugriffe auf den Host an den richtigen Container vermitteln.

Voraussetzung dafür ist eine funktionierende Namensauflösung innerhalb des privaten Netzes. Der Proxy benutzt zur internen Benennung des `VIRTUAL_HOSTS` den Namen des Containers, also im konkreten Fall `gitweb`. Soll die Vermittlung gelingen, muss aus dem nginx-Proxy heraus `gitweb` auflösbar sein. Das ist in dem standardmäßig von Docker eingerichteten Netz mit `bridge0` nicht der Fall – dort gibt es keine Namensauflösung.

Es ist nicht nötig, Geschütze in Form eines eigenen DNS-Servers aufzufahren, es reicht, eine etwas neuere Form der Docker-Vernetzung zu verwenden: User Defined Networking, das auf Seite 116 detaillierter zur Sprache kommt, erlaubt das Einrichten einer Bridge, an der Docker eine interne Namensauflösung bietet. Alle dort angeschlossenen Container können sich über ihre Namen verständigen (wenn die denn nicht mit den synthetischen Namen wie „zen_khorana“ versehen sind).

Eine solche Bridge ist mit `docker network create extern` im Nu eingerichtet. Laufende Container lassen sich mit `docker network disconnect docker0 gitweb` aus der Standard-Bridge entfernen und mit `docker network connect extern gitweb` mit der neuen verbinden. Beim Starten von Containern sorgt der Parameter `--network=extern` gleich für die „richtige“ Verbindung.

Verteiler

Beenden Sie noch laufende Container und starten Sie den Proxy mit:

```
docker run -d --name nginxproxy ↵
  --network=extern ↵
  -v /var/run/docker.sock: ↵
  /tmp/docker.sock:ro ↵
  -p 80:80 -p 443:443 ↵
  -v nginxproxy_certs: ↵
  /etc/nginx/certs:ro ↵
  -v nginxproxy_vhosts: ↵
```

```
↳ /etc/nginx/vhost.d ↵
↳ -v nginxproxy_html: ↵
↳ /usr/share/nginx/html ↵
↳ --label com.github.jrcs. ↵
↳ letsencrypt_nginx_proxy_companion. ↵
↳ nginx_proxy=true ↵
↳ jwilder/nginx-proxy
```

Dieser Aufruf verschafft dem Proxy lesenden Zugriff auf das Management-Interface, verbindet ihn mit den externen Ports 80 und 443 und richtet diverse Volumes zum Ablegen von Konfigurationsdateien ein. Wie an den Parametern deutlich wird, enthält das Ganze einen Vorgriff für den Bezug von SSL-Zertifikaten – gleich mehr dazu.

Starten Sie nun Gitweb so, dass der Proxy davon Kenntnis erhalten kann, also mit der Umgebungsvariablen und mit dem richtigen Netzwerk verbunden:

```
docker run -d --name gitweb ↵
  --network=extern ↵
  -v gitwebrepos:/var/lib/git ↵
  -v /usr/local/share/docker/ ↵
  gitweb_htpasswd: ↵
  /etc/nginx/.htpasswd ↵
  -e "VIRTUAL_HOST= ↵
  gitweb.example.com" ↵
  -e "LETSENCRYPT_HOST= ↵
  gitweb.example.com" ↵
  -e "LETSENCRYPT_EMAIL= ↵
  webmaster@example.com" ↵
  fraoustin/gitweb
```

Wenn Sie `gitweb.example.com` durch Ihre eigene Domain ersetzen und einen entsprechenden DNS-Eintrag für `gitweb` veranlasst haben, sollte der nginx-Proxy Zugriffe per Webbrowser nun an Gitweb durchreichen. Wichtig ist, dass Gitweb in einem gemeinsamen Docker-Netzwerk mit dem Proxy hängt und dass dort sein Name aufgelöst wird (extern in diesem Beispiel erfüllt als User Defined Network diese Voraussetzung). Zwei der beim Starten des nginx-Proxy angelegten Volumes sowie die mit `--label` gesetzte Markierung bereiten den Einsatz eines weiteren Containers vor, der automatisiert SSL-Zertifikate für die virtuellen Hosts in Containern bei Let's Encrypt beschafft. Den Proxy-Kompagnon starten Sie mit:

```
docker run -d --name nginxproxy_comp ↵
  -v /var/run/docker.sock: ↵
  /tmp/docker.sock:ro ↵
  -v nginxproxy_certs: ↵
  /etc/nginx/certs:rw ↵
  --volumes-from nginxproxy ↵
  jrcs/letsencrypt_nginx-proxy- ↵
  companion
```

Der Aufruf beinhaltet eine spannende Option: `--volumes-from nginx-proxy` sorgt

dafür, dass der neue Container die Volumes von dem bereits vorhandenen erbt – das lässt sich auch nutzen, um einen laufenden Container durch einen aus einem neuen Image zu ersetzen: Man benennt den laufenden Container um und startet den neuen dann mit der Option. So muss man nicht von Hand die Volumes übertragen. Der alte umbenannte lässt sich dann löschen. Der Kompagnon-Container kann im Standardnetzwerk bleiben.

Nützlinge

Damit die Automatik frische Zertifikate für einen Container bei Let's Encrypt beschafft, muss der mit speziellen Umgebungsvariablen gestartet werden. Der vollständige Aufruf für Gitweb lautet dann:

```
docker run -d --name gitweb ↵
  --network=extern ↵
  -v gitwebrepos:/var/lib/git ↵
  -v /usr/local/share/docker/ ↵
  gitweb_htpasswd: ↵
  /etc/nginx/.htpasswd ↵
  -e "VIRTUAL_HOST= ↵
  gitweb.example.com" ↵
  -e "LETSENCRYPT_HOST= ↵
  gitweb.example.com" ↵
  -e "LETSENCRYPT_EMAIL= ↵
  webmaster@example.com" ↵
  fraoustin/gitweb
```

Ein Blog, das seine Datenbank in einem anderen Container kontaktiert, ist mit dieser Infrastruktur und einem passenden DNS-Eintrag für `blog.example.com` im Nu am Start. Zunächst die Datenbank:

```
docker run -d --name blogsq ↵
  --network=extern ↵
  -v blogsq:/var/lib/mysql ↵
  -e "MYSQL_ROOT_PASSWORD=test" ↵
  mysql:5.7
```

Dieser Start weist zwei Besonderheiten auf: Es wird das Passwort der Datenbank über eine Umgebungsvariable gesetzt und der Aufruf setzt explizit die MySQL-Version, denn davon gibt es Images mit verschiedenen Varianten. Obwohl es nahe liegt, heißt der Container nicht `mysql` – es könnten weitere Container auf eigene Datenbank-Container angewiesen sein.

```
docker run -d --name blog ↵
  --network=extern ↵
  -v blogdata:/var/www/html ↵
  -e "LETSENCRYPT_HOST= ↵
  blog.example.com" ↵
  -e "LETSENCRYPT_EMAIL= ↵
```

```
↳ webmaster@example.com" ↳
↳ volkerwiegand/serendipity
```

Die Konfiguration erfolgt für Serendipity durch Verbinden mit dem Browser. Das Blog speichert die Konfigurationsdaten dann auf dem blogdata-Volume und in der Datenbank. Bei der Abfrage der Datenbankverbindung lässt sich dank der Namensauflösung im User Defined Network der Name des Datenbank-Containers angeben (blogsql). Zertifikate für den virtuellen Host und eine Weiterleitung richten der nginx-Proxy und sein Kompagnon ein.

Die Inbetriebnahme des ftp-Servers liefert nur noch wenig neue Erkenntnisse:

```
docker run -d --name ftp ↳
  -p 21:21 -p 4559-4564:4559-4564 ↳
  -v vsftpddata:/srv ↳
  -v vsftpdetc:/etc/vsftpd ↳
  panubo/vsftpd
```

Der Aufruf gibt gleich einen ganzen Port-Bereich frei. Dafür ist egal, in welchem Netz der ftp-Server steckt, das Standardnetz an bridge0 genügt. Das Daten-Volume könnte man als weiteres Volume einem Web-Server mit der Option -v vsftpddata:/var/www/html/ftpupload:ro zugänglich machen – das kommt am Ende verbietet schreibende Zugriffe.

Docker hat die Welt nicht neu erfunden. An vielen Stellen greift es auf Bewährtes zurück: Für den Zugriff der Container aufs Internet setzt es NAT-Regeln und für die Port-Weiterleitungen richtet es passende Firewall-Regeln mit iptables ein. Diese Regeln nehmen keine Rücksicht auf ein eventuell schon auf dem Hostsystem aktives, eigenes Regelwerk. Wer mehr Gestaltungsspielraum braucht, als Docker hierfür zugesteht, der kann beim Start des Docker-Daemon die Firewall-Funktionen deaktivieren und muss dann selbst aktiv werden, um Dienste mit der Außenwelt zu verbinden.

Standardmäßig läuft ein Container, bis er beendet wird. Das kann über die regulären Management-Schnittstellen passieren oder das Neustarten des Hostsystems, aber auch durch Fehler in der ausführten Software, etwa weil sie Speicher frisst. Beim Starten kann man Docker Richtlinien mitgeben, wie beim Beenden zu verfahren ist. Für den unbeaufsichtigten Betrieb ohne Managementlösung hat sich --restart=unless-stopped bewährt. So ist sichergestellt, dass Container zuverlässig laufen. Die minimalistischen Ansätze färben auch aufs Logging ab: Container

schreiben keine Log-Dateien, sondern geben die einfach auf stdout und stderr aus. Der Docker-Daemon sammelt diese Daten ein und spuckt sie auf Nachfrage aus: docker logs gitweb zeigt die Log-Daten von Gitweb. Für den dauerhaften Betrieb sollten Sie das anders organisieren: Sie können die Logs an den Log-Daemon des Docker-Hosts durchreichen. Das geht global oder individuell mit der Option --log-driver=syslog bei docker run; um nicht die IDs, sondern den Container-Namen in den Logs zu finden, ergänzt man das um --log-opt tag="ftp".

Adminlinge

Der Docker-Praxis widerspricht es, Updates dauerhaft über das Paketmanagement der verwendeten Distribution in einem Container einzuspielen. Der vorgesehene Weg ist: wegwerfen und aus einem aktualisierten Image frisch starten. Das sind zwar nur wenige Handgriffe, aber schon bei einer Handvoll laufender Container schreien die nach Automatismen. Recht beliebt dafür ist eine Software namens „Watchtower“.

Watchtower selbst ist mit docker run -d --name watchtower -v /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock v2tec/watchtower als Container eingerichtet. Es benötigt für seine Aufgabe Vollzugriff auf den Unix-Socket, auf dem Docker lauscht. Watchtower prüft regelmäßig, ob es neue Images für laufende Container gibt: Fin-

det er solche, löst er einen Pull aus, startet aus dem Image einen neuen Container und beendet und löscht den alten. Alte Images röhrt Watchtower nicht an.

Auch andere Programme, die dem geneigten Admin das Leben erleichtern wollen, spritzen kontinuierlich aus dem Boden: Dabei sind schlanke Web-Frontends wie Portainer.

Fazit

Unterm Strich tut sich eine faszinierende Welt auf, wenn man sich eingängiger mit Docker auseinandersetzt. Das Eindenken und das Umstellen einer bestehenden Server-Installation einschließlich der archäologischen Arbeiten zum Reproduzieren längst vergessener Konfigurationstricks und Umsetzen derselben in der Container-Welt ist nichts, was man in ein paar Stunden erledigt.

Wichtig ist, das Modell hinter Containern zu verinnerlichen: Daten, die dauerhaft erhalten bleiben sollen, haben darin nichts zu suchen. Beim Einsatz von Docker auf einem Klein-Server zählt deshalb Sorgfalt bei der Datenhaltung. Der Lohn: Es liegt glasklar auf der Hand, welche Daten ins Backup gehören. Und man kann schmerzlos mal eben einen zweiten Container mit einer Datenkopie starten, um Dinge auszuprobieren. (ps@ct.de) **ct**

**Befehlszeilen als Textdatei für
Copy&Paste: ct.de/ysqy**

State	Name	Image	IP Address	Published Ports	Ownership
stopped	zen_khorana	hello-world	-	-	• public
running	nginxproxy	jwilder/nginx-proxy:latest	172.18.0.3	443/443, 80:80	• public
running	cloud	nextcloud:latest	172.18.0.6	-	• public
running	blogsql	mysql:latest	172.18.0.4	-	• public
running	ftp	panubo/vsftpd	172.17.0.5	-	• public
running	blog	volkerwiegand/serendipity	172.18.0.5	-	• public
running	portainer	portainer/portainer	172.17.0.4	-	• public
running	watchtower	v2tec/watchtower	172.17.0.3	-	• public
running	nginxproxy_comp	jrcs/letsencrypt-nginx-proxy-companion	172.17.0.2	-	• public
running	gitweb	fraoulin/gitweb	172.18.0.2	-	• public

Wer lieber die Maus schwingt, findet in Portainer einen treuen Helfer zur Verwaltung von Docker. Dank eines eingebauten Rollenmodells lassen sich administrative Aufgaben delegieren.



Besser handgeknüpft

Container komfortabel vernetzt: User Defined Networks

Wurden Webserver und Datenbank in bester Docker-Manier in jeweils eigene Container verfrachtet, muss der Webserver neue Wege finden, auf die Datenbank zuzugreifen. Früher wurden solche Container miteinander verlinkt, doch diese Methode ist veraltet und soll bald entfernt werden. Die Zukunft gehört den User Defined Networks mit Embedded DNS-Server inklusive Namensauflösung für Container.

Von Mirko Dölle

Für jeden Dienst einen eigenen Container, so könnte man die Docker-Doktrin kurz zusammenfassen. Nimmt man sie ernst, zerfällt ein traditioneller LAMP-Server mit Linux, Apache, MySQL und PHP in mindestens einen Webserver- und einen eigenen Datenbank-Container – mancher lagert sogar noch PHP in einen eigenen Container aus. Doch der gewünschte Effekt, dass die Dienste unabhängig voneinander arbeiten, hat auch Nebenwirkungen: Es müssen Kommunikationskanäle konfiguriert werden.

Beim traditionellen monolithischen LAMP-Server ist die Konfiguration trivial, Webserver und MySQL-Datenbank laufen auf demselben Host und tauschen ihre

Daten lokal über das Loopback-Interface oder einen Socket aus. In Docker-Container aufgeteilt handelt es sich nun von einander getrennte Prozesse mit eigenem Prozessraum und eigener IP-Adresse, die weiterhin miteinander kommunizieren müssen. Als Beispiel dient ein Webserver mit PHPMyAdmin als Datenbank-Frontend und abgetrennter MySQL-Datenbank. Beides gibt es als fertige Container-Images im Docker Hub.

Starten Sie den Webserver-Container mit dem Kommando

```
docker run --name webserver \
-p 80:80 -d phpmyadmin/phpmyadmin
```

so wird zunächst einmalig das PHPMyAdmin-Image vom Docker Hub heruntergeladen. Da es keine Angabe zum Netzwerk gibt, das dieser Container benutzen soll, hängt Docker ihn an die Default Bridge mit dem Netzsegment 172.17.0.0/24 an. Folglich erhält die MySQL-Datenbank eine IP-Adresse aus dem Subnetz der Standard-Bridge bridge. Welche das ist, erfahren Sie erst nach dem Start per `docker network inspect bridge`, zum Beispiel 172.17.0.2.

Veraltete Verlinkung

Einfluss auf diese IP-Adressvergabe haben Sie im Netzsegment der Standard-Bridge nicht, Sie können nicht mal einem Container eine manuelle IP-Adresse zuweisen. Das wird zum Problem, wenn Sie den Datenbank-Container starten:

```
docker run --name dbserver \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
-d mysql:8
```

Auch dieser Container landet ohne abweichende Netzwerkkonfiguration in der Standard-Bridge und erhält eine IP-Adresse aus dem Segment 172.17.0.0/24. Auch wenn die IP-Adressen lange unverändert bleiben, spätestens nach einem Neustart des Hosts werden die Karten neu gemischt – weshalb es keine Lösung ist, die von Docker zugewiesene IP-Adresse der Datenbank in PHPMyAdmin auf dem Webserver einzutragen. Abhilfe brachte bisher die Option `--link`:

```
docker run --name webserver \
--link dbserver:db -p 80:80 \
-d phpmyadmin/phpmyadmin
```

Damit legt Docker im Webserver-Container einen Verweis für den Hostnamen db auf die IP-Adresse des Docker-Containers mit dem Namen dbserver an – sodass

PHPMyAdmin über den Hostnamen `db` auf die MySQL-Datenbank zugreifen kann. Das setzt allerdings voraus, dass alle (PHP-)Anwendungen des Webservers die Namensauflösung auch nutzen und nirgends die Angabe einer IP-Adresse erfordern. Die Festlegung auf `db` als (internen) Hostnamen für den Datenbank-Container hat übrigens das PHPMyAdmin-Projekt getroffen. Solche Angaben finden Sie meist in der Beschreibung der einzelnen Docker-Images auf Docker Hub.

Doch wie schon eingangs erwähnt ist die Link-Option seit langem „deprecated“, also veraltet, und könnte bei jedem künftigen Release entfernt werden. Als Ersatz wurden die User Defined Networks geschaffen.

Netz nach Maß

Der große Vorteil der User Defined Networks liegt in der Separierung, ganz nach Docker-Mentalität: Die verschiedenen Netze sind voneinander getrennt, Zugriff haben stets nur die Container, die mit dem jeweiligen Netz verknüpft sind. Das dürfen auch durchaus mehrere sein, etwa bei einem Container, der Datenbank-Backups von Containern verschiedener Kunden einsammelt. Der Container besitzt dann mehrere virtuelle Netzwerk-Devices.

Der auffälligste Unterschied ist, dass Sie vor dem Start des ersten Containers das Netzwerk einmalig anlegen müssen:

```
docker network create webnet
```

Geben Sie wie hier nur den Namen des neuen Netzes an, legt Docker automatisch ein neues Class-B-Subnetz als Bridge an, das Sie genauso wie die Standard-Bridge namens `bridge` nutzen können: Container in diesem Netz haben Internetzugriff und sind sogar von außen erreichbar, sofern Sie die Ports freigeben. Darüber hinaus hat dieses User Defined Network `webnet` aber auch einen selbstlernenden DNS-Server, der die Namen der Container auflöst. Damit der Datenbank-Server im `webnet` gestartet wird, müssen Sie beim Aufruf von `docker run` lediglich den Parameter `--network webnet` ergänzen:

```
docker run --network webnet \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
--name dbserver -d mysql:8
```

PHPMyAdmin im Webservice-Container erfährt über die Umgebungsvariable `PMA_HOST`, die Sie mit dem Parameter `-e PMA_HOST=` gefolgt vom Namen des Daten-

bank-Containers setzen, wo er die Datenbank findet:

```
docker run --network webnet --name \
webserver -e PMA_HOST=dbserver \
-p 80:80 -d phpmyadmin/phpmyadmin
```

Indem Sie die Alias-Funktion des Embedded DNS-Servers nutzen, können Sie die zusätzliche Umgebungsvariable und damit den Parameter beim Start des Webservers einsparen. Dazu nutzen Sie aus, dass der PHPMyAdmin-Container konfiguriert ist, die Datenbank standardmäßig über den Hostnamen `db` anzusprechen – weshalb Sie bei der Verlinkung mittels `--link` keinen zusätzlichen Parameter für den Datenbank-Hostnamen übergeben mussten. Indem Sie beim Datenbank-Container ein Netzwerk-Alias `db` einrichten, sorgen Sie dafür, dass PHPMyAdmin die Datenbank dank der Standardkonfiguration auch im User Defined Network selbsttätig findet:

```
docker run --network webnet \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
--name dbserver --network-alias db \
-d mysql:8
```

Solche Standardwerte gibt es auch bei vielen anderen Docker-Images. Aliase erlauben es Ihnen, Container unverändert direkt aus dem Docker Hub zu nutzen, ohne auf eine verständliche Benennung der Container verzichten zu müssen: So könnten Sie im Namen des Datenbank-Containers, der ja bei allen Docker-Be-

fehlen eine Rolle spielt, ohne Schwierigkeiten den Namen eines Kunden oder eines Dienstes unterbringen. Dank Alias ist er trotzdem als `db` aus dem Webservice heraus erreichbar.

Per Alias zum Docker-Template

Ein weitere oft unterschätzte Möglichkeit ist, mehreren Containern im selben Netz dasselbe Alias zuzuweisen. Laufen zwei oder mehr Container mit demselben Alias gleichzeitig, wählt der Embedded DNS des User Defined Networks bei Anfragen zufällig einen Container aus und liefert dessen Adresse zurück. So lässt sich die Last ähnlich wie bei einem Round-Robin-DNS-Server auf mehrere Container verteilen.

Allerdings hat es wenig Sinn, zur Lastverteilung auf einem Host mehrere gleiche Container zu betreiben – dafür wäre ein Schwarm von Containern auf mehreren Nodes besser geeignet.

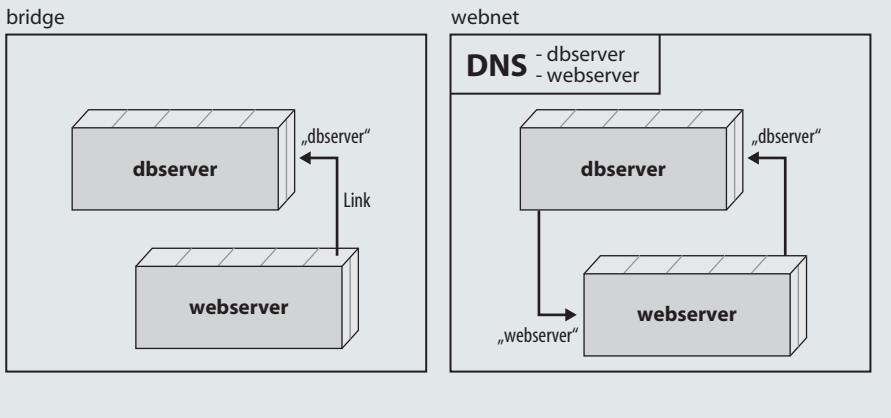
Interessant wird es jedoch, wenn ein Upgrade des Datenbank-Containers ansteht: Indem man dem aktualisierten Container einen neuen Namen, aber das selbe Alias zuweist, kann zunächst der neue Datenbank-Container gestartet werden, bevor man unmittelbar danach den alten abschaltet und Anfragen dann nur vom neuen beantwortet werden. Macht der neue Schwierigkeiten, startet man einfach wieder den alten und er übernimmt nahtlos die Arbeit. So gibt es keine Downtime des Dienstes.

```
root@ip-172-31-12-38:~# docker network inspect isolated
[{"Name": "isolated", "Id": "4317444c5ab6e56025bcd9e6cb795a3f4bbe8a273bc644af6a4290501733b69", "Created": "2017-06-28T13:43:42.403997485Z", "Scope": "local", "Driver": "bridge", "EnableIPv6": false, "IPAM": {"Driver": "default", "Options": {}, "Config": [{"Subnet": "172.19.0.0/16", "Gateway": "172.19.0.1"}]}, "Internal": false, "Attachable": false, "Containers": {}, "Options": {"com.docker.network.bridge.enable_icc": "false"}, "Labels": {}}]
```

Dank Inter Container Connectivity (ICC) können sich Container untereinander verbinden. Schaltet man sie ab, ist jeder Container von allen anderen isoliert – hat aber weiter Internetzugriff.

Link vs. User Defined Network

Wird der Webserver traditionell nur mit dem Datenbank-Container verlinkt (links), so kennt nur er den Namen des Datenbank-Containers – umgekehrt aber nicht. Im User Defined Network „webnet“ (rechts) hingegen lassen sich über den Embedded DNS-Server von Docker die Namen aller Container desselben Netzes auflösen.



Mehr noch: Indem Sie etwa Ihr eigenes Webserver-Image von Anfang an so konfigurieren, dass es stets über das Alias auf die Datenbank zugreift, erhalten Sie eine Art Template-Image, das Sie unverändert für verschiedene Kunden oder verschiedene Websites einsetzen können. Sie erzeugen dann nur noch für jeden Kunden oder jede Website per `docker network create` und `docker run` ein neues User Defined Network sowie neue Webserver- und Datenbank-Container mit verständlichen Namen. Der reibungslose Datenaustausch zwischen den Containern gelingt dank der Aliase. Das erleichtert auch die Administration, denn egal in welchem Kunden-Container man sich umsieht, die Datenbank findet man stets unter `db`.

Namensvielfalt

Die User Defined Networks beherrschen auch den umgekehrten Fall, dass ein Container mehrere Aliase hat – und dass sie sich von Netz zu Netz unterscheiden können. Das ist dann praktisch, wenn man etwa einen Webserver mit CMS und PHPMyAdmin zur Datenbankverwaltung anbieten möchte und deshalb insgesamt drei Container verwendet: einen Webserver mit CMS, einen mit PHPMyAdmin und den MySQL-Datenbank-Container.

Erwartet das CMS etwa den Datenbank-Server unter dem Namen `sqlserver`, während PHPMyAdmin ja `db` verwendet, ergänzt man das zweite Alias einfach beim Start des Datenbank-Containers:

```
docker run --network webnet \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
--name dbserver --network-alias db \
--network-alias sqlserver -d mysql:8
```

So ist der Datenbank-Container unter den Namen `dbserver`, `db` und `sqlserver` erreichbar.

Komplizierter ist der Fall, wenn ein Datenbank-Container die Daten mehrerer anderer Container aus verschiedenen User Defined Networks aufnehmen soll, etwa weil die Homepage Ihres Sportvereins eine Datenbank nutzt und Sie für Ihre private Homepage keinen zweiten Datenbank-Container starten wollen.

In dem Fall starten Sie zunächst den Datenbank-Container nur mit der Einbindung ins Netz des Vereins-Webservers:

```
docker run --network webnet \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
--name dbserver \
--network-alias sqlserver \
-d mysql:8
```

Damit Ihr privater Webserver, der zum Beispiel im Netz `privatenet` läuft, den Datenbank-Container unter dem Namen `db` erreichen kann, müssen Sie folgenden Befehl nach dem Start des Datenbank-Containers eingeben:

```
docker network connect --alias db \
privatenet dbserver
```

Das hat auch den Effekt, dass der Datenbank-Container vom Vereins-Websvcer aus nicht als `db`, sondern nur als `sqlserver`

zu erreichen ist. So kann es nicht versehentlich zu Alias-Kollisionen kommen, weil zwei verschiedene Dienste in verschiedenen Netzen das gleiche Alias verwenden.

Container lassen sich nicht nur durch verschiedene User Defined Networks von einander isolieren, lediglich ist die sogenannte Inter Container Connectivity (ICC) standardmäßig bei allen Netzen aktiviert. Sie lässt sich aber beim Erzeugen eines neuen Netzes leicht deaktivieren:

```
docker network create -o \
'com.docker.network.bridge.enable_icc \
=false' isolated
```

Alle Container, die Sie ins Netz `isolated` hängen, haben zwar eine voll funktionierende Internetverbindung und erhalten von Docker IP-Adressen aus demselben Subnetz, untereinander kommunizieren können sie jedoch nicht.

Die Internetverbindung stellt der Netzwerktreiber `bridge` bereit, der beim Erzeugen eines neuen User Defined Network zum Einsatz kommt, sofern man nichts anderes angibt. Der zusätzliche Parameter `--internal` beschränkt den Zugriff aller Container auf das lokale Netz, sodass sie keine Internetverbindung mehr haben. Der Treiber `null` untersagt jeglichen Netzwerkgzugriff. Letzteres müssen Sie nicht erst anlegen, es existiert bereits standardmäßig unter den Namen `none`.

Das `none`-Netz eignet sich besonders für Container, die lediglich lokale Berechnungen durchführen, und für Anwendungen, die aus Sicherheitsgründen keinen Netzwerkgzugriff bekommen sollen. Ein Beispiel dafür ist PHP bei einem Nginx-Websvcer: PHP wird mittels Unix-Socket an Nginx angebunden.

Indem man den Socket auf dem Host ablegt und als Volume sowohl in den Nginx-Container als auch in den PHP-Container hineinreicht, können Webserver und PHP ohne Netzwerkgzugriff kommunizieren. Sollte ein Angreifer eine Sicherheitslücke ausnutzen und so die Kontrolle über PHP oder den gesamten Container übernehmen, wären seine Möglichkeiten sehr begrenzt: Er könnte weder andere Systeme angreifen noch den Container für DDoS-Attacken missbrauchen. Es bedeutet aber auch, dass man als Anwender auf etliche Funktionen verzichten muss, etwa den Zugriff auf einen Datenbankserver, sofern dieser nicht ebenfalls über einen Socket oder das Dateisystem erfolgt. (mid@ct.de) **ct**

Anzeige



Von der Idee zum fertigen Container

Eigene Container für vorhandene und neue Dienste bauen

Docker ist eine interessante Lösung – für Probleme, die bislang auf andere Art gelöst wurden. Wir zeigen, wie Sie Ihre vorhandene MySQL-Datenbank in einen Container auslagern und mit in Containern verpacktem Tor und P2P-Messenger Bitmessage sicher im Darknet kommunizieren. Den Umgang mit untereinander verbundenen Containern lernen Sie nebenbei auch.

Von Mirko Dölle

Alter Wein in neuen Schläuchen? Das könnte man glauben, wenn man sich ansieht, welche Dienste Admins heute in Docker-Containern betreiben: Webserver, CMS, Datenbanken und ähnlich Profanes. Neu ist nur, dass die Dienste nun nicht mehr Seite an Seite auf dem Server ausgeführt werden, sondern jeder für sich in einem Docker-Container steckt und abgetrennt – und somit geschützt – von anderen arbeitet, aber weiterhin mit bestimmten anderen Diensten zusammenarbeiten muss. Man steht also meist vor dem Problem, vorhandene Dienste auf Docker zu migrieren und Kon-

figurationsdateien und Daten weiterzuverwenden.

Fertigware

Bevor Sie jedoch anfangen, eigene Docker-Images zu stricken, sollten Sie immer erst im Docker Hub nachsehen, was es bereits gibt. Das Rad muss nicht zum millionsten Mal neu erfunden werden, davon wird es auch nicht runder. Das beste Beispiel ist MySQL: Das „offizielle“ MySQL-Image aus dem Docker Hub wird gut gewartet und benötigt so gut wie keine Anpassungen für die Inbetriebnahme. Sofern man nicht eigene Patches für die Datenbank benötigt,

kann das eigene Ergebnis kaum besser sein als das aus dem Docker Hub – weshalb Sie besser auf das fertige Image zurückgreifen anstatt Ihr eigenes zu bauen.

Die Umstellung einer lokalen MySQL-Installation auf einen MySQL-Container ist einfach: Beenden Sie MySQL auf dem lokalen Host, sodass die Datenbank nicht weiter verändert wird, und legen Sie eine Kopie des MySQL-Datenverzeichnisses `/var/lib/mysql` an, mit der anschließend der Container arbeiten soll.

Um die Kopie zu speichern, gibt es zwei Möglichkeiten: Sie lassen Docker Ihre Daten in Volumes verwalten oder Sie sammeln Ihre Container-Daten in einem Verzeichnis. Ich beschreibe exemplarisch beide Wege.

Möchten Sie Ihre MySQL-Datenbank in ein Volume kopieren, legen Sie dieses zunächst mit dem Befehl

```
docker volume create localmysql
```

an. Damit erstellt Docker in seinem Volume-Verzeichnis das Unterverzeichnis `localmysql/_data` für Ihre Daten und legt für das Volume einen neuen Eintrag in der Volume-Datenbank an. Wo genau sich Ihr Datenverzeichnis im Dateisystem befindet, erfahren Sie anschließend mit:

```
docker volume inspect localmysql
```

Dorthin kopieren Sie Ihre vorhandene MySQL-Datenbank, also den kompletten Inhalt des Verzeichnisses `/var/lib/mysql`.

Flüchtige Volumes

Docker Volumes haben zwei Nachteile: Der erste ist, dass Sie nicht einzelne Dateien aus einem Volume an einer bestimmten Stelle des Containers einhängen können, um etwa die Konfigurationsdatei für MySQL durch eine eigene zu überlagern. Sie müssen dann mehrere Volumes für denselben Container anlegen, was schnell unübersichtlich wird.

Der zweite ist, dass Sie Ihre Daten im Handumdrehen unwiederbringlich verlieren können, wenn Sie etwa im Zuge eines Upgrades den alten Container bereits gelöscht haben und anschließend per `docker volume prune` aufräumen: Docker fragt zwar, ob Sie wirklich aufräumen wollen, zeigt Ihnen aber nicht an, welche Volumes anschließend gelöscht werden. Auf diese Weise wurden schon ganze Unternehmen versehentlich entsorgt.

Wenn Sie ein eigenes Verzeichnis in den Container hineinreichen, sind Sie vor solchen Docker-Löschtorgien sicher und

können Ihre Daten übersichtlich strukturieren – etwa indem Sie das Verzeichnis `/data/localmysql` als Basispfad für alle Konfigurations- und Datenbankdateien Ihres MySQL-Servers verwenden. Konfigurationsdateien würden Sie dann unter `/data/localmysql/config` ablegen und Ihre vorhandene MySQL-Datenbank nach `/data/localmysql/data` kopieren.

Egal ob mit Docker Volume oder eigenem Verzeichnis, vor dem ersten Start des MySQL-Containers müssen Sie sich um die korrekten Besitzer und Zugriffsrechte Ihrer alten Dateien kümmern. Das vorab herauszufinden ist nicht immer leicht. Manchmal ist die einfachste Methode, einen zweiten Container mit einem anders benannten, nicht vorab angelegten Docker Volume zu starten:

```
docker run --name mysqltest \
-v mysqltest:/var/lib/mysql \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD=123456 \
-d mysql:8
```

Da es das Docker Volume `mysqltest` noch nicht gibt, erzeugt Docker beim Start des Containers ein neues Volume dieses Namens – und kopiert die im Container bereits vorhandenen Dateien aus dem Verzeichnis `/var/lib/mysql` in das neue Volume. Mit `docker volume inspect mysqltest` finden Sie den Pfad des Volumes heraus und können dort nachsehen, wem die Dateien gehören und welche Zugriffsrechte Sie besitzen – und Ihre alten Dateien entsprechend anpassen.

Damit haben Test-Container und Test-Volume Ihre Schuldigkeit getan und Sie können sie mit

```
docker stop mysqltest
docker rm mysqltest
docker volume rm mysqltest
```

entfernen.

Abgeguckt

Eine andere Methode ist, sich das Dockerfile des Images im Docker Hub anzusehen. Dort wird für MySQL ein neuer Benutzer angelegt:

```
RUN groupadd -r mysql && \
useradd -r -g mysql mysql
```

Die Parameter `-r` bei `groupadd` und `useradd` bedeuten, dass ein Systembenutzer respektive eine Systemgruppe mit einer ID unter 1000 angelegt werden. Hier zählt Debian standardmäßig einfach rückwärts, sodass der erste so angelegte Systembenutzer die ID 999 bekommt. Die Grup-

penzugehörigkeit der Daten im Volume ist immer gleich, die Dateien gehören stets der Gruppe Docker. Im Fall des MySQL-Containers bedeutet das, dass Sie das Volume- oder Datenverzeichnis mittels

```
chown -R 999:docker *
```

behandeln müssen, damit der MySQL-Container anschließend auf seine Daten zugreifen kann.

Um den MySQL-Container mit den im Verzeichnis `/data/localmysql` gespeicherten Datenbankdateien zu starten, geben Sie den absoluten Pfad des Verzeichnisses als Quelle hinter dem Parameter `-v` an, dahinter folgt das Zielverzeichnis im Container:

```
docker run --name localmysql -v \
/data/localmysql/data:/var/lib/mysql \
-d mysql:8
```

Die Angabe des MySQL-Root-Passworts per Umgebungsvariable ist nicht nötig, denn Ihre MySQL-Datenbank ist ja bereits konfiguriert und mit einem Passwort geschützt. Mit `docker network inspect bridge` erfahren Sie die private IP-Adresse des MySQL-Containers, unter der Sie die Datenbank künftig erreichen – oder Sie stecken ihn mit fester IP-Adresse in ein User Defined Network, wie ab Seite 116 beschrieben.

Schritt für Schritt

Die Qualität der im Docker Hub veröffentlichten Images ist allerdings mitunter fragwürdig, insbesondere regelmäßige oder gar automatische Aktualisierungen sind ein Problem. Dann können Sie immerhin noch das Dockerfile als Anhaltpunkt für eine Eigenentwicklung verwenden. Das Dockerfile ist eine Art Rezept, in dem alle Zutaten und Arbeitsschritte stehen, die Sie zum Erzeugen eines Docker Image benötigen – woraus dann im nächsten Schritt der fertige Container entsteht.

Auf komplett eigene Images sollten Sie möglichst verzichten und stattdessen auf eins der verbreiteten Basis-Images zu-

```
FROM alpine:edge
RUN apk update && \
apk upgrade && \
apk add tor
USER tor
ENTRYPOINT ["tor"]
```

Das Dockerfile für Tor verwendet Alpine Linux als Basis-Image.

rückgreifen. Ich verwende meist Alpine- oder Debian-Images als Basis und bau meine Dockerfiles darauf auf, etwa für einen Container mit Tor-Daemon. Üblicherweise läuft der Tor-Daemon direkt auf dem Host und tunnelt ins Darknet. Sollte eine gravierende Sicherheitslücke bekannt werden, wäre der Host unmittelbar gefährdet. Indem ich Tor in einen Container sperre, erhöhe ich den Aufwand für einen potenziellen Angreifer.

Als Basis für das Tor-Image dient Alpine Linux, Version Edge. Dort muss Tor nachinstalliert und so konfiguriert werden, dass Tor als SOCKS5-Proxy für Verbindungen ins Darknet bereitsteht. Eine Anleitung für die Installation von Tor auf Alpine gibt es nicht, wohl aber ein Tor-Paket im Alpine-Repository – den Rest muss man sich selbst erarbeiten.

Ein guter Einstieg, um genau das zu tun, ist ein laufender Alpine Linux Container, in dem Sie die nötige Software nach-

installieren und dann konfigurieren. Die eingegebenen Befehle ergänzen Sie später einfach im Dockerfile. Am Anfang besteht das Dockerfile aus nur zwei Zeilen:

```
FROM alpine:edge
CMD /bin/sh
```

Mit dem Kommando `docker build -t tor ./` erzeugen Sie das Image `tor` aus dem Dockerfile und starten es mittels `docker run -it --rm tor`, woraufhin Sie in der Standard-Shell des Alpine-Linux-Systems landen.

Um Tor aus der Paketverwaltung nachzuinstallieren, müssen Sie zunächst per `apk update` die Paketlisten aktualisieren. Außerdem sollten Sie dann mit `apk upgrade` alle anstehenden Updates in Ihr Image einspielen – denn das Alpine-Image im Docker Hub wird nicht wegen jeder kleinen Paketaktualisierung neu gebaut, sodass das Basis-Image Sicherheitslücken enthalten kann, für die es längst Fixes gibt.

Danach geht es auch schon an die Installation des Tor-Daemons mit dem Befehl `apk add tor`, Abhängigkeiten werden dabei automatisch aufgelöst. Damit ist die Tor-Installation bereits abgeschlossen und Sie können das Dockerfile ergänzen:

```
FROM alpine:edge
RUN apk update && \
    apk upgrade && \
    apk add tor
CMD /bin/sh
```

Probieren Sie das Dockerfile aus, indem Sie erneut mit `docker build -t tor ./` und dann `docker run -it --rm tor` einen Tor-Container starten. Da Tor bereits fertig installiert ist, genügt die Eingabe von `tor` zum Start des Tor-Daemon.

Damit haben Sie auch schon den letzten nötigen Baustein für das Dockerfile ermittelt: den Entry Point. Dieses Programm wird beim Start des Containers ausgeführt – endet das Programm, beendet sich auch der Container. Deshalb ist es wichtig, Vordergrundprozesse als Entry Point auszuwählen. Bei manchen Daemons ist dafür ein spezieller Parameter erforderlich, bei anderen braucht es hingegen ein Wrapper-Skript, das den gewünschten Dienst startet und laufend überwacht. Der Tor-Daemon hingegen startet praktischerweise als Vordergrundprozess, sodass es genügt, `CMD /bin/sh` durch `ENTRYPOINT ["tor"]` auszutauschen.

So gestartet läuft Tor jedoch mit Root-Rechten, was einem eventuellen Eindringling weitere Angriffe ermöglicht. Dabei benötigt der Tor-Daemon gar keine Root-Rechte, Sie können ihn problemlos als Benutzer `tor` starten – in dem Sie im Dockerfile `USER tor` vor dem Entry Point ergänzen. Das vollständige Dockerfile finden Sie im Kasten auf Seite 121 rechts. Ein erneuter Aufruf von `docker build -t tor ./` erzeugt den aktualisierten Container.

Extern konfiguriert

Was jetzt noch fehlt, ist die Anpassung der Konfigurationsdatei `/etc/tor/torrc`, um neben dem SOCKS-Proxy eventuell später auch sogenannte Hidden Services – Dienste im Darknet – einrichten zu können. Als Ausgangspunkt können Sie die Datei `/etc/tor/torrc.sample` aus dem Container verwenden, abgerufen etwa per `docker exec` und `cat`. Als einzige Ergänzung tragen Sie `SOCKSPort 9050` ein.

Damit Sie dafür nicht jedes Mal einen neuen Container bauen müssen, sollten Sie die Konfigurationsdatei sowie das Ver-

```
FROM debian:stretch
EXPOSE 22
EXPOSE 8444
RUN apt-get update \
&& apt-get -y dist-upgrade \
&& apt-get -y install \
    build-essential \
    libssl-dev \
    git \
    openssl \
    python \
    python-msgpack \
    python-qt4 \
    sqlite3 \
    ssh \
&& rm -rf /var/lib/apt/lists/*
RUN mkdir -p /var/run/sshd
RUN systemctl disable sshd.service
RUN useradd -c "BitMessage" \
    -d /home/bitmessage -m \
    -s /home/bitmessage/pybitmessage \
    -u 999 bitmessage
RUN git clone https://github.com/Bitmessage/PyBitmessage \
    /home/bitmessage/PyBitmessage
RUN make -C /home/bitmessage/PyBitmessage/src/bitsghash
RUN apt-get -y remove --purge build-essential git libssl-dev; \
    apt-get -y autoremove --purge
RUN mkdir -p /home/bitmessage/.ssh /home/bitmessage/.config/PyBitmessage
ADD pybitmessage /home/bitmessage
RUN chown -R bitmessage:bitmessage \
    /home/bitmessage/.config \
    /home/bitmessage/.ssh
ENTRYPOINT [ "/usr/sbin/sshd", "-D" ]
```

Das Dockerfile für Bitmessage: Das Programm wird per SSH mit X-Weiterleitung gestartet.

zeichnis `/var/lib/tor`, in dem der Tor-Daemon die Keys der Hidden Services speichert, mittels Volumes von außen bestücken. Dazu können Sie entweder zwei Docker Volumes einrichten oder Sie verwenden die Datei `/data/mytor/torrc` und das Verzeichnis `/data/mytor/data`:

```
docker run --name mytor \
-v /data/mytor/torrc:/etc/tor/torrc \
-v /data/mytor/data:/var/lib/tor tor
```

So wird der Container mytor gestartet.

Anwendungs-Container

Doch nicht nur Daemons lassen sich in Container einsperren, über einen Trick funktioniert das sogar mit einzelnen grafischen Anwendungen. Als Beispiel soll Bitmessage dienen, ein Peer-to-Peer-Messaging-System ähnlich E-Mail, das grundsätzlich verschlüsselt kommuniziert. Das Python-Programm mit grafischer Oberfläche soll ebenfalls aus Sicherheitsgründen in einen Container gesperrt werden.

Der Clou ist, das Programm per SSH mit aktiviertem X-Forwarding zu starten, sodass im Container kein zusätzlicher X-Server laufen muss – wohl aber aufgrund der Abhängigkeiten installiert wird. Die Vorgehensweise zum Entwickeln eines eigenen Containers ist ähnlich wie bei Tor: Beginnen Sie mit einem bekannten Basis-Image, etwa Debian Stretch, und einer Shell. Das zugehörige Dockerfile sieht so aus:

```
FROM debian:stretch
CMD /bin/bash
```

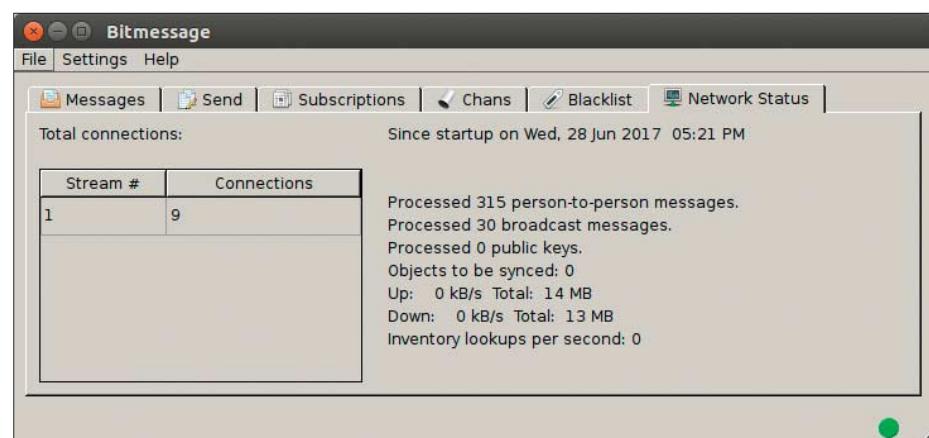
Erzeugen Sie daraus ein Image und starten Sie den Container:

```
docker build -t bitmessage .
docker run -it --rm bitmessage
```

Die ersten Schritte im Bitmessage-Container ähneln denen beim Tor-Container: Sie laden die Paketlisten herunter, spielen alle Updates ein und installieren anschließend den SSH-Daemon:

```
apt-get update
apt-get -y dist-upgrade
apt-get -y install ssh
```

Mit dem SSH-Daemon, den Sie später auch zum Start von Bitmessage verwenden, können Sie alle weiteren Schritte via SSH im laufenden Container vornehmen. Allerdings läuft SSH standardmäßig im Hintergrund, Sie benötigen aber einen Vordergrundprozess als Entry Point. Deshalb schalten Sie im Container den SSH-



Selbst grafische Anwendungsprogramme wie der Peer2Peer-Messenger Bitmessage lassen sich in Container verpacken.

Dienst per `systemctl disable sshd.service` ab. Außerdem benötigt `sshd` das Verzeichnis `/var/run/sshd` und Sie müssen für die Einrichtung Root vorübergehend erlauben, sich per SSH einzuloggen. Das alles ergänzen Sie im Dockerfile:

```
FROM debian:stretch
RUN apt-get update && \
    apt-get -y dist-upgrade && \
    apt-get -y install ssh
RUN mkdir -p /var/run/sshd
RUN systemctl disable sshd.service
ENTRYPOINT ["/usr/sbin/sshd", "-o", \
    "PermitRootLogin yes", "-D"]
```

Einrichtung mit SSH

Haben Sie das Image mit `docker build` neu gebaut, können Sie den Container starten. Damit Sie sich einloggen können, müssen Sie noch Ihren öffentlichen Schlüssel im Container als `/root/.ssh/authorized_keys` einbinden. Der Aufruf sieht dann so aus:

```
docker run --name mybitmessage \
-v $HOME/.ssh/id_rsa.pub:/root/.ssh/authorized_keys \
-d bitmessage
```

Die IP-Adresse des Bitmessage-Containers ermitteln Sie per `docker network inspect`, loggen sich mit SSH ein und beginnen mit der Einrichtung von Bitmessage. Die Installationsanleitung von github.com liefert einige Anhaltspunkte, den Rest findet man durch Ausprobieren heraus.

Ein wichtiger Punkt: Bitmessage soll später nicht mit Root-Rechten laufen – was auch gar nicht erforderlich ist. Deshalb legen Sie im ersten Schritt einen eigenen Benutzer dafür an:

```
useradd -c "BitMessage" \
-d /home/bitmessage -m
```

```
-s /home/bitmessage/pybitmessage \
-u 999 bitmessage
```

Um immer die neueste Version von Bitmessage zu verwenden, bedienen Sie sich am besten direkt bei GitHub und übersetzen das Programm selbst. Dazu sind allerdings einige Entwicklungspakete aus dem Debian-Repository erforderlich:

```
apt-get -y install build-essential \
libssl-dev git openssl python \
python-msgpack python-qt4 sqlite3
```

Die letzten Schritte übersetzen Bitmessage und bereiten das Home-Verzeichnis für die Konfigurationsdateien des Programms vor:

```
git clone https://github.com/j
Bitmessage/PyBitmessage \
/home/bitmessage/PyBitmessage
make -C /home/bitmessage/PyBitmessage \
  & src/bitmsghash
mkdir -p /home/bitmessage/.ssh \
/home/bitmessage/.config/PyBitmessage
chown -R bitmessage:bitmessage \
/home/bitmessage
```

Die Login-Shell des Benutzers `bitmessage` ist das Shell-Skript `/home/bitmessage/pybitmessage`, dieses müssen Sie noch mit folgendem Inhalt anlegen und ausführbar machen:

```
#!/bin/sh
/usr/bin/python /home/bitmessage/j
PyBitmessage/src/bitmessagemain.py
```

Damit ist die Einrichtung von Bitmessage abgeschlossen und Sie können die einzelnen Schritte im Dockerfile nachtragen. Das vollständige Dockerfile finden Sie auf Seite 122 links. Es enthält zusätzlich einige Anweisungen, um Entwicklungspakete

wieder zu entfernen, die Sie nach der Einrichtung nicht mehr brauchen. Das hält den Container schlank.

Haben Sie den Container neu gebaut, starten Sie ihn mit folgendem Aufruf:

```
sudo docker run --name mybitmessage \
-v $HOME/.ssh/id_rsa.pub:\
/root/.ssh/authorized_keys \
-v mybitmessage:/home/bitmessage/\
.config/PyBitmessage \
-d bitmessage
```

So landen die Bitmessage-Konfiguration, die Schlüssel und die Nachrichten im Docker-Volume mybitmessage.

Container im Verbund

Damit Bitmessage auch Nachrichten aus dem Darknet empfangen und Bitmessage-Nodes aus dem Darknet erreichen kann, können Sie es mit dem zuvor gebauten Tor-Container kombinieren. Bitmessage wird dann über die Einstellungen so konfiguriert, dass es Port 9050 von Tor als SOCKS5-Proxy verwendet – wofür Sie dann jeweils die IP-Adresse des Tor-Containers ermitteln müssten. Mehr Sinn hat es deshalb, Tor und Bitmessage wie im Artikel auf Seite 116 gezeigt in ein eigenes User Defined Network zu verfrachten und ihnen feste IP-Adressen zu geben. Dadurch wächst allerdings auch die Länge der Startbefehle erheblich:

```
sudo docker network create \
--subnet 172.20.0.0/16 \
--gateway 172.20.0.1 darknet
sudo docker run --name mytor \
--network darknet --ip 172.20.0.2 \
-v /data/mytor/torrc:\
/etc/tor/torrc \
-v /data/mytor/data:/var/lib/tor tor
sudo docker run --name mybitmessage \
--network darknet --ip 172.20.0.3 \
-v $HOME/.ssh/id_rsa.pub:\
/root/.ssh/authorized_keys \
-v mybitmessage:/home/bitmessage/\
.config/PyBitmessage \
-d bitmessage
```

Das will aber niemand. Besser, Sie verwalten zusammenhängende Container mit Docker Compose, Sie finden es als Binärprogramm im Docker-GitHub zum Download. Angenommen, Sie haben das Dockerfile für Tor im Unterverzeichnis tor und das für Bitmessage im Unterverzeichnis bitmessage gespeichert, so legen Sie im übergeordneten Verzeichnis eine Datei docker-compose.yml an, in der Sie alle zum Bauen und Starten der Container

```
version: '2'
networks:
  darknet:
    ipam:
      config:
        - subnet: 172.20.0.0/24
          gateway: 172.20.0.1
services:
  tor:
    build: ./tor
    image: tor
    container_name: tor
    environment:
      - TZ=Europe/Berlin
    expose:
      - 9050
    networks:
      darknet:
        ipv4_address: 172.20.0.2
    volumes:
      - /data/tor/torrc:/etc/tor/torrc
      - /data/tor/hidden_service:/var/lib/tor/hidden_service
  bitmessage:
    build: ./bitmessage
    image: bitmessage
    container_name: bitmessage
    depends_on:
      - tor
    environment:
      - TZ=Europe/Berlin
    expose:
      - 8444
    networks:
      darknet:
        ipv4_address: 172.20.0.3
    volumes:
      - /data/bitmessage/id_rsa.pub:/home/bitmessage/.ssh/authorized_keys
      - /data/bitmessage/data:/home/bitmessage/.config/PyBitmessage
```

Die Docker-Compose-Datei enthält alle zum Bauen und Starten benötigten Informationen verbundener Container und erleichtert den Start sehr.

notwendigen Informationen unterbringen. Der Kasten oben zeigt die Docker-Compose-Datei für Bitmessage mit Tor. Die YML-Datei beginnt stets mit einer Versionsangabe – das Beispiel verwendet Version 2, die seit Compose Version 1.10.0 unterstützt wird. Danach werden die Netzwerke für die Container konfiguriert. Für die Dienste gibt es den Abschnitt services. Hier wird unter anderem auf die Netzwerkkonfiguration von darknet Bezug genommen, aber auch die Startreihenfolge der Container festgelegt – in dem der Tor-Container als Abhängigkeit des Bitmessage-Containers angegeben ist.

Den ersten kombinierten Start führen Sie am besten im Vordergrund durch:

```
sudo docker-compose up
```

So sehen Sie etwaige Fehlermeldungen direkt auf der Konsole, mit Strg+C stoppen Sie die Container wieder. Indem Sie künftig den Parameter -d anhängen, starten Sie die Container im Hintergrund. Übrigens nicht nur auf Ihrem eigenen Rechner: Indem Sie die Dockerfiles, die Compose-Datei und die Datenverzeichnisse auf einen beliebigen anderen Rechner kopieren und Docker sowie Docker Compose installieren, sind Sie mit docker-compose up binnen Sekunden online.

(mid@ct.de) 

Listings zum Download: ct.de/yqws

Anzeige



Billig-Surface

Microsofts Surface Laptop mit Windows 10 S

Microsofts neues Notebook Surface Laptop ist günstiger als das Surface Book, doch dafür wurde die Feature-Liste abgespeckt. Als Vorzeigegerät für die neue Betriebssystem-Edition Windows 10 S taugt es nur bedingt.

Von Florian Müssig

Das Ende 2015 veröffentlichte Surface Book war bis dato das einzige Notebook mit einem arbeitsfreundlichen Bildschirmseitenverhältnis von 3:2. Das zweite dieser Art kommt nun ebenfalls von Microsoft: Das Surface Laptop hat wie der große Bruder einen 13,5-Zoll-Bildschirm mit

kräftigen Farben. Die Auflösung fällt mit 2256 × 1504 Pixel geringer aus, doch das stört nur im Datenblatt – mit 201 dpi sitzen die Pixel weiterhin sehr eng beieinander.

Das Display nimmt Eingaben per Finger oder über einen als Zubehör angebotenen Stift an, doch beides ist im Alltag eher mühsam. Anders als das Surface Pro (siehe auch S. 54) oder das Surface Book hat das Surface Laptop keine Hybrid-Ambitionen: Es ist ein normales Notebook; der Aufklappwinkel des Deckels ist begrenzt – am Besten bedient man es also mit Tastatur und Touchpad. Die Tasten sind beleuchtet und liefern präzises Feedback. Dass sich die Tastatur beim Tippen in der Mitte sichtbar durchbiegt, stört im Alltag nicht.

Die Handballenablage besteht aus der Mikrofaser Alcantara. Anders als bei

Autositzen oder Sofas ist die Oberfläche aber nicht samtig, sondern eher fest, mit grober Textur. Einige Kollegen fühlten sich beim Anblick an Recycling-Kunststoff erinnert; an der Haptik hatten aber auch sie nichts auszusetzen: Das Gerät fühlt sich angenehm anders an als die kalten Metalloberflächen, die man sonst bei Notebooks jenseits der 1000-Euro-Marke vorfindet.

Mehrfarbig

In der getesteten Ausstattungsvariante für 1450 Euro kann man zwischen vier Stofffarben wählen: Grau wie beim Testgerät, „Platin“ (Dunkelgrau), „Kobaltblau“ und „Burgunderrot“. Bei den drei letztgenannten Farben sind auch das Metall der Deckelaußenseite und der Unterseite sowie die Tasten passend eingefärbt. Wer eine andere Farbe als Grau wünscht, muss sich aber noch gedulden: Diese Modelle werden frühestens Ende August ausgeliefert.

Will man eine andere Konfiguration als das Testgerät, muss man sich mit Grau begnügen. Dann reichen die Optionen bis hinauf zu Core-i7-Doppelkern, 16 GByte Arbeitsspeicher und 512-GByte-SSD (2500 Euro). Eine Zusatz-GPU wie beim Surface Book steht nicht zur Wahl; der ältere Bruder liefert trotz CPUs der vorherigen Core-i-Generation also mehr 3D-Leistung. Die Einstiegsvariante mit nur 4 GByte Arbeitsspeicher und einer 128er-SSD kostet bereits satte 1150 Euro. Bei allen SSDs handelt es sich um Single-Chip-Varianten (M.2-1620), deren Schreibraten deutlich unter den Leseraten liegen.

Mit 128 GByte Massenspeicher kommt man heutzutage nicht mehr allzu weit – zumindest, wenn man an herkömmliche produktive Aufgaben und Anwendungen denkt. Solche sieht Microsoft aber gar nicht vor: Alle Surface Laptop werden mit dem abgespeckten Windows 10 S ausgeliefert, bei dem nur Anwendungen aus dem Windows-Store laufen. Damit fallen alternative Webbrowser ebenso weg wie System-Tools oder die Installation von Zusatzsoftware, die man für TV-Sticks, Scanner oder Drucker benötigt. Mehr Einschränkungen von Windows 10 S beschreibt der Artikel auf Seite 128.

Das Konzept hinter Windows 10 S gleicht dem von Googles ChromeOS, bei dem der Nutzer ebenfalls kaum etwas am System ändern kann und auf ein beschränktes App-Angebot festgelegt ist. Apropos ChromeOS: Mit dem Chrombook Pixel hatte Google ebenfalls ein

sehr teueres Demonstrations-Notebook für dieses Betriebssystem und Nutzungs-konzept im Angebot, doch die großen Stückzahlen bei Chromebooks laufen woanders – nämlich bei abgespeckten Billig-Notebooks für Schüler. Ankündigungen von preiswerten Geräten mit Windows 10 S stehen hierzulande bislang noch aus.

Immerhin: Die Vorinstallation von Windows 10 S lässt sich über den Windows Store in ein vollwertiges Windows 10 Pro umwandeln – wir haben all unsere Tests damit durchgeführt. Bis zum Jahresende ist die Umwandlung kostenlos möglich, danach wird sie kostenpflichtig (50 Euro).

Ein Speicherkartenleser fehlt. Als Schnittstellen sieht Microsoft eine USB-Typ-A-Buchse, einen Mini-DisplayPort und den proprietären Dock-Connector vor, an den wahlweise das mitgelieferte Netzteil oder die optionale Dockingstation (170 Euro) magnetisch festmachen. Praktisch: Das Netzteil bietet einen zusätzlichen USB-Ausgang (5 V, 1 A) zum Gadget-Laden.

Beim Kühlssystem haben Microsofts Ingenieure ganze Arbeit geleistet, denn selbst bei Vollast hört man den Lüfter kaum (0,2 Sone). Auch an der Laufzeit gibt es nichts auszusetzen: Wir haben über sechzehneinhalb Stunden gemessen.

Das Surface Laptop lässt sich nicht reparieren: Der Alcantara-Überzug ist festgeklebt und die darunterliegende Blechabdeckung zur elektromagnetischen Abschirmung wurde mit dem Gehäuse verschweißt – das lässt sich nicht zerstörungsfrei öffnen. Aufrüstwillige stehen aber ohnehin im Regen, weil alle Komponenten inklusive SSD fest aufgelötet sind. An der Verarbeitungsqualität gab es beim von uns gekauften Testexemplar nichts auszusetzen; das teurere Surface Book machte da mehr Probleme (siehe auch S. 50).

Fazit

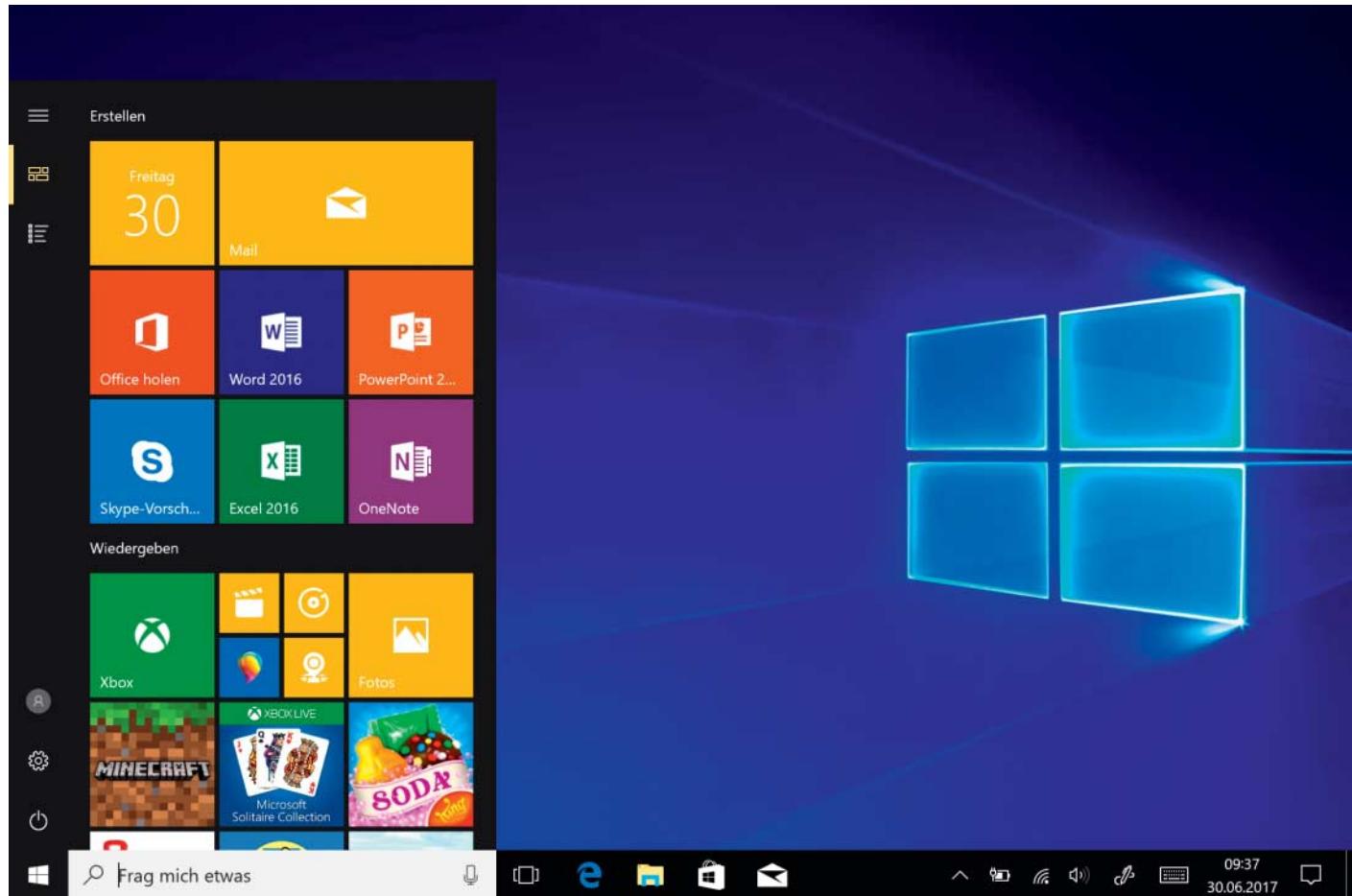
Sehr leiser Lüfter, lange Laufzeit und eine ganz eigene Optik und Haptik: Wer auf einen eingebauten Speicherkartenleser verzichten kann, bekommt mit dem Surface Laptop ein mobiles Arbeitsgerät mit tollem (wenngleich spiegelndem) Bildschirm im 3:2-Format. Das vorinstallierte Windows 10 S schränkt mündige Notebook-Nutzer zu stark ein, weshalb das Upgrade auf Windows 10 Pro quasi Pflicht ist. Für den Einsatz in Schulen, den Microsoft sich vorstellt, ist das Gerät mit über 1000 Euro viel zu teuer – 10 Prozent Bildungsrabatt hin oder her. (mue@ct.de) 

Die Tastatureinfassung des Surface Laptop besteht aus Alcantara. Die WLAN-Antennen stecken hinter den seitlichen Plastikabdeckungen, die plan ins Metallgehäuse eingearbeitet sind.



Microsoft Surface Laptop: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	DAG-00010						
Lieferumfang	Windows 10 S 64 Bit, Netzteil						
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)							
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / L (MiniDP) / ✓						
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L / – / –						
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / R						
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	–						
Ausstattung							
Display	Panasonic VX14T092N00: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 2256 × 1504, 3:2, 201 dpi, 2 ... 355 cd/m ² , spiegelnd						
Prozessor	Intel Core i5-7200U (2 Kerne mit HT), 2,5 GHz (3,1 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache						
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte PC3-14900 / Intel Kaby-Lake-U						
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel HD 620 (vom Hauptspeicher) / –						
Sound	HDA: Realtek ALC298						
LAN / WLAN	– / PCle: 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: Toshiba SG4 (256 GByte) / –						
Stromversorgung, Maße, Gewicht							
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	49 Wh Lithium-Ionen / – / –						
Netzteil	39 W, 214 g, 9 cm × 5 cm × 2,2 cm, Kleingerätestecker						
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,25 kg / 30,8 cm × 22,3 cm / 1,1 ... 1,7 cm						
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,7 cm / 19 mm × 18,5 mm						
Leistungsaufnahme							
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,2 W						
ohne Last (Display aus / 100 cd/m ² / max)	0,8 W / 4,5 W / 7 W						
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	26,5 W / 10,2 W / 27,6 W						
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	41,8 W / 0,48						
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks							
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / WLAN (200 cd/m ²)	16,6 h (3 W) / 13,9 h (3,5 W)						
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	7,2 h (6,9 W) / 2,7 h (18,2 W)						
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2,1 h / 7,8 h						
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,2 Sone						
Massenspeicher lesen / schreiben	597,5 / 225,1 MByte/s						
IOPS (4K) lesen / schreiben	41290 / 9531						
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	21,6 / 10,4 MByte/s / –						
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,5 dB(A)						
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,35 / 3,63						
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	16105 / 46410 / 463 fps						
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	3982 / 927 / 375						
Preis und Garantie							
Straßenpreis Testkonfiguration	1450 €						
Garantie	2 Jahre						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe



Kurze Leine

Angetestet: Microsoft Windows 10 S

Mit dem Surface Laptop ist auch Windows 10 S da – mit dieser neuen Ausgabe will Microsoft in Schulen Marktanteile gewinnen. In der Praxis zeigt das Betriebssystem einige haarsträubende Einschränkungen.

Von Jan Schüßler

Schulen sind ein Markt, in dem Microsoft bislang nicht so recht Fuß fassen konnte: Speziell in den USA hat Google mit seinen Chromebooks mehr als die Hälfte des Marktes im Griff. Um dagegen anzustinken, hat Microsoft Windows 10 S gezüchtet – eine von der Pro-Edition abgeleitete Ausgabe mit diversen abgeschalteten Funktionen. Microsoft liefert die

S-Edition exklusiv an Bildungseinrichtungen und einige Hardware-Hersteller, die damit Geräte für den Bildungssektor bestücken sollen. Im Einzelhandel ist das System nicht separat erhältlich; auch im Entwicklerportal MSDN ist es bislang nicht aufgetaucht.

Windows 10 S erlaubt ausschließlich die Installation von Apps aus dem Store – und zwar auch aus dem Windows Store for Business, in dem Geschäftskunden das Angebot genau definieren können. Der Beitritt zu einer lokalen Windows-Server-Domäne ist versperrt, möglich ist nur Zugriff auf eine in der Microsoft-Cloud gehosteten Azure-AD-Domäne. Die restlichen Funktionen von Windows 10 Pro wie BitLocker, Gruppenrichtlinien-Editor und ähnliche sind weitgehend vorhanden.

Windows 10 S lässt sich auf die Pro-Ausgabe aktualisieren. Eigentlich verlangt Microsoft dafür rund 50 Euro; mit dem

Surface Laptop ist das Upgrade jedoch bis Jahresende gratis.

Um zu bestätigen, ob das neue System tatsächlich nur Anwendungen aus dem Store zulässt, haben wir es auf dem Surface Laptop getestet. Außerdem haben wir das von Microsoft zum Download angebotene Recovery-Image für das Gerät auf einem alten Surface Pro 3 installiert. Auf letzterem war es nach der Installation sofort aktiviert – augenscheinlich akzeptiert Windows 10 S zur Aktivierung die digitale Lizenz für Windows 10 Pro, die auf Microsofts Aktivierungsserver gespeichert ist.

Verrammelt

Zunächst verhält sich Windows 10 S wie erwartet: Es verhindert den Start jeglicher ausführbarer Dateien, mit Ausnahme der vorinstallierten Anwendungen und Nachschub aus dem Store. Versucht man es trotzdem, weist ein Bildschirm-Overlay

darauf hin, dass „in diesem Windows-Modus“ nur „überprüfte Apps aus dem Store“ ausgeführt werden können. Der Link zur „Anleitung“, um das Programm doch auszuführen, führt schlicht zur Upgrade-Seite im Store.

Allerdings hat Microsoft auch essenzielle Systemwerkzeuge blockiert. Konsequent verweigert wird dem Anwender, egal ob Administrator oder Standardbenutzer, der Zugang zu Registry-Editor, PowerShell und Eingabeaufforderung. Die Dateien liegen durchaus an der gewohnten Stelle auf der Festplatte, jegliche Startversuche scheitern aber. Sie verursachen nicht mal einen Eintrag in der Ereignisanzeige. Auch aus dem Win+X-Menü sind die Einträge verschwunden. Ruft man die Programme direkt aus C:\Windows\System32 heraus per Doppelklick auf, verweigert Windows 10 S die Ausführung wie bei Programmen, die nicht aus dem Store kommen.

Das hat Konsequenzen für Kommandozeilenprogramme, die man normalerweise in einer Eingabeaufforderung mit Administratorrechten starten würde. Ersatzweise lassen sich viele per Windows-Taste, Eingabe der Befehlszeile und Eingabetaste starten – etwa diskpart.exe, das daraufhin eine UAC-Abfrage einblendet und startet. Andere Befehle wie etwa „powercfg -h off“ verlangen nicht automatisch nach Adminrechten. Um sie trotzdem zu erlangen, drücken Sie nach dem Eintippen des Befehls nicht die Eingabetaste, sondern klicken mit der rechten Maustaste auf den Vorschlag „Befehl ausführen“ und dann auf „Als Administrator ausführen“.

Auch andere Ausgaben von Windows 10 in Version 1703 enthalten eine Option,

um die Installation von Nicht-Store-Apps zu verbieten. Die Auswahl dafür befindet sich in den Einstellungen unter „Apps / Apps & Features“. Sie landet im Registry-Schlüssel HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer\AicEnabled, dessen Wert auf „Anywhere“, „PreferStore“ oder „StoreOnly“ stehen kann. Wir haben mittels eines Windows-PE-Bootmediums von außen „Anywhere“ gesetzt – auch das blieb erfolglos.

Der schon zu Zeiten von Windows 7 beliebte Trick, um ein vergessenes Windows-Kennwort zu ändern, funktioniert ebenfalls nicht mehr (siehe ct.de/ykjcj). Bei diesem Trick wird die Tastenkombination Win+U so modifiziert, dass sie im Anmeldebildschirm nicht wie üblich die Sprachausgabe öffnet, sondern eine Eingabeaufforderung. In der Praxis dürfte der Verlust verschmerzbar sein, denn der Trick funktioniert eh nur für lokale Windows-Benutzerkonten – und die dürften auf Windows 10 S kaum zum Einsatz kommen.

Da geht noch was ...

Immerhin: Die restlichen Funktionen zur Systemverwaltung sind durchaus nutzbar. Dazu zählen etwa alle Module der Computerverwaltung und das Management für Gruppenrichtlinien, wenngleich Letzteres bei der Bedienung dauernd Skriptfehler auswirkt, die jedes Mal weggeklickt werden wollen. Auch der Task-Manager ist volumnäßig nutzbar, ebenso die wenigen, nach wie vor hilfreichen Module der klassischen Systemsteuerung wie BitLocker und Sound-Optionen.

Weniger erfreulich ist, dass Windows 10 S offenbar nicht so trojanerfest ist, wie Microsoft behauptet: Dem Sicherheits-

forscher Matthew Hickey gelang es mit mittelgroßem Aufwand, in 10 S das Angriffs-Framework Metasploit zu installieren (siehe ct.de/ykjcj). Ein Schlüssel-Element dabei war ironischerweise ein Word-Makro – ausgeführt mit der Word-Version aus dem Store.

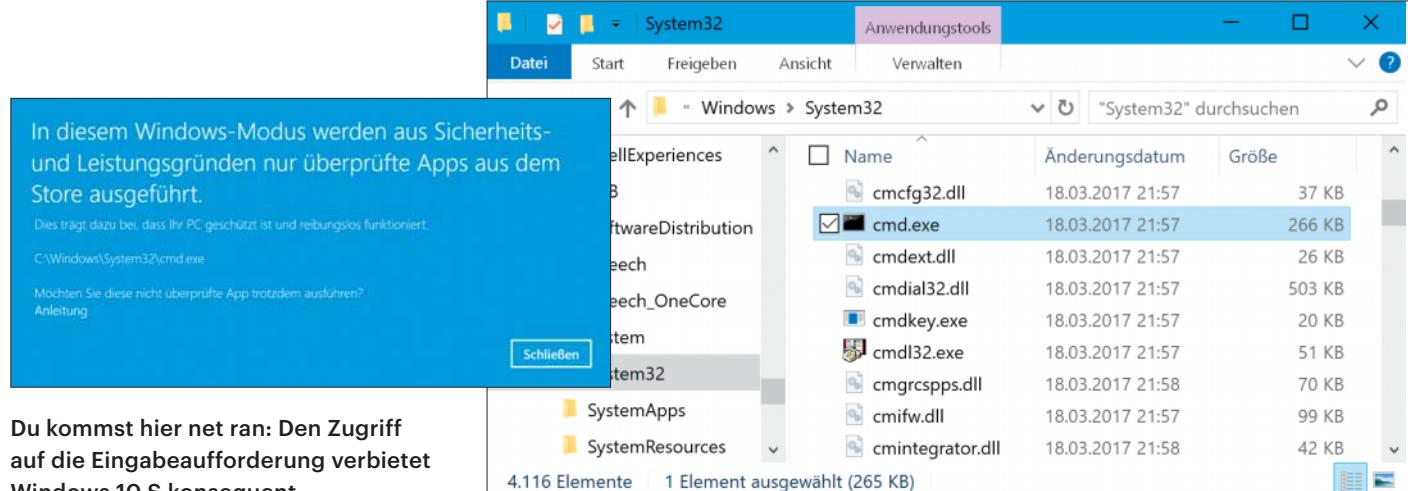
Die Folgen

Der Zuschnitt von Windows 10 S hat tiefreiche Konsequenzen. So weiß Microsoft stets genau, welche Apps der Anwender installiert – je nach Telemetrie-Einstellung kann das aber auch bei einem regulären Windows 10 zutreffen. Wie leicht oder schwer die Fehlersuche wird, wenn ein Windows-10-S-PC einmal spinnt, hängt davon ab, welche Troubleshooting-Werkzeuge künftig im Store landen.

Das Analyse-Tool für die Festplattenbelegung TreeSize Free ist inzwischen im Store zu finden; bei vielen anderen beliebten Programmen siehts hingegen mau aus – etwa CrystalDiskInfo, HDTune, Prime95 und die Sysinternals-Suite. Auch der freie Entpacker 7-Zip ist dort bislang nicht zu finden. Ob sie jemals im Store sein werden, steht in den Sternen. Administratorrechte sind für Apps aus dem Store übrigens kein Problem: Auch die Store-Ausgabe von TreeSize Free lässt sich als Administrator starten.

Treiberkram

Installiert man das Recovery-Image für den Surface Laptop auf einem Surface Pro 3, fehlen diverse Treiber. Anders als bei Windows 10 Pro werden sie hier nicht via Windows Update nachgeladen. Skurrilweise lädt das Gerät sofort alle fehlenden Treiber nach, nachdem man es auf die Pro-Ausgabe aktualisiert hat.



Du kommst hier net ran: Den Zugriff auf die Eingabeaufforderung verbietet Windows 10 S konsequent.

Dennoch lassen sich Treiber in Windows 10 S von Hand nachinstallieren. Dafür müssen sie in entpackter Form mit einer .inf-Datei vorliegen. Im Idealfall bietet der Gerätehersteller die Treiber als .zip-Archiv an. Falls nicht, lassen sich die meisten ausführbaren Treiber-Downloads (.exe-Datei) zum Beispiel mit 7-Zip auf einem anderen PC in ihre Bestandteile zerlegen.

Wenn das misslingt, ist es einen Versuch wert, das Installationspaket auf einem anderen PC zu starten und dann im versteckten Verzeichnis %temp% nach einem Ordner zu suchen, der den entpackten Treiber enthält. Dieser lässt sich dann in ein anderes Verzeichnis kopieren; das Treiber-Setup kann danach abgebrochen werden. Ist das Temp-Verzeichnis sehr voll, kann es helfen, den Datei-Explorer im Menüband „Ansicht“ auf das Layout „Details“ einzustellen und dann auf den Kopf der Spalte „Änderungsdatum“ zu klicken. Der Ordner mit den Treiberdateien sollte recht weit oben in der Liste stehen.

Die Installation der Treiber erfolgt über den Gerät-Manager. Dieser Vorgang dürfte manch langjährigen Anwender an die Treiberinstallation unter Windows 98 & Co. erinnern: Ein Klick rechts auf das Gerät und dann auf „Treiber aktualisieren“ öffnet einen Assistenten. Dann „Auf dem Computer nach Treiber-Software suchen“ und per „Durchsuchen“ den Ordner angeben, in dem sich der entpackte Treiber befindet – passt er zur Hardware, liest Windows 10 S ihn von dort ein.

Diese Installationsmethode hat allerdings Grenzen – etwa bei Grafiktreibern, die eigene Konfigurations-Tools mitbringen, die nicht mit dem Setup via .inf-Datei auf der Festplatte landen.

Einmal Pro ...

Die Umstellung eines Windows 10 S auf die Pro-Ausgabe ist schnell erledigt. Sie lässt sich entweder mittels Eingabe eines Pro-Lizenzschlüssels oder über den Store anstoßen – auf die entsprechende Seite gelangt man etwa über den Store-Link in den Einstellungen unter „System und Sicherheit / Aktivierung“. Der Vorgang dauerte im Test ein paar Minuten; nach einem Neustart sind alle Pro-Funktionen nutzbar.

Auf unserem Surface Laptop gelang die Umstellung gratis – das war zu erwarten, denn Microsoft bietet die Umstellung

The screenshot shows the Windows Store interface with a banner at the top stating "Wechseln Sie zu Windows 10 Pro". Below the banner, there is a section titled "Features" with a table comparing "S" and "Pro" editions. The table includes rows for Microsoft Edge, Windows Store, and "Installieren Sie jede App".

	S	Pro
Microsoft Edge	✓	✓
Windows Store	✓	✓
Installieren Sie jede App	✓	✓

Die Umstellung auf Windows 10 Pro kann über den Store erfolgen – oder via Eingabe eines Lizenzschlüssels.

für diese Baureihe bis Ende 2017 kostenlos an. Auch unser Testgerät Surface Pro 3 ließ sich gratis umstellen – offenbar hatte die Aktivierungsroutine erkannt, dass das Gerät bereits vorher mit Windows 10 Pro aktiviert war, und es daher angeboten.

... und zurück

Bei der Vorstellung von Windows 10 S gab es Verwirrung darüber, dass es keinen Weg zurück geben soll, wenn das System einmal auf die Pro-Edition umgestellt wurde. Das stimmt fast: Die Edition bleibt auch nach einem vollständigen Zurücksetzen (in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit / Wiederherstellung“) auf Windows 10 Pro stehen. Abhilfe schafft das Recovery-Image, das Microsoft für den Surface Laptop dem Besitzer des Gerätes anbietet – und zwar tatsächlich nur dem Besitzer, denn Microsoft verlangt dabei die Angabe der Seriennummer des Gerätes. Bei der Installation gehen aber unweigerlich sämtliche Daten auf der Festplatte verloren.

Fazit

In der Summe hinterlässt Windows 10 S einen durchwachsenen Eindruck. Einerseits gibt sich Microsoft viel Mühe, den ungehinderten Zugriff ins System zu vermeiden – speziell, weil PowerShell und Eingabeaufforderung fehlen und ein Bearbeiten der Registry nicht mehr ohne

Umweg über Windows PE möglich ist. Um Windows zu verrammeln, bräuchte es aber gar keine spezielle Edition, das funktioniert bei jedem Windows 10 Pro oder höher mittels Software Restriction Policies (SRP). Und aus Admin-Sicht kann man Windows 10 S getrost als Albtraum bezeichnen: Fast alle gängigen Analyse-Tools bleiben zurzeit außen vor; egal ob es um Hard- oder Softwareprobleme geht.

Andererseits lässt Microsoft auch Apps in den Store, die Sicherheitslücken im System aufreißen – der Hersteller selbst liefert mit seiner Office-Suite ein unrühmliches Beispiel. Konsequenterweise sollte Microsoft ausschließlich UWP-Apps zulassen, denn die dürfen wesentlich weniger im System anstellen.

Windows 10 S ist recht offensichtlich eine beschnittene Version, die vor allem geschaffen wurde, um ein Betriebssystem mit den Management-Funktionen der Pro-Ausgabe günstig an Schulen verkaufen zu können. Wer als Anwender irgendwelche Ansprüche ans Betriebssystem auf mindestens Amateurniveau stellt, läuft bei Windows 10 S gegen die Wand. Entsprechende Geräte sind nur interessant, solange sie sich gratis oder für relativ wenig Geld auf die Pro-Edition umstellen lassen.

(jss@ct.de) **ct**

Vergessenes Windows-Kennwort ändern: ct.de/ykjc

Anzeige



Quatschmaschine und Hausaufgabenhilfe

Amazons Sprachassistent Alexa im Kinderzimmer

Amazons Sprachassistent kennt die aktuellen Nachrichten, Wetterprognosen und Müllabholtermine. Das erfreut Erwachsene und langweilt Kinder. Sie erwarten von Alexa eher Spaß und Unterhaltung. Und wenn die Sprechbüchse noch bei den Hausaufgaben hilft – umso besser. All das kann der smarte Lautsprecher, sofern man ein paar Dinge berücksichtigt, bevor man ihn ins Kinderzimmer stellt.

Von Martin Reche

Im Gegensatz zu den Smartphone-Pendants arbeitet Amazons Alexa als erster und bisher einziger Sprachassistent eigenständig auf Geräten der Echo-Familie und hat eine neue Gerätsgattung für das smarte Heim mitbegründet. Das macht ihn auch für den Familieneinsatz in Küche, Wohn- und Kinderzimmer interessant.

Gar nicht mal so clever

Zugegeben, richtig clever ist Alexa noch nicht – vor allem bei der ersten Inbetriebnahme, wenn sie noch nicht die Sprechgewohnheiten ihres Besitzers gelernt hat. Das einzige wirklich Intelligente hinter

Alexa & Co. ist deren KI, die das Sprachverhalten des menschlichen Gegenübers mit jedem Befehl ein kleines Stück mehr erlernt. Der Trainingsrückstand ist vor allem am Anfang müßig, wenn Alexa trotz blitzsauberer Betonung jeder Silbe gerne mal das Abspielen englischer Lieblings-songs beharrlich verweigert. Erwachsene reagieren eher frustriert, vor allem, wenn aus „Alexa, spiele The Unwinding Hours“ ein „Ich habe keinen Sender mit dem Namen BR Morninghorst gefunden“ wird. Da heißt es, tief durchatmen und den Satz ganz ruhig wiederholen. Kinder amüsieren sich über solche Missverständnisse

hingegen köstlich, werden neugierig und versuchen die Büchse zum Sprechen zu bringen.

Bei aller Experimentierfreude und allem Spaß sollten Sie Ihren Kindern im Vorfeld erklären, dass es sich bei Sprach-assistenten um ein Stück Technik handelt, mit dem man völlig anders kommuniziert als mit Freunden oder Eltern, und das keinen Menschen ersetzt. Befehle ohne „Bitte“ und „Danke“ reichen für Sprach-assistenten, sind im Gespräch mit Freunden und Familie aber fehl am Platz.

Auch die Tatsache, dass die meisten bisherigen Assistenten mit Frauenstimmen sprechen, ist nicht unerheblich: Man könnte auch thematisieren, dass ein falsches Rollenbild vermittelt wird, in dem die Frauen Befehle ohne Hinterfragen annehmen und ausführen. Immerhin lässt sich der Rufname „Alexa“ inzwischen per App geschlechtsneutral in „Echo“, „Amazon“ oder „Computer“ umstellen. Vor allem letzteres vermenscht den Assistenten weniger als der voreingestellte Rufname, was für den Einsatz im Kinderzimmer sinnvoll sein kann. Aber egal, für welchen Rufnamen man sich entscheidet: Die weibliche Stimme bleibt.

Vorbereitungen

Bevor Sie Alexa für den Gebrauch im Kinderzimmer freigeben, gilt es, den Assistenten „kindersicher“ zu machen. Man darf nicht vergessen: Alexa ist mit dem Amazon-Konto des Käufers verknüpft und Kinder könnten per Zuruf beim Versandhändler auf Einkaufstour gehen. Das funktioniert aber nur, wenn Alexa mit einem Prime-Konto verbunden ist und kann bisher nur benutzt werden, um bereits vorher bestellte Produkte erneut zu ordern. Prime-Produkte, die man vorher noch nicht bestellt hat, sollen Amazon-Kunden auf diese Weise in naher Zukunft kaufen können.

Ohne Prime-Konto lassen sich Artikel per Sprachbefehl lediglich in den Einkaufswagen legen, aber nicht kaufen. Beugen Sie einem verstopften Einkaufswagen und versehentlichen Bestellungen vor, indem Sie den Spracheinkauf in den Einstellungen der Alexa-App deaktivieren oder ihn mit einer vierstelligen PIN versiehen. So sichern Sie sich auch vor ungewollten Amazon-Abos wie Prime oder Music Unlimited ab.

Ohren zuhalten

Man darf nicht vergessen, dass Alexa über ein Mikrofon-Array permanent lauscht und Daten ins Internet schickt. Um Alexa die Ohren zuzuhalten, schalten Sie die Mikrofone mit einem Druck auf den Mute-Knopf auf der Oberseite des Geräts aus. Richten Sie einen festen zeitlichen Rahmen ein, in dem der Assistent aktiv ist. Am einfachsten stellen Sie sicher, dass er die Nachtruhe Ihres Kindes nicht stört, indem Kind und Assistent nicht in einem Zimmer schlafen – so wie es auch für Smartphones gelten sollte. Fungiert Alexa als Wecker oder als Einschlafhilfe mit Hörspielen oder Naturgeräuschen, lässt eine Zeitschaltuhr aus dem Baumarkt sie zu einer festgesetzten Zeit verstummen. Stellen Sie die Zeitschaltuhr auf mindestens drei Minuten vor dem Weckerklingeln, da der Bootvorgang ein wenig dauert. Alexa und Wecker springen auch dann am Morgen an, wenn über Nacht der Stromstecker gezogen wurde.

So weit, so gut: Alexa ist im Kinderzimmer aufgestellt, mit dem WLAN verbunden und erwartet die ersten Befehle. Wie wäre es mit einer Begrüßung, um warm zu werden, etwa: „Alexa, hallo!“ Mit Fragen zu Alter, Wohnort und vor allem Hobbys gewöhnen sich Kinder schnell an die Computerstimme und ler-

Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

Alexa im Kinderzimmer

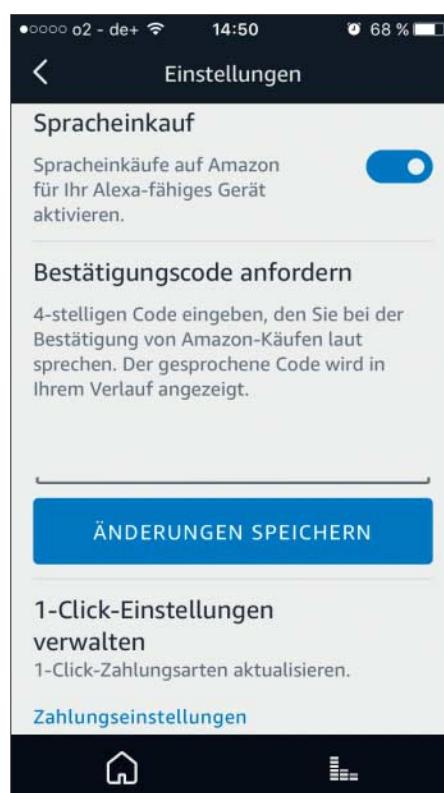
- WLAN-Netz, Amazon-Konto, Echo (Dot), optional: Zeitschaltuhr
- Neugierde, Bereitschaft, sich mit Technik kritisch auseinanderzusetzen.
- ⌚ Die Einrichtung ist in wenigen Minuten erledigt. Für die ersten Gehversuche sollten sich Eltern ausreichend Zeit mit ihren Kindern nehmen und ihnen die Grundlagen erklären.
- 👤 Kinder ab circa acht Jahren nutzen den Assistenten in Eigenregie, jüngere Kinder können zusammen mit den Eltern experimentieren.
- 💰 Der günstigste Sprachassistent aus der Echo-Reihe kostet knapp 60 Euro, der teuerste rund 180 Euro.

nen, wie man mit ihr am besten kommuniziert.

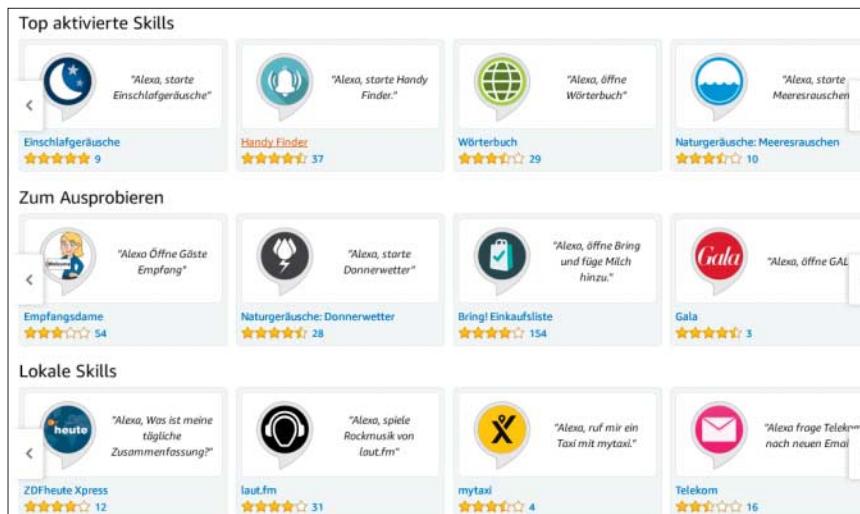
Alexa bringt von Haus aus Talente mit, die sich unter anderem zur Hausaufgabenhilfe nutzen lassen. Wenn es mal bei Matheaufgaben klemmt und kein Taschenrechner in greifbarer Nähe liegt, löst Alexa Rechenaufgaben in den vier Grundrechenarten, auch mit Dezimalzahlen. Für fortgeschrittene Schüler interessant: Der Sprechzylinder zieht Wurzeln und potenziert mit Befehlen wie „Alexa, Wurzel 16“ und „Alexa, vier hoch siebzehn“. Prozentrechnung gehört auch zu den Grundkenntnissen: Dafür sprechen Sie die Anweisung „Alexa, wie viel sind 17 Prozent von 384?“

Skills aktivieren

Schreibt Ihr Kind als Hausarbeit einen Aufsatz über Zellen und weiß nicht, wie man etwa „endoplasmatisches Retikulum“ korrekt schreibt, buchstabiert der Assistent das Gewünschte auf den Imperativ „Alexa, buchstabiere endoplasmatisches Retikulum“. Eine kurze Erklärung des biologischen Fachbegriffs liefert die künstliche Intelligenz ebenfalls, wenn



In den Einstellungen der Alexa-App verhindern Sie ungewollte Einkäufe per Sprachbefehl oder PIN.



Neue Fähigkeiten für Alexa aktiviert man per App oder Browser.

Man kann derzeit aus über 1300 Skills vom Periodensystem der Elemente bis zu Terry-Pratchett-Zitaten wählen.

man „Alexa, was ist ein endoplasmatisches Retikulum“ in die Büchse spricht.

Alexas Fähigkeiten sind von Haus aus begrenzt, aber sie lernt dazu. Drittanbieter haben dafür neue Fähigkeiten programmiert, die sogenannten „Skills“. Hier reicht die Auswahl von Einschlafgeräuschen über den Abfallkalender bis hin zur Steuerzentrale für das smarte Heim. Verwalten und aktivieren Sie neue Skills über den Browser oder die Alexa-App. Für das meiste reicht aber auch ein Sprachbefehl, beispielsweise „Alexa, starte Radio Nukular“. Im Folgenden wird der gleichnamige Podcast aktiviert und gestartet. Braucht man den Skill nicht mehr, tilgt ihn der Befehl „Alexa, deaktiviere Radio Nukular“. Skills zu deaktivieren ist aber eigentlich nicht nötig, da sie in der Cloud liegen und nicht lokal installiert werden. Um den Speicherplatz muss man sich also selbst bei 500 aktivierten Skills keine Sorgen machen. Schwieriger wird es, den Überblick über die Startbefehle der Skills zu behalten. Inzwischen wurden über 1300 kostenlose Skills veröffentlicht, aufgeteilt in Kategorien, etwa „Bildung & Nachschlagewerke“, „Neuheiten & Humor“ und „Spiele, Quiz & Zubehör“.

Musik, Witze und Spiele

Abgesehen von der Nutzung als Informationsquelle lohnt es sich, die unterhaltsamen und spaßigen Seiten des Assistenten zu erforschen. Die Sprachredaktion hinter Alexa war clever genug, sie mit einer Portion Humor und Selbstironie auszustatten – beides will entdeckt wer-

den. Für die ersten Lacher braucht es keine Skills: Fragen wie „Alexa, erzähle einen (Kinder-)Witz“, „Alexa, kannst du schwimmen?“ und „Alexa, was ist der Sinn des Lebens?“ reichen.

Ein Abo wie Music Unlimited verwandelt Alexa in eine Jukebox, die aktuelle Musik und Hörspiele kennt. Das Abspielen von Musik mit für Kinder ungeeigneten Inhalten, etwa „Haftbefehl“ oder „Kool Savas“ lässt sich bisher allerdings nicht unterbinden. Im Angebot von Music Unlimited findet man Hörbücher von „Bibi Blocksberg“, „Die drei Fragezeichen“, „Connie“, „Hanni und Nanni“, „Benjamin Blümchen“ und „Fünf Freunde“. Leider wählt Alexa die Folgen autonom, das direkte Anwählen einer bestimmten Episode ist per Sprachbefehl noch nicht möglich. Abhilfe schaffen Playlists, die Sie in der Amazon Music App

oder im Web-Interface zusammenstellen. Suchen Sie zusammen mit Ihrem Kind nach altersgerechten Hörspielen und Musik, speichern die Playlist beispielsweise unter dem Namen „Emils Hörbücher“ und starten Sie später die Playlist mit dem Befehl: „Alexa, spiele Playlist Emils Hörbücher.“ Die Sprachnavigation innerhalb der Playlist erledigen „Alexa, nächstes Lied“ oder „Alexa, vorheriges Lied“. Auf ähnliche Weise pausieren, stoppen und wiederholen Sie Titel.

Zu guter Letzt kann man mit Alexa auch spielen, etwa mit dem Befehl „Alexa, starte Schere, Stein, Papier“. Deutlich schwieriger gestaltet sich eine Partie „Tic, Tac, Toe“, wenn Sie nicht gerade Stift und Papier zur Hand haben. Dann müssen Sie sich das Spielfeld im aktuellen Zustand vorstellen und dann noch den nächsten logischen Zug planen. Bei Entscheidungsschwierigkeiten wirft Alexa eine virtuelle Münze auf die Frage „Alexa, Kopf oder Zahl?“ Und sollte mal ein Würfel fehlen, übernimmt Alexa diese Funktion mit „Alexa, würfel eine Zahl zwischen eins und sechs.“ Für Rollenspiele gemachte Spezialwürfel lassen sich per Skill nachträglich einbinden.

Lotet Sie weitere Möglichkeiten von Alexa mithilfe unserer Tabelle aus oder folgen Sie dem Link am Ende des Artikels für weitere Quellen für lustige, spannende und wissenswerte Befehle und Skills. Wer sich nicht an Amazon binden will: Hersteller wie Apple, Google und Microsoft stehen kurz davor, ihre Assistenten ebenfalls in einen Lautsprecher für den Heimgebrauch zu verfrachten – in Deutschland sind diese Geräte aber noch nicht erhältlich.

(mre@ct.de) **ct**

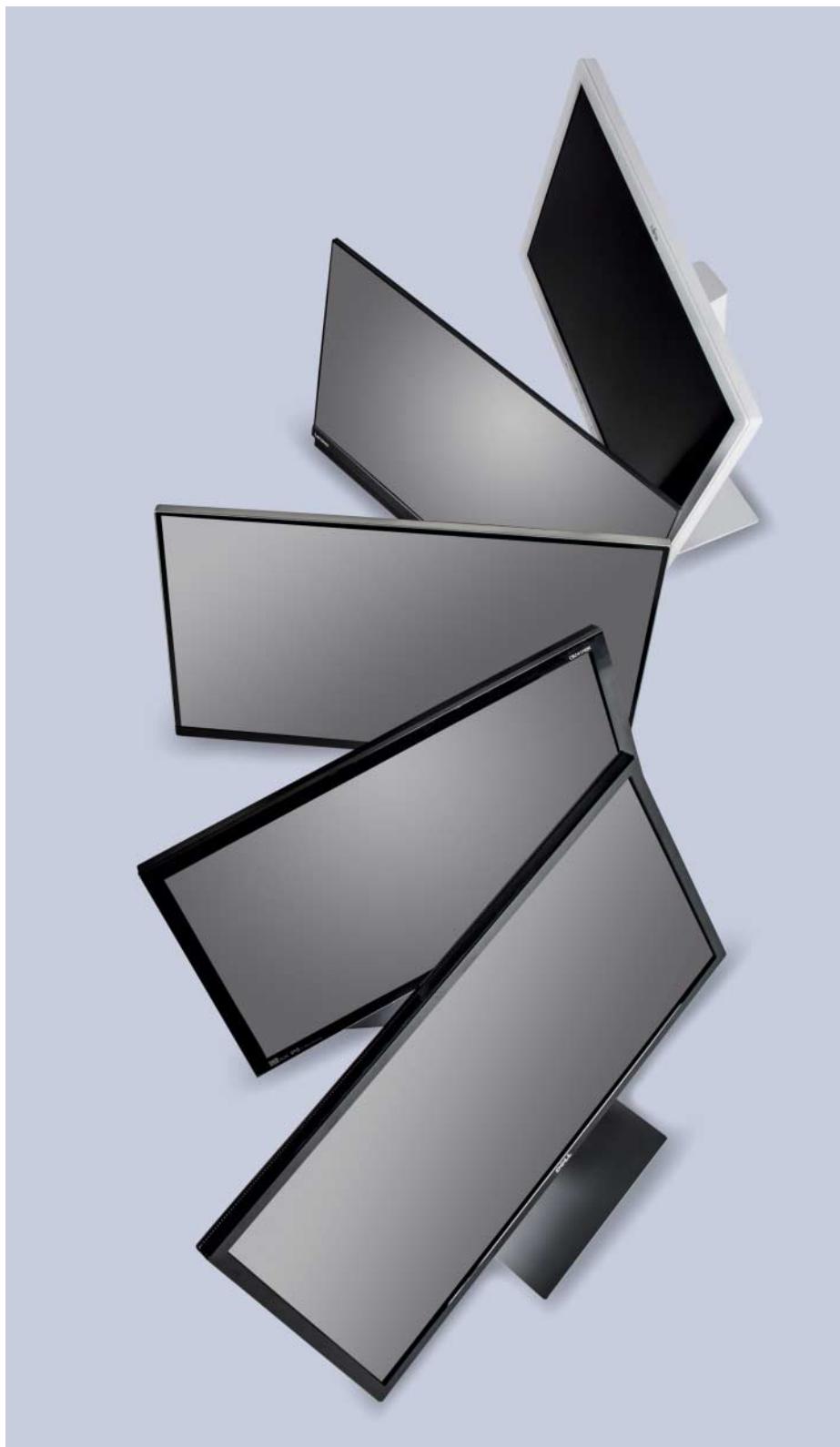
Alexa-Skills und -Befehle: ct.de/ywn2

Alexa Skills für Kinder			
Skill	Entwickler	Fähigkeit	Startbefehl
Würfelbecher	VUI Apps	Würfelapp, die auch für Rollenspiele taugt	öffne Würfelbecher
Wiki Deutschland	Alfred Grobelnik	durchsucht Wikipedia und liest Ergebnisse vor	öffne Wiki Deutschland
Länderreise	PrimeCreation	Länderquiz	starte Länderreise
Einschlafgeräusche	Nick Schwab	spielt beruhigende Naturgeräusche ab	öffne Einschlafgeräusche
Terry-Pratchett-Sprüche	delamente	zitiert Terry Pratchett	lade Welt der Scheibe
Wörterbuch	Kay Lerch	übersetzt in 18 Sprachen	öffne Wörterbuch
Periodensystem	Jens Borau	beschreibt chemische Elemente	frage Periodensystem nach Informationen zu ...
Rollenspiel Soloabenteuer	Ferenc Hechler	Rollenspiel	starte Rollenspiel
Memo Spiel	Angri	Geräusch-Memory-Spiel	öffne Memo Spiel
Reise nach Jerusalem	Kay Lerch	Party-Spiel	starte Reise nach Jerusalem
Meine Geburtstage	Oredein	Geburtstagskalender	starte meine Geburtstage
Stundenplan	DaBus	Stundenplaner für Schüler	öffne den Stundenplan

Anzeige

Angenehme Schärfe

4K-Displays mit 24 bis 28 Zoll fürs Büro



Statt schneller Schaltzeiten oder großer Farbräume steht bei Büromonitoren die Ergonomie im Vordergrund. Dazu gehört viel Bildfläche gepaart mit einer hohen Auflösung, um Excel-Tabelle, Mail-Client und Börsenkurse gleichzeitig im Blick zu haben.

Von Benjamin Kraft

Das Rezept für einen modernen Büromonitor lautet: Man nehme ein Panel mit großer Arbeitsfläche, sorge durch hohe Auflösung für eine angenehme Schärfe und schmecke alles mit einer großen Portion Ergonomie ab. Für den Test haben wir fünf Displays mit Bilddiagonalen von 24 bis 28 Zoll ins Labor geholt, die dieser Anleitung folgen – aber auch eigene Akzente setzen.

Erfreulicherweise sind 4K-Displays inzwischen in bezahlbaren Sphären angekommen: Den kleinsten und mit 350 Euro günstigsten Monitor steuert Acer bei, den 24-Zöller CB241HQK. Mit 27 Zoll treten der AOC U2777PQU, der Fujitsu P27T-7 UHD und der Lenovo ThinkVision P27 an. Preislich bewegen sie sich zwischen 550 und 650 Euro. Dell rundet das Spektrum nach oben hin mit dem 28-Zoll-Monitor S2817Q ab, der zu Straßenpreisen von rund 400 Euro zu finden ist.

Drei weitere Geräte, die sich ebenfalls fürs Büro eignen, hatten wir bereits im Test. Darf es auch etwas einfacher sein, stellt der 27-Zöller LG 27UD58P eine mit 430 Euro günstige Alternative dar [1]. Apple-Nutzer mit aktuellem MacBook oder einem der jüngst vorgestellten iMacs sollten einen Blick auf die UltraFine-Displays von LG werfen [2]. Die 21,5 und 27 Zoll großen Bildschirme gefallen mit guter macOS-Integration, starken Farben und extrem hoher Auflösung von 4K respektive 5K, haben allerdings spiegelnde

Schirme. Die technischen Daten und Ergebnisse haben wir mit in die Tabelle am Ende des Artikels aufgenommen.

Schärfeskala

Wer den ganzen Tag vor dem Monitor verbringt und mit zahlreichen Fenstern arbeitet, weiß eine große Bildschirmfläche zu schätzen. Damit Texte und Grafiken nicht pixelig wirken, muss das Display eine hohe Auflösung besitzen. Reicht Full HD (1920 × 1080 Pixel) auf einem 22-Zoll-Display noch für eine Pixeldichte von 103 ppi (Pixels per Inch, Punkte pro Zoll), bleiben auf einem 27-Zöller nur noch knapp 84 ppi übrig. Man erkennt einzelne Bildpunkte deutlich, Texte sehen grob aus und an Bildern entstehen Treppenartefakte.

Ein 4K-Display zeigt auf derselben Fläche viermal so viele Bildpunkte (3840 × 2160 Pixel) wie Full HD. Selbst ein 27-Zöller erreicht damit über 160 ppi, ein 24-Zöller sogar 184 ppi. Im üblichen Sitzabstand betrachtet sehen Bildschirminhalte deshalb beinahe wie gedruckt aus.

Als Nebeneffekt der hohen Auflösung werden Bedienelemente, Menüeinträge sowie Icons und deren Beschriftung auf 4K-Displays kleiner dargestellt. Um dem entgegenzuwirken, skalieren aktuelle Betriebssysteme diese Elemente.

MacOS gelingt das schon seit einigen Versionen sehr gut, weil Apple mit den Retina-Displays viel Erfahrung gesammelt hat. Außerdem hält die Firma Entwickler dazu an, Software für die Darstellung auf hochauflösenden Displays anzupassen. Bei älteren Anwendungen wie Photoshop CS5 oder Cinebench R11 kommt es aber vor, dass zwar Fensterleiste und Menütexte schön geglättet vergrößert werden, aber alles in den Fenstern grobpixelig oder verwaschen aussieht.

Ähnlich steht es bei Microsoft. Taten sich ältere Windows-Versionen mit der Skalierung noch schwer, gibt es mit Windows 10 nur selten Probleme. Auch hier ist es meist ältere Software, die sich dem widersetzt – doch selbst aktuelle



Büromonitore besitzen meist zahlreiche Anschlüsse. Einige können Bilder von zwei Quellen gleichzeitig anzeigen, aber nicht alle Eingänge beliebig kombinieren.

Tools wie WinDirStat oder CPU-Z leiden unter verwaschener Textdarstellung.

Auch bei den Linux-Distributionen gab es über die letzten Jahre zahlreiche Verbesserungen. So haben viele Desktop-Umgebungen gelernt, Bedienelemente und Schriften entsprechend größer darzustellen. Es gibt aber noch viele Kinderkrankheiten. Außerdem haben manche Grafiktreiber Probleme damit, 4K-Bildschirme in ihrer vollen Auflösung mit 60 Hz anzusteuern. Welche Stolperfallen unter Windows und Linux lauern und wie Sie diese umgehen, erklären die Artikel auf den folgenden Seiten.

Ergonomie

Um den Arbeitstag ohne Verspannungen zu überstehen, muss man den Monitor an die individuelle Sitzposition anpassen können. Die Panels aller Testgeräte lassen sich neigen. Bei Acer und Dell fehlt der Hochkantmodus. Zudem kann man das Dell-Display weder zur Seite drehen, noch in der Höhe verstetzen. Die Geräte von AOC, Fujitsu und Lenovo bieten hingegen das volle Programm.

Auch in einem weiteren Punkt patzen Dell und Acer: Sie kleiden ihre Displays in spiegelnde Rahmen, die mit Reflexionen ablenken und die Augen auf Dauer ermüden. Selbst der matt glänzende schwarze Kunststoff des AOC-Displays mag empfindliche Nutzer noch stören. Einen matten weißen Rahmen, wie ihn einige Ergonomievorschriften fordern, findet man nur beim Fujitsu P27T-7 UHD. Keiner der fünf Schirme spiegelt.

Anzeigen

Für ermüdfreies Arbeiten bei normaler Bürobeleuchtung sollte ein Monitor mit einer Helligkeit von 120 cd/m² leuchten. In den Werkseinstellungen trifft nur Fujitsu diesen Wert annähernd, die anderen leuchten zu hell. Ausreichende Helligkeitsreserven für den Fall, dass die Sonne oder eine andere helle Lichtquelle aufs Display strahlt, bieten am ehesten AOCs U2777PQU und der Fujitsu P27T-7 UHD.

Vier der Geräte nutzen IPS-Panels. Diese Displaytechnik zeichnet sich durch sehr weite Einblickwinkel aus. Allein Dell setzt ein vergleichsweise kontrastschwaches und sehr winkelabhängiges TN-Panel ein. Verändert man die Position vor dem LCD nur ein wenig, variiieren seine Farben und Bildbereiche dunkeln ab.

Alle Testgeräte nutzen den im Büroalltag gebräuchlichen sRGB-Farbraum. Während die Monitore von Acer, AOC, Fujitsu und Lenovo diesen annähernd abdecken, produziert Dells S2817Q nur müde, lustlose Farben. Sein Weiß verdient den Namen nicht, was selbst bei der Büroarbeit auffällt: Je nach Blinkwinkel färbt sich die Seite in der Textverarbeitung leicht grün-gelb oder rosa ein. Dass auch der AOC U2777PQU den vorgegebenen Weißpunkt verfehlt und Richtung Blau verschiebt, merkt man eher daran, dass die Darstellung etwas kühl wirkt. Ein tiefes Schwarz gelingt in dieser Auswahl keinem Bildschirm. Bei Acer und Dell geraten aber auch die Grautöne sehr hell.

Auch ist keines der Displays gleichmäßig ausgeleuchtet. Die beste Figur

Messwerte			
	Leistungsaufnahme Standby/120 cd/m ² /max. Hell. [W]	Ausleuchtung [%]	Leuchtdichteregelbereich [cd/m ²]
Acer CB241HQK	0,3/19/32	84,2	28/230
AOC U2777PQU	0,5/26/41	82,4	38/350
Dell S2817Q	0,3/24/41	84,2	40/272
Fujitsu P27T-7	0,4/23/43	85,5	88/395
Lenovo ThinkVisionP27	0,5/24/39	76,2	17/252
			120 cd/m ²

machte das Fujitsu-Panel, bei dem wir eine Abweichung von knapp 12 Prozent zur Bildmitte ermittelten. Beim Schlusslicht Lenovo waren es 24 Prozent; dessen Helligkeit lässt zur rechten Seite sichtbar nach.

Die Leistungsaufnahme fällt bei den getesteten Geräten erfreulich moderat aus. Auf ergonomische 120 cd/m² eingestellt, nahmen sie zwischen 19 und 26 Watt auf. Bei voller Helligkeit waren es zwischen 32 und 43 Watt.

Anschlüsse

Jedes der Geräte im Feld verfügt über mindestens eine HDMI-2.0-Buchse und einen DisplayPort der Generation 1.2. Nur darüber angeschlossen erreichen sie in ihrer vollen Auflösung eine Bildrate von 60 Hz. Deshalb muss auch der Arbeitsplatz-PC die entsprechenden Signalausgänge mitbringen. Ob dies der Fall ist, erkennt man von außen nicht. DisplayPort 1.2 findet man bei AMD ab der Radeon-HD-7000-Familie, bei Nvidia seit der GeForce-700-Serie und bei Intel ab der Core-i-6000-Generation. HDMI 2.0 gibt es nur bei Radeons ab der RX-400-Familie und GeForce-Modellen ab der 1000-Serie.

An älteren Generationen der Schnittstellen, die man meist ebenfalls an den Anschlussfeldern findet, muss man entweder die Auflösung reduzieren oder mit einer geringeren Bildwiederholrate leben. Bei 30 Hz ruckeln allerdings Animationen, zum Beispiel wenn man ein Fenster auf dem Desktop verschiebt oder eine Anwendung minimiert. Betergeren Systemen helfen günstige Grafikkarten wie AMDs Radeon RX 550 oder Nvidias GeForce GTX 1030 auf die Sprünge (siehe S. 146).

Bis auf Acer verfügen alle Testgeräte über einen Hub mit mindestens zwei USB-3.0-Ports. Sie erreichen lesend und schreibend die erwarteten Transferraten von 450 bis 460 MByte/s, nur Fujitsu fällt beim Schreiben leicht zurück. Der P27T-7 UHD ist auch der einzige Monitor im Feld, der keine Lautsprecher besitzt. Allerdings tun sich die anderen nicht durch besondere musische Talente hervor: Da sie alles unterhalb der Mitten vermissen lassen oder dumpf klingen, taugen sie nur für Systemklänge – und selbst die klingen schrill.

Bildteiler

Mit Ausnahme des Lenovo ThinkVision P27 sind die Displays in der Lage, zwei Signalquellen gleichzeitig anzuzeigen. Der Picture-in-Picture-Modus (PiP) blen-



Acer CB241HQK

Acer produziert einen der wenigen 4K-Monitore unter 400 Euro und unterbietet das restliche Feld damit um mindestens 200 Euro. Das schlägt sich etwa in der Materialwahl nieder: Der kratzempfindliche Kunststoff an Displayrahmen und -ständer wirkt billiger als bei den Konkurrenten, und er spiegelt – im Büro ein No-Go. Der USB-Hub ist ebenfalls dem Rotstift zum Opfer gefallen.

Das 24"-Panel bringt es in diesem Vergleich mit 184 ppi auf die höchste Schärfe und zeigt lebendige Farben. Beim Testmuster stand es offenbar unter mechanischer Spannung, die zu starken Lichthöfen am Panelrand führte. Sie beeinträchtigten die Schwarzdarstellung und fielen selbst bei hellestem Bildinhalt auf.

Für Bildsignale steht außer je einem DisplayPort- und einem HDMI-Anschluss auch ein DVI-Eingang bereit. Über den kann die 4K-Wiedergabe mit 30 Hz gelingen, muss aber nicht – das hängt vom Grafikchip ab. Kleinere Auflösungen interpoliert der CB241HQK aber zuverlässig.

Im einfachen, aber gut navigierbaren Bildmenü findet sich ein sRGB-Modus, der nicht die Farbdarstellung anpasst, sondern nur die Helligkeit auf einen festen Wert einstellt. Manuell lassen sich Farben nicht nur aus den Primärfarben zusammenmischen, sondern aus sechs Tönen. Das kleinste Panel im Test braucht auf dem Schreibtisch zumindest in der Breite wenig Platz. Die Monitore von Dell und AOC haben aber kompaktere Standfüße.

- ⬆ sehr scharfe Darstellung
- ⬆ sehr günstig
- ⬇ Lichteinbrüche
- ⬇ spiegelnder Rahmen



AOC U2777PQU

Business casual beschreibt den Look des AOC-Displays recht gut, wie ein edles Sakko zu Jeans: Obenrum trägt es sein mattes Panel in einem an drei Seiten besonders dünnen Rahmen mit anthrazitfarbener Einfassung. Dann kommt der Stilbruch: spiegelnder Kunststoff am Ständer und ein Fuß im reflektierenden Metall-Look.

Farben wirken etwas matter als bei manchem Konkurrenten, was nur im direkten Vergleich auffällt. Grautöne stellt das IPS-Panel fein differenziert dar, sein Schwarz fällt sehr gleichmäßig, aber etwas hell aus. Die Leuchtdichte lässt zum rechten Rand messbar, aber nicht sichtbar nach.

Zusätzlich zu HDMI und DisplayPort bringt der U2777PQU je einen DVI- und einen VGA-Eingang mit. Zwar sind beide nur bedingt bis gar nicht 4K-tauglich, nehmen so aber immerhin auch Signale von alten Geräten entgegen. Die vier USB-Ports sowie der Upstream-Anschluss liegen alle an der rechten Seite, sodass sich hier ein hässlicher Kabelschweif bildet. Zwei der Ports beherrschen nur USB-2.0-Speed und lieferten für unsere Test-SSD zu wenig Strom.

Das optisch altbackene Bildmenü stellt gut sortiert umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten bereit, reagiert aber langsam auf Eingaben. Durch die Berührung wippt dabei das Display auf dem Standfuß knackend vor und zurück. Bequemer und wackelfrei stellt man den Monitor via iMenu-Software ein, die allerdings nicht alle Funktionen umfasst, es fehlt etwa PiP.

- ⬆ elegantes Styling
- ⬆ flexible Eingangswahl
- ⬇ wackeliger Fuß
- ⬇ zwei USB-2.0-Buchsen



Dell S2817Q

Auf dem 28-Zoll-Panel bekommen Anwendungen Platz und bleiben dennoch mit einer Auflösung von 157 ppi schön scharf. Bei der Größe lässt der Preis von 400 Euro aufhorchen.

Um die Fläche besser auszunutzen, legt das Windows-Tool Display Manager auf Wunsch ein unsichtbares Raster über den Bildschirm, auf dem man Programmfenster anordnen kann. Über seine vier Displayeingänge nimmt der S2817Q Bildsignale von zwei Rechnern an, die er per PiP oder PbP gleichzeitig anzeigt. Allerdings lassen sich nur eine HDMI- und eine DisplayPort-Quelle kombinieren, nicht zwei DisplayPort-Zuspieler. Bei PbP werden die Signale flächenfüllend oder seitentreu dargestellt – beträgt die angelegte PC-Auflösung nicht 1920 × 2160 Pixel, wird es dazu in der Breite gestaucht oder erscheint mit breiten schwarzen Rändern oben und unten.

Das TN-Panel erreicht nur einen Kontrast von 746:1 und tut sich mit dunklen Tönen schwer: Anstelle eines Grauverlaufs zeigte es am Testbildgenerator helles Schwarz, dann wenig Mittelgrau und viel Hellgrau. Wegen des kleinen Einblickwinkels variieren die lustlos gezeichneten Farben, sobald man den Kopf bewegt. Weil der Bildschirm sehr niedrig steht und Dell bis auf die Neigung alle Ergonomiefunktionen eingespart hat, geschieht das aber zwangsläufig. Außerdem blickt man entweder leicht von oben aufs Display – oder muss die Sitzposition anpassen. Auch dass sein 1,7 cm breiter Rahmen spiegelt, spricht gegen den Büroeinsatz.

- ⬆️ viel Bildfläche
- ⬇️ winkelabhängiges TN-Panel
- ⬇️ keine Höhenverstellung
- ⬇️ spiegelnder Rahmen



Fujitsu P27T-7 UHD

Fujitsus 27-Zöller verkörpert mit seinem unauffälligen Design den Prototyp des Büromonitors. Direkt von vorn betrachtet, könnte er mit seinem breiten weiß-grauen Rahmen beinahe als Röhrenmonitor durchgehen. Mit der leichtgängigen und präzisen Mechanik lässt sich der P27T-7 UHD an so gut wie jede Sitzposition anpassen. Allerdings wäre eine klare Mittelraste für die Ausrichtung im Hoch- respektive Querformat hilfreich.

Die kräftigen Farben des mattierten IPS-Panels verändern sich auch aus großen Einblickwinkeln betrachtet kaum. Graustufen stellt es differenziert dar, nur das Schwarz fällt etwas hell aus. Die Ausleuchtung gelingt Fujitsu besser als den Konkurrenten. Bei dunklem Bildschirminhalt fielen beim getesteten Exemplar am oberen Rand zwei kleine hellere Bereiche auf, an denen der Rahmen aufs Panel drückte.

Nur einer der drei HDMI-Anschlüsse unterstützt 4K bei 60 Hz. Bei PiP und PbP lassen sich nur DisplayPort und HDMI kombinieren, nicht jedoch zwei Eingänge desselben Typs. Im PbP-Modus stellt der Fujitsu-Monitor die Bilder wahlweise neben- oder übereinander dar. Für den Büroeinsatz sind zwei USB-3.0-Ports knapp bemessen, wenn man zusätzlich zu Tastatur und Maus weitere USB-Peripherie anschließen will. Eine über den Hub angeschlossene SSD erreichte schreibend nur 416 MByte/s, rund 10 Prozent weniger als bei den Konkurrenten.

- ⬆️ gute Farbdarstellung
- ⬆️ große Blickwinkel
- ⬆️ gute Ergonomie
- ⬇️ nur zwei USB-Ports



Lenovo ThinkVision P27

Optisch ist das Lenovo-Display ein Zwitterwesen: Oben versprüht es die Leichtigkeit eines dünnen, rahmenlosen Displays, unten evoziert es mit seinem breiten Rahmen mit Lochmuster die Designsprache der Workstations aus gleichem Haus. Nur ein Detail stört die gute Verarbeitung: Hebt man den Monitor an den Seiten an, schnippst der dünne Rahmen dort aus der Halterung, wo man ihn packt. Er lässt sich aber problemlos wieder anbringen.

Die Ausstattung beschränkt sich auf je einen HDMI- und ein DisplayPort sowie vier USB-Anschlüsse. Ebenso schlicht fällt das unkonventionelle Bildmenü aus. Anstatt einen Auswahlbalken durch hierarchische Untermenüs zu schieben, wählt man die Optionen aus, indem man sie seitlich durchscrollt. Über die Shortcut-Tasten erreicht man Funktionen kaum schneller. Eine PiP-Funktion gibt es nicht.

Der matte 27-Zöller deckt den sRGB-Farbraum nahezu vollständig ab, stellt aber Farben nicht so lebendig dar wie Acer und Fujitsu. Während ihm der Grauverlauf einwandfrei gelang, zeigten sich bei komplett schwarzem Bildschirm Aufheller in den Ecken sowie hellere Flecken. Außerdem drückten bei unserem Testmuster anscheinend zwei der Rahmenclips unten aufs Display und verursachten Lichthöfe. Im Alltag fällt das zwar nicht auf. Mit bloßem Auge war allerdings zu erkennen, dass die Helligkeit zur rechten Seite nachlässt. Die untere Ecke leuchtet sogar nur knapp 78 Prozent so hell wie die Bildschirmmitte.

- ⬆️ schönes Styling
- ⬇️ gewöhnungsbedürftiges Bildmenü
- ⬇️ ungleichmäßig ausgeleuchtet
- ⬇️ wenige Signaleingänge

det das Bild vom anderen Eingang als kleines Fenster ein. Dessen Position und Größe darf der Nutzer im Monitormenü festlegen.

Die Picture-by-Picture-Funktion (PbP) stellt zwei Quellen gleichberechtigt nebeneinander dar. Ein reines Umschalten in diesen Modus genügt allerdings nicht, denn dann zeigen die Bildschirmhälften ein gestauchtes Bild. Zusätzlich muss man im Grafiktreiber der beiden angeschlosse-

nen Rechner die Auflösung 1920 × 2160 auswählen oder selbst anlegen. Wählt man diese Auflösung stattdessen über die Anzeigeeinstellungen von Windows 10, erhält man entweder ein gestauchtes oder verkleinertes Bild.

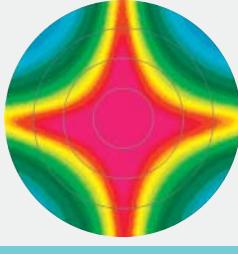
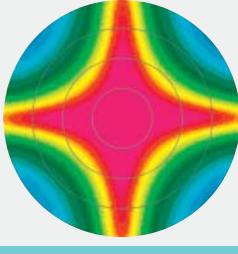
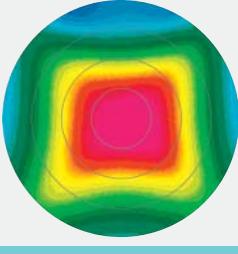
Zusätzlich legen einige Hersteller Software bei, die das Display in Bereiche unterteilt, an die man Fenster anheften kann. Das erleichtert die gleichzeitige Arbeit mit vielen Anwendungen, weil man

deren Fenster im Blick behält und per Mausklick zwischen ihnen wechselt.

Fazit

Im Büro gelten andere Regeln als zu Hause, das gilt auch für Monitore. Am besten folgen ihnen die Geräte von AOC, Fujitsu und Lenovo: Sie verfügen über alle Ergonomiefunktionen und liefern ein ordentliches Bild. In den Kernkompetenzen stark, zeigt jedes von ihnen auch kleine

Büromonitore mit 4K-Auflösung

Produktbezeichnung	CB241HK	U2777PQU	S2817Q
Hersteller	Acer	AOC	Dell
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Panel: Größe / Typ	23,6" / IPS (matt)	27" / IPS (matt)	27,9" / TN (matt)
Auflösung / Pixeldichte	3840 × 2160 (184 ppi)	3840 × 2160 (163 ppi)	3840 × 2160 (157 ppi)
sichtbare Bildfläche / -diagonale	52,1 cm × 29,3 cm / 60 cm	59,6 cm × 33,5 cm / 68,5 cm	62 cm × 34 cm / 71 cm
Videoeingänge	DisplayPort 1.2, DVI-D, HDMI 2.0	DisplayPort 1.2, DVI-D, HDMI 2.0, VGA	2 × HDMI 2.0, DisplayPort 1.2, miniDisplayPort 1.2
Farbmodi Preset / User	warm, cool, blue light / ✓	– / ✓	– / ✓
Bildpresets	User, Eco, Standard, Graphics, Movie	warm / norm / cool / user / sRGB	Standard, Multimedia, Movie Game, Paper, Warm, Cool, Custom Color
Interpolation: abschaltbar / seitentreu / Vollbild / Kantenglättung	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (4 Stufen)	– / ✓ / ✓ / ✓ (10 Stufen)
LCD drehbar / neigbar / höhenverstellbar / Porträt-Modus	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / –
Rahmenbreite	oben und unten 1,8 cm, seitl. 2,2 cm	oben und seitl. 0,7 cm, unten 2 cm	rundum 1,7 cm
USB-Anschlüsse	–	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0	2 × USB 3.0
weitere Ausstattung	Lautsprecher (2 × 2 W), Netzteil intern	Lautsprecher (2 × 3 W), Line-In, Kopfhörerausgang, Netzteil intern, Screen+ Software, iMenu, e-Saver	Lautsprecher (2 × 9 W), Netzteil intern, Dell Display Manager
Lieferumfang	Kabel: DVI, DisplayPort, Audio, Netz; Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, DVI, HDMI, Audio, USB, Netz; Handbuch auf CD, CD (Treiber)	Kabel: HDMI, miniDisplayPort, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)
Maße (B × H × T)	56,7 cm × 54–39 cm × 21,7 cm	61,4 cm × 40,3–53,5 cm × 19,3 cm	65,5 cm × 46,7 cm × 18 cm
Kontrast			
minimales Sichtfeld ¹	983:1 / 12 %	1211:1 / 18,6 %	746:1 / 15,2 %
erweitertes Sichtfeld ¹	701:1 / 41,8 %	775:1 / 56,5 %	501:1 / 42,3 %
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.			
winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand	 0 200 400 600		
Bewertung			
Blickwinkelabhängigkeit / Kontrasthöhe	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕
Farbwiedergabe / Graustufenauflösung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊖
Ausleuchtung	⊖	⊕	⊕
Gehäuseverarbeitung, Mechanik	⊕	⊕⊕	⊖
Bedienung, OSM	⊕	⊕	⊕
Straßenpreis (ca.)	350 €	550 €	400 €

¹ Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden – nicht vorhanden

k. A. keine Angabe

Schwächen. Bei Fujitsus P27T-7 UHD wünscht man sich mehr USB-Ports und einen schmaleren Rahmen, um zwei Exemplare mit kleiner Nahtstelle nebeneinander zu stellen. Lenovos ThinkVision P27 bildet bei der Ausleuchtung das Schlusslicht und lässt die PiP-Funktion vermissen. Dem AOC U2777PQU hätten ein matter und standfesterer Fuß sowie ein gleichmäßiger ausgeleuchtetes Panel gut getan.

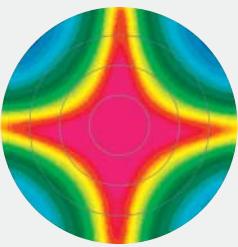
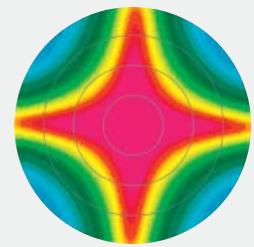
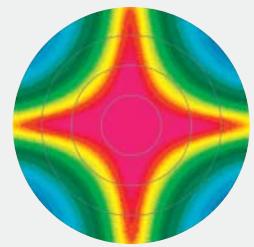
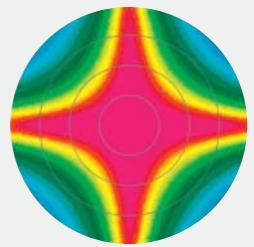
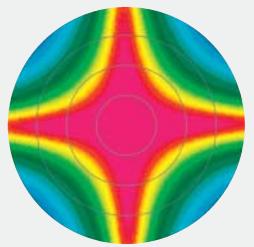
Acers CB241HQK tritt nicht nur mit einem Kampfpreis und brauchbaren Bild-eigenschaften an, sondern auch mit kompakten Abmessungen und einem 24-Zoll-Panel. Allerdings hat er keinen USB-Hub. Außerdem ist der spiegelnde Rahmen im Büro tabu.

Mit seinem ebenfalls niedrigen Preis und der größten Anzeigefläche im Test erscheint auch der Dell S2817Q auf den ersten Blick als günstiges Angebot. Aufgrund

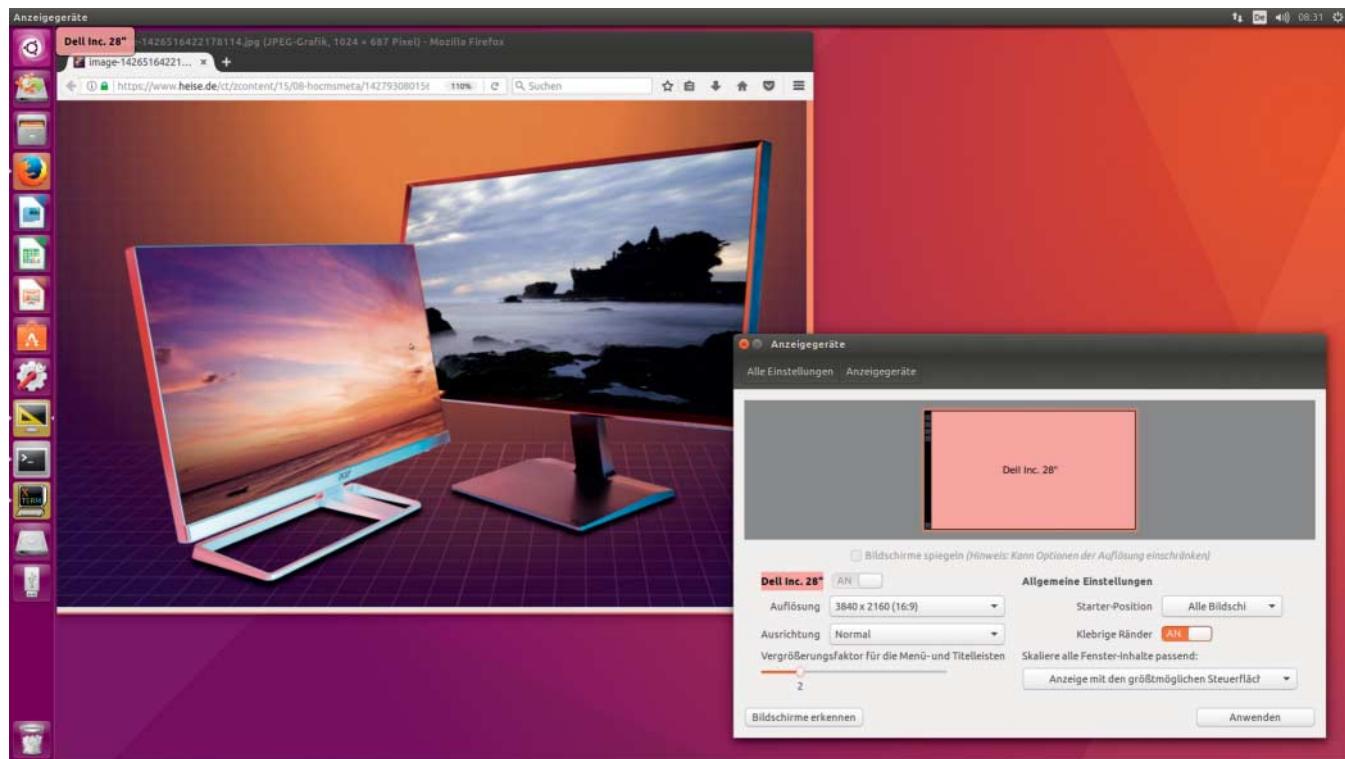
des spiegelnden Rahmens, der fehlenden Ergonomiefunktionen und vor allem des winkelabhängigen und kontrastarmen TN-Panels taugt er aber eher als Zweitdenn als Primärdisplay. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ulrike Kuhlmann, Bürohelfer, c't 11/17, S. 56
 [2] Benjamin Kraft, Special K für den Mac, LG UltraFine 4K und UltraFine 5K, c't 12/17, S. 52

bereits getestet				
P27T-7	ThinkVisionP27	27UD58P ²	UltraFine4K ³	UltraFine5K ³
Fujitsu	Lenovo	LG	LG	LG
3 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
27" / IPS (matt)	27" / IPS (matt)	27" / IPS (matt)	21,5" / AH-IPS (glossy)	27" / AH-IPS (glossy)
3840 × 2160 (163 ppi)	3840 × 2160 (163 ppi)	3840 × 2160 (163 ppi)	4096 × 2304 (219 ppi)	5120 × 2880 (218 ppi)
59,6 cm × 33,5 cm / 68,5 cm	59,6 cm × 33,2 cm / 68,5 cm	60 cm × 33,5 cm / 68,5 cm	47,7 cm × 27 cm / 55 cm	59,8 cm × 33,6 cm / 68,5 cm
1 × HDMI 2.0, 2 × HDMI 1.4, DisplayPort 1.2, miniDisplayPort 1.2	HDMI 2.0, DisplayPort 1.2	2 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2	USB-Typ-C (DisplayPort 1.2)	Thunderbolt 3
5000, 6500, 7500K ✓	reddish, blueish, neutral, sRGB	warm, mittel, kalt / ✓	—	—
D-Mode, sRGB, Office, Photo, Video, Low Blue Light	—	Leser, Foto, Cinema, Dunkler Raum 1, dunkler Raum 2, Farbschwäche, FPS1 Spiel, FPS2 Spiel, RTS Spiel, Anwender (Spieler), Anwender	—	—
✓ / ✓ / ✓ / ✓ (4 Stufen)	— / ✓ / ✓ / —	— / ✓ / ✓ / —	—	—
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	— / ✓ / ✓ / —	— / ✓ / ✓ / —
rundum 2,3 cm	oben und seitl. 0,8 cm, unten 5 cm	seitl. und oben 1,6 cm, unten 2 cm	seitl. und unten 1,35 cm, oben 1,45 cm	seitl. 1,38 cm, oben 2,3 cm, unten 1,45 cm
2 × USB 3.0	4 × USB 3.0	—	3 × USB 2.0 ⁴	3 × USB 3.0 ⁴
Kopfhöreranschluss, DisplayView Software	Lautsprecher (2 × 3 W), Kopfhöreranschluss	Lautsprecher (2 × 2 W), Kopfhöreranschluss, Netzteil intern	Lautsprecher, Netzteil intern	Lautsprecher, Netzteil intern
Kabel: DisplayPort, HDMI, USB, Netz; Netzadapter; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: DisplayPort, USB, miniDP-Adapter, Netz; Netzadapter	Kabel: HDMI, DP, Netz; Kurzanleitung	Kabel: USB-C, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung	Kabel: Thunderbolt 3, Netz; Handbuch, Kurzanleitung
64,3 cm × 41,2–54,6 cm × 22,7 cm	61,4 cm × 47,7–55,4 cm × 30 cm	63 cm × 43–57 cm × 25 cm	50,5 cm × 38,8–49,8 cm × 22 cm	62,5 cm × 45,4 – 56,5 cm × 24 cm
1176:1 / 19,2 %	1134:1 / 16,3 %	1026:1 / 50,6 %	1391:1 / 9,1 %	1183:1 / 15,8 %
746:1 / 56,4 %	737:1 / 53,5 %	522:1 / 92 %	1017:1 / 40,2 %	784:1 / 53,6 %
				
⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
⊕	○	⊕	⊕	⊕
⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
⊕	⊕	⊕	—	—
650 €	650 €	430 €	750 €	1400 €

² in c't 11/17, S. 56 ³ in c't 12/17, S. 52 ⁴ als USB-Typ-C ausgeführt



Skalieren & ausgeben

4K-Monitore unter Linux

Anschließen und loslegen – ganz so einfach ist der Einsatz besonders hochauflösender Bildschirme unter Linux leider nicht. Insbesondere bei den Desktop-Oberflächen muss man nachhelfen, sonst stellen sie Bedienelemente zu klein dar.

Von Thorsten Leemhuis

Damit 4K-Monitore unter Linux ordentlich laufen und die Bedienoberfläche ausreichend groß wird, müssen Grafiktreiber, Desktop-Umgebung und Anwendungen mitspielen. In allen drei Bereichen gibt es aber noch Schwächen, wie exemplarische Versuche mit den auf Seite 136 vorgestellten Monitoren zeigten.

Erst hatten uns die Tests mit drei modernen Grafikchips und aktuellen Ubuntu-Varianten positiv überrascht, denn alle

steuerten die getesteten Bildschirme automatisch mit 60 Hertz in ihrer nativen Display-Auflösung an. Das galt aber nur beim Anschluss via DisplayPort. Per HDMI sendeten alle GPUs nur eine Bildwiederholrate von 30 Hertz. Dadurch ruckeln Bedienoberflächen und schnell bewegte Mauszeiger ein wenig; bei manchen Nutzern führt die niedrige Wiederholrate sogar zu Kopfschmerzen.

Bei den Tests mit Intels Prozessorgrafik lag die Schuld beim eingesetzten Asus Prime Z270-A, denn genau wie viele andere Mainboards für aktuelle Intel-Prozessoren fehlt ihm ein HDMI-2.0-Chip. Der Treiber nutzte daher lediglich HDMI 1.4, das bei 4K-Auflösungen maximal 30 Hertz bewältigt.

Beim Anschluss über eine Nvidia GeForce GTX 1060 hatte der standardmäßig eingerichtete Nouveau-Treiber Schuld, denn der beherrscht noch kein HDMI 2.0. Der quelloffene Treiber entlockt diesen und anderen aktuellen

GeForce-Chips aber ohnehin nur einen Bruchteil ihres Leistungspotenzials. Viele Linux-Anwender installieren daher den leistungsfähigeren proprietären Treiber von Nvidia, der HDMI 2.0 schon eine Weile meistert.

Auch bei einer AMD Radeon RX 460 war der Treiber der Schwachpunkt, denn auch der quelloffene und von AMD vorangetriebene Treiber Amdgpu beherrscht noch kein HDMI 2.0. Der proprietäre Treiber AMDGPU-Pro besitzt diese Fähigkeit hingegen und aktiviert die höhere Bildwiederholrate automatisch. AMD stimmt diesen Treiber aber nur auf eine Handvoll von Distributionen ab. Darunter richtet sich mit Ubuntu 16.04 lediglich eine auch an Heimanwender. Unter neueren Ubuntu-Versionen und anderen Distributionen lässt sich der Treiber häufig gar nicht einrichten oder nur mit größeren Klimmzügen. Solche sind auch bei den Kernel-Patches nötig, mit denen man den HDMI-2.0-Support beim quelloffenen

Amdgpu-Treiber nachrüsteten kann. Sie stecken in einer Sammlung von Kernel-Änderungen, die AMD als DC (Display Core; ehemals DAL) entwickelt. Mitarbeiter überarbeiten diese Patches gerade grundlegend, damit sie mittelfristig in den Kernel einziehen und so den HDMI-2.0-Support in die Distributionen tragen.

Oberflächliches

Neben den Treibern gab es noch ein anderes Problem: Displays mit rund 150 PPI (Pixels per Inch/Punkte pro Zoll) stellen Schriften, Icons und andere Elemente grafischer Bedienoberflächen sehr klein dar, wenn man die Monitore in ihrer nativen Auflösung betreibt. Anwender mit guten Augen schätzen das, weil sie dadurch viel Arbeitsfläche haben; für alle anderen sind Schriften und Symbole aber schlicht zu klein. Aktuelle Desktops fangen dieses Manövriko ab, denn sie können ihre eigenen Oberflächenelemente und die vieler Anwendungen hochskalieren, um ihnen eine adäquate Größe zu verleihen.

Die seit nunmehr über drei Jahren in Linux-Desktops eingebauten Skalierungsfunktionen wiesen anfangs allerlei Kinderkrankheiten auf [1]. Experimente mit Ubuntu Desktop 16.04.2 sowie Kubuntu und Ubuntu Gnome 17.04 mussten zeigen, ob sich die Lage zwischenzeitlich verbessert hat. Das ging gleich schlecht los: Keine der jeweils eingesetzten Desktop-Umgebungen stellt die Bedienelemente automatisch größer dar, obwohl das technisch kein Problem wäre. Anwender müssen daher bei allen Desktops Hand anlegen.

Unity

Bei der Standard-Bedienoberfläche von Ubuntu stellen Sie die Skalierung in den Systemeinstellungen/Anzeigegeräte über den Schieberegler „Vergrößerungsfaktor für die Menü- und Titelleisten“ ein. Mit einem geraden Wert wie „2“ ist das einfach, dann muss der Desktop alles nur doppelt so groß darstellen. Dadurch bekommen die Oberflächenelemente tatsächlich eine Größe, die gut zu Monitoren mit über 200 PPI passt. In diese Klasse fallen etwa die in der Testtabelle auf Seite 141 aufgeführten LG-Displays.

Für die aktuell getesteten 4K-Monitore mit PPI-Werten zwischen 150 und 185 eignet sich ein Skalierungsfaktor von 2 eher schlecht, denn die Bedienelemente wirken auf manche Anwender dann über groß und platzverschwendisch. Für

solche Bildschirme sind krumme Skalierungsfaktoren wie 1,5, 1,66 oder 1,75 eine bessere Wahl. Die sind aber schwerer zu realisieren, da beim Zeichnen der Oberfläche mehr hin- und hergerechnet werden muss. Das haben nicht alle Komponenten des Desktops voll im Griff, was zu kleineren Ungereimtheiten im Oberflächendesign von Unity und einigen Anwendungen führt. Einige solcher Schwächen stechen überdeutlich ins Auge: In der Übersicht der Systemeinstellungen werden beispielsweise einige Beschriftungen abgeschnitten; außerdem stimmen die Abstände zwischen den Symbolen nicht und der Text sitzt nicht mehr mittig unter den Icons. Andere Schwächen zeigen sich nur bei genauerem Hinsehen – so sind die Reiter (die „Tabs“) in manchen Anwendungen schlechter von einander getrennt und Beschriftungen gelegentlich abgeschnitten.

Im Zweisichtsbetrieb lässt sich der Vergrößerungsfaktor der Menü- und Titelleisten von Unity für jeden Monitor einzeln festlegen. Die Fensterinhalte werden jedoch auf allen Monitoren gleichermaßen skaliert. Der Grad der Skalierung richtet sich nach dem Vergrößerungsfaktor des Bildschirms, den Sie unter „Skaliere alle Fenster-Inhalte passend“ angeben. Das ist ungeschickt für den Zweisichtsbetrieb mit verschiedenen Monitoren: Unterscheiden sich die PPI-Werte

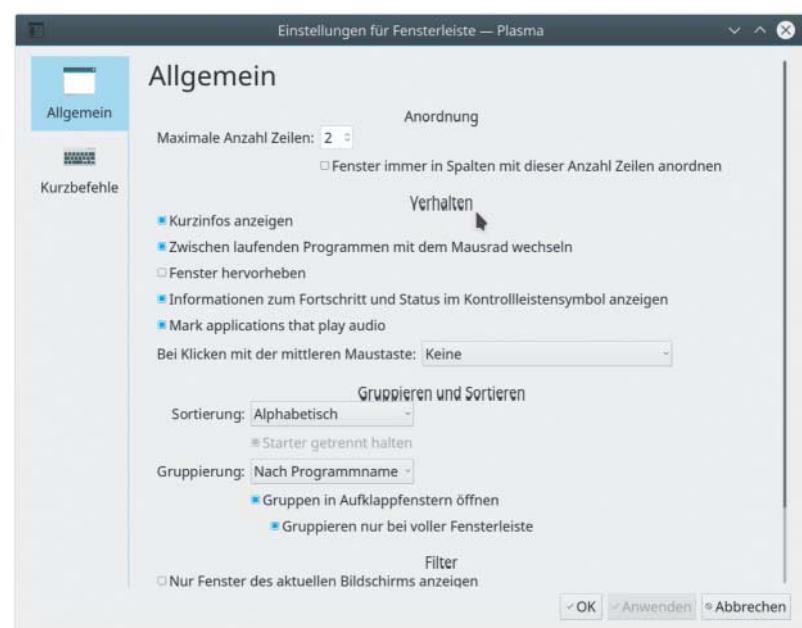


Krumme Skalierungsfaktoren wie 1,75 bringen Unity an einigen Stellen durcheinander.

stark, wirkt die Darstellung auf einem der Bildschirme schnell zu klein oder zu groß.

Gnome

Ab 192 PPI setzt der Desktop des Gnome-Projekts automatisch einen Skalierungsfaktor von 2, um den Bedienelementen eine vernünftige Größe zu verleihen. Da die aktuell getesteten Monitore alle darunter bleiben, muss man die größere Darstellung manuell aktivieren. Das gelingt mit Hilfe des Gnome-Tweak-Tool, das Sie bei



Beim Skalieren mit KDEs Plasma verzerrn sich in Kubuntu gelegentlich einige Texte; außerdem funktionieren krumme Skalierungsfaktoren teilweise nicht.



Die 4K-Skalierung stört das Oberflächendesign mancher Programme. Die Werkzeugpalette von Gimp wird durch Skalierung beispielsweise unübersichtlich, weil die Symbole klein bleiben, die Schrift aber vergrößert wird.

Ubuntu Gnome als „Optimierungswerzeug“ in der Programmübersicht finden. Den Skalierungsfaktor legen Sie im Bereich „Fenster“ unter „Hohe DPI“ beim Punkt „Fensterskalierung“ fest. Dort lassen sich derzeit allerdings nur ganzzahlige Werte einstellen, weil Gnome-Entwickler Probleme vermeiden wollen, wie sie Unity zeigt. Die dafür verantwortlichen Ursachen wurden aber angegangen: Die nächste, im September erwartete Gnome-Version 3.26 soll auch krumme Skalierungsfaktoren ermöglichen. Im Betrieb mit dem X11-Nachfolger Wayland soll Gnome sogar für jeden Monitor eine eigene Zoom-Stufe nutzen können.

KDE Plasma

Beim in Kubuntu 17.04 eingesetzten Plasma 5.9 legen Sie die Vergrößerung für hochauflösende Monitore unter „System-

einstellungen“ / „Anzeige und Monitor“ über den Knopf „Anzeige skalieren“ fest. Letzterer zeigt sich womöglich erst, wenn Sie im rechten Bereich nach unten scrollen. Nach Einstellen des Werts müssen Sie sich ab- und wieder anmelden; erst ein Neustart der Bedienoberfläche aktiviert die größere Darstellung vollends. Der Faktor gilt für alle angeschlossenen Monitore gleichermaßen.

Skalierungsfaktoren wie 1,7, 1,8 oder 1,9 führten bei den Versuchen zu keiner größeren Darstellung; Werte wie 1,5 oder 2 funktionierten hingegen recht ordentlich. Damit zeigte Plasma fast alles größer an, patzte aber bei der am unteren Bildschirmrand sitzenden Kontrollleiste: Deren Schrift ist zwar größer, die Icons bleiben hingegen klein. Dieses Manko können Sie korrigieren, indem Sie die Kontrollleisten-Einstellungen über das Kontextmenü öffnen, um dort die Höhe der Leiste anzupassen. Das war im Test aber nicht das einzige Problem: Hin und wieder zeigten Schriften nach dem Scrollen kleinere Darstellungsfehler; Gedit und einige mit GTK+ 3 gebaute Programme vergaßen, die Icons zum Minimieren, Maximieren und Schließen von Fenstern hochzuskalieren.

Anwendungen

Die Desktops skalieren nicht nur ihre eigenen Oberflächenelemente, sondern sorgen auch dafür, dass mit GTK+ 3 und Qt5 gebaute Anwendungen ihre Bedienoberflächen größer darstellen. Das klappt nicht nur mit den Kernanwendungen der drei Desktop-Umgebungen, sondern auch mit Firefox, LibreOffice und Thunderbird.

Auch Software wie Amarok und K3B stellt alles größer dar – hier und da gerät das Oberflächen-Design ein klein wenig durcheinander, was aber nicht sonderlich stört. Bei Gimp hingegen gibt es große Anomalien, denn es nutzt an vielen Stellen eine größere Schrift, skaliert aber den Rest nicht. Die Benutzeroberfläche wirkt dadurch unschön und teilweise unübersichtlich. Ähnliches passiert in Audacity, dessen Oberfläche sich nur noch schwer bedienen lässt. Unter manchen Desktops skalieren die beiden Anwendungen überhaupt nicht. Bei Xterm oder dem Image-Magick-Programm `display` ist das immer der Fall, daher sind deren Schriften und Symbole auf 4K-Monitoren in der Regel zu klein. An all diesen Schwierigkeiten sind die Grafik-Toolkits schuld, die diese Programme nutzen: Qt4, GTK+ 2 und

viele ältere Bibliotheken beherrschen die Skalierung für Monitore mit hohen Pixeldichten nur teilweise oder gar nicht.

Auch mit anderen Programmen gibt es Schwierigkeiten. Oft lassen die sich durch individuelle Workarounds reduzieren. Eine gute Übersicht hierzu finden Sie auf der HiDPI-Seite im Wiki von Arch Linux (wiki.archlinux.org/index.php/HiDPI). Sie verweist etwa auf ein Gimp-Theme, das größere Icons bringt und so das Oberflächendesign wieder halbwegs ins Lot bringt. Bei Audacity verbessert sich die Lage, wenn man das Grafik-Toolkit wxWidgets mit GTK+ 3 kompiliert. Bei über Wine ausgeführten Windows-Anwendungen kann es helfen, über `winecfg` den DPI-Wert hochzusetzen, um wenigstens die Schrift besser lesbar zu machen.

Obacht: Die Wikiseite und andere Stellen im Web empfehlen teilweise, an der DPI-Konfiguration von X-Server und Desktop-Oberflächen zu schrauben, um Oberflächenelementen zu einer adäquaten Größe zu verhelfen. Dieser tief in die Konfiguration eingreifende Ansatz hat aber versteckte Nebeneffekte, weil ungewöhnliche DPI-Werte die Oberflächenkomposition mancher Anwendungen nachhaltig aus dem Tritt bringt.

Silberstreifen

Auch wenn der Text vielleicht einen anderen Eindruck hinterlässt: Mit hochauflösenden Monitoren kann man unter Linux gut arbeiten, denn die Grafiktreiber und die Desktop-Skalierung funktioniert schon recht ordentlich. Man muss aber hier und da Hand anlegen und mehr Nachteile in Kauf nehmen, als es bei macOS oder Windows der Fall ist.

Die erwähnten Schwierigkeiten und Detailprobleme zeigen, dass es noch einiges zu optimieren gibt. Besserung ist aber in Sicht: Bei Plasma funktioniert die Skalierung schon recht gut und Gnome verspricht einige Mankos im Herbst abzuschütteln – also just, bevor es zur Standard-Bedienoberfläche von Ubuntu Desktop wird. Zusammen mit Wayland soll Gnome mittelfristig sogar Programme wie Xterm sinnvoll skalieren können, damit sich auch Altanwendungen stimmig in die Desktop-Oberfläche einpassen.

(thl@ct.de) 

Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, *Pixelpinguin, 4K-Displays mit Linux*, c't 10/14, S. 130

Ten Sharp

Hochauflösende Monitore an Windows 10

4K- und ähnliche Bildschirme erfordern eine skalierbare Bedienoberfläche. Windows 10 kann inzwischen auch alten Programmen zu einer halbwegen stimmigen Darstellung verhelfen.

Von Jan Schüßler

Bei hochauflösenden Monitoren müssen Betriebssystem und Anwendungen skaliert dargestellt werden, denn anderenfalls sind alle Inhalte zwar gestochen scharf, aber auch winzig klein. Eine solche Skalierung unterstützen auch Windows 7 und 8.1, an einigen Stellen muss man aber mit verpixelter Darstellung oder vergurktem Layout von Schaltflächen rechnen – damals hat man bei Microsoft das Thema Skalierung nicht sonderlich ernst genommen.

Mit Windows 10 sind diverse Systemfunktionen in die neuartigen Universal Apps gewandert (Universal Windows Platform, UWP). Diese sind von Haus aus auf gute Skalierbarkeit ausgelegt und bereiten praktisch nie Probleme. Viele klassische und vom Entwickler aktuell gehaltene Desktop-Programme sind inzwischen ebenfalls unproblematisch, auch auf älteren Windows-Versionen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Texteditor UltraEdit: Als 4K-Monitore bezahlbar wurden, gelang dem Programm keine stimmige Darstellung. Inzwischen schaut es deutlich besser aus – der Hersteller hat nachgebessert.

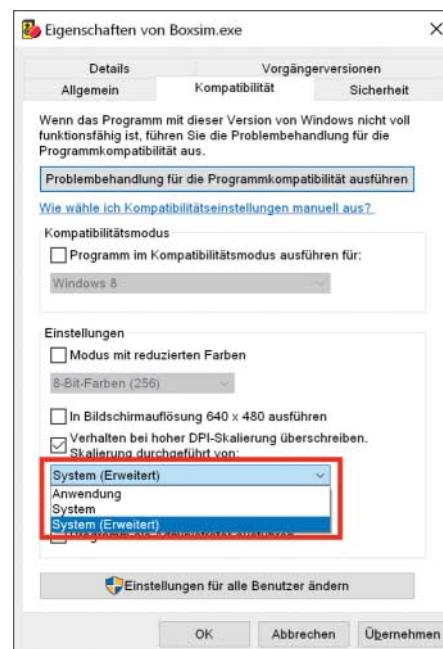
Deutliche Skalierungsprobleme haben oft klassische Desktop-Programme, die vom Hersteller seit Jahren nicht mehr gepflegt wurden oder bei denen sich die Entwickler einfach nicht um Skalierbarkeit scheren. Meist entstammen solche Programme einer Zeit, zu der kaum jemand überhaupt an skalierbare Bedienoberflächen oder Monitore mit hoher Pixeldichte gedacht hat.

Für solche Anwendungen lässt sich – schon seit vielen Windows-Generationen – in den Kompatibilitätseinstellungen festlegen, dass die Skalierung auf Hoch-DPI-Bildschirmen nicht von der Anwendung,

sondern vom System selbst übernommen wird. Technisch ist das eine Krücke: Windows gaukelt der Anwendung vor, der Bildschirm sei auf einen Skalierungsfaktor von 100 Prozent gesetzt und vergrößert das Programmfenster bei der Ausgabe schlicht um den eingestellten Faktor. Als Resultat ist die Darstellung zwar geometrisch korrekt, aber verpixelt bis verwaschen.

Abhilfe

Erst mit der derzeit aktuellen Version 1703 von Windows 10 (Creators Update) hat Microsoft die Skalierungsoption „System (Erweitert)“ hinzugefügt, die die Darstellung alter Anwendungen verbessern kann. Sie greift ins Rendering von Programmoberflächen ein, die die Grafiksschnittstelle GDI verwenden: Schriften und einfache geometrische Formen werden in hoher Pixeldichte gerendert, während Grafiken, Icons und so weiter schlicht vergrößert werden. Das sorgt für scharfe Schriften, ohne dass das Layout des Programmfensters aus dem Ruder läuft. Details dazu erläutert Microsoft in einem Blogbeitrag (siehe ct.de/ychj).



Die verbesserte Skalierung lässt sich für Programmverknüpfungen und direkt für ausführbare Dateien aktivieren.

Weil das bislang nur für Anwendungen funktioniert, die auf GDI fußen, bleibt die Darstellung zum Beispiel bei der freien Bildbearbeitung Gimp auch damit pixelig wie eh und je. In anderen Fällen wird es nicht unbedingt besser, sondern eher anders schlecht. Der Dateisystembetrachter WinDirStat ist mit der neuen Skalieroption zwar gestochen scharf und das Layout passt, doch das Blockdiagramm erscheint viel zu dunkel. Das Programm Boxsim, ein Entwicklungswerkzeug für Lautsprecher, zeichnet mit der neuen Option die saubersten Diagramme, Schriften bleiben aber an vielen Stellen verpixelt. In der Praxis kommt man nicht umhin, bei solcher Software mit den Optionen herumzuprobieren.

Die Skalierungsalternativen lassen sich in den Kompatibilitätseinstellungen einer Anwendungsverknüpfung oder auch einer ausführbaren Datei selbst setzen. Da das Startmenü von Windows 10 keinen direkten Zugriff auf die Eigenschaften der Programmverknüpfungen bietet, ist ein kleiner Umweg nötig. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verknüpfung oder die Kachel und dann auf „Mehr“ sowie auf „Speicherort öffnen“. Daraufhin öffnet sich ein Fenster des Datei-Explorers mit dem Ordner, in dem sich die Verknüpfungen befinden.

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verknüpfung und auf „Eigenschaften“. Auf der Registerkarte „Kompatibilität“ setzen Sie ein Häkchen vor „Verhalten bei hoher DPI-Skalierung überschreiben“ und probieren Sie sich durch die Optionen Anwendung, System und System (Erweitert). Um die Auswirkungen der Änderungen zu sehen, muss das Programm nach dem Setzen der Option neu gestartet werden.

Kommen am PC mehrere Monitore mit verschiedenen Pixeldichten zum Einsatz, lässt sich der Skalierungsfaktor für jeden einzelnen separat einstellen, sofern Windows 10 nicht automatisch sinnvolle Einstellungen setzt. Die Option dafür findet sich ebenfalls in den Einstellungen unter „System/Bildschirm“: Wählen Sie den betreffenden Monitor an und stellen Sie einen passenden Faktor ein. Mit der „benutzerdefinierten Skalierung“ lässt sich die Skalierung so feinstufig einstellen, dass Icons, Taskleiste & Co. auf beiden Bildschirmen weitgehend gleich groß dargestellt werden. (jss@ct.de) **ct**

Blogbeitrag zu Hoch-DPI-Skalierung:
ct.de/ychj



Multimedia-Nachhilfe

Günstige Grafikkarten für 4K-Displays und Video

Kompakte Grafikkarten ab 76 Euro der Serien Nvidia GeForce GT 1030 und AMD Radeon RX 550 passen auch in kleine PC-Gehäuse, steuern mehrere Monitore bis 4K-Auflösung an und dekodieren UHD-Videos. Bedingt taugen sie sogar zum Spielen.

Von Rudolf Opitz

Gehet es nur ums Schreiben von Briefen und E-Mails und um die Web-Recherche, leistet ein sieben Jahre alter Dual-Core-PC immer noch gute Dienste. Doch schon Full-HD-Videos mit moder-

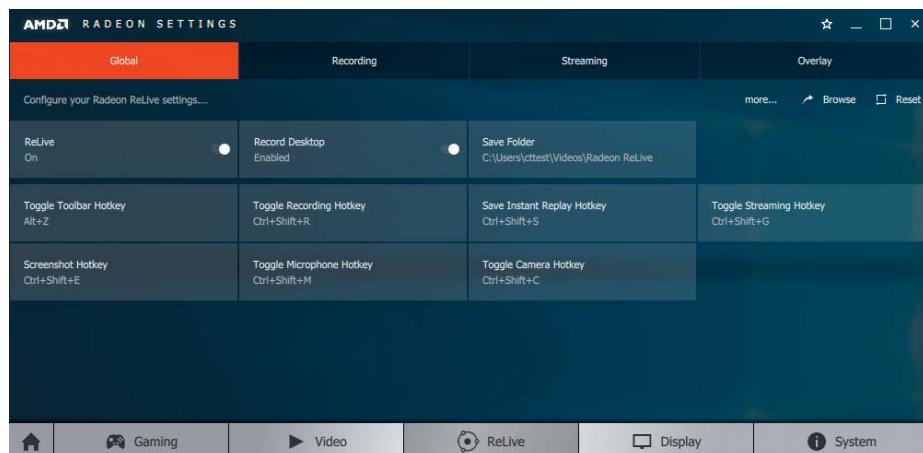
nen Codecs wie HEVC (DVB-T2) und VP9 (YouTube) stellen die betagten Rechner vor Probleme. Auch wenn der Wunsch nach einem großen Monitor mit Auflösungen jenseits von Full-HD kommt – ideal für große Bilder und Excel-Tabellen – muss der alte Büro-PC passen. Hier helfen günstige, aber aktuelle Grafikkarten mit Ausgängen für 4K-Displays und Hardware-Decoder für HEVC & Co.

Sechs Karten ab 76 Euro mit den Grafikchips AMD Radeon RX 550 oder Nvidia GeForce GT 1030 mussten im c't-Labor zeigen, was sie können und was nicht. Die GeForce-Karten kamen von Asus, MSI und Zotac, die Radeon-Modelle von Gigabyte und XFX. Von XFX kauften wir die Low-Profile-Karte RX-550P2LFB5 und die RX-550P4TGF5, die

als einzige Karte im Test 4 GByte Videospeicher (GDDR5) mitbringt. Außerdem blockiert sie im PC wie auch die Zotac-Karte nur einen PCIe-Slot, die anderen zwei.

Zwar nutzen viele Arbeitsplatz-PCs die in der CPU integrierte Onboard-Grafik, doch ältere Versionen eignen sich nur bedingt für Multimedia-Anwendungen und überlassen den aktuellen und rechenintensiven Video-Codec HEVC (High Efficiency Video Codec, H.265) der CPU; HD-Videos ruckeln dann bei der Wiedergabe.

Auch beim Anschließen von 4K-Displays mit 3840 × 2160 Bildpunkten gibt es häufig Probleme. Wenn überhaupt, steht nur eine HDMI-1.4-Buchse bereit, die solche hohen Auflösungen mit Bild-



Mit dem den Radeon-Karten beiliegenden Tool „ReLive“ nimmt man einfach Videosequenzen etwa von Arbeitsabläufen auf dem Desktop auf oder streamt sie direkt ins Netz.

wechselseitigen von maximal 30 Hertz ausgeben kann – für Video reicht das, zum Arbeiten nicht. Oft bleibt als Videoausgang nur eine DVI-Schnittstelle, die maximal 1920×1200 Bildpunkte schafft. Erst als Dual-Link-Ausführung sind auch 2560×1600 und mit einigen wenigen Displays und Adaptern sogar die 4K-Auflösung möglich – allerdings wiederum nur mit 30 Hertz.

Enge Verhältnisse

Anders als die bis zu 32 Zentimeter langen Full-Size-Hochleistungskarten brauchen alle Testkandidaten mit maximal 18 Zentimeter nicht viel Platz im PC-Gehäuse. Außer der Low-Profile-Karte von XFX passen auch die GeForce-Modelle von MSI und Zotac in Kompaktgehäuse, die nur sieben Zentimeter hohe Karten aufnehmen.

Alle Grafikkarten im Test versorgen sich ausschließlich über den PCIe-Slot mit Energie; zusätzliche Stromanschlüsse oder stärkere Netzteile sind nicht notwendig. Die genügsamen GeForce-Karten überschreiten selbst bei Volllast selten die 30-Watt-Marke. Die Kühlung der Grafikchips ist kein Problem: Das MSI-Modell im Test und eine Low-Profile-Variante der Asus-Karte kommen sogar ganz ohne Lüfter aus.

Die Radeon-Modelle mit der Polaris-12-GPU brauchen unter Last deutlich mehr Energie, blieben im Test bis auf die XFX-Single-Slot-Karte aber stets unter den für den PCIe-x16-Slot zulässigen 75 Watt. Ohne Lüfter kommen diese Grafikkarten nicht aus, doch steht der im 2D-Betrieb in der Regel still.

eignen sich auch für den Dreiscreen-Betrieb.

Will man zwei oder drei Displays unter Windows mit unterschiedlichen Auflösungen und erweitertem Desktop betreiben, sollte man auf die Skalierung der Symbole und Schriften achten. Haben alle Displays die gleiche Auflösung, klappt das wunderbar – Windows ist für den Mehrschirmbetrieb gut gerüstet.

Kombiniert man aber zum Beispiel einen UXGA-Monitor (1600×1200) mit einem 4K-Modell, braucht Letzterer einen Skalierungsfaktor von mindestens 150 Prozent, da sonst die Schriften unlesbar klein dargestellt werden. Die UXGA-Anzeige muss dagegen nicht hochskaliert werden. Beim Herüberschieben von Fenstern von einem auf das andere Display erscheint je nach Richtung der Fensterinhalt auf einem Schirm zu groß oder zu klein, bis man das Fenster komplett auf einen Bildschirm holt und Windows die Skalierung sprunghaft anpasst. Wen das irritiert, sollte zwei Mo-

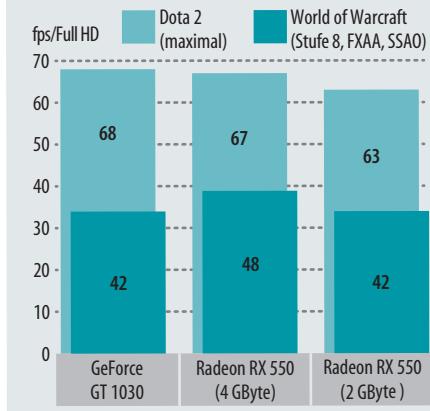
Eingestöpselt

Alle Grafikkarten im Test haben einen HDMI-2.0b-Ausgang, über den sie 4K-Monitore in voller Auflösung mit 60 Hertz ansteuern. Problematischer ist der Mehrschirmbetrieb – allerdings nur bei den Karten mit Nvidia-Chip: Die Modelle von Asus und Zotac besitzen außer der HDMI-Buchse nur einen Single-Link-DVI-D-Port, der auf 1920×1200 beschränkt ist.

Nur die passive MSI-Karte ist mit HDMI und DisplayPort 1.4 ausgestattet und kann so zwei 4K-Displays versorgen. Dafür fehlt ein DVI-Anschluss. Wer mit der GeForce-Karte von MSI seinen Bürorechner aufgefrischt hat und den alten Monitor als Zweit-Display weiter benutzen möchte, braucht einen passenden HDMI- oder DisplayPort-zu-DVI-Adapter. Anschlusskabel und Adapter liegen keiner der Grafikkarten im Test bei.

Die Radeon-Modelle geben Videosignale über drei Anschlüsse (DL-DVI, HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4) aus und

Spiele-Benches



Spieleleistung

Grafikkarte	„Ashes of the Singularity“ „Standard“, kein AA [fps] besser	„GTA V“ Hoch / FXAA [fps] besser	„Rise of the Tomb Raider“ Hoch, FXAA, DX12 [fps] besser
Full HD	1920 x 1080	1920 x 1080	1920 x 1080
GeForce GT 1030	20	40	27
Radeon RX 550 (4 GByte)	24	52	32
Radeon RX 550 (2 GByte)	23	53	31
GeForce GTX 1050	37	82	46
GeForce GTX 1050 Ti	40	89	55
Radeon RX 460	34	69	43
Radeon R7 370	30	69	40
GeForce GTX 750 Ti	26	59	34
GeForce GTX 950 2 GB	36	80	50

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6700K, 16 GByte RAM, VSync aus, GeForce 382.33, AMD Crimson 17.5.2
FXAA: Kantenglättungsverfahren

nitore mit gleicher oder ähnlicher Auflösung kombinieren, die den gleichen Skalierungsfaktor verwenden.

HEVC-Videos in 4K-Auflösung spielen alle Testkarten nahezu unabhängig von der CPU des Rechners ruckelfrei ab. Das Dekodieren übernimmt der Grafikchip. Auch beim Thema Hochkontrastbilder (HDR, High Dynamic Range) sind sie auf dem aktuellen Stand. Dasselbe gilt für aktuelle Grafiksoftware-Schnittstellen wie DirectX 12, Vulkan 1.0 und OpenGL 4.5.

Unterschiede fanden wir allerdings bei praktischen Softwarebeigaben. Den Karten mit AMD-Grafikchip liegt die Radeon-Software bei, zu der auch das Recording-Tool ReLive gehört. Damit kann man Sequenzen aus laufenden Spielen aufnehmen, aber auch von im Fenster laufenden Desktop-Programmen. Das ist für den Büroalltag praktischer, als es sich anhört: Statt die Bedienung etwa einer mit Makros versehenen Excel-Tabelle jedem Mitarbeiter zu erklären, nimmt man einfach ein Video auf, das die Bedienung zeigt – Bilder erklären besser als tausend Worte. Videos lassen sich sogar direkt auf Streaming-Plattformen übertragen.

Zwar stellt auch Nvidia mit dem Tool Shadowplay aus der Experience-Software eine Recording-Funktion bereit, doch funktioniert die mit den GT-1030-Karten nicht. Außerdem verlangt Experience eine nervige Online-Registrierung. Alternativ kann man die Recording-Funktion von Windows 10 oder ein freies Recording-Tool nutzen, die aber ohne GPU-Beschleunigung auskommen müssen.

Leistung für die Pause

Für 3D-Spiele sind die Grafikkarten im Test eigentlich nicht gedacht. Zwar haben alle mindestens zwei Gigabyte Videospeicher – das reicht für viele Games – doch ist der bei der GeForce GT 1030 nur über 64 Datenleitungen angebunden, der Speicher der Radeon RX 550 immerhin über 128. Hochleistungskarten wie die GT 1070 nutzen 256 Leitungen und mehr. Auf Prozessor und Arbeitsspeicher greifen die Radeon-Karten mit maximal acht PCIe-Lanes zu, die Karten mit Nvidia-Chip nur mit maximal vier Lanes, was beim Spielen aber keinen Unterschied macht.

Trotzdem liefen bei beiden viele Spiele überraschend flüssig, wenn man bei Texturen und rechenintensiven Gra-



Asus Phoenix GeForce GT 1030 O2G

Die Asus-Grafikkarte mit dem GeForce-GT-1030-Chip ist mit rund 80 Euro vergleichsweise günstig. Ein großer Lüfter sorgt für gute Kühlung. Ein Staubschutz des Kugellagers nach IP5X soll Asus zufolge die Lebensdauer des Lüfters verdoppeln. Er rotiert bereits im Leerlauf – allerdings fast unhörbar leise. Das ändert sich auch unter starker Last nicht.

Mit 18 Zentimeter Länge braucht die GT-1030-Karte nicht viel Platz, blockiert aber zwei PCIe-Slots. Asus bietet mit der GeForce GT 1030 SL 2G BRK auch eine lüfterlose Low-Profile-Karte für 75 Euro an, die ebenfalls zwei Slots blockiert.

Zwei 4K-Displays kann die Asus-Karte nicht ansteuern: Der DVI-D-Ausgang ist nicht Dual-Link-fähig – Auflösungen mit mehr als 1920 × 1200 Bildpunkten gibt die Karte hierüber nicht aus. Eine DisplayPort-Buchse für aktuelle Monitore fehlt. Damit bleibt für UHD nur die HDMI-2.0b-Schnittstelle.

Auf der CD findet sich außer dem Treiber und dem Tool GPUTweak II zum Übertakten reichlich Google- und Streaming-Software, die sich vor der Installation aber abwählen lässt.

- ⊕ sehr leise
- ⊕ kein DL-DVI
- ⊖ kein DisplayPort
- ⊕ drei Anschlüsse
- ⊕ Video-Clips mit ReLive
- ⊖ Leistungsaufnahme unter Last

Leistungsaufnahme

[Watt]	2D ◀ besser	2D, 2 Displays ◀ besser	3D ◀ besser	Furmark ◀ besser
Asus Phoenix GeForce GT1030 02G	3,1	7,5	28,6	30,2
Gigabyte Radeon RX 550 D5 2G	5,1	18	48,9	65,7
MSI GeForce GT1030 2GH LP OC	4,2	8,1	28,3	30,3
XFX Radeon RX 550 2GB LP	15	17,1	52,3	– (Absturz!)
XFX Radeon RX 550 4GB SSSlot	5,9	17	52,8	81,1
Zotac GeForce GT1030 2GB	4,7	8,3	29,4	30,8

Geräuschmessung

[Sone]	Leerlauf ◀ besser	3DMark ◀ besser	Perlin ◀ besser
Asus Phoenix GeForce GT1030 02G	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Gigabyte Radeon RX 550 D5 2G	0	0,12	0,9
MSI GeForce GT1030 2GH LP OC	0	0	0
XFX Radeon RX 550 2GB LP	0	1,2	2,6
XFX Radeon RX 550 4GB SSSlot	0	0,3	4
Zotac GeForce GT1030 2GB	< 0,1	< 0,1	< 0,1



MSI GeForce GT 1030 2GH LP OC

Die 78 Euro teure GeForce-Karte ist nur sieben Zentimeter hoch und passt auch in Low-Profile-Slots flacher Gehäuse. Sie kommt ohne einen eigenen Lüfter aus – ideal für sehr leise Büro- oder Multimediarechner. Das Slotblech belegt zwar nur eine Gehäuseaussparung, der große Kühlkörper überragt aber den benachbarten PCIe-Steckplatz. Immerhin kann man dessen Aussparung für ein Slotblech mit Leitungen zu Mainboard-Schnittstellen nutzen.

Die MSI-Karte stellt sowohl eine HDMI-2.0b-Buchse als auch DisplayPort 1.4 bereit, aber keinen DVI-Anschluss. Im Zwei-Monitor-Betrieb bleibt der Energiebedarf der Grafikkarte unter 10 Watt. Im Dauertest mit Furmark erhitzte sich der Kühlkörper auf über 80 °C. Da die Karte im Alltag wesentlich weniger zu tun hat, ist das in Ordnung. In kompakten lüfterlosen Gehäusen sollte man die Kartentemperatur aber im Blick behalten.

Die mitgelieferte CD enthält unter anderem Tools zum Übertakten und viel Werbe- und Trial-Versionen. Nicht Gewünschtes lässt sich immerhin vor der Installation abwählen.

- Low-Profile-Karte
- lüfterlos
- kein DVI-Anschluss



XFX Radeon RX-550P2LFB5

Die 18 Zentimeter lange Grafikkarte belegt zwei Steckplätze und würde auch in Low-Profile-Gehäuse passen – wenn der Hersteller der 95 Euro teuren Karte ein Low-Profile-Slotblech beigelegt hätte. Auf dem Kühlkörper sitzt ein kleiner Lüfter, der im 2D-Betrieb aber stillsteht und nur unter Volllast störend sirrt.

Im Test wunderten wir uns über die hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf: 15 Watt – das braucht sonst ein ganzer Stromspar-PC in Bereitschaft. Beim 3DMark11-Test zuckte das Bild gelegentlich, beim die GPU besonders fordernden Furmark stürzte der Testrechner jedesmal ab und zeigte nur noch einen gelben Bildschirm. Da wir einen Defekt vermuteten, kauften wir ein zweites Exemplar der XFX-Low-Profile-Karte. Die zeigte jedoch dasselbe Verhalten wie die erste Karte.

Wie die anderen Grafikkarten mit Radeon-Chip stellt die RX-550P2LFB5 mit Dual-Link-DVI, HDMI und DisplayPort drei 4K-fähige Schnittstellen bereit. Außer der Radeon-Treibersoftware mit dem Aufnahme-Tool ReLive gibt es auf der CD nur ein Programm zum Übermitteln von Fehlermeldungen.

- Low-Profile-Karte
- sehr hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf
- Abstürze (Furmark-Test)



XFX Radeon RX-550P4TFG5

Die RX-550P4TFG5 ist mit vier Gigabyte GDDR5-Speicher besser ausgestattet als das restliche Testfeld, mit 115 Euro aber auch die teuerste Grafikkarte. Sie hat normale Bauhöhe, ist allerdings nur 1,8 Zentimeter dick und belegt damit nur einen Slot.

Um die Abwärme kümmert sich ein großer Lüfter. Bei 2D-Desktop-Anwendungen dreht er sich nicht. Erst ab 58 Grad beginnt er, die Wärme vom flachen Kühlkörper unter der dünnen Blechabdeckung abzuführen. Unter Volllast wird der Lüfter richtig laut – das dürfte der Flachbauweise geschuldet sein. Bei normaler 2D-Belastung und Video-Wiedergabe bleibt die Karte ruhig.

Bedenklicher fanden wir, dass die Leistungsaufnahme der XFX-Karte im Furmark-Test nach fünf Minuten 81 Watt überstieg – die maximale Leistung pro PCIe-x16-Slot sollte 75 Watt nicht überschreiten.

Mit dem großen Videospeicher und den drei 4K-fähigen Schnittstellen DL-DVI, HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4 eignet sich die Single-Slot-Karte gut für den Zwei- oder Dreisichtsbetrieb bis UHD-Auflösung. Die Software entspricht der der XFX-Low-Profile-Karte.

- belegt nur einen Slot
- großer Videospeicher
- rauscht unter Last hörbar



Zotac GeForce GT 1030 2GB GDDR5

Die kleine Zotac-GeForce-Karte eignet sich als Low-Profile-Modell gut für kompakte PC-Gehäuse, zumal sie mit 1,6 Zentimeter Dicke nur einen Slot belegt. Ein Low-Profile-Slotblech liegt bei. Man bekommt sie bereits für 76 Euro.

Auf dem kleinen Kühlkörper sitzt ein winziger Lüfter, der schon im Leerlauf in Aktion tritt, aber selbst bei voller Auslastung nicht zu hören ist. Braucht die Karte nur den Windows-Desktop darzustellen, liegt die Leistungsaufnahme etwas oberhalb der der anderen GeForce-Karten. Im Dual-Monitor-Betrieb oder bei der Wiedergabe von UHD-Videos gibt sie sich aber mit weniger als neun Watt zufrieden.

Die Anschluss-Knappheit hat die Zotac-Karte ebenfalls mit den anderen Nvidia-Karten im Test gemein: Außer dem nicht Dual-Link-fähigen DVI-D-Port gibt es nur die HDMI-2.0b-Buchse, die 4K-Displays mit voller Auflösung und 60 fps ansteuern kann.

Die CD enthält abgesehen vom Treiber nur GeForce Experience. Die Software optimiert Spieleeinstellungen und meldet Treiber-Updates, verlangt aber eine Registrierung.

- Single-Slot-Low-Profile-Karte
- sehr leise
- kein DisplayPort

GPU	Polaris 12 (RX 550)	Pascal GP 108 (GT 1030)	Pascal GP107 (GTX 1050)
Fertigung	14 nm FinFET	16 nm FinFET	14 nm FinFET
Transistoren	2,2 Mrd.	k.A.	3,3 Mrd.
Shader-Kerne	512	384	640
Rechengruppen	8	6	5 SM
Textureinheiten	32	24	40
Texeldurchsatz	35,2 GTex/s	29,4 GTex/s	54,2 GTex/s
GPU-/Turbo-Takt	1100 MHz / 1183 MHz	1227 MHz / 1468 MHz	1354 MHz / 1455 MHz
Rechenleistung (SP)	1,1 TFlops	0,94 TFlops	1,73 TFlops
Speicher (typisch)	2 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5
Speichertakt (Read/Write)	3,5 GHz	3 GHz	3,5 GHz
Speicheranbindung	128 Bit	64 Bit	128 Bit
Datentransferrate	112 GByte/s	48 GByte/s	112 GByte/s
TDP	50 Watt	30 Watt	75 Watt
Direct3D Feature Level	12_0	12_1	12_1
Vulkan	1.0	1.0	1.0
Open CL	2.0	1.2	1.2
Preis ab	80 €	70 €	110 €

fikfunktionen einige Abstriche macht – und das sogar in der Full-HD-Auflösung (siehe Tabelle auf S. 147). E-Sport-Titel wie Dota 2 liefen mit mehr als 60 Bildern pro Sekunde flüssig, sogar GTA V brachte es in der Grafikvorgabe „Hoch“ und FXAA-Kantenglättung mit der GeForce-Karte von Asus noch auf 40 fps, mit den XFX-Radeon-Modellen sogar auf über 50 fps. Die 4 GByte GDDR5-Speicher der Single-Slot-Karte machten sich nur bei sehr umfangreichen Texturen bemerkbar.

Sowohl AMD als auch Nvidia bieten Funktionen für die störungsfreie Darstellung bei wechselnden Bildraten, die allerdings auch die Monitore unterstützen müssen. Alle Radeon-Karten im Test boten AMDs FreeSync, das Nvidia-Pendant GSync konnte dagegen keine der GeForce-Karten. Lediglich adaptives V-Sync funktionierte: Dabei wird ein im Spiel aktiviertes V-Sync erst bei Bildraten ab 60 Hz oder der Standardfrequenz des Monitors aktiv, um Bildsprünge – sogenann-

tes Tearing – bei niedrigeren Bildraten zu verhindern.

Fazit

Wer einen leisen und kompakten Büro- oder Multimedia-PC bauen oder aufrüsten will, liegt mit den Grafikkarten mit GeForce-GT-1030-Chip richtig. Hier empfehlen sich besonders die passiv gekühlte Karte von MSI oder die kleine Zotac-Karte, die in Low-Profile-Gehäuse passt und nur einen Slot belegt.

Wer mehrere Monitore parallel betreibt und hin und wieder spielen will, sollte dagegen zu einer Karte mit Radeon-RX-550-GPU greifen. Sie sind etwas schneller, haben mehr Anschlüsse, brauchen aber auch mehr Energie. Nur von der Low-Profile-Karte von XFX müssen wir wegen zu hoher Leerlaufleistung und Instabilitäten abraten.

Wer häufiger spielt, bekommt verglichen mit der 4-GByte-XFX-Karte für 20 bis 40 Euro mehr schon GTX-1050-Karten [1], die ebenfalls kompakt ausfallen, aber eine deutliche bessere Spieleleistung bieten.

(rop@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Martin Fischer, Fleißige Zwerge, Mini-Grafikkarten der Serien GeForce GTX 1050 und Radeon RX 460, c't 5/17, S. 104

Grafikkarten für Büro- und Multimedia-Rechner						
Modell	Phoenix GeForce GT1030 02G	Radeon RX 550 D5 2G	GeForce GT1030 2GHz LP OC	Radeon RX-550P2LF85	Radeon RX-550P4TFG5	GeForce GT1030 2GB GDDR5
Hersteller	Asus, www.asus.de	Gigabyte, www.gigabyte.de	MSI, http://de.msi.com	XFX, www.xfxforce.com/de	XFX, www.xfxforce.com/de	Zotac, www.zotac.com/de
Bauform	Dual-Slot	Dual-Slot	Low Profile, Dual-Slot, passiv	Low Profile, Dual-Slot	Single-Slot	Low Profile, Single-Slot
Abmessungen (Höhe×Länge×Breite)	11,5 cm × 17 cm × 3 cm	11,5 cm × 17 cm × 3 cm	7 cm × 15,5 cm × 4 cm	7 cm × 18 cm × 4 cm	11 cm × 17 cm × 1,8 cm	7 cm × 17,5 cm × 1,6 cm
GPU	Pascal GP108	Polaris 12	Pascal GP108	Polaris 12	Polaris 12	Pascal GP108
Speicher	2 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5	4 GByte GDDR5	2 GByte GDDR5
Ausstattung						
Ausgänge	DVI-D (max. 1920 × 1200), HDMI 2.0b	DVI-D (DL), HDMI 2.0b, Display Port 1.4	HDMI 2.0b, Display Port 1.4	DVI-D (DL), HDMI 2.0b, Display Port 1.4	DVI-D (DL), HDMI 2.0b, Display Port 1.4	DVI-D (max. 1920 × 1200), HDMI 2.0b
Lieferumfang	Kurzanleitung, CD	Kurzanleitung, CD	LP-Slotblech, Kurzanleitung, CD	Kurzanleitung, CD	Kurzanleitung, CD	LP-Slotblech, Kurzanleitung, CD
Stromversorgung	PCIe-Steckplatz	PCIe-Steckplatz	PCIe-Steckplatz	PCIe-Steckplatz	PCIe-Steckplatz	PCIe-Steckplatz
Technische Prüfung						
Taktfrequenzen GPU / Turbo / Speicher	1253 MHz / 1506 MHz / 3004 MHz	1183 MHz / – / 3500 MHz	1266 MHz / 1519 MHz / 3004 MHz	1203 MHz / – / 3500 MHz	1203 MHz / – / 3500 MHz	1228 MHz / 1468 MHz / 3004 MHz
maximale Turbofrequenz	1759 MHz	–	1721 MHz	–	–	1721 MHz
Bewertung						
Spieleleistung	⊖	○	⊖	○	○	⊖
Geräuschentwicklung ¹ Leerlauf / Last	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung	○	○	○	⊖	○	○
Garantie	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	2 Jahre (5 Jahre nach Registrierung)
Preis (Straße)	80 €	90 €	78 €	95 €	115 €	76 €

¹ unter Windows Desktop / Furmark

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

Anzeige



FAQ

4K-Displays

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Christof Windeck

DisplayPort, HDMI und USB-C

Welche Schnittstellen nutzen 4K-Displays?

Bei Büro- und Gaming-Displays ist DisplayPort üblich. Moderne Grafikkarten beherrschen DisplayPort 1.4, was zur Ansteuerung von 5K-Displays über ein einziges Kabel ausreichen würde. 5K-Displays mit DP 1.4 gibt es bisher aber nicht (siehe unten). In der Unterhaltungselektronik, also bei Smart-TVs mit UHD oder Ultra-HD-Blu-ray-Playern, ist HDMI 2.0 mit dem Kopierschutz HDCP 2.2 üblich.

Im Prinzip genügt auch HDMI 1.4, doch dabei reicht die Transferrate bei 3840×2160 Pixeln nur für 24 oder 30 Bilder pro Sekunde (30 Hz/fps). Für Filme mit 24 fps oder Fotos ist das genug, zum Arbeiten aber nicht: Empfindliche Augen sehen Flimmern, außerdem ruckelt der Mauszeiger beim Verschieben.

Ältere Grafikkarten und Onboard-Grafik bieten oft DisplayPort 1.2. Das genügt für UHD mit 60 Hz. Das gilt auch für USB-Typ-C-Buchsen mit aufgeschalteten DP-1.2-Signalen. Thunderbolt-3 schafft mehr: Die Spezialtechnik kann zwei DisplayPorts bündeln. Die Transferrate reicht dann auch für 5K-Displays – aber es gibt nur wenige, die Thunderbolt-3 nutzen, denn das findet sich nur an neuesten

Apple-Geräten wie MacBook Pro und iMacs aus 2017.

VGA und DVI eignen sich für 4K-Displays nicht mehr, weil sie schlichtweg zu geringe Übertragungsraten erreichen. Bei manchen Grafikkarten kann man dem DVI-Port per HDMI-Adapter auch HDMI 1.4 entlocken, aber UHD-Auflösung klappt dann nicht immer.



Was genau ist 4K-Auflösung/UHD?

Wie viele Pixel zeigen 4K-Displays überhaupt? Und ist Ultra HD daselbe?

Es gibt zwei unterschiedliche Auflösungen, die man pauschal als 4K oder Ultra HD (UHD) bezeichnet. Die höhere ist 4096×2160 , auch 4K2K genannt, die aber nur wenige Displays zeigen. Weit verbreitet ist hingegen „4K UHD“ im 16:9-Format, auch 2160p genannt, mit 3840×2160 Pixel beziehungsweise 8,3 Megapixel. Das ist die vierfache Auflösung von Full HD (1920×1080), denn in beiden Richtungen verdoppelt sich die Pixelzahl.

Superbreite Bildschirme gibt es ebenfalls mit 3840 Pixeln in der Breite, beispielsweise mit 3840×1600 . Das sind dann aber „nur“ 6,1 Megapixel. Diese Displays sind eher dafür gedacht, zwei nebeneinander angeordnete Schirme zu ersetzen, und kommen oft in gebogener (curved) Bauform.

HDMI-2.0-Displays kann man über aktive Adapter wie den Club 3D CAC-1504 auch an DisplayPort-Buchsen anschließen, aber ohne HDCP 2.2.

tore mit DisplayPort an HDMI-Buchsen. Vorsicht: Nur wenige DP-HDMI-Adapter liefern UHD mit 60 Hz, dazu ist ein aktiver Wandlerchip nötig!

Thunderbolt-3 nutzt dieselben Buchsen wie USB Typ C (USB-C), bietet aber andere Funktionen, sprich: Eine USB-C-Buchse spricht nur in seltenen Fällen (Mac) auch Thunderbolt, was man an einem Blitzsymbol erkennt.

Nicht alle USB-C-Buchsen sind auch mit DisplayPort-Signalen beschaltet. Falls doch, kann man DisplayPort- und HDMI-Displays mit passenden Adaptersteckern anschließen. Das sind jeweils aktive Adapter mit ein paar elektronischen Bauteilen.

Welche Grafikkarten sind 4K-tauglich?

Mit welchen Grafikkarten kann ich 4K-Displays ansteuern?

Wenn es darum geht, die 4K-Auflösung lediglich für den Desktop und 2D-Anwendungen wie Fotobearbeitung oder auch Videos zu nutzen, dann reicht im Prinzip schon aktuelle Onboard-Grafik. Wenn Sie hingegen leistungshungrige 3D-Spiele in voller 4K-Auflösung ruckelfrei spielen wollen, dann muss es eine Grafikkarte mit kräftiger GPU und großem Speicher sein.

Einige Mainboards, Bürocomputer und Notebooks mit Intel-Prozessoren ab

4K-/Ultra-HD-Auflösungen			
Auflösung	MPixel	Seitenverhältnis	Abkürzung
4096 × 2160	8,85	19:10	4K, 4K2K
3840 × 2160	8,29	16:9	4K UHD, UHD
3840 × 1600	6,14	24:10	QHD+
3440 × 1440	4,95	21:9	UWQHD
zum Vergleich			
2560 × 1600	4,10	16:10	WQXGA
1920 × 1200	2,30	16:10	WUXGA
1920 × 1080	2,07	16:9	Full HD
1600 × 1200	1,92	4:3	UXGA
1280 × 1024	1,31	5:4	SXGA
1366 × 768	1,05	16:9	WXGA
1280 × 720	0,92	16:9	HD

HDMI, DisplayPort, USB-C und die Adapter

Ob man DisplayPort über normal große Buchsen und Stecker oder die Version MiniDisplayPort nutzt, ist egal: Steckadapter und Kabel mit unterschiedlichen Steckern vermitteln zwischen den Varianten. Auch HDMI gibt es in verschiedenen Größen.

HDMI-Displays lassen sich per Adapter an DisplayPort-Buchsen anschließen, aber nicht umgekehrt, also keine Moni-

der sechsten Generation (Core i-6000, Skylake) und den aktuellen Core i-7000 (Kaby Lake) besitzen DisplayPorts (DP 1.2) und steuern darüber 4K-Displays mit 60 Hz an. Einige wenige Systeme und Boards besitzen auch schon HDMI-2.0-Ausgänge — auch damit klappts. Theoretisch sind bis zu drei 4K-Displays an dieser Intel HD Graphics 600 möglich, praktisch kennen wir Systeme mit einem oder höchstens zwei DisplayPorts.

Grafikkarten mit AMD-Radeon- und Nvidia-GeForce-GPUs unterstützen schon seit Jahren DP 1.2; ab den Baureihen Radeon RX 500 und GeForce GT/GTX 1000 sind DP 1.4 und HDMI 2.0 Standard.



Ultra HD zeigt viermal so viele Pixel wie Full HD.

Was ist mit 5K- und 8K-Displays?

Mein PC soll für die Zukunft gerüstet sein, also für 5K- und 8K-Displays. Was muss ich beachten?

Bisher sind noch keine 8K-Displays auf dem deutschen Markt und nur wenige 5K-Displays, die entweder zwei DisplayPort-1.2-Kabel zur Grafikkarte benötigen oder wie das LG UltraFine 5K eine Thunderbolt-3-Verbindung.

Monitore mit DisplayPort 1.4 sind noch nicht auf dem Markt: Sie würden sich mit einem einzigen Kabel an aktuelle Grafikkarten mit DP 1.4 anschließen lassen. Letzteres unterstützen die neuesten Serien AMD Radeon RX 500 und Nvidia GeForce GT/GTX 1000. Onboard-Grafik mit DP 1.4 gibt es noch nicht.

DP 1.4 kann auch 8K-Auflösung übertragen, aber komprimiert. Bisher haben wir damit keine praktischen Erfahrungen.

Onboard-Grafik klappt es bisher nicht und die Verbindung zum Display muss per DisplayPort erfolgen.

Wer eine aktuelle GeForce-Grafikkarte und ein 10-Bit-taugliches Display besitzt, kann im Einstellprogramm des Windows-10-Treibers die Übertragung von „10 Bit per Color“ (10 bpc) aktivieren. Das bringt aber beispielsweise bei Adobe Photoshop nichts: Das Programm aktiviert die 10-Bit-Ausgabe nur mit den erwähnten Profi-Karten beziehungsweise deren Treibern. Der 10-bpc-Modus der GeForce-Treiber ist für HDR-Spiele gedacht (siehe unten).

Manche Hersteller sprechen auch von 30-Bit-Technik, weil die Grafikkarte für jedes Pixel 10-Bit-Werte auf den drei Farbkanälen Rot, Grün, Blau (RGB) überträgt. Damit sind mehr als eine Milliarde Farben darstellbar; mit 8 Bit pro Kanal – also 2^8 (256) Stufen pro Farbe – sind es „nur“ 16,8 Millionen Farben (256³). Viele 10-Bit-Displays stellen einen größeren Farbraum dar (Wide Color Gamut, AdobeRGB) und zeigen Grauverläufe stufenlos (siehe c't 17/16, S. 168).

lige Display sehr große Helligkeitsunterschiede zeigen können. Bei Videos und Spielen helfen dabei Tricks wie dynamischer Kontrast zwischen Szenen in aufeinanderfolgenden Bildern – also nicht im Einzelbild – oder Local Dimming, also zonenweise Veränderung der Helligkeit des Display-Backlights.

Bei PC-Monitoren, die nur wenig heller als mit dem üblichen Maximalwert von 300 cd/m² leuchten, kann der HDR-Effekt nur mäßig sein. Umgekehrt würden extrem helle Bildteile mit über 500 cd/m² oder ungleichmäßige Ausleuchtung durch Local Dimming bei der normalen Arbeit oder Fotobearbeitung am PC stören.

Um digitale Bildsignale mit erweitertem Kontrastumfang zu übertragen, verwendet das in der Spezifikation für Ultra-HD-Videos beschriebene HDR10 pro RGB-Kanal 10 Bit, ähnlich wie oben beschrieben. HDR10 zielt aber auf Videos und Computerspiele und nicht auf Bildbearbeitung.

Windows 10 mit Creators Update unterstützt HDR10, wenn man ein HDR-taugliches Display per HDMI 2.0 an-

10 Bit Farbauflösung

Für die Bearbeitung von Fotos möchte ich ein Display mit feinerer Farb- und Graustufenauflösung, also „10-Bit-Technik“ kaufen. Kann ich das an jeden beliebigen PC anschließen?

Nein. 10 Bit pro Farbkanal liefern nur bestimmte Anwendungen und oft braucht man auch Workstation-Grafikkarten aus den Baureihen AMD Radeon Pro (früher FirePro) oder Nvidia Quadro. Mit

Hohe Kontraste dank HDR?

Was bringt HDR bei Spielen und Videos?

High Dynamic Range (HDR) erweitert den Kontrastumfang und erlaubt es beispielsweise, eine Kerzenflamme in einer sonst dunklen Szene realistischer leuchten zu lassen. Damit solche Kontraste auch sichtbar werden, muss das jewei-

Schnittstellen für Ultra-HD-Auflösung

Auflösung	UHD	UHD	UHD	UHD
Farbtiefe/Kanal	8 Bit	8 Bit	10 Bit	10 Bit
Bildfrequenz	30 Hz	60 Hz	30 Hz	60 Hz
DisplayPort 1.4	✓	✓	✓	✓
DisplayPort 1.2	✓	✓	✓	✓
HDMI 2.0	✓	✓	✓ (4:4:4)	✓ (4:2:0)
HDMI 1.4	✓	–	–	–
UHD = 3840 × 2160				
✓ vorhanden	– nicht vorhanden			



Im GeForce-Treiber lassen sich zwar 10 Bit Auflösung pro Farbkanal wählen, aber das ist nur für HDR-Spiele gedacht.

schließt; die Anzeigeeinstellungen bieten dann die Option „HDR and Advanced Color“, die man aktivieren muss.

Derzeit ist HDR10 praktisch nur auf Smart-TVs mit HDR-Modus nutzbar. Erst später sollen auch HDR10-Displays für PCs wie das Dell UltraSharp UP2718Q kommen. Für HDR10 ist HDMI 2.0 oder DisplayPort nötig, unter anderem wegen der hohen nötigen Transferrate.

Außer Display, Grafikkarte, Treiber und Betriebssystem muss auch die Software mitspielen, damit es klappt – und man braucht HDR-Material, etwa HEVC10-Videos. Am PC unterstützen erst einige wenige Spiele wie Shadow Warrior 2 HDR-Kontraste (c't 26/16, S. 162). Video-Streaming-Dienste wie Netflix, Amazon Prime Video und YouTube liefern bisher keine HDR-Videos an PC-Clients, sondern nur an die jeweiligen Apps, die auf HDR-tauglichen Smart-TVs vorinstalliert sind, sowie an Hardware wie Google Chromecast.

Netflix in Ultra HD

?

Kann ich Netflix-Videos in UHD-Auflösung auf einem 4K-Display am PC schauen?

!

Nur, wenn der Monitor den Kopierschutz HDCP 2.2 unterstützt und Sie einen nagelneuen PC mit HDMI-2.0-Buchse sowie mit Intel Core i-7000 (Serie Kaby Lake) oder Celeron N3400/J3400 (Apollo Lake) besitzen. Weitere Voraussetzungen sind Windows 10 mit aktuellen Updates sowie entweder die Netflix-App aus dem Windows Store oder der Browser Edge. Mit einer AMD-Radeon-Grafikkarte klappt es bisher noch nicht, für Nvidia-Geforce-Karten gibt es einen speziellen Treiber. Ansonsten müssen Sie die Onboard-Grafik der erwähnten Intel-Prozessoren nutzen.

Mit der kostenlosen Software CyberLink Ultra HD & Blu-ray Advisor können Sie prüfen, ob Ihr PC eine lückenlose HDCP-2.2-Kette zum Monitor beziehungsweise TV-Gerät schließt.

4K am Notebook

?

Kann ich ein 4K-Display auch an mein Notebook anschließen?

!

Ja, sofern das Notebook eine passende Anschlussbuchse besitzt (DP, Mini-DP, HDMI, Thunderbolt-3) und der eingebaute Grafikchip oder die Prozessorgrafik 4K-Auflösungen ausgibt – möglichst mit 60 Hertz Bildwiederholrate.

Es gilt im Prinzip dasselbe wie für Onboard-Grafik bei Desktop-PCs: Sofern ein DisplayPort am Notebook vorhanden ist und ein Prozessor ab der Intel-Generation Core i-6000, müsste es klappen. Ist ein AMD- oder Nividia-Grafikchip eingebaut, stehen die Chancen noch besser. HDMI 2.0 ist bei Notebooks bisher selten, lässt sich aber per Adapter aus einem DisplayPort beziehen. Beim MacBook Pro mit Thunderbolt-3 ist sogar 5K-Auflösung möglich. Vorsicht bei Dockingstations, vor allem welchen mit mehreren Ausgängen: Hier lässt sich oft höchstens ein einziges UHD-Display anschließen.

Hässliche Schrift auf dem 4K-Display

?

Auf meinem 4K-Display wirken die Buchstaben in manchen Programmen – vor allem in Menüs – leicht un-

scharf oder auch pixelig. Was kann man dagegen tun?

!

Wenig: Wenn die Programmierer der jeweiligen Anwendung keine Rücksicht auf „High-DPI“-(HiDPI)-Displays genommen haben, treten leider solche unschönen Schriften auf – oder sie ist unlesbar winzig.

Ein UHD-Display zeigt viermal so viele Bildpunkte wie ein Full-HD-Bildschirm oder rund achtmal so viele wie bei einem HD-Schirm mit 1366 × 768. Würden die Anwendung oder das Betriebssystem die Schrift nicht skalieren, wäre sie auf einem UHD-Display zu winzig, um sie lesen zu können. Wenn die Schrifttype aber nicht in einem skalierbaren Format vorliegt, dann entstehen beim Skalieren hässliche Artefakte. Grundsätzlich sollte der Programmierer der jeweils verwendeten Software Abhilfe schaffen, etwa durch Updates mit besserer HiDPI-Unterstützung. Je nach Betriebssystem können aber auch Tricks die Situation etwas verbessern – siehe Seite 142 und 145.

(ciw@ct.de)



Diese Grafikkarte hat Buchsen für DisplayPort (unten links), HDMI (unten rechts) und DVI-D (darüber). Wer genau hinsieht, erkennt bei DVI-I rechts in der Buchse vier zusätzliche Kontakte für analoge VGA-Signale, die sich auch Adapter anzapfen lassen.

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.

Zuverlässiger Schutz vor Überspannungen

? Jetzt im Sommer gibt es häufig Gewitter und Blitze. Da frage ich mich, wie sinnvoll Zwischenstecker und Steckdosen mit Überspannungsableitern sind.

! Solche einfachen Schutzgeräte leiten nur relativ kleine Mengen elektrischer Energie sicher ab. Sie schützen deshalb nur vor Überspannungen bis zu einer gewissen Höhe. CE-konforme Haushaltsgeräte müssen zwar Spannungen von bis zu 1000 Volt verkraften, schlägt aber ein Blitz sehr nahe ein, kommen möglicherweise so hohe Spannungen beim vermeintlich geschützten Gerät an, dass es beschädigt wird.

Letztlich machen Sie mit einer hochwertigen Steckdosenleiste mit Überspannungsschutz zwar nichts falsch, dürfen aber keinen vollständigen Schutz erwarten. Außerdem müssen Sie immer wieder im Abstand einiger Monate prüfen, ob sich die Steckdosenleiste übermäßig erwärmt: Bestimmte Bauteile, die Überspannungen ableiten (Varistoren), können nach häufigem Auftreten hoher Spannungen zunehmend Strom leiten, wodurch sie sich erhitzen; dann müssen Sie die Schutzsteckdose austauschen. Manche haben auch

Signalleuchten, die den Verschleiß dieser Schutzelemente anzeigen.

Zuverlässiger Blitzschutz ist bedeutend aufwendiger, weil er Maßnahmen an Gebäude und Elektroverteilung verlangt. Blitzableiter (Fangeinrichtungen) führen die Blitzenergie in ungefährliche Bahnen; das dient in erster Linie dem Brandschutz. Ein Potenzialausgleich zwischen allen Leitern am und im Gebäude verringert Spannungsdifferenzen und sorgt überhaupt erst dafür, dass Überspannungsschutzelemente an verschiedenen Leitungssystemen (Stromnetz, Telefon/DSL, TV-Kabel und Satellitenantenne) gemeinsam ihre Funktion erfüllen können.

In der Elektroverteilung unterscheidet man zwischen Grobschutz, Mittelschutz und Feinschutz. Den größten Anteil der Blitzenergie leitet der Grobschutz ab: Darunter versteht man Überspannungsableiter an der Einspeisung der Stromversorgung. Der Mittelschutz kommt üblicherweise in den Etagenverteilern

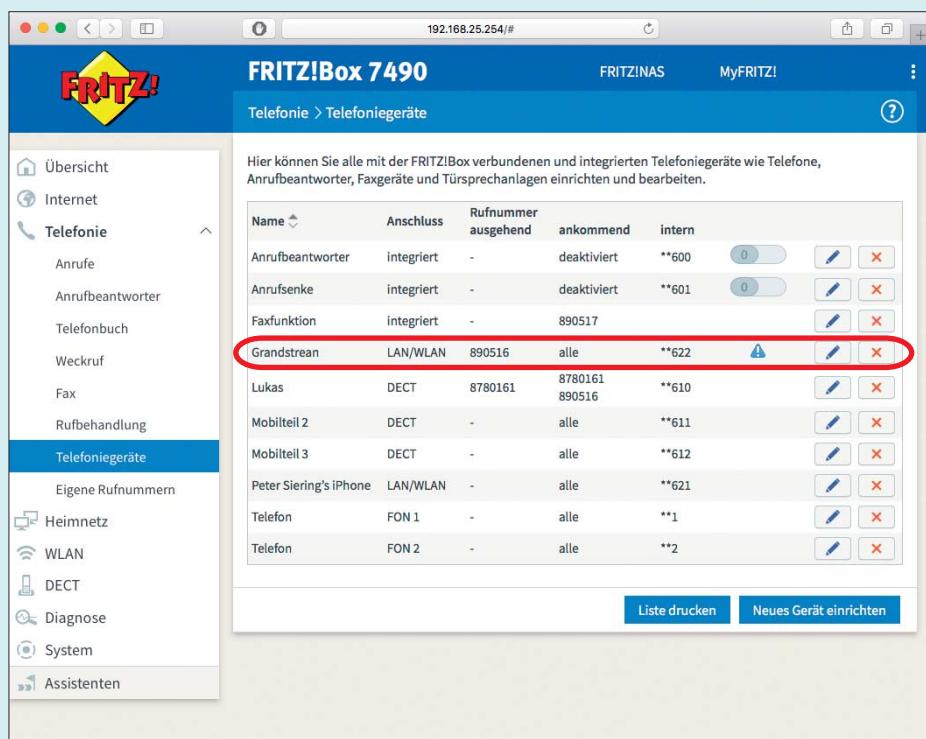
zum Einsatz und mindert die vom Grobschutz noch durchgelassenen Impulse weiter. Der Feinschutz ist nur für die restliche Energiemenge ausgelegt – und zu dieser Kategorie gehören die erwähnten Zwischenstecker. Überspannungsschutz muss außerdem alle anderen Leitungen und Anschlüsse des Hauses berücksichtigen. Falls die Elektroinstallation nicht wie beschrieben mit Grob- und Mittelschutz bestückt ist, sollten Sie wertvolle Geräte bei Gewitter weiterhin vom Stromnetz trennen.

(ciw@ct.de)

SIP-Telefon nach Fritzbox-Update leblos

? Seit ich das letzte Update auf meine Fritzbox gespielt habe, funktioniert mein altes SIP-Telefon nicht mehr. Ist das Zufall?

! Womöglich gibt es einen Zusammenhang mit dem Update. AVM hat die Anforderungen für die Passwörter geändert, die zur Anmeldung an SIP-Geräte notwendig sind. Die müssen seit der Version 6.80 mindestens acht Stellen besitzen. Geräte, deren Passwort diese Minimalanforderung nicht erfüllt, sind nach



In der Übersicht der Telefoniegeräte weist ein blaues Dreieck mit Ausrufezeichen auf Geräte hin, deren Passwort nicht die Minimalanforderung mit acht Stellen erfüllen.

dem Update nicht mehr aktiv. Dass das so ist, erkennen Sie an einem blauen Dreieck mit Ausrufezeichen in der Übersicht der Telefoniegeräte. Um das Gerät wieder mit der Fritzbox ins Gespräch zu bringen, ändern Sie das Passwort auf dem Gerät und in der Konfiguration der Fritzbox, die daraufhin auch einen entsprechenden Warnhinweis ausspuckt, dass sich die Kennwortanforderungen in dieser Version geändert haben. Außer dem Passwort muss auch der Nutzernname mindestens acht Zeichen enthalten. Obendrein verlangen aktuelle Fritzbox-Firmware-Varianten die Bestätigung solcher Änderungen per PIN an einem der angeschlossenen Telefone oder Tastendruck an der Box.

(ps@ct.de)

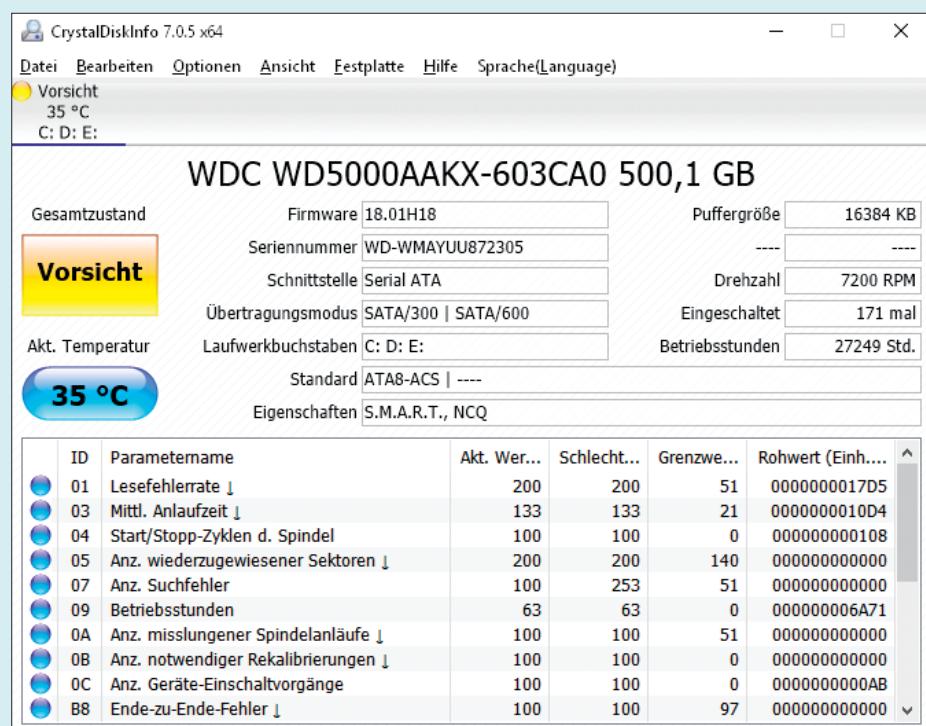
Festplatte verschwindet aus dem System

Ich habe zwei Festplatten in meinem Desktop-PC: eine System-SSD und ein großes Datengrab. Seit einer Woche verschwindet diese Festplatte immer mal wieder aus dem System. Einem Blick in die Ereignisanzeige zufolge ist der Treiber iaStor dafür verantwortlich. Wie bekomme ich das wieder in den Griff?

Zur Eingrenzung der Problemursache sollten Sie den Rechner erst mal herunterfahren, das Gehäuse öffnen und die Steckverbindungen der Platte zum Mainboard und Netzteil an beiden Seiten trennen und wieder anschließen. Das schließt schon mal einen Wackelkontakt aus. Nächster Verdächtiger ist das SATA-Kabel: Wenn Sie ein zweites an der Hand haben, wechseln Sie es aus.

Tritt das Problem danach immer noch auf, liegt es womöglich am Treiber. Bei einigen Installationen von Windows 7 und 10 zickt mitunter der Intel-Storage-Treiber nach einem systemnahen Windows-Update. Für ein Treiber-Update sollten Sie erst auf der Website des Mainboard-Herstellers vorbeischauen, danach bei Intel direkt nachsehen.

Sollte auch das nicht helfen, kann es an der Platte selbst liegen. Installieren Sie ein Werkzeug wie das kostenlose CrystalDiskInfo (siehe ct.de/yy73), wählen Sie darin die Festplatte aus und gucken Sie nach Auffälligkeiten. Eigentlich sollten Festplatten ihren Gesundheitszustand über SMART melden (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology), doch



Das kostenlose Analysewerkzeug CrystalDiskInfo prüft Festplatten und weist auf mögliche Fehler hin.

wenn gerade erst die ersten Sektoren welken, kann die Platte trotzdem noch ein „OK“ melden.

Weist CrystalDiskInfo auf Auffälligkeiten hin, sollten Sie sofort eine Backup-Platte an den Rechner hängen und alle Daten dorthin kopieren. Verwenden Sie dafür beispielsweise ein fehlertolerantes Kopierprogramm wie das kostenlose Fast-Copy und klammern Sie dabei mit dem Exclude-Befehl "\$RECYCLE.BIN\";" "System Volume Information\" diese Ordner aus.

Fahren Sie den Rechner nicht herunter, sondern retten Sie sofort, was zu retten ist – beim nächsten Boot-Vorgang könnte die Platte noch mehr Fehler haben. Ein Imager ist in dieser Situation keine Lösung, weil er meist an den defekten Sektoren hängen bleibt. Haben Sie den Rechner schon heruntergefahren, können Sie es allerdings mit einem Live-Linux und dem Werkzeug dd versuchen, das unter anderem zum Repertoire des Multi-Virenscanners Desinfec't gehört.

Sind alle Schäfchen im Trockenen, können Sie sich an die Diagnose der Platte machen. Ein chkdsk <Laufwerk>: /f sollte eindeutige Ergebnisse liefern. Ist die marode Festplatte ein Garantiefall, überprüfen Sie deren Status mit einem Tool des jeweiligen Herstellers – bei WD heißt es „Data Lifeguard Diagnostics“, bei Hitachi „Drive Fitness Test“, bei Seagate „Sea-

tools“. Führen Sie damit einen gründlichen Test durch – veranschlagen Sie pro Tera-byte mindestens eine Stunde Testzeit. Protokollieren Sie das Ergebnis in einer Textdatei oder einem Screenshot, um Ihren Garantieanspruch belegen zu können.

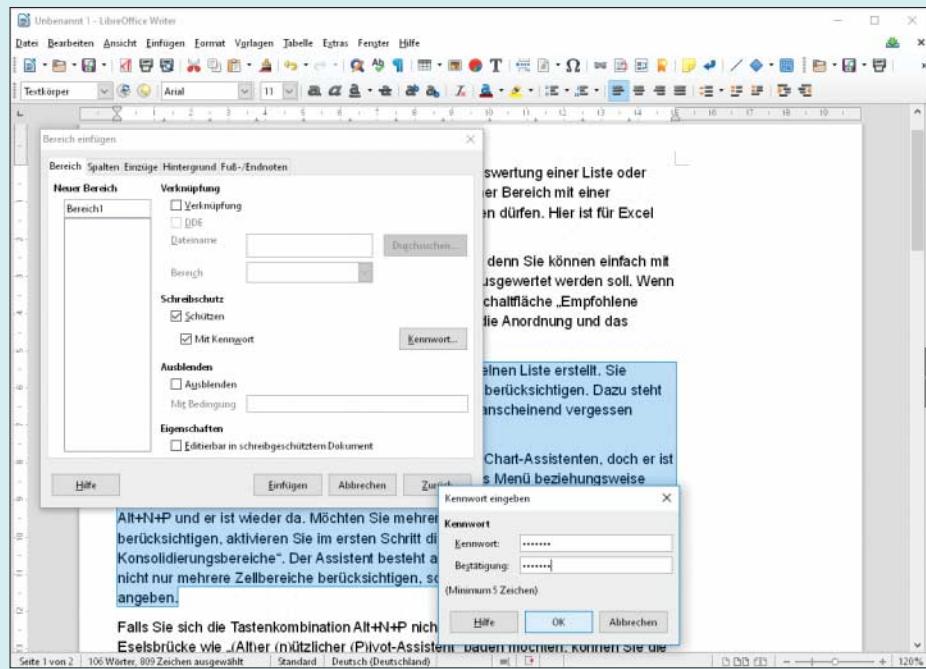
(ghi@ct.de)

Diverse Festplatten-Tools: ct.de/yy73

Textpassagen in LibreOffice Writer schützen

Ich tausche gelegentlich Dokumente mit Kollegen aus, damit sie bestimmte Textpassagen überarbeiten. Gelegentlich fummeln sie aber auch an anderen Abschnitten herum, die sie eigentlich nicht antasten sollten. Wie kann ich das in LibreOffice Writer verhindern?

! Sie können die zu schützenden Textabschnitte in jeweils eigene Bereiche umfunktionieren und sie durch ein Passwort schützen. Dazu markieren Sie zunächst den zu schützenden Abschnitt und legen über „Einfügen/Bereich“ einen eigenen Bereich dafür an. Im Dialog aktivieren Sie dann im Bereich „Schreibschutz“ die Option „Schützen“. Danach können Sie in der untergeordneten Option „Mit Kennwort“ ein Häkchen setzen. Es



Über „Format/Bereich“ lassen sich in LibreOffice Writer Textabschnitte durch ein Passwort vor dem Bearbeiten schützen.

öffnet sich dann ein Dialog, in dem Sie das Passwort eintippen können.

Die geschützten Bereiche sind danach für jeden sichtbar, lassen sich aber nicht editieren. Damit Sie sie später bearbeiten können, heben Sie über „Format/Bereiche“ den Schreibschutz auf. Nach Anklicken der Schreibschutz-Option öffnet sich ein Dialog zur Eingabe des Passworts. Ist dieses gültig, kann wieder jeder den Bereich editieren. (db@ct.de)

c't-Win2VM: c't-Win2VHD für VMs

Ich brauche nur gelegentlich eine virtuelle Maschine (VM), um darin andere Windows-Versionen zu installieren. Also habe ich mit Hyper-V eine VM erstellt und konfiguriert. In der lösche ich gelegentlich die virtuelle Festplatte, erzeuge eine neue, binde zusätzlich die ISO-Datei mit den Installationsdateien ein, ändere die Starteinstellung zurück auf „DVD-Laufwerk“ und kann endlich die Installation starten. Nun frage ich mich: Kann ich nicht das in c't 2/17 auf Seite 88 vorgestellte Skript c't-Win2VHD benutzen, um die VHD-Dateien für meine VM zu erzeugen? Das würde mir einiges an Klickerei ersparen, weil ich ja nur noch die VHD in der VM tauschen müsste.

! Das Skript erfordert dafür nur eine kleine Anpassung. Standardmäßig erzeugt das Skript einen zusätzlichen Eintrag im bereits vorhandenen Bootloader auf der Festplatte, den Sie aber nicht brauchen. Sie benötigen stattdessen einen frischen Bootloader in der VHD-Datei. Dazu reichen zwei zusätzliche Optionen in der Zeile mit dem Befehl `bcdboot`, nämlich `/s` gefolgt vom Buchstaben des Laufwerks, auf dem der Bootloader landen soll. Das ist in diesem Fall jene Variable, in der das Skript sich merkt, welchen Buchstaben die zur Laufzeit eingebundene VHD-Datei trägt. Eine weitere Option sorgt dafür, dass das Booten aus der VHD-Datei sowohl im UEFI- als auch im BIOS-Modus klappt: `/f all`.

Zum Anpassen suchen Sie im Skript nach der Zeile, die mit `bcdboot` beginnt und ändern diese folgendermaßen:

```
bcdboot /d %vhdlw%:\windows >
/s %vhdlw%: /addlast /l de-de /f all
```

`%vhdlw%` ist die erwähnte Variable, der Doppelpunkt dahinter kein Tippfehler (die Variable enthält wirklich nur den Buchstaben). Alternativ können Sie auch einfach das fertige Skript unter ct.de/ysnn herunterladen; es heißt c't-Win2VM.

Der Umgang mit dem angepassten Skript entspricht vollständig dem von c't-Win2VHD. Sie brauchen also wieder eine Verknüpfung auf die Batch-Datei, bei der Sie in den Eigenschaften im Reiter „Ver-

knüpfung“ unter „Erweitert“ vor „Als Administrator ausführen“ ein Häkchen setzen müssen. Wo Sie die Verknüpfung erstellen, ist an sich egal, doch wenn Sie sie im Menü „Senden an“ erstellen, haben Sie sie gleich im Kontextmenü aller ISO- und WIM-Dateien. Das Menü finden Sie am schnellsten, wenn Sie Windows+R drücken und dann `shell:sendto` eintippen.

(axv@ct.de)

c't-Win2VM: ct.de/ysnn

Windows 10: Skript-Fenster schließt sofort wieder

? Ich habe unter Windows 10 eine Batch-Datei und dazu eine Verknüpfung, die so eingerichtet ist, dass sie Admin-Rechte anfordert. Darauf kann ich ISO-Dateien ziehen, die die Batch-Datei dann verarbeitet. Das Kuriose: Wenn die ISO-Datei auf einer lokalen Festplatte liegt, klappt alles problemlos, doch wenn sie auf einem Netzlaufwerk liegt, schlägt es manchmal fehl – nach der Nachfrage „Sind Sie sicher“ blitzt stattdessen nur kurz ein Fenster auf.

! Man sollte meinen, dass das Thema im Jahr 2017 ausgestanden ist, doch in diesem speziellen Fall sind vermutlich Leerzeichen im Namen von Dateien und Ordnern schuld. Sobald eines vorhanden ist, scheitert die Übergabe des Pfades der Datei über die zwischengeschaltete Verknüpfung an cmd.exe. Als Abhilfe kennen wir leider nur die hemdsärmelige, sprich: das Entfernen der Leerzeichen.

(axv@ct.de)

Linux: Hängende SSH-Sitzung beenden

? Ich lasse unter Linux häufig SSH-Sitzungen über längere Zeit laufen. Manchmal verliert mein Rechner jedoch die Verbindung zur Gegenstelle und mein Terminalfenster wird dann vom hängenden SSH-Client blockiert. Kann ich die Verbindung zwangsweise beenden?

! Drücken Sie nacheinander die Tasten Eingabe, Tilde (~) und Punkt. Danach sollte der SSH-Client die Verbindung trennen und Ihr Terminal-Fenster freigeben.

(mls@ct.de)

Anzeige

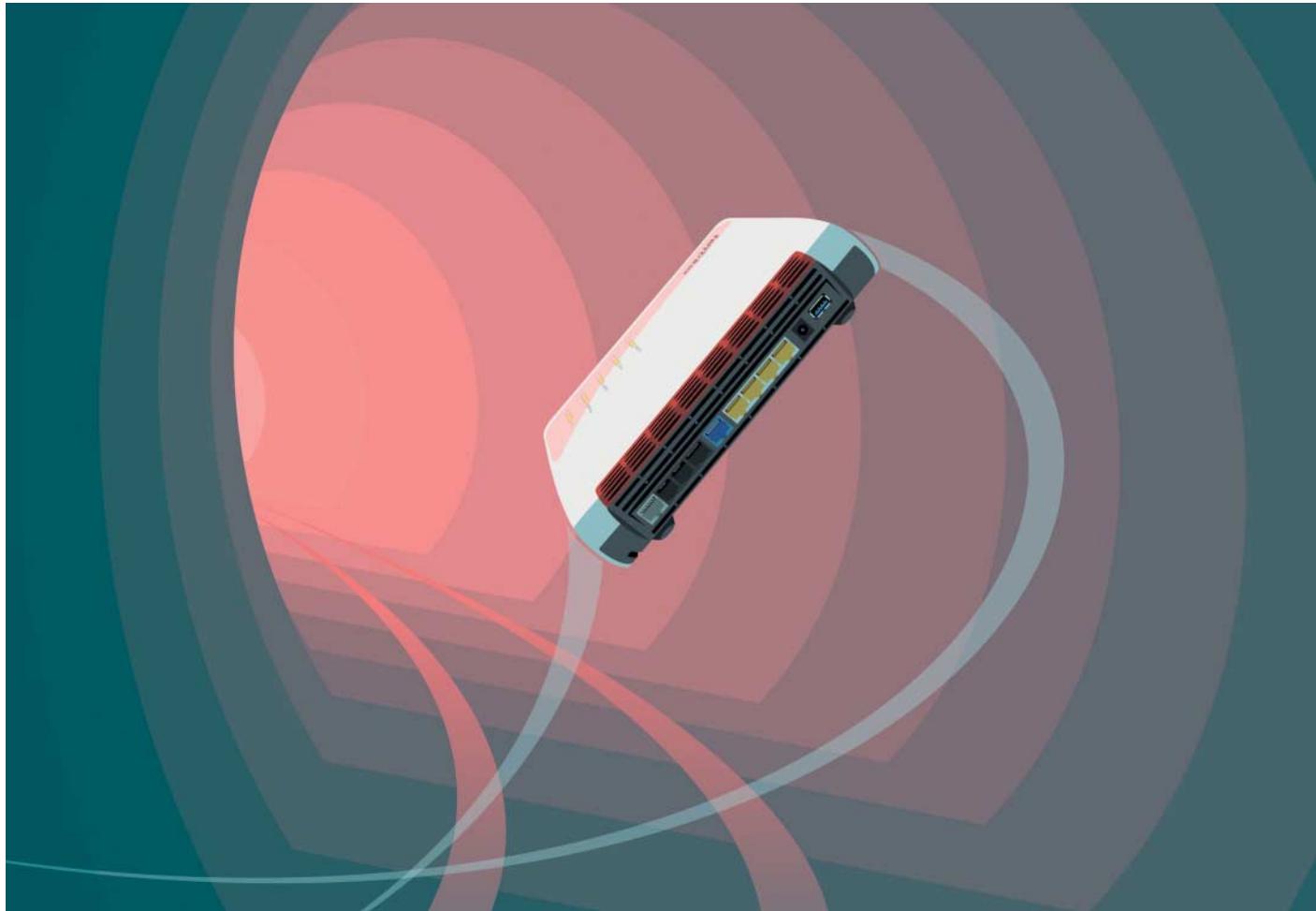


Bild: Rudolf A. Blaha

Tunnel in Handarbeit

VPN: Fritzboxen mit Profi-Firewalls vernetzen

Fritzboxen sind sehr verbreitet, weshalb sie auch zur VPN-Vernetzung mit Enterprise-Firewalls in Frage kommen. Das ist allerdings kniffliger als erhofft: Der Weg führt meist über eine textbasierte, undokumentierte Konfiguration. Wir zeigen, an welchen Schrauben Sie drehen müssen.

Von Johannes Weber

Fritzboxen gehören zu den wenigen Heim-Routern, die sich für VPN-Verbindungen gemäß der IPsec-Spezifikation eignen. Zwar sind sie dabei nur für das veraltete IPv4-Protokoll ausgelegt, aber für Firmen-Admins sind sie dennoch

wichtige Gegenstellen, weil sie die Anschaffung spezieller Router für Home Offices ersparen.

Für die dann erforderliche LAN-zu-LAN-Kopplung (auch Site-to-Site genannt) hat AVM der Fritzbox ein Web-Interface spendiert. Damit lassen sich immerhin grundlegende Parameter schnell einstellen. IPsec gibt es aber je nach Firewall-Hersteller in etlichen Geschmacksrichtungen, sodass man die Fritzbox schon detailliert konfigurieren muss, damit sie sich mit einer bestimmten Firewall verbindet.

Das geht nur auf Händen und Knien, respektive textbasiert. Da AVM die Optionen nicht öffentlich dokumentiert hat, liegt dieser Weg oft brach. Dabei genügen etwas Know-how und ein Text-Editor, um alles so einzustellen, wie man es braucht. Wir haben ein Template erstellt, das wir

im Weiteren erklären und das Sie nur noch an Ihre Infrastruktur und an die Ziel-Firewall anpassen müssen. Sie finden es unter ct.de/ya4y, wie auch alles übrige Material zu diesem Beitrag. Man kann es an viele Profi-Firewalls und Enterprise-Router anpassen, angefangen von Juniper und Cisco über Fortinet bis hin zu Palo Alto Networks.

Für den Import des Templates in die Fritzbox gibt es das Menü „Internet“, „Freigaben“, „VPN“, „VPN-Verbindung hinzufügen“ und „Eine VPN-Konfiguration aus einer vorhandenen VPN-Einstellungsdatei importieren“.

Lassen Sie sich nicht von der Vielzahl an Parametern und Schauermärchen von Möchtegern-Profis abschrecken – es gibt einen zuverlässigen Weg, trotz der umfangreichen Optionen funktionierende Konfigurationen in endlicher Zeit zu

bauen – tragen Sie nur stur auf beiden Seiten dieselben Parameter ein. Etwas Geduld und Freude am Experimentieren schaden aber auch nicht.

Welcher Schuh auf welchem Fuß

Bevor es damit losgeht, stellen wir zum besseren Verständnis eine Handvoll Grundlagen voran. Die Template-Konfiguration dient dazu, zwei VPN-Gateways zu verbinden und den IP-Verkehr der dahinterliegenden (privaten) IPv4-Netze zu tunneln. Um zu gewährleisten, dass sich genau die zwei gewünschten Gateways verbinden, nutzt IPsec unter anderem Erkennungsmerkmale wie statische IP-Adressen und Domain-Namen. Die Firewall in der Firma hat üblicherweise eine statische IP-Adresse, die Fritzbox am DSL-Anschluss eine IP-Adresse aus dem dynamisch zugewiesenen Bereich – diese kann also täglich wechseln, nach jeder Neueinwahl oder auch unvorhersehbar nach einigen Wochen oder Monaten.

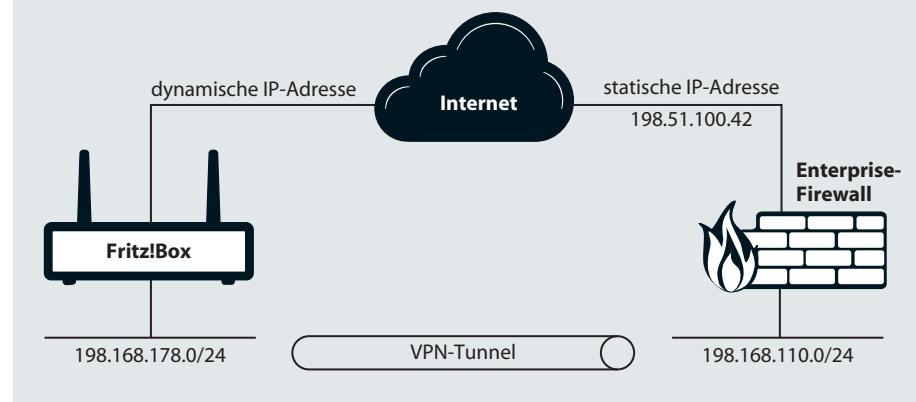
Von der Art der IP-Adresse – statisch oder dynamisch – hängt es ab, wie im weiteren die Übertragung von kryptografischen Schlüsseln über den unsicheren Kanal erfolgt (Internet-Key-Exchange, Phase 1). Man unterscheidet den Main Mode und den Aggressive Mode. Der Main Mode setzt voraus, dass beide Endpunkte statische IP-Adressen haben. Ist das nicht der Fall, muss man den Aggressive Mode verwenden. Das hat drei Konsequenzen: Fritzboxen werden überwiegend an DSL-Anschlüssen mit dynamischen IP-Adressen betrieben. In solchen Fällen ist man auf den Aggressive Mode festgelegt. Die meisten VPN-Firewalls starten von sich aus keine VPN-Verbindungen zu Gegenstellen mit dynamischen IP-Adressen – die Hersteller haben diesen Fall schlicht nicht auf dem Zettel. Deshalb muss die Fritzbox die VPN-Verbindung initiieren.

Die Gegenstellen identifizieren sich im Weiteren mittels eines PSK (Pre-Shared Key) sowie ihrer ID. Baut die Fritzbox einen Tunnel zur Firewall auf, schickt sie ihre ID und ein Cookie zur Gegenstelle, das von ihrem PSK abgeleitet ist. Sind PSK und IDs auf beiden VPN-Seiten gleich, setzt die Firewall anhand der ID die Tunnelkonfiguration auf, die der Admin dafür vorgesehen hat.

Dabei muss man zwei IDs, nämlich „Local-ID“ und „Peer-ID“, auf Fritzbox und Firewall setzen (Local-ID ist die loka-

Site-to-Site-VPN

Klassisches Beispiel einer LAN-zu-LAN-Vernetzung: TCP/IP-Verbindungen zwischen den Netzen auf der linken und auf der rechten Seite laufen transparent und verschlüsselt durch den Tunnel (unten). Deshalb dürfen die Adressbereiche der LANs nicht überlappen.



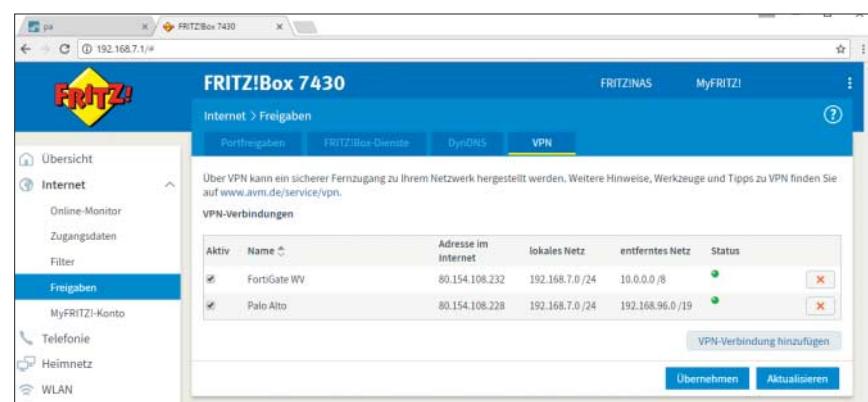
le Gegenstelle, Peer-ID die jeweils entfernte). Als ID kommen eine statische öffentliche IP-Adresse oder ein Fully Qualified Domain Name in Frage (FQDN). Anders als FQDN suggeriert, muss es kein gültiger Domain-Name sein; eine eindeutige Zeichenkette genügt. Weil die IDs im Aggressive Mode über einen unverschlüsselten Kanal übertragen werden, empfiehlt es sich, eine komplexe, lange Zeichenkette zu verwenden (gegebenenfalls zufällig erzeugt).

Auch der PSK sollte aus einer komplexen Zeichenkette bestehen. Erzeugen Sie ihn am besten mit einem Passwortgenerator wie KeePass (siehe ct.de/ya4y). Die Länge des Schlüssels ist wichtiger als die Zeichenzusammensetzung. Verwenden Sie möglichst nur Groß- und Kleinbuchstaben sowie Zahlen. Meiden Sie Sonderzeichen, weil diese falsch gespeichert wer-

den können. Die minimale Schlüssellänge sollte 20 Zeichen betragen, besser sind 30.

In Phase 1 und Phase 2 werden außerdem die Krypto-Protokolle (Proposals) und die Dauer der Schlüsselgültigkeit ausgetauscht (Lifetimes). Dieser Einstellungsbereich gilt als Mutter allen IPsec-Übels – weil es sehr viele Optionen gibt. Eigentlich gilt: Der Verbindungsaufbau läuft weiter, wenn man nur die gleichen Optionen auf beiden Seiten einstellt. Doch manche Optionen sind veraltet. Diese gelten als sicher: DH-Gruppe 14, AES-256, SHA-256 und Lifetime = 8 Stunden. Bei Phase 2 kommt noch das IPsec-Protokoll hinzu: ESP, DH-Gruppe 14, AES-256, SHA-256, DH-Gruppe 14, Lifetime = 1 Stunde.

Fehler beim Verbindungsaufbau können auch von den Angaben zu Subnetzen herrühren (Proxy-IDs). Zur Erinnerung: Der IP-Verkehr der beiden LANs hinter



Die Fritzbox hat zwei Tunnel aufgebaut – zu einer Fortinet FortiGate (10.0.0.0/8) und zu einer Palo Alto Networks Firewall (192.168.96.0/19). Netzgrößen jenseits der gängigen /24er-Maske sind also kein Hindernis.

den Gateways wird über das VPN geroutet. Deshalb müssen beide Seiten verschiedene IP-Bereiche nutzen, andernfalls entstehen Adresskollisionen. Zudem verwenden manche VPN-Geräte die Proxy-IDs, um das Routing mittels Richtlinien für Policy-Based VPN aufzusetzen. Das ist bei der Fritzbox der Fall, ebenso bei der Cisco ASA Firewall.

Palo Alto Networks oder FortiGate verwenden Proxy-IDs normalerweise nicht; sie treffen die Routing-Entscheidung anhand der Routing-Tabelle. Aber

```
vpncfg {connections {
  enabled = yes;
  conn_type = conntype_lan;
  name = "Anzeigename in der Fritzbox";
  always_renew = yes;
  reject_not_encrypted = no;
  dont_filter_netbios = yes;
  localip = 0.0.0.0;
  local_virtualip = 0.0.0.0;
  remoteip = 198.51.100.42;
  remote_virtualip = 0.0.0.0;
  localid {
    fqdn = "this-is-an.example.com";
  } remoteid {
    ipaddr = "198.51.100.42";
  }
  mode = phase1_mode_aggressive;
  phase1ss = "dh14/aes/sha";
  keytype = connkeytype_pre_shared;
  key = "n1ZtRNxw47h906a8EeHX13254";
  cert_do_server_auth = no;
  use_nat_t = yes;
  use_xauth = no;
  use_cfgmode = no;
  phase2localid {
    ipnet {
      ipaddr = 192.168.178.0;
      mask = 255.255.255.0;
    }
  phase2remoteid {
    ipnet {
      ipaddr = 192.168.110.0;
      mask = 255.255.255.0;
    }
  phase2ss = "esp-aes256-3des-sha
  /ah-no/comp-lzs-no/pfs";
  accesslist = "permit ip any
  192.168.110.0 255.255.255.0";
  }
}
```

Mit diesem Template lassen sich VPN-Verbindungen von der Fritzbox zu diversen kommerziellen Firewalls aufbauen. Mindestens 10 Zeilen müssen Sie an Ihre Umgebung anpassen.

wenn eine Gegenstelle Proxy-IDs benötigt, müssen sie auf beiden Seiten einge tragen sein (Netzwerk, Subnetzmaske, Service wie „any“). Andernfalls scheitert der Verbindungs aufbau. Die Angaben für „Local“ und „Remote“ muss man auf den Gegenstellen jeweils spiegeln.

IPsec ist in Fritzboxen je nach Fritz OS-Version leicht unterschiedlich implementiert. Dabei handelt es sich um grund legende Funktionen und eine überschau bare Zahl an Optionen. Ein Beispiel, das für FritzOS 6.83 ausgelegt ist, finden Sie im Listing.

Fritzbox VPN-Template

Sofern noch nicht geschehen, laden Sie das Template von ct.de/ya4y, öffnen Sie es in einem Texteditor und passen Sie es an Ihre Umgebung an.

name: Das ist der Name des Tunnels, den die Fritzbox im Web-Interface anzeigt. Achten Sie auf einen selbsterklärenden Namen, vor allem, wenn Sie mehr als einen Tunnel einrichten.

remoteip: Das ist die statische, öffentliche IPv4-Adresse der Gegenstelle.

localid und remoteid: Damit sind die IDs für die Authentifizierung der VPN-Gateways gemeint. Im Beispiel ist die localid der Fritzbox vom Typ fqdn. Das kann ein Domain-Name sein, aber auch eine beliebige Zeichenkette. Dieselbe müssen Sie auf der Gegenstelle in der Variablen „remote“ eintragen. Die „remoteid“ auf der Fritzbox entspricht auf der Gegenstelle der „localid“. Im Beispiel ist der Typ „ipaddr“ gewählt und die öffentliche IPv4-Adresse eingetragen, die die Firewall ver wendet. Auf den meisten Firewalls ist das die Voreinstellung.

mode: Hier geht es um den richtigen Phase-1-Mode. Wir gehen davon aus, dass Ihre Fritzbox eine dynamische IP-Adresse bekommt. Dann ist „Aggressive Mode“ Pflicht. Falls Ihre Fritzbox vom Provider eine statische IP-Adresse bekommt, können Sie „phase1_mode_idp“ eintragen. Aber man kann den Aggressive Mode auch mit statischen IP-Adressen ver wenden. Sie müssen die Vorgabe des Tem plates also nicht ändern.

phase1ss: An dieser Stelle legt man das Proposal für Phase 1 fest (AVM nennt das „Strategie“). Im Beispiel setzen wir „dh14/aes/sha“ ein (DH14 mit AES-256 und SHA-1 bei einer Laufzeit von einer Stunde = 3600 Sekunden). Dabei ist die Laufzeit nicht angegeben, die Fritzbox

verwendet implizit 3600 Sekunden. Diese Konfiguration eignet sich etwa ab FritzOS 6.23. Falls sie auf Ihrer Fritzbox nicht funktioniert, tragen Sie „alt/aes/sha“ ein. Damit stellt man DH2, AES-256 und SHA-1 mit einer Lifetime von 8 Stunden ein. Diese Kombination eignet sich zum Bei spiel für ältere Fritzboxen mit FritzOS 6.06.

key: Tragen Sie hier den Pre-Shared Key ein – das gemeinsame Passwort für Fritzbox und VPN-Firewall.

phase2localid und phase2remoteid: Dies sind die Proxy-IDs, mittels denen Sie definieren, welcher Subnetzbereich (im Beispiel 192.168.178.0/24) zu welchem entfernten Netzwerk getunnelt wird (hier 192.168.110.0/24). Danach folgen die Netzmasken in der klassischen Dezimal punkt-Schreibweise.

phase2ss: Die Phase-2-Einstellungen sind denen der Phase 1 ähnlich. Im Template verwenden wir ESP, DH14 für PFS, AES-256, SHA-1 sowie eine Lifetime von einer Stunde. Falls Sie eine ältere Fritzbox verwenden und diese Konfiguration nicht funktioniert, nehmen Sie ersatzweise „esp-3des-sha/ah-no/comp-no/pfs“. Dabei wird 3DES anstatt AES-256 verwendet. Diese Einstellung eignet sich für FritzOS 6.06.

accesslist: Dies ist die Security-Regel für den Verkehr in den Tunnel. Es darf also im Grunde jeglicher Verkehr aus dem lokalen Netz in den Tunnel (any). Man könnte anstatt „any“ auch nur einen Host eintragen.

Detaillierte Filter, zum Beispiel unter Verwendung von Quell- und Ziel-Ports, lassen sich mit der Fritzbox nicht aufsetzen. Falls auf der anderen Seite eine Profi Firewall steht, kann man weitergehende Einschränkungen immerhin dort einrich ten. Für Windows-basierte Fernarbeits plätze würde man beispielsweise nur RDP-Verkehr zum TCP-Port 3389 eines Terminal servers durchlassen. Denn Windows PCs versuchen immer, etwa SMB-, Netbios- oder SNMP-Verbindungen ins Firmen-LAN aufzubauen, die aus Sicherheitsgründen nicht wünschenswert sind.

Damit sind alle Variablen des Tem plates erläutert. Wenn Sie Ihre Fritzbox-Einstellungen mit denen der VPN-Firewall abgeglichen haben, importieren Sie sie in die Fritzbox. Im besten Fall liefert der dann folgende automatische Verbindungs aufbau in wenigen Sekunden einen grünen Punkt, und alles spielt, wie es soll.

The screenshot shows the Fritzbox management interface with the following details:

- IKE Tunnels:**
 - fdor-f1: Tunnel Info, Type: Auto Key, Interface: ethernet1/1, Local IP: 80.154.108.226/27, Peer IP: dynamic, Status: up, Interface: tunnel.1, Virtual Router: default (Shiva Routes), Security Zone: vpn-s2s, Status: green.
 - fdor-f4: Tunnel Info, Type: Auto Key, Interface: ethernet1/1, Local IP: 80.154.108.228/27, dynamic, Status: up, Interface: tunnel.29, Virtual Router: default (Shiva Routes), Security Zone: vpn-s2s, Status: green.
 - fdor-f5: Tunnel Info, Type: Auto Key, Interface: ethernet1/1, Local IP: 80.154.108.228/27, dynamic, Status: up, Interface: tunnel.5, Virtual Router: default (Shiva Routes), Security Zone: vpn-s2s, Status: green.
- Tunnel Info - fdor-f1:**
 - Name: fdor-f1, Local IP: 80.154.108.228, Ls. Port: 0, Peer IP: 192.168.7.0/24, M. Port: 0, Remote IP: 192.168.7.0/24, Rr. Port: 0, Pk. Encap: 20020, Pk. Decap: 22919472, Byte Encap: 7374408, Byte Decap: 1, TID: 0, Pk. In: 0, Pk. Out: 0.
- IKE Info - fdor-f1:**
 - Name: fdor-f1, Gateway: 12, Role: Resp, Mode: Aggr, Algorithm: PSK/GH14/AES/SHA1, Created: Jun 16 14:18:52, Expires: Jun 16 15:10:52.

Palo Alto Networks Firewall mit drei VPN-Verbindungen zu Fritzboxen. Über die „IKE Info“ (Phase 1) und die „Tunnel Info“ (Phase 2, IPsec) können Sie sich Details eines Tunnels anzeigen lassen, beispielsweise Krypto-Protokolle.

Troubleshooting

Wenn keine VPN-Verbindung zustande kommt, überprüfen Sie alle Einstellungen auf beiden VPN-Seiten – und zwar mehrmals, und falls das nicht hilft, lassen Sie sie von einer weiteren Person prüfen. Okay, das klingt vielleicht übertrieben, aber die meisten Probleme gehen tatsächlich auf kleine Tippfehler und unklare Absprachen zurück. Fehler-Hotspots sind IP-Adressen, Subnetzmasken (beliebter Fehler: 255.255.225.0) und der Pre-Shared Key.

Wenn das nicht hilft, muss man die Ursache anhand von Fehlermeldungen und Log-Files ermitteln. Dabei liefert die aussagekräftigen Fehlermeldungen immer der Responder. Wenn also Ihre Fritzbox der Initiator ist, muss man auf der anderen Seite der Verbindung nach Hinweisen zum Fehlergrund suchen.

Ein Beispiel: Wenn die Fritzbox „IKE-Error 0x2027“ meldet, gibt AVM als Fehlergrund „timeout“ an. Das bedeutet jedoch nur, dass die Gegenstelle nicht erreichbar ist. In einem konkreten Fall verriet das VPN-Log einer Palo-Alto-Networks-Firewall eine ganz andere Ursache: „Couldn't find configuration for IKE phase-1 request for peer IP 178.4.22.222[500], ID fqdn:this-is-an.example.com.“ Das bedeutet: Die ID, die die Fritzbox der Firewall gemeldet hat, stimmte mit dem Eintrag auf der Palo-Alto-Firewall nicht überein. Von der „Timeout“-Meldung der Fritzbox auf diese Ursache zu schließen, ist schier unmöglich.

Ein weiteres Problem können falsche Access-Listen (Security Policies) und NAT-Regeln auf der Firewall sein: Zwar sind weder Access-Listen noch NAT-Regeln für ein VPN nötig. Aber Firewalls blockieren jedweden Verkehr, der nicht explizit freigegeben ist. Sollte also der VPN-Tunnel aufgebaut sein und trotzdem kein Traffic darüber gehen, kontrollieren Sie die Regeln auf der Firewall. Möglicherweise blockiert sie den ein- und ausgehenden Verkehr ins VPN.

Gleiches gilt für NAT-Regeln. Im einfachsten Fall müssen Sie gar kein NAT anwenden. Sollte auf der Firewall eine solche Regel aktiv sein, könnten Ihre Pakete umgeschrieben werden (Source- oder Destination-IP), sodass sie nicht zu den

Vorbildlich: Bei einer Cisco ASA können Sie in den Session-Details der VPN-Verbindung die IPsec-Parameter einsehen, Krypto-Protokolle sind gelb markiert. Viele weitere Details lassen sich ebenfalls überprüfen.

The screenshot shows the Cisco ASA session details with the following information:

Session Details		Session Details	
Connection Profile	Protocol	Login Time	Bytes Tx
fdor.webernetz.net	IPsec	12:51:40 CEST Mon Jan 27 2014	5904
77.1.253.234	IKEv1 IPsec	0h:21m:54s	1508
	IKEv1: (1)AES256 IPsec: (1)3DES		

Details / ACL

ID	Type	Local Addr. / Subnet Mask / Protocol / Port	Remote Addr. / Subnet Mask / Protocol / Port	Encryption	Other	Bytes Tx	Bytes Rx	
1	IKEv1			AES-256	Tunnel ID: 313.1 Authentication Mode: preSharedKeys UDP Source Port 500 UDP Destination Port 500 Authentication Mode: preSharedKeys UDP Source Port 500 UDP Destination Port 500 IKE Negotiation Mode: Aggressive Hashing: SHA1 Authentication Mode: preSharedKeys UDP Source Port 500 UDP Destination Port 500 IKE Negotiation Mode: Aggressive Hashing: SHA1 Diffie-Hellman Group: 2 Rekey Time Interval: 3600 Seconds Rekey Left(T): 2286 Seconds		5904	1508
2	IPsec	192.168.130.0/255.255.255.0/0/0	192.168.86.0/255.255.255.0/0/0	3DES-168	Tunnel ID: 313.2 Hashing: SHA1 Encryption: Tunnel PFS Group: 2 Rekey Time Interval: 3600 Seconds Rekey Left(T): 2286 Seconds Rekey Date Interval: 4608000 K-Bytes Rekey Left(D): 4607995 K-Bytes idle Time Out: 30 Minutes idle To Live: 24 Minutes Packets Tx: 18 Packets Rx: 15	5904	1508	

konfigurierten Proxy-IDs passen und von einem der VPN-Peers verworfen werden.

Rahmenbedingungen

Für Testzwecke und eng definierte Bedingungen stellt die Fritzbox eine gute VPN-Grundlage dar. Aber sie ist keine Enterprise-Firewall, sondern nur ein sehr guter Heim-Router. Detaillierte Access- oder NAT-Regeln kann man damit nicht konfigurieren. Im einfachsten Fall lässt sie sämtlichen Verkehr zur anderen Seite durch – also auch IP-Pakete Ihrer Sprösslinge und deren Freunde.

Zudem lässt AVM nur eine Handvoll von Krypto-Protokollen zu. Gepaart mit der stark eingeschränkten Fehlersuche, kann das Einrichten zum Graus werden.

Das Verschlüsseln mittels AES & Co. ist rechenintensiv. Gängige Firewalls enthalten daher spezielle ASICs und liefern so über VPN Gigabit-Geschwindigkeiten. In Tests schafften Fritzbox-Modelle aber kaum mehr als 15 MBit/s. Das Modell 7270v3 verschlüsselt lediglich mit dem veralteten 3DES-Verfahren und liefert nur rund 5 MBit/s. Das reicht für eine RDP-Session, nicht aber für Backups. Gemesen an dieser Leistung ist der Konfigurationsaufwand beträchtlich. Aber es lohnt sich um so mehr, je mehr Clients hinter einer – modernen – Fritzbox auf das VPN zugreifen sollen.

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

Literatur

- [1] Manfred Lipp, VPN – Virtuelle Private Netzwerke: Aufbau und Sicherheit: <http://amazon.de/VPN-Virtuelle-Private-Netzwerke-Sicherheit/dp/3827326478>

Dokumentation, Software: ct.de/ya4y



Java war mal

Die neue Programmiersprache für Java und mehr, Teil 1

Kotlin verspricht viel: Java-Entwickler produktiver zu machen, Fehler wie NullPointerExceptions prinzipiell auszuschließen und dennoch die Vorteile des riesigen Java-Ökosystems nutzen zu können. Zudem lässt sich Kotlin-Code in JavaScript oder Maschinencode übersetzen.

Von Christian Helmbold

Auf seiner I/O-Konferenz erklärte Google Kotlin zur offiziellen Zweit-Programmiersprache für Android – unter tosendem Applaus. Die Begeisterung kommt nicht von ungefähr, denn als moderne Alternative zu Java sorgt Kotlin für kompakteren Code, weniger Fehler und mehr Spaß bei der Arbeit.

Aber nicht nur bei Android-Apps, sondern auch auf den Servern breitet sich die Sprache aus. Kotlin unterstützt das für Unternehmensanwendungen sehr verbreitete Spring-Framework mit speziellen APIs. Das Build-Tool Gradle kann seit einiger

Zeit ebenfalls mit Kotlin-Dateien konfiguriert werden. Und die größten Banken der Welt benutzten Kotlin, um die Blockchain-Plattform Corda zu entwickeln.

Entwickelt wird Kotlin von der tschechischen Softwareschmiede JetBrains, die für Entwicklungswerkzeuge wie IntelliJ IDEA und ReSharper bekannt ist. Die Motivation für die neue Programmiersprache war, die Produktivität der eigenen Entwickler zu steigern, die vor Kotlin mit Java arbeiteten. Daher sollte Kotlin auch reibungslos mit Java zusammenarbeiten können. Weitere Designziele waren leichte Erlernbarkeit und Nachvollziehbarkeit sowie die gute Eignung für die Unterstützung mit Werkzeugen. Mit dem damals schon verfügbaren Scala hätte man wohl auch die Produktivitätssteigerung erreicht; die anderen Ziele waren der Grund, eine eigene Sprache zu entwerfen.

Ahoi Kotlin!

Gegenüber Java besticht Kotlin durch kompakteren Code, Null-Sicherheit, ein einheitliches Typsystem, das primitive Datentypen wie Integer und Objekte vereint, Properties statt Gettern und Settern, das Fehlen von Checked Exceptions, comfortable Delegation, statische Erweiterungsfunktionen, Strings mit eingebetteten Variablen und einigem mehr.

Schon beim berühmten Hallo-Welt-Beispiel lassen sich die Vorteile gegenüber Java erahnen:

```
fun main(args: Array<String>) {  
    val name = args.getOrElse(0)  
        { "Welt" }  
    println("Hallo $name!")  
}
```

Die main-Funktion muss in keine Klasse eingebettet werden und auch das bekannte public static void ist überflüssig. Mit einem vorangestelltem \$ lassen sich Variablen direkt in Strings einbetten. Bei Parametern und Variablen wird zuerst der Name (args) und dann, getrennt durch einen Doppelpunkt, der Typ (Array<String>) genannt. Das ist zum einen lesefreundlicher, weil der Name in der Regel wichtiger als der Typ ist, und ermöglicht zum anderen das Weglassen von Typangaben bei Variablen.

Variablen werden mit dem Schlüsselwort var definiert; unveränderliche Werte mit val, das für value steht:

```
var a = 1 // veränderlich  
val b = 2 // unveränderlich
```

Wer angesichts des Codes ohne Typangaben vermutet, dass Kotlin Variablen dynamisch ihren Typ zuweist, täuscht sich: Kotlin ist genau wie Java statisch typisiert. Dank eingebauter Typableitung (type inference) ist der Compiler in der Lage, Typen selbstständig zu ermitteln. Die obigen Definitionen ließen sich mit Typangaben auch so schreiben:

```
var a: Int = 1;
val b: Int = 2;
```

Wer mag, darf Zeilenenden mit einem Semikolon verzieren; vorgeschrieben sind sie nicht. Mehr noch: IntelliJ IDEA markiert das Semikolon als nicht kotlinesk und gibt eine Warnung aus.

Alles unter Kontrolle

In Kotlin ist fast alles ein Ausdruck, hat also einen Wert, so zum Beispiel auch `if`. Dank dieser praktischen und eleganten Vereinheitlichung kann man den Ausdruck ohne Umwege für eine Zuweisung nutzen:

```
val color =
    if (stock == 0) Color.RED
    else if (stock < 10) Color.YELLOW
    else Color.GREEN
```

Die `switch`-Anweisung von Java ähnelt Kotlin's `when`, allerdings ist `when` ebenfalls ein Ausdruck und bietet einige zusätzliche Möglichkeiten wie Typ- oder Bereichsprüfungen. Genau genommen erlaubt `when` beliebige Ausdrücke, die einen Wahrheitswert repräsentieren.

```
val zahl = when(x) {
    0 -> "nix"
    1, 2 -> "eins oder zwei"
    in 1..9 -> "einstellig"
    is String -> "keine Zahl"
    else -> "irgendwas"
}
```

Kotlins `when` kann zwar viel mehr als ein `switch` in Java, aber ein Fall-through gibt es nicht. In Java werden auch alle folgenden Zweige ausgeführt, falls ein Zweig nicht mit `break` explizit beendet wird. Fall-through hat deshalb den Ruf als Fehlerquelle, denn nicht selten ist das dann eben semantischer „Durchfall“!

Die `foreach`-Schleife entspricht fast genau dem Java-Gegenstück, aber man erkennt an ihr das Streben nach guter Lesbarkeit: statt `for (Item item : collection)` schreibt man in Kotlin `for (item in collection)`. In `for`-Schleifen können Objekte auch gleich mit „destructuring declarations“ zerlegt werden:

```
val myMap = mapOf(1 to "eins",
    2 to "zwei")
for((key, value) in myMap) {
    println("key: $key, value: $value")
}
```

Nie wieder NullPointerException

Felder oder Variablen, die nicht `null` sein sollten, es dummerweise aber doch manchmal sind, führen in Java häufig zu Fehlern. Und genau die wollten die Kotlin-Schöpfer endgültig ausschließen. Deshalb stellt der Compiler sicher, dass Referenzen nie den Wert `null` annehmen, wenn dieser Wert nicht explizit erlaubt und vor dem Dereferenzieren geprüft wird. Dazu werden Typangaben mit einem Fragezeichen versehen:

```
val name: String? = null
val city: String = null // Fehler!
```

Bevor man auf eine „nullable“-Referenz zugreifen darf, muss man zunächst sicherstellen, dass sie nicht `null` ist:

```
val length =
    if (name != null) name.length else 0
```

Für diese häufige Operation gibt es eine Kurzschreibweise:

```
val length: Int = name?.length ?: 0
```

Das erste Fragezeichen dient der sicheren Dereferenzierung (ohne Exception), was bedeutet, dass das Ergebnis des Ausdrucks `name?.length` nach wie vor `null` sein kann. Der Ausdruck ist deshalb vom Typ `Int?`. Um zu einem „reinen“ `Int` zu kommen, ist deshalb noch eine Fallunterscheidung nötig, die mit dem aus Groovy bekannten Elvis-Operator `?:` geschrieben wird. Der Name kommt übrigens daher, dass man den Operator auch als Emoticon mit Elvis-Tolle interpretieren kann.

gens daher, dass man den Operator auch als Emoticon mit Elvis-Tolle interpretieren kann.

Fun mit Funktionen

Bis hierher hielten sich die Unterschiede zwischen Kotlin und Java in Grenzen. Bei den Funktionen, die in Kotlin der Einfachheit halber übrigens immer Funktionen und nicht Methoden heißen, ist das schon anders. Eingeleitet werden sie mit dem Schlüsselwort `fun`, gefolgt von der Parameterliste, dem Rückgabetyp und schließlich dem Rumpf. Funktionen, die aus einem einzigen Ausdruck bestehen, können – genau wie in der Mathematik – mit einem Gleichheitszeichen hinter die Parameterliste geschrieben werden:

```
fun max(a: Int, b: Int): Int =
    if (a > b) a else b
```

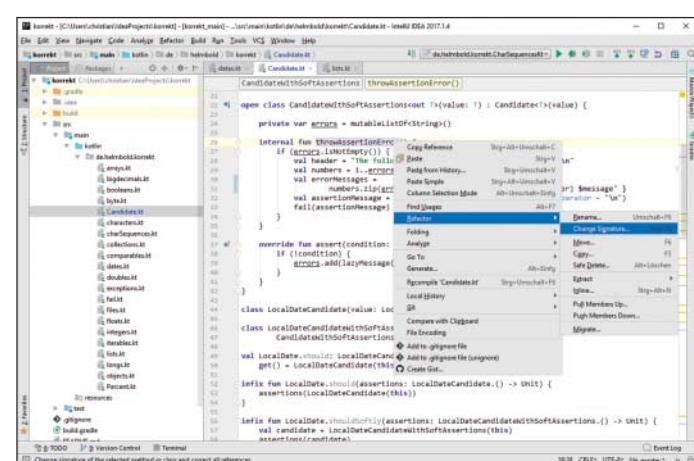
Wenn eine Funktion keinen Rückgabewert hat, wird auch kein Rückgabetyp angegeben:

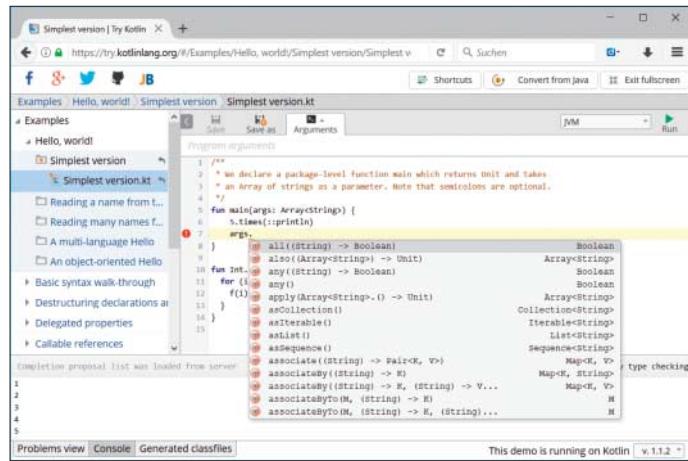
```
fun send(message: String) {
    require(!message.isEmpty())
    server.send(message)
}
```

Allerdings – und das ist ein entscheidender Unterschied zu Java – hat die Funktion trotzdem einen regulären Rückgabetyp, nämlich `Unit`. Das entspricht in etwa `void` in Java, ist im Gegensatz dazu aber kein Spezialfall. Das hilft wiederum, Spezialfälle im eigenen Code zu vermeiden.

Besonders praktisch sind benannte Funktionsparameter mit Standardwerten, die Überladungen und Builder in vielen Fällen überflüssig machen. Bei der Definition einer Funktion kann jedem Parameter ein Wert zugewiesen werden, der automatisch verwendet wird, falls er

Hervorragende Unterstützung durch Werkzeuge, wie hier in IntelliJ IDEA, war eines der Entwurfsziele von Kotlin.





beim Aufruf der Methode nicht explizit gesetzt wird:

```
fun calc(a: Int = 3, b: Int = 2, c: Int = 1) = a * b + c
```

Diese Funktion könnte dann zum Beispiel so verwendet werden:

```
calc() // 7
calc(b = 4) // 13
calc(c = 6, a = 5) // 16
```

Wie in der letzten Zeile zu sehen ist, braucht man sich bei benannten Parametern mit Standardwerten auch nicht die genaue Reihenfolge der Parameter zu merken.

Mit Kotlin sind auch Funktionen höherer Ordnung möglich. Eine Funktion kann also etwa eine andere Funktion als Parameter entgegennehmen und ausführen:

```
fun times(n: Int, f: (Int) -> Unit) {
    for (i in 1..n) {
        f(i)
    }
}
```

Der Funktion `times` wird beim Aufruf ein Lambda-Ausdruck übergeben, der `n`-mal ausgeführt wird und dem selbst der aktuelle Zähler übergeben wird. Das folgende Beispiel gibt demnach die Zahlen 1, 2, 3, 4 und 5 aus:

```
times(5, { x -> println(x) })
```

Wenn es nur einen Parameter gibt, kann man die Parameterliste im Lambda-Ausdruck (`x ->`) weglassen und stattdessen `it` verwenden:

```
times(5, { println(it) })
```

Da in diesem Fall lediglich eine andere Funktion, nämlich `println`, aufgerufen wird, könnte man hier allerdings auch einfach eine Funktionsreferenz verwenden:

```
times(5, ::println)
```

Um eine Syntax wie bei eingebauten Kontrollstrukturen wie `if` zu erreichen, darf man den Lambda-Ausdruck für den letzten Funktionsparameter auch hinter die Parameterliste schreiben:

```
times(5) { x ->
    println(x)
}
```

Damit könnte man zum Beispiel sehr elegant eine Funktion zur Bereitstellung von Transaktionen verwenden:

```
transactional {
    // Anweisungen in Transaktion
}
```

Funktionen lassen sich innerhalb von anderen Funktionen definieren, um möglichst fokussierte Gültigkeitsbereiche der inneren Funktionen zu schaffen:

```
fun a(p: Iterable<Int>): Int {
    fun b(x: Int) = x * x - 1
    return p.map { b(x) }.sum()
}
```

Erweiterungsfunktionen

Wer hat nicht schon einmal den Wunsch verspürt, eine Klasse aus einer fremden Bibliothek nachträglich um eine Funktion zu erweitern, ohne umständlich davon ableiten zu müssen? Falls das überhaupt möglich ist, denn Vererbung ist aus gutem Grund oft unzulässig. In Kotlin ist das dank Erweiterungsfunktionen möglich. So lässt sich beispielsweise für die `Int`-Klasse eine Funktion definieren, die eine Aktion `x`-mal ausführt:

```
fun Int.times(action: (Int) -> Unit) {
    for (i in 1..this) {
        action(i)
    }
}
```

Unter `try.kotlinlang.org` kann man Kotlin live im Browser testen – sogar mit Syntaxvervollständigung.

```
    action(i)
}
}
5.times {print(it)}
```

Das Beispiel würde „12345“ ausgeben.

Um eine Funktion zur Erweiterungsfunktion zu machen, reicht es, dem Funktionsnamen den zu erweiternden Typ (hier `Int`) gefolgt von einem Punkt voranzustellen. Das Objekt des erweiterten Typs steht innerhalb der Funktion als `this` zur Verfügung. Im Beispiel ist `this` die Zahl 5, mit der die Funktion aufgerufen wird.

Smarter Wandel

Wenn mit `if` oder `when` ein Typ geprüft wurde, konvertiert Kotlin den Typ automatisch. In dem folgenden Beispiel kann direkt auf die Eigenschaft `length` der Klasse `String` zugegriffen werden, weil der Compiler ja „weiß“, dass es sich nach erfolgreicher Prüfung um einen `String` handeln muss. Eine zusätzliche, explizite Typumwandlung ist nicht nötig:

```
fun measure(something: Any) {
    if (m is String) {
        println(m.length)
    }
}
```

Das gleiche Prinzip kommt übrigens auch zum Tragen, wenn auf `null` geprüft wird, denn da wird ein „nullable“ Typ in den zugehörigen Grundtyp konvertiert, also zum Beispiel `String?` in `String`.

Noch viel mehr

Klassen und Vererbung, lokale Variablen, Operatoren – Kotlin bietet noch in vielen weiteren Bereichen wesentliche Vereinfachungen im Vergleich zur Arbeit mit Java. Mehr dazu lesen Sie in Kürze im zweiten Teil dieser Einführung.

Wenn Sie nicht so lange warten und schon einmal mit Kotlin experimentieren möchten, können Sie die ersten Schritte im Browser auf `try.kotlinlang.org` machen. Die Online-Laufzeitumgebung bietet sogar Syntaxvervollständigung und konvertiert Java-Code in Kotlin. Die erste Wahl für die professionelle Arbeit mit Kotlin ist die aktuelle Version von IntelliJ IDEA; auch die kostenlose Community Edition unterstützt Kotlin. Falls noch nicht vorhanden, müssen Sie vorab das JDK (ab Version 6) installieren.

(jo@ct.de)

Download und Infos: ct.de/y2zt

Anzeige



Virenjäger nach Maß

Desinfec't anpassen und vielseitig nutzen

Desinfec't geht nicht nur auf Virenjagd, sondern macht sich auch auf die Suche nach gelöschten Dateien und kann dieser unter Umständen wiederherstellen. Zudem kann man Komfortfunktionen einrichten, die Windows-Registry bearbeiten und Tools nachinstallieren.

Von Dennis Schirrmacher

Anfänger säubern mit Desinfec't im Handumdrehen infizierte Computer. Doch das Sicherheitstool kann noch weit aus mehr: Mit den standardmäßig integrierten Experten-Tools können Profis zum Beispiel Festplatten exakt kopieren und sicher löschen. Dank der Datenrettungssoftware PhotoRec kann man in vielen Fällen sogar verloren geglaubte Daten zurückholen. Bei einem Schädlingsbefall kann der Forensic Registry EDitor (Fred) helfen, die Registry eines inaktiven Windows auszumisten. Die Bezeichnung „Experten-Tools“ kommt nicht von ungefähr: Wer nicht weiß, wie man die Werkzeuge korrekt benutzt, kann damit richtig Schaden in Windows anrichten.

Zudem lässt sich Desinfec't mit Tools erweitern, um etwa verschlüsselte Festplatten, Dateien oder Ordner zu scannen. Wer es gerne bequem hat, kann sein

WLAN-Passwort speichern, damit sich das Sicherheitstool nach dem Start automatisch mit dem Internet verbindet. Damit die Einrichtung von Komfortfunktionen, die Datenrettung und das Nachinstallieren von Tools klappen, muss man bloß die folgenden Anleitungen und Tipps befolgen.

Das Gedächtnis

Im Grunde startet Desinfec't jedes Mal das gleiche Originalsystem – vorher ausgeführte Änderungen gehen verloren. Die unter Windows sichtbare Partition desinfDATA bildet eine Ausnahme und ist beschreibbar. An dieser Stelle liegen etwa die Scan-Ergebnisse – dort können Sie zudem eigene Dateien dauerhaft ablegen. Auch die nicht unter Windows sichtbare Signatur-Partition kann sich Sachen merken. Hier speichert Desinfec't etwa aktualisier-

te Virensignaturen und Debian-Pakete, etwa von Tools, die es nach jedem Neustart automatisch installiert und aus dem Arbeitsspeicher ausführt. Diese Partition bildet quasi das Gedächtnis von Desinfec't und sie dient als Ausgangspunkt für dauerhafte Modifikationen.

Von Haus aus merkt sich Desinfec't nur neu gesetzte Lesezeichen in Firefox. Das funktioniert mithilfe des Skripts backup.sh, das sich in /opt/desinfect/signatures findet. Nach einem Neustart packt das Skript restore.sh die gespeicherten Lesezeichen wieder aus. An dieser Stelle können sich Linux-Kenner austoben und weitere Modifikationen vornehmen. Dafür liegt das Skript userinit.sh im gleichen Verzeichnis bereit, das restore.sh bei jedem Systemstart ausführt. So kann sich Desinfec't etwa Ihr WLAN-Passwort merken. Dafür müssen Sie zuerst im WLAN angemeldet sein und dann die aktuellen Netzwerkeinstellungen als root auf der beschreibbaren Signatur-Partition des Sticks sichern.

```
cd /opt/desinfect/signatures/
mkdir Networks
cp -a /etc/NetworkManager/ \
`system-connections/*` \
`/opt/desinfect/signatures/Networks/
```

Anschließend legen Sie im Skript userinit.sh fest, dass die Netzwerkeinstellungen inklusive WLAN-Passwort nach jedem Neustart von Desinfec't wieder im System-Connections-Ordner des NetworkManagers landen. Dafür tragen Sie Folgendes in userinit.sh ein:

```
service network-manager stop
cp -a /opt/desinfect/signatures/ \
`/Networks/*` /etc/NetworkManager/ \
`system-connections
service network-manager start
```

Fortan loggt sich Desinfec't automatisch in Ihr WLAN ein. Das Stoppen und Starten des Network-Managers ist nötig, damit die Änderungen aktiv werden. Doch Vorsicht: Ihr WLAN-Passwort liegt damit im Klartext auf dem Stick vor und kann bei Verlust des Sticks in falsche Hände geraten.

Gezielte Virensuche

Wer in Windows über eine verdächtige Datei stolpert und die Gefahr nicht einschätzen kann, sollte das System herunterfahren und Desinfec't im Standard-Modus booten. Bei einem gezielten Verdacht muss man keinen Scan starten,

sondern lässt die Online-Scanner des Analysediensts VirusTotal auf den vermeintlichen Schädling gucken. Das klappt nach einem Rechtsklick und der Auswahl des Skripts „Auf VirusTotal hochladen“ mit jeder Datei. Wer möchte, kann in den Experten-Tools die Scanner von Avira und Eset mit erweiterten Suchoptionen einzeln auf die Jagd schicken. Hier findet sich auch der Open-Source-Scanner ClamAV. Dieser neigt zu Fehlalarmen und ist deswegen nicht mehr im Standard-Viren-Scan anwählbar.

Registry aufräumen

Um den Registry-Manager Fred zu starten, geben Sie in der Ubuntu-Suche „Fred“ ein. Wer Desinfec't aktualisiert hat (Update siehe ct.de/y6pz), findet den Editor auch im Ordner „Experten-Tools“ auf dem Desktop. Doch Vorsicht: Die Registry von Windows ist äußerst umfangreich und unübersichtlich. Außerdem kann die Modifikation eines Eintrags böse Folgen haben – zum Beispiel startet Windows dann nicht mehr. Doch keine Angst: Standardmäßig kann Desinfec't nur von Windows-Partitionen lesen und diese nicht verändern: So kann man nichts kaputt machen. Damit Fred die Registry bearbeiten kann, müssen Sie zuerst das Windows-Laufwerk im Dateimanager von Desinfec't anklicken, um Schreibrechte zu vergeben.

Die Registry ist über mehrere sogenannte Hive-Dateien verteilt. Diese finden sich im Verzeichnis Windows/system32/config. Bevor es ans Eingemachte geht, sollten Sie die zu modifizierende Hive-Datei über den Datei-Explorer auf

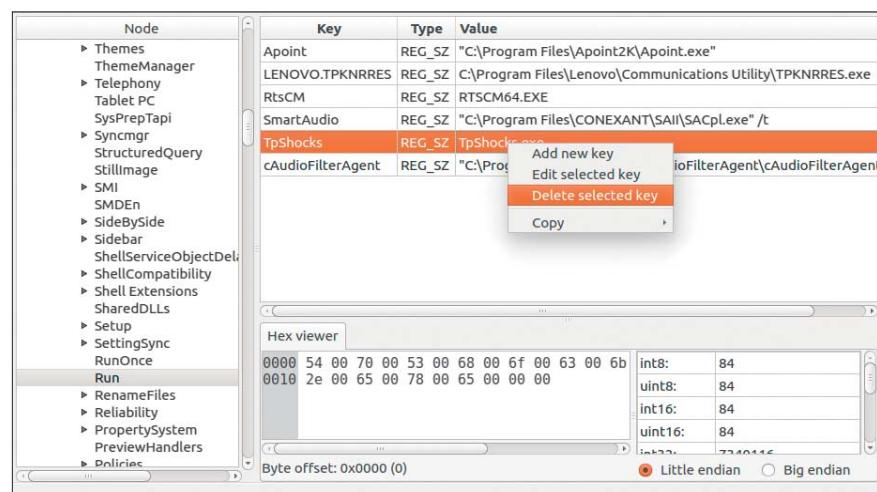
die desinfDATA-Partition sichern. Wenn im Folgenden etwas schiefgeht, können Sie das Original wieder zurückspielen.

Wer weiß, was er wo in der Registry tun kann [1], hat mit Fred ein mächtiges Werkzeug in der Hand, zum Beispiel, um Schädlinge aus dem Autostart von Windows rauszuschmeißen.

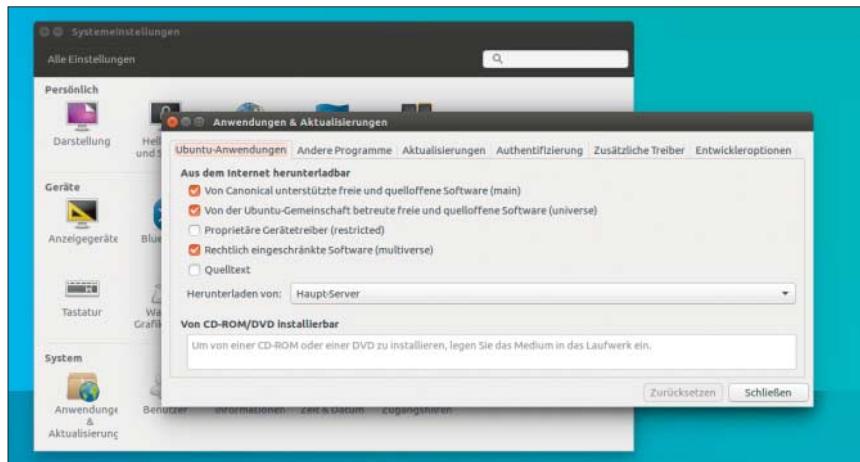
Um Einträge im Autostart zu bearbeiten, öffnen Sie den Registry-Hive „Software“. Dort geht es über „Microsoft“, „Windows“, „CurrentVersion“ über „Run“ zu den Autostart-Schlüsseln. Kommt Ihnen hier etwas verdächtig vor, aktivieren Sie in Fred über den Edit-Reiter die Schreibrechte des Editors und entfernen den entsprechenden Eintrag mit einem Rechtsklick und der Option „Delete selected key“. Nun müssen Sie die Änderungen noch in Fred speichern. Bootet Windows im Anschluss, startet die mit dem gelöschten Autostart-Eintrag verknüpfte Anwendung nicht mehr.

Festplatte klonen

Mit dem Expertentool ddrescue kann man Kopien von Festplatten und Partitionen erstellen. Dabei handelt es sich um eine exakte Kopie – ddrescue kopiert auch defekte und unbelegte Blöcke mit. Das kann von Vorteil sein, wenn man im Nachgang ein Datenrettungstool von der Leine lassen will, um gelöschte Dateien wiederherzustellen. Mit ddrescue klonen Sie auch ganze Betriebssysteme, um diese etwa auf eine größere Festplatte umzuziehen. Nach dem Start des Tools müssen Sie lediglich das Quell- und Ziellaufwerk auswählen. Im Anschluss beginnt das Klonen.



Mit Fred hat Desinfec't ein Werkzeug an Bord, um die Windows-Registry zu bearbeiten. So kann man etwa Autostart-Einträge von Malware entfernen.



Mit etwas Vorbereitung können Sie kleine Tools aus Ubuntu's Paketquellen dauerhaft nachinstallieren.

Damit Käufer von gebrauchten Festplatten keine Daten rekonstruieren können, sollten Sie vor einem Verkauf alle Daten mit dem Tool dc3dd restlos entfernen. Es überschreibt Daten von Festplatten und Partitionen mit Nullen oder Zufallswerten – auf Wunsch auch mehrfach. Danach ist eine Wiederherstellung nicht mehr möglich. Das gilt zumindest bei herkömmlichen Magnetfestplatten sogar für Profis, die ganz gezielt nach Daten suchen. Bei SSDs ist das absolut sichere Löschen etwas komplizierter, was an dieser Stelle den Rahmen sprengt [2].

Daten retten

Wenn ein Erpressungstrojaner Dateien in Beschlag genommen hat oder man versehentlich Dateien gelöscht hat, kommt die Datenrettungssoftware PhotoRec ins Spiel. Anders als der Name vermuten lässt, kann man damit nicht nur Bilder wiederherstellen, sondern auch andere Dateitypen. Das klappt häufig, weil Windows Dateien lediglich als gelöscht markiert; sie sind aber nach wie vor auf dem Datenträger vorhanden. Die Erfolgsquote hängt jedoch von mehreren Faktoren ab: Auf größeren Festplatten bleiben Daten länger liegen, bis sie überschrieben werden. Besitzer von SSD-Festplatten haben schlechtere Karten: Aufgrund von oft geringeren Speicherkapazitäten und des TRIM-Befehls zur gleichmäßigen Verteilung von Schreibzugriffen werden Daten schneller überschrieben.

PhotoRec kann Festplatten, Partitionen und USB-Datenträger durchsuchen. Standardmäßig forscht das Tool nach vielen bekannten Dateitypen. Um effektiver vorzugehen, können Sie die zu suchenden

Dateitypen selbst auswählen. Das ist zum Beispiel sinnvoll, wenn PhotoRec gezielt nach gelöschten Urlaubsfotos oder Office-Dokumenten Ausschau halten soll. Im Anschluss wählen Sie ein Zielverzeichnis für wiederhergestellte Dateien aus und starten die Suche.

Eine weitere Anlaufstelle für Datenrettung ist das Durchstöbern der Schattenkopien von Windows. Mithilfe des Volume Shadow Copy Service (VSS) erzeugt Windows regelmäßig Versionsstände von Dateien. Unter Desinfec't können Sie diese mit dem Expertentool VSS-Zugriff einbinden und über den Dateiexplorer nach verloren geglaubten Dateien suchen.

Hilfreiches Nachinstallieren

Als einfaches Beispiel für die Nachinstallation eines Tools nehmen wir die Verschlüsselungssoftware VeraCrypt – das Debian-Paket befindet sich in unserem Desinfec't-Repository. Aufgrund der unklaren Lizenz-Situation haben wir es nicht direkt mitgeliefert. Die Installation gelingt mit:

```
sudo su apt-get update
sudo apt-get install >
  desinfect-veracrypt
```

VeraCrypt landet dabei gleich im korrekten Ordner auf der Signatur-Partition und ist so nach jedem Neustart wieder verfügbar. Nun können Sie verschlüsselte Volumes einbinden und die Scanner darauf ansetzen. VeraCrypt kann auch mit vom Vorgänger TrueCrypt verschlüsselten Daten umgehen. Den Kompatibilitätsmodus müssen Sie vor jedem Scan eines TrueCrypt-Volumes in den Mount-Optionen aktivieren.

Da Desinfec't auf Ubuntu basiert, kann man dafür passende Anwendungen

aus den entsprechenden Paketquellen nachinstallieren. Das funktioniert mit kompakten Tools meist problemlos. Bringt eine Anwendung jedoch viele miteinander verschachtelte Pakete mit, bereitet der Installationsansatz von Desinfec't Probleme. Zudem würde eine derartige Anwendung mehrere hundert MByte Arbeitsspeicher belegen.

Um Anwendungen aus den Ubuntu-Paketquellen installieren zu können, ist etwas mehr Vorbereitung nötig als bei der Installation aus dem Desinfec't-Repository. Zuerst müssen Sie die Ubuntu-Paketquellen (main, multiverse, universe) unter „Anwendungen & Aktualisierungen“ aktivieren – diese Einstellung setzt Desinfec't nach jedem Neustart zurück. Als Beispiel installieren Sie mit den folgenden Befehlen den Midnight Commander:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install mc
```

Anwendungen aus dem Ubuntu-Repository landen nicht automatisch auf der Signatur-Partition und Sie müssen die Debian-Pakete von Hand dorthin schieben. Dafür öffnen Sie zunächst über das Terminal via sudo thunar den Dateimanager mit Schreibrechten auf die Signatur-Partition. Nun klicken Sie auf „Dateisystem“ und verschieben die Debian-Pakete von /var/cache/apt/archives nach /opt/desinfect/signatures/deb/, wo sie sich Desinfec't merkt und bei jedem Start erneut installiert. So ist der Midnight Commander dauerhaft mit an Bord.

Weiter ausbauen

Mit Desinfec't 2017 kann man erstmals Sticks mit dem Btrfs-Dateisystem erzeugen. Das hat den Vorteil, dass Sie das Sicherheitstool noch weitreichender anpassen können: Neben umfangreicheren Anwendungen lassen sich so zum Beispiel auch Treiber für WLAN-Sticks nachinstallieren. Geht dabei etwas schief, kann man dank des Snapshot-Ansatzes von Btrfs zu einem funktionierenden Desinfec't zurückschalten. Wie das geht, zeigt ein Artikel in einer kommenden c't. (des@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Hajo Schulz, Axel Vahldiek, Die Windows-Registry, Antworten auf die häufigsten Fragen, c't 4/17, S. 150

[2] Lutz Labs, Wirklich alles weg!, Festplatten, SSDs und Smartphones sicher löschen, c't 13/16, S. 90

Anzeige



Bild: Alexander Gelin

Ruhige Nächte

OneNote-Notizbücher sichern

Anwender füttern OneNote mit wichtigen, oft unersetzblichen Daten. Erst mit einem Backup in der Hinterhand schlummert es sich beruhigt. Doch genau das macht Microsoft dem Anwender nicht so leicht. Kennt man den richtigen Kniff, bekommt man die Daten aber auch aus OneDrive auf eine Backup-Platte.

Von Stefan Wischner

Für OneNote-Nutzer, die das Notizprogramm nicht nur für Einkaufszettel oder Grillparty-Packlisten verwenden, käme der Verlust ihrer Daten einer Katastrophe gleich. Schließlich bietet sich das Programm auch zur Speicherung komplexer Projekte an und wächst damit schnell zum kompletten digitalen Gedächtnis. Entsprechend wichtig sind Backups der Notizbuch-Dateien. Ganz so einfach wie das Kopieren von Bildern oder Word-Dokumenten auf ein Backup-Medium ist das Sichern von OneNote-Notizbüchern leider nicht. Aber wenn man einmal weiß, wie es geht, dann klappt es auch mit dem Backup. Die entsprechenden Funktionen

sind allerdings nur bestimmten Versionen vorbehalten – und dort auch etwas versteckt.

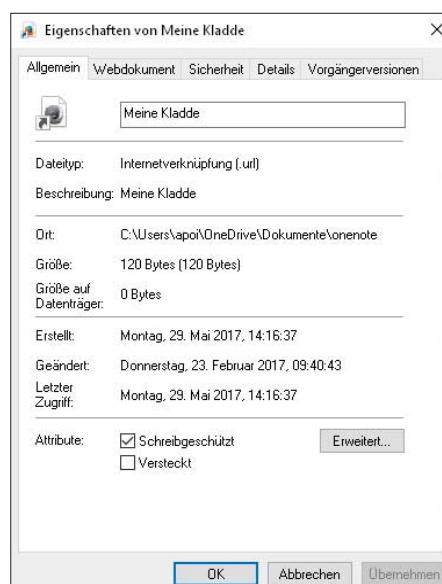
OneNote-Dateien unterscheiden sich von üblichen Office-Files: Der Inhalt des Notizbüches steckt nicht in einer einzelnen Datei, sondern in komplexen Ordnerstrukturen. Das allein wäre nicht tragisch – dann kopiert man halt die kompletten Ordner auf ein Backup-Medium. Dummerweise hilft das nur, wenn die Notizbücher auf einer lokalen Platte gespeichert sind. Das erlauben aber ausschließlich die mit MS Office 2010, 2013 oder 2016 installierten Windows-Versionen von OneNote.

Wer andere OneNote-Zuschnitte verwendet, beispielsweise die UWP-App von Windows 10 oder eine Mobil-Version, der lagert seine Notizdaten in einem Microsoft-Clouddienst: entweder auf OneDrive oder auf OneDrive for Business; manche Varianten unterstützen auch Sharepoint. Diese Cloud-Anbindung ist bei den meisten OneNote-Versionen Pflicht und zudem Voraussetzung für das Teilen von Notizbüchern oder den synchronisierten Zugriff über mehrere Geräte. Zwar liegen die OneNote-Notizbücher in der Microsoft-Cloud in derselben Ordnerstruktur wie beim lokalen Speichern. Dummerweise sind sie aber versteckt und weder für ein Backup-Programm sichtbar noch manuell herunterladbar – zu sehen ist nur eine Link-Datei. Auch im lokalen Synchronisationsordner des OneDrive-Clients für Windows wird man nicht fündig; hier steckt ebenfalls ausschließlich ein Link-File. Dieses zu sichern ist sinnlos – es enthält keinerlei Notizdaten.

Microsoft argumentiert, die Daten seien auf den Cloudservern ohnehin viel sicherer als auf einer lokalen Platte, also brauche man keine lokalen Backups. Doch das ist nur die halbe Wahrheit. Denn weder OneNote noch OneDrive bieten eine brauchbare Versionsverwaltung. Vor Fehlern, etwa einem unbedachten Überschreiben von Inhalten, ist man nicht geschützt. Nur selten ist es möglich, die vorherige Version einer Notiz wiederherzustellen. Lediglich explizit gelöschte Notizbücher oder Abschnitte lassen sich über den Papierkorb wiederbeleben.

Sichern von lokalen Notizbüchern

Der einfachste Fall: Nutzt man eine mit MS Office installierte Vollversion von OneNote, lassen sich neue Notizbücher auf der lokalen Platte anlegen. Standardmäßig werden sie in einem Unterordner des persönlichen „Dokumente“-Verzeichnisses gespeichert. Der Ort ist aber frei wählbar. Dort entsteht die programm-typische Dateistruktur: Jedes Notizbuch liegt in einem Ordner, dessen Bezeichnung dem Notizbuchnamen entspricht. In diesem Ordner stecken .one-Dateien für die enthaltenen Abschnitte, Unterordner für eventuell vorhandene Abschnittsgruppen und eine Index-Datei namens „Notizbuch öffnen.onetoc2“. Die .one-Dateien enthalten alle Seiten des jeweiligen Abschnitts samt deren Inhalten – auch Bilder und angehängte Dateien – in einem spe-



Die vermeintlichen Notizbuchdateien im lokalen Synchronisationsordner von OneDrive sind gar keine. Sie enthalten lediglich einen Link zu den echten Daten im Cloudspeicher.

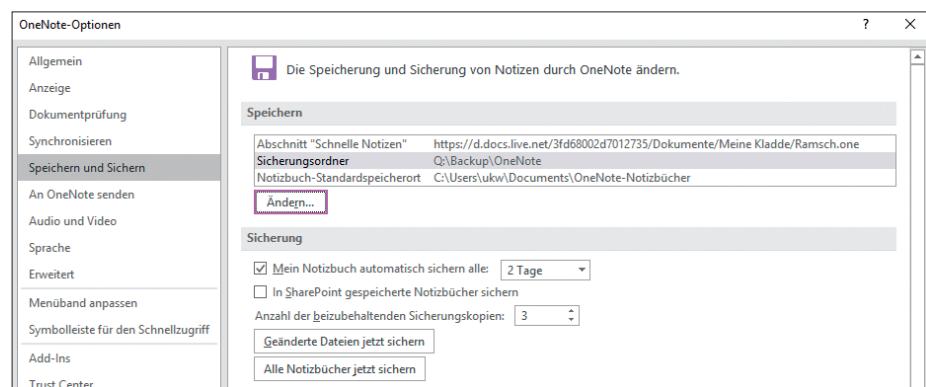
ziellen, auf XML beruhenden Format. Kopieren Sie einfach die gesamte Ordnerstruktur per Explorer auf ein beliebiges Laufwerk oder fügen Sie sie einem Sicherungsjob Ihres Backup-Programms hinzu.

Das OneNote-eigene Backup-System

Wenig bekannt ist, dass OneNote seit Version 2010 einen eigenen Backup-Mechanismus mitbringt, den Sie zusätzlich oder alternativ nutzen können. Vorteil: Dieses Backup beschränkt sich nicht nur auf lokal abgelegte Daten, sondern schließt auch Notizbücher mit ein, die in Microsofts Cloudspeicher lagern, und erzeugt lokale Kopien davon. Diese Backup-Funktion

steckt im Programm selbst, es ist weder eine separate Anwendung noch ein unabhängiger Windows-Dienst. Daher springen zeitgesteuerte Sicherungen nur an, solange OneNote läuft. Die zu sichernden Notizbücher müssen geöffnet sein, also in der Navigationsliste stehen. Die Standardeinstellungen dieses Backup-Systems sind allerdings ziemlich unsinnig: So liegt beispielsweise der Default-Zielordner auf der Systempartition der lokalen Platte. Backups gehören aber auf ein anderes Laufwerk oder zumindest auf eine andere Partition.

Diese Einstellungen lassen sich zum Glück leicht anpassen. Wählen Sie unter Datei/Optionen aus dem linken Menü den Eintrag „Speichern und Sichern“. In diesem Abschnitt tragen Sie unter „Sicherungsordner“ einen neuen Zielpfad ein. Ändern Sie außerdem die Backup-Häufigkeit. Dazu wählen Sie in der Dropdown-Liste neben dem Eintrag „Mein Notizbuch automatisch sichern alle“ eine kürzere Frequenz als voreingestellt, zum Beispiel alle zwei Tage. Das Backup-System hält optional mehrere Versionen der Dateien vor, damit nicht jede Sicherung sofort die vorherige überschreibt. Wie viele, stellen Sie unter „Anzahl der beizuhaltenden Sicherungskopien“ ein. Ganz wichtig: Um auch nicht lokal gespeicherte Notizbücher zu sichern, aktivieren Sie die Option „In SharePoint gespeicherte Notizbücher sichern“, selbst wenn Sie gar kein SharePoint nutzen. Gemeint sind nämlich alle Notizbücher, deren Speicherpfad eine URL ist. Wenn Sie den Zielordner der Sicherungen ändern, werden bereits vorhandene Backups nicht an den neuen Ort verschoben. Das erledigen Sie manuell per Explorer, besser schieben Sie aber gleich ein frisches Backup an. Dazu



Die Grundeinstellungen der OneNote-eigenen Backup-Funktion sind ziemlich unsinnig. Passen Sie unbedingt Backup-Ziel und -Intervalle an.

klicken Sie auf „Alle Notizbücher jetzt sichern“. Sorgen Sie aber vorher dafür, dass alle Notizbücher, von denen Sie eine Sicherungskopie möchten, auch in OneNote geöffnet sind. Der Backup-Mechanismus erzeugt im Zielordner eine Kopie der originalen Datenverzeichnisse, also mit derselben Ordnerstruktur. Bei mehreren Sicherungsversionen ist der Name der zusätzlichen .one-Dateien (also Abschnitte) geändert. Er trägt als Zusatz das Sicherungsdatum. Unverständlichlicherweise werden beim Backup keine Indexdateien mit der Endung .onetoc2 erzeugt. Das ist beim späteren Wiederherstellen der Notizbücher von Belang. Dazu gleich mehr.

Notizbücher von OneDrive herunterladen

Wer OneNote nicht in der Office- oder Gratis-Version, sondern einer anderen Ausführung verwendet, hat keine offizielle Option, seine Daten zu sichern. Zum Glück hat Microsoft die eigentlichen Datenfiles im Cloudspeicher nicht besonders gut versteckt. Mit einem kleinen Trick lassen sich alle Notizen eben doch herunterladen. Dazu benötigt man nur einen Webbrower.

Nun kommt es darauf an, mit welcher Version des Cloudspeichers man arbeitet: Die nachfolgend beschriebene Methode funktioniert ausschließlich mit dem kostenlosen OneDrive, nicht aber mit der Business-Version, die zum Leistungsum-

fang von Office 365 für Unternehmen gehört. Für dessen Nutzer bleibt nur die zuvor beschriebene lokale Backup-Lösung.

Um Notizbücher von Microsofts Cloudspeicher herunterzuladen, muss eine wesentliche Voraussetzung erfüllt sein: Die Notizbücher – respektive ihre sichtbaren Link-Dateien – dürfen nicht im OneDrive-Hauptverzeichnis liegen, sondern müssen in einem Unterverzeichnis stecken. Wenn Sie einen kompletten Ordner herunterladen, landen alle darin enthaltenen Dateien in einem ZIP-Archiv. Und in dem stecken auch die ansonsten verborgenen OneNote-Dateien in ihrer Original-Struktur, also mit Notizbuch-Ordnern, .one-Dateien und – anders als beim Sichern mit der integrierten Backup-Funktion – sogar mit den .onetoc2-Indexdateien.

Was aber tun, wenn die zu sichern den Notizbücher eben doch im Hauptverzeichnis liegen? Oder wenn sie zwar in Unterverzeichnissen stecken, aber zusammen mit einem Haufen anderer Daten, die Sie nicht herunterladen möchten? Wenn Sie genügend freien Platz auf OneDrive zur Verfügung haben, gehen Sie am elegantesten so vor: Legen Sie per Webbrower im Cloudspeicher einen neuen leeren Unterordner an. Den nennen Sie zum Beispiel „OneNote Backups“. Kopieren Sie dann die sichtbaren Link-Dateien aller Notizbücher, die Sie herunterladen möchten, in diesen Ordner. Abschließend markieren Sie den Ordner und wählen aus der Menüzeile oder dem

Kontextmenü den Befehl „Herunterladen“. Entweder speichern Sie das dabei entstehende ZIP-Archiv auf einem Backup-Medium Ihrer Wahl oder Sie entpacken zunächst die Ordnerstruktur auf einer lokalen Platte.

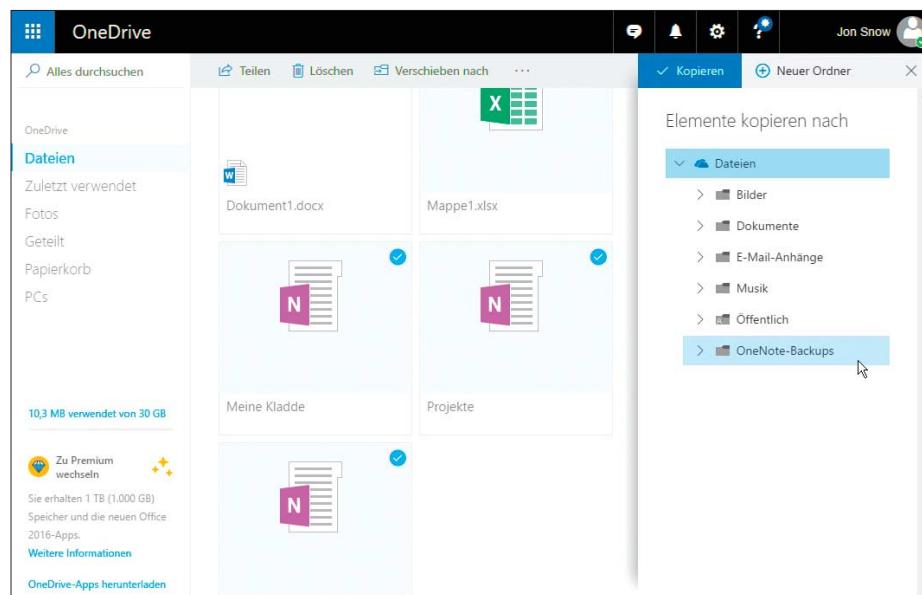
Angeschmiert: Mac-Nutzer

Apple-Nutzer mit einer Unternehmensversion von Office 365 für macOS sind von all den beschriebenen Methoden ausgesperrt, sofern sie ihre Notizbücher auf dem dazugehörigen OneDrive for Business abgelegt haben. Weder bietet das funktionell abgespeckte OneNote für den Mac eine interne Backup-Funktion, noch funktioniert hier der Download-Trick per Webbrower. Microsoft hat in offiziellen Foren bereits ausgeschlossen, dass die Unterstützung lokaler Notizbücher für den Mac noch kommt. Unklar bleibt, ob zumindest eine Backup-Option geplant ist.

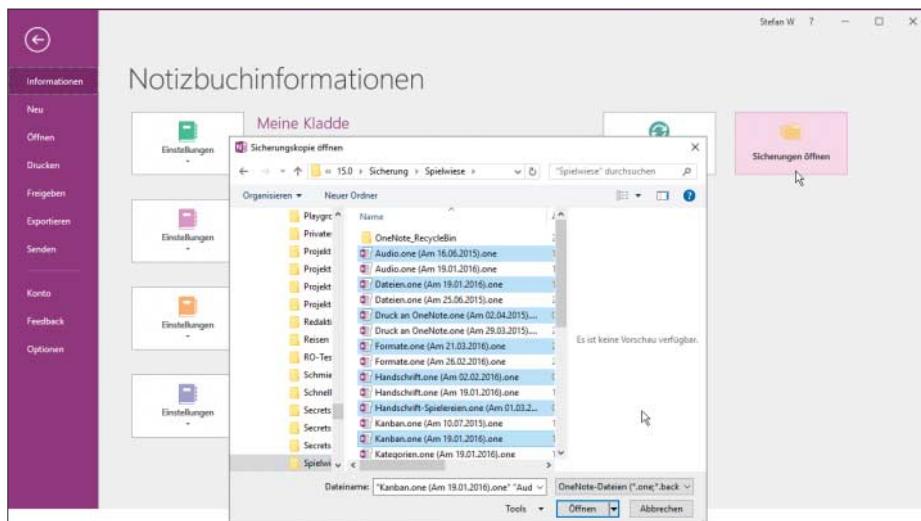
Es bleiben zwei Möglichkeiten: Entweder man nutzt einen Windows-Rechner oder man installiert auf dem Mac via Bootcamp beziehungsweise einem Virtualisierungssystem wie Parallels ein Windows-System nebst kostenlosem OneNote 2016 und nutzt dann dessen internes Backup-System. Ein weiterer Ausweg besteht darin, sich zusätzlich zum Unternehmens-Account einen „Personal Account“ für ein kostenloses OneDrive einzurichten. Dort legt man in einem Unterordner ein leeres Notizbuch an, öffnet die Notizbücher von OneDrive for Business und kopiert sie Abschnitt für Abschnitt mit OneNote in das leere Notizbuch. Danach funktionieren die zuvor beschriebenen Download-Tricks per Browser auch hier.

Backups zurückspielen

Hier kommt die schlechte Nachricht: Ganz gleich, wie die Backup-Kopie entstanden ist, also mit der Sicherungsfunktion oder per manuellem Download von OneDrive – das Zurückspielen erfordert zwingend ein Windows-Desktop-OneNote. Immerhin klappt es gleichermaßen mit der Version aus dem Office-Paket wie mit der kostenlosen. Das ist natürlich eine herbe Einschränkung. Es ist nicht klar, ob Microsoft plant, zum Beispiel die Windows-10-UWP-App um Backup- und Restore-Funktionen zu erweitern. Ein Backup zu besitzen, das sich etwas umständlich wiederherstellen lässt, ist aber immer noch besser als ein unausweichlicher Datenverlust.



Die eigentlichen OneNote-Daten sind auf OneDrive versteckt gespeichert. Liegen sie in einem Unterverzeichnis, können Sie dieses herunterladen und gelangen somit an alle benötigten Dateien.



Das Zurückspielen von Backups erfordert neben einer Windows-Desktop-Version wie OneNote 2016 etwas Handarbeit. Die gesicherten Abschnitte sollen dabei einzeln in ein neues Notizbuch kopiert werden.

Apropos umständlich: Auch mit dem passenden Programm ist der Restore-Prozess nicht gerade komfortabel. So sieht Microsoft nicht vor, eine Sicherungsversion eines kompletten Notizbuchs mit einem Mausklick wiederherzustellen. Der Backup-Mechanismus vergisst nämlich, eine .onetoc2-Indexdatei anzulegen, und

kann das Notizbuch somit nicht mehr aus den Einzelabschnitten zusammensetzen. Das muss man in mehreren Schritten selbst erledigen.

Öffnen Sie über das Datei-Menü die Backstage-Ansicht und klicken Sie rechts oben auf „Sicherungen öffnen“. Das folgende Dateiauswahlfenster zeigt den

Inhalt des aktuell eingestellten Sicherungsordners und alle gespeicherten Notizbücher als Ordner. Öffnen Sie den Ordner des Notizbuchs, aus dem Sie Abschnitte wiederherstellen wollen, und wählen Sie einen Abschnitt aus. Wenn Sie mehrere auswählen wollen, halten Sie die Strg-Taste beim Klicken gedrückt. Zurück in OneNote sehen Sie am Ende der Notizbuchliste einen neuen Bereich namens „Geöffnete Abschnitte“. Dieser spezielle Bereich verhält sich im Wesentlichen wie ein normales Notizbuch; allerdings sind alle Inhalte schreibgeschützt. Sie können die einzelnen Abschnitte per Rechtsklick auf den jeweiligen Karteireiter und durch die Auswahl von „Verschieben oder Kopieren“ an den gewünschten Ort kopieren. Komfortabler geht es per Drag & Drop bei angepinnter Notizbuchliste und ausgeklappten Abschnitten. Soll ein komplettes gelöschtes Notizbuch wiederhergestellt werden, legen Sie zuvor ein neues an. Abschließend werden Sie die Abschnitte umbenennen wollen, da sie außer ihrer ursprünglichen Bezeichnung das Sicherungsdatum und eine eventuelle Versionsnummer im Namen tragen.

(apoi@ct.de)

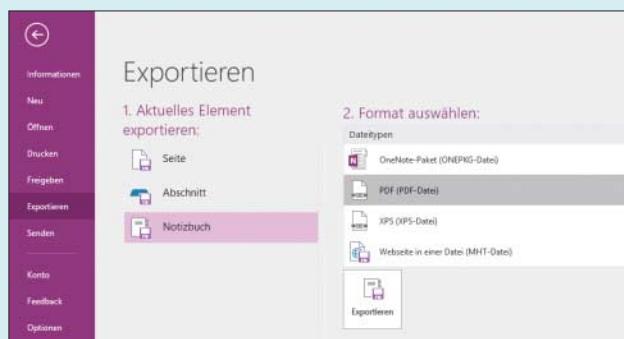
Für alle Fälle: Backup als PDF

Wer sich nicht von Microsoft und seinem proprietären OneNote-Format abhängig machen möchte, kann alternativ alle Notizseiten als PDF exportieren und sichern. Dabei bleiben zwar nicht alle Inhalte erhalten. Aber zumindest das Wichtigste, nämlich alle Text- und Bildinhalte, retten Sie so in eine Welt ohne OneNote. Externe Links bleiben in der PDF-Kopie unversehrt; interne, die auf andere OneNote-Seiten verweisen, funktionieren allerdings nicht mehr. Komplett auf der Strecke bleiben angehängte Dateien sowie eingebettete Audio- und Videoaufzeichnungen. Sie erscheinen im PDF nur als Icon-Bitmaps. Apropos Bitmaps: OneNote zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass Seiten beliebig groß sein dürfen. Beim PDF-Export hingegen wird alles in ein A4-Format gezwängt. Vertikal ist das nur insoweit ein Problem, als dass es nicht vorhersehbar ist, an welchen Stellen Seitenbrüche eingefügt werden. Problematischer ist die Breite. Beim PDF-

Export werden alle Inhalte proportional verkleinert, bis sie in der Breite auf eine A4-Seite passen. Das ist bei Texten und Links in Ordnung; da diese mit kleineren Schriften neu erzeugt werden. Anders bei Bitmap-Bildern. Deren Qualität leidet beim Verkleinern erheblich.

Der Export der Notizen im PDF-Format setzt bislang zwingend eine Windows-Desktop-Version des Programms voraus – also OneNote 2010, 2013 oder

2016 in der Office- oder Gratisversion. Öffnen Sie das zu sichernde Notizbuch, wählen Sie „Datei“ und dann aus dem linken Menü „Exportieren“. Unter „Aktuelles Element exportieren“ klicken Sie auf „Notizbuch“ und unter „Format auswählen“ auf „PDF (PDF-Datei)“. Wenn Sie möchten, können Sie den Export auf einzelne Abschnitte oder Seiten begrenzen. Wählen Sie dafür unter „Aktuelles Element exportieren“ den entsprechenden Eintrag.



Wichtige Notizbücher kann man zusätzlich als PDF exportieren. So behält man eine plattformunabhängige Kopie, in der zumindest Texte, Bilder und Links erhalten bleiben.

Song-Link-Konverter

<https://songwhip.com>



Da hat man bei seinem Musik-Streamer einen coolen Sommerhit gefunden und würde ihn gerne mit seinen Kumpels teilen. Doch die hören ihre Musik bei Spotify und Google Play Music, während man sich selbst von Deezer beschallen lässt. Also: Interpreten und Titel weitergeben – und die Freunde müssen sich das Stück halt selber suchen.

Dieses Gefrickel will **Songwhip** beenden. Auf der Site fügt man den Link zu einem Song in ein Eingabefeld ein. Songwhip unterstützt die Links zu Songs bei Spotify, Apple Music, YouTube, Deezer und Google Play Music. Anschließend liefert es dann die Links auf dieses Stück bei allen Diensten zurück – sofern es den Song dort gibt.

Die Adresse solcher Linkseiten lässt sich übrigens oft erraten. Songwhip verlinkt zum Beispiel „Let's go crazy“ von Prince unter <https://songwhip.com/song/prince/lets-go-crazy>. Mitunter klappt das auch mit Alben: <https://songwhip.com/album/prince/purple-rain> enthält die Verweise auf das Album. Songwhip ist gratis, eine Anmeldung ist nicht erforderlich. (jo@ct.de)

Hype-Videos

Viele Webvideos sind erfolgreich, weil sie die Schadenfreude der Betrachter bedienen. Im Video **Check Your Schadenfreude** erklärt der YouTuber Nerdwriter, warum Menschen überhaupt Schadenfreude empfinden – und warum sich das Gefühl in der Politik negativ auswirken kann.

<https://www.youtube.com/watch?v=Tva0xq-eDvI>
(6:19, englisch)

Von Zeit zu Zeit lädt Google Autoren, Schauspieler, Musiker, aber auch Wissenschaftler und andere Vordenker zu Gesprächen ein – die **Talks at Google** bieten einen Einblick in die Arbeit und die Ansichten interessanter Persönlichkeiten.

<https://www.youtube.com/user/AtGoogleTalksfeatured>
(verschiedene Längen, englisch)

Alle Links dieser Seite
unter ct.de/y672



Folien-Hintereinanderreiher

<https://www.slideshare.net/kleinerperkins/internet-trends-2017-report>

<http://desli.de>

Kennen Sie den **Internet Trends Report** von Mary Meeker? Die Analystin bei Kleiner Perkins Caufield & Byers zeigt in ihrem Bericht jedes Jahr ausführlich auf, welche aktuellen Entwicklungen dem Netz der Netze bevorstehen – sehr aufschlussreich. Der Report steht bei SlideShare für jedermann offen.

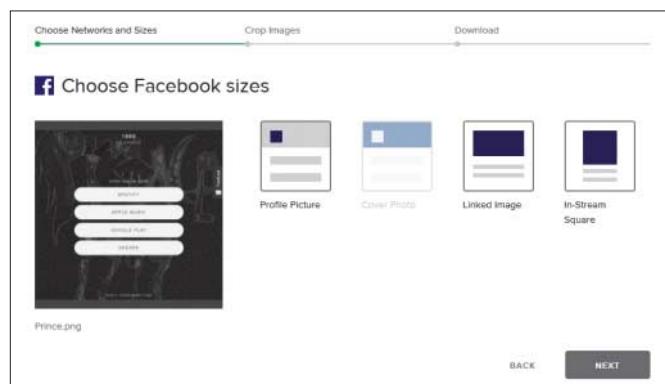
Wenn Sie eine bestimmte Folie des Reports suchen, sich aber nicht gemerkt haben, welche, kann das schnell zu einer Klickorgie ausarten, denn der Bericht ist 355 Folien lang. Dieses Geklicke will **Deslide** beenden. Der Dienst nimmt die URL einer Online-Präsentation entgegen, extrahiert die Folien und präsentiert sie untereinander gereiht auf einer Seite. Dieses Kunststück beherrscht Deslide nach eigenen Angaben für die Slides auf etwa 600 Sites. Um Deslide direkt aus einer Präsentation heraus aufrufen zu können, steht ein Bookmarklet bereit. (jo@ct.de)

Social-Media-Bilderbeschneider

<https://sproutsocial.com/landscape>

Sprout Social stellt mit **Landscape** ein kostenloses Werkzeug bereit, das hilft, Bilder für soziale Medien passgenau zu beschneiden. Dazu lädt man ein Bild in den Formaten JPG, PNG oder GIF hoch. Dann wählt man die sozialen Netzwerke aus, auf denen es verbreitet werden soll. Landscape kann Bilder für Twitter, Facebook, Instagram, LinkedIn, Google+, Pinterest und YouTube aufbereiten.

Landscape kennt für jedes soziale Netzwerk mehrere Bildformate. Für Twitter lassen sich zum Beispiel Profil- und Header-Bilder sowie schmale und breite Bilder für den Stream generieren. Alternativ kann man unter „Custom“ Bilder mit individueller Breite und Höhe generieren lassen – zum Beispiel für das eigene Blog. Anschließend wählt man noch einen bestimmten Bildausschnitt aus. Landscape stellt das fertige Bild dann zum Herunterladen bereit. Der Dienst ist kostenlos und ohne Anmeldung nutzbar. (jo@ct.de)



Anzeige

Als Spieler nimmt man ausgesprochen detailliert Anteil am Leben der „Townsmen“, hier zur Winterszeit. Symbole verraten, welches Gebäude gerade repariert werden muss und welcher Rohstoff fehlt. Unbeschäftigte Dorfbewohner schnarchen in ihren Hütten.



Fürst des Wusellandes

Keine Leute in Computern können so Kundankbar sein: Da baue ich für meine **Townsmen** schon einen Märchenbrunnen direkt neben der Fürstenstatue, und sie sind trotzdem mies gelaunt. Liegt es an den hohen Steuern, mit denen ich die Bauten finanziere? Oder an den Banditen, die immer wieder ihr Unwesen treiben? Am liebsten hätte ich eine schöne große Mauer, die Kriminelle fernhält, aber wer soll die bezahlen? Egal – wir leben bei diesem Spiel schließlich nicht in einer Demokratie.

Diese quietschlebendige Neuinterpretation des guten alten „Siedler“-Konzepts baut auf einem ursprünglichen Mobilspiel mit In-App-Käufen auf. Die Handhabung ist so simpel wie möglich ausgefallen, die Steuerung für Ritter des Wisch-und-Fingertipp-Ordens optimiert. Aber auch PC-Mausschubser haben eine Chance – glücklicherweise, sage ich als ein solcher. Text ist Mangelware; stattdessen verraten hübsche Zeichnungen, ob ein Gebäude eine Brauerei, ein Bauernhof oder eine Metzgerei ist. Die Unterschiede sind allerdings eher fein als deutlich. Die zentrale Ressource bilden Prestige-Punkte, die zum Abkürzen von Bau- und Reparaturvorhaben dienen. Bei den Vollpreis-„Townsmen“ erwirbt man die Punkte

nicht für Realgeld, sondern durch das Lösen von Spezialaufgaben. Diese können etwa darin bestehen, beim Stadtfest Bier und Brot zu spendieren.

Die entscheidende Richtgröße ist wie bei anderen Aufbauspielen die Einwohnerzahl. Man weist den Produktionsgebäuden Arbeiter zu und zieht bei Überproduktion welche ab. Anfangs sorgen Jäger und Fischer allein für Nahrung, später lassen sich komplexere Produktionsketten aufbauen. Um etwa das Wirtshaus zu beliefern, braucht man sowohl Hopfenbauern als auch eine Brauerei.

Wer früh einen Marktplatz errichtet, kann damit Engpässe abfangen. Der Markt zieht fahrende Händler an. Dort wird man auch Überschuss los, den man bei vollen Lagern sonst vernichten müsste. Bei manchen Betrieben lässt sich die Produktion umstellen; es wird dann etwa Hopfen statt Weizen angebaut. Die vier Jahreszeiten erfordern unterschiedliche Maßnahmen – im Winter kann man beispielsweise die Bauern auf der Schweinefarm einsetzen. Als Herausforderungen gibt es keine gegnerischen Völker, nur verstreute Banditen und Ereignisse wie Feuer oder Pest. Gegen diese muss man sich durch Kasernen, Feuertürme oder Heiler wappnen.

Eine gute Übersicht bietet das Stadtbuch, das Zufriedenheit und Produktivität der Bürger sowie die Stadtentwicklung festhält. Hier legt man per Schieberegler die Steuerlast fest. In den Endlosspielen sind die Bewohner duldsam, auch wenn sie immer aus dem Bildschirm heraus schimpfen.

Die Städte sind sehr liebevoll gestaltet, und insbesondere bei Wahl der fünf-fachen Geschwindigkeit gerät das Ganze hübsch wuselig. 21 Szenarien bieten abwechslungsreiche Spielabläufe in vorgegebenen Städten. Ein Wermutstropfen ist die unpräzise Steuerung beim Setzen neuer Gebäude. Auch der viel zu hohe Prestigepunkte-Aufwand für technische Fortschritte nervt. Ansonsten macht das übersichtliche Spiel „Siedler“-Freunden alten Schlages viel Spaß.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Townsmen

Vertrieb	Headup Games, https://headup-games.com/de/games/townsmen/		
Systeme	Windows (getestet), iOS, Android, Tizen		
Hardwareanf.	2-GHz-PC, 2 GByte RAM, 256-MByte-Grafik		
Kopierschutz	Steam		
Idee	<input type="radio"/>	Umsetzung	<input type="radio"/>
Spaß	<input checked="" type="radio"/>	Dauermotivation	<input type="radio"/>

1 Spieler · Deutsch · USK 6 · 12 €

Anzeige

Bei „Medusa's Labyrinth VR“ ist es am gesündesten, das Minotaurus-artige Wesen aus der Ferne zu beobachten. Sobald es den Spieler bemerkt, greift es ihn an.



Der Schrecken der Medusa

Das Schnauben des Ungeheuers wird lauter. Pochenden Herzens drückt sich der einsame Held in die steinerne Nische. Mit zitternden Händen zieht er die Sehne des Bogens nach hinten. Er sieht klauenbewehrte Beine vorbeistampfen und entspannt sich. Doch als er den kostbaren Pfeil zurücklegen will, bleibt dieser einfach in der Luft hängen. Ein frustrierter Wutschrei hallt durch die Korridore des Irrgartens – beziehungsweise durch den mit PC und VR-Equipment ausgestatteten Testraum: Was man bei **Medusa's Labyrinth VR** mehr fürchten muss als irgendwelche Gegner, sind die Designfehler und die nutzerfeindliche Handhabung.

Das kleine schwedische Studio Guru Games hat bereits 2015 auf sich aufmerksam gemacht – mit dem atmosphäre-reichen, wenn auch hakeligen Sci-Fi-Puzzler „Magnetic: Cage Closed“. Das aktuelle Spiel jedoch, mit dem die Gurus einen VR-Ausflug unternehmen, wird dafür sorgen, dass der Name des Studios in die Geschichte eingeht: für das wohl am wenigsten fertige, am stärksten fehlerbehaftete und handlungsschwächste Horrorspiel aller gerade verfügbaren Wirklichkeiten.

Das vierköpfige Entwicklerteam hat sich der griechischen Mythologie bedient. Als namenloser Bogenschütze dringt der

Spieler in eine Tempelanlage ein. Deren unterirdisches Labyrinth beherbergt monströse Kreaturen, deren Gestalter sich wohl von Minotauren inspirieren ließen. Auf dem Weg sammelt man Bogen, Pfeile und Fackeln auf. Zudem findet man verstreut Pergamente, die von einer zum Orakel bestimmten Frau erzählen – und von einer mysteriösen Krankheit, die im Tempel um sich gegriffen hat.

Wer möglichst nichts tut, wird sich am wenigsten ärgern. Denn schon die grundlegende Steuerung von Bewegung (linker Controller) und Blick (rechter Controller) des Helden arbeitet inkonsistent. Mal gleitet man unfreiwillig einfach vorwärts, mal stößt man auf unsichtbare Hindernisse. Sich klein zu machen funktioniert nur gelegentlich, das schnelle Laufen klappt überhaupt nicht. So wird notgedrungen auch das Bogenschießen zu einem riskanten Glücksspiel mit begrenzter Munition. Mit dem linken Controller holt man den Bogen hervor, mit dem rechten entnimmt man dem Köcher einen Pfeil, der sich gleich auf die Sehne legt. Leider kann man ihn jedoch nicht so leicht wieder verstauen.

Pfeile und Fackeln sind nämlich Verbrauchsgegenstände; man soll sie in einem virtuellen Köcher sammeln – der

jedoch verschwindet gern mal oder wechselt spontan die Seite. Eines von vielen Beispielen für „Gute Idee – jämmerliche Umsetzung“. Und dass auch ein VR-Abenteuer so etwas wie eine spieltechnische Herausforderung braucht, wurde offenbar vergessen: Außer dem Anzünden von Fackeln, dem Durchschießen von Seilen und dem gelegentlichen Töten eines Monsters hat Medusa's Labyrinth VR nichts zu bieten. Da ist es schon fast ein Trost, dass das Trauerspiel nach gerade mal zwei Stunden ein abruptes Ende findet.

Atmosphäre und Sounddesign sind zwar gelungen gruselig, aber das ist auch schon das Freundlichste, was man zu diesem Spiel sagen kann: ein VR-Testballon eines unabhängigen Studios, der eigentlich im Status einer netten Demo stecken geblieben ist. Vor dem Kauf kann man nur warnen. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Medusa's Labyrinth VR

Vertrieb	Guru Games, http://gurugames.se/medusa-vr/
Systeme	Windows mit HTC Vive (getestet) oder Oculus Rift
Hardwareanf.	4-GHz-PC, 4 GByte RAM, 4-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee	○
Spaß	⊖
Umsetzung	⊖⊖
Dauermotivation	⊖⊖

1 Spieler · Englisch · USK nicht geprüft, red. Empf.: ab 16 · 10 €

Anzeige

Timing, Präzision und nicht zuletzt die richtigen Hilfsmittel entscheiden über den Ausgang der Prügeleien in Arms.



Vier Fäuste für ein Halleluja

Nintendo veröffentlicht seinen ersten großen Exklusiv-Titel für die Switch. Das ungewöhnliche Kampfspiel **Arms** lockt Neulinge und Veteranen in bunte Arenen, wo die Kämpfer ihre flexiblen Arme ausfahren, um die Gegner zu boxen und mit Backpfeifen niederzustrecken.

Die Arme der zehn grundverschiedenen Kämpfer bestehen aus Sprungfedern, Ketten, Schlangen oder Gummibändern. Sie lassen sich gut 20 Meter weit ausfahren und haben am Ende einen wechselbaren Waffenaufsatz.

Die Kämpfer beherrschen drei Grundaktionen: Schlagen, Blocken und Grapschen, was nach dem Schere-Stein-Papier-Prinzip funktioniert. Gegen einen Schlag hilft ein Block; einen blockenden Gegner kann man wiederum grapschen und auf den Arenaboden schleudern. So boxt die nudelarmige Min Min vom anderen Ende der Arena aus dem wabbeligen Helix ihre Rechte ins Gesicht.

Der Spieler hält in jeder Hand einen Joycon und stößt die Linke nach vorn, um eine Gerade auszuführen. Für einen seitlichen Schlag neigt er den Joycon

in die entsprechende Richtung. Dank des Tutorials und der übersichtlichen Aktionsbefehle geht die Steuerung nach einer halben Stunde in Fleisch und Blut über. Nur ab und zu interpretiert das Spiel Schwinger irrtümlich als gerade Schläge. Präziser klappt es, wenn man die Joycons als normales Gamepad nutzt, allerdings drückt man dann nur Knöpfchen, statt die Schläge tatsächlich auszuführen.

Das Herzstück bilden die Duelle: Im Splitscreen-Modus treten sich zwei Spieler an einer Switch gegenüber. Wenn beide dazu in die Luft boxen sollen, benötigen sie ein zweites Paar Joycon für 70 Euro. Alternativ verabredet man sich online zu zweit oder zu viert. Im Test klappte das zügig und störungsfrei, doch die Viererkämpfe wurden schnell chaotisch. Zudem absolvierten Einzelspieler einen gut sieben Stunden dauernden Grand-Prix-Modus, in dem sie gegen immer schwerere KI-Gegner antreten und mit den gewonnen Punkten ihr Arsenal an Schlagarmen aufrüsten. Weitere Fun-Modi wie Volleyball oder Basketball taugen indes nicht viel.

Die Klopptereien wurden mit viel Liebe zum Detail inszeniert und fordern Taktik und Geschick. Manchmal gewinnt man mit einem beherzten Spezialangriff oder verliert, weil man seine Arme ins Leere streckt und sich zwei Sekunden vor der nächsten Aktion erholen muss. Blindes Drauflosgehen führt nicht zum Ziel.

Kämpfer und Arenen sehen fabelhaft aus, das Design glänzt mit clownesken Animationen und mitreißender Musik. Nintendo hat das Kampfsystem gut austariert und definiert das Genre der Kampfspielen neu: ohne Combo-Irrsinn und unnötige Brutalität, dafür mit zugänglicher Steuerung und motivierendem Upgrade-System. Arms eignet sich somit für Spieler jeglicher Couleur, vom Einsteiger bis zum Turnierkämpfer. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

Arms

Vertrieb	Nintendo, https://www.nintendo.de
System	Switch
Idee	++
Spaß	++
Umsetzung	+
Dauermotivation	+

1 bis 4 Spieler · Deutsch · USK 6 · 55 €

Anzeige

Tappen im Dunkeln

Beim Adventure **Perception** durchstöbert die junge Cassie ein altes Landhaus, in dem Geister der ehemaligen Bewohner hausen. Die Sache hat nur einen Haken: Cassie ist blind und nimmt ihre Umgebung nur über Geräusche wahr.

Die junge Frau orientiert sich im Haus, indem sie ihren Blindenstock einsetzt. Das Klackern des Stocks auf dem Parkett macht die Konturen der Umgebung für den Spieler sichtbar. So erkennt er Möbel, Geländer und Wände an blau-weißen Umrissen; Türen und Treppen sind gelb markiert. Nach ein paar Sekunden verschwinden die Umrisswieder.

Cassie darf allerdings nicht achtlos herumlärmen. Klopft sie zu häufig, dann taucht ein böser Geist auf, der Sie gnadenlos jagt. Gedankenloses Herumlärmen führt unweigerlich zum Exitus, wenn sich Cassie nicht schnell genug verstecken kann. Der Spieler muss also die richtige Balance finden, dass er gerade genug Klopftzeichen gibt, um die Umgebung zu erkennen, jedoch nicht den bösen Geist weckt. Das sorgt für permanente Spannung.

Zu Beginn des Spiels sollte man sich dazu entscheiden, dass Cassie nur ihre wichtigsten Gedankengänge mitteilt. Sonst quasselt sie über jede offensichtliche Banalität munter drauflos. Unterwegs findet sie Tonbandaufnahmen mit Informationen zum Haus und seinen verblichenen Bewohnern. Mit ihrem Smartphone scannt sie zudem Zettel und lässt sie sich per Text-to-Speech vorlesen. Nimmt sie besondere Gegenstände in die Hand, flackern kurze Erinnerungen auf, die von einer Stimme aus dem Off erzählt werden.

Perception ähnelt anderen Spaziergang-Adventures wie Amnesia und Gone Home. Wie dort gibt es unterwegs einfache Rätsel zu lösen. Beispielsweise ermittelt Cassie im hauseigenen Observatorium den Namen eines Sterns, der anschließend als Code für den Safe im Erdgeschoss dient.

Zwischendurch überraschen bizarre Figuren und heftige Jump Scares. Bis auf den bösen Klopftgeist sind die meisten jedoch harmlos und helfen Cassie sogar dabei, ihre Albträume zu verarbeiten.

Leider bleiben die Hauptfigur und die Story allzu blass und die audio-visuelle

Umsetzung krankt an mancher Ungeheimtheit. So reagiert der böse Geist zwar auf das Klackern des Blindenstocks, aber nicht auf die laut abgespielten Tonbänder.

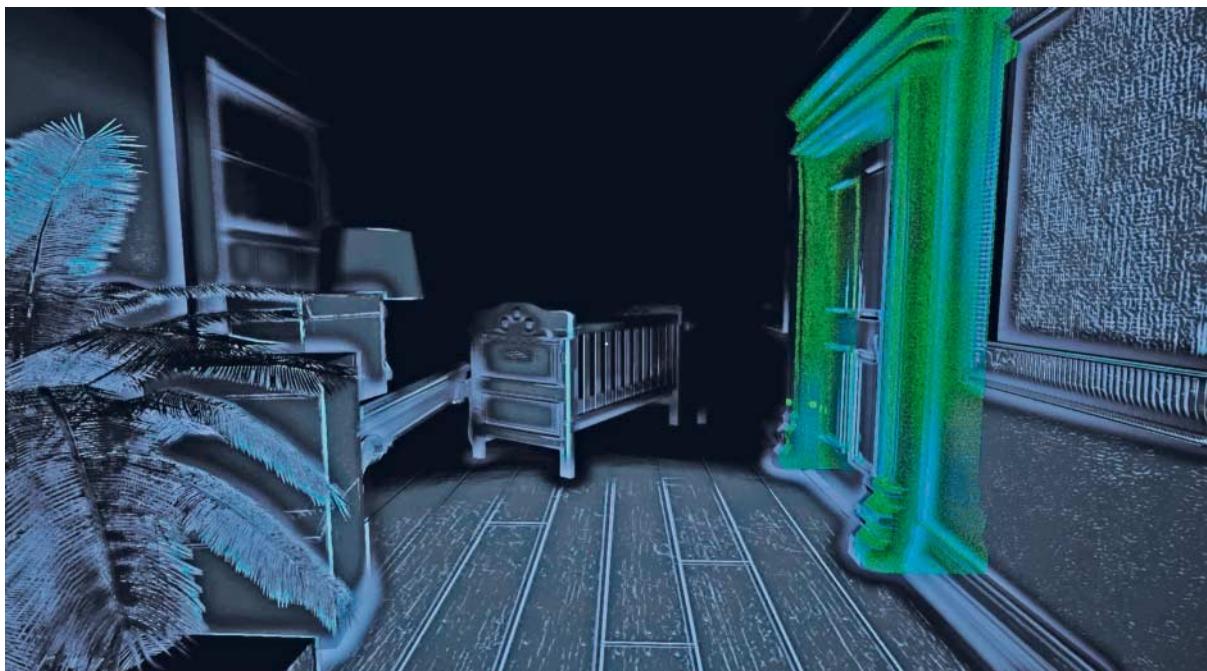
Die gruselige Atmosphäre ist aber so dicht, dass sie den Spieler rund drei Spielstunden bis zum Finale in ihren Bann schlägt. Dazu trägt vor allem die grandiose Geräuschkulisse bei: Atem-Geräusche, Klopfen, Knarren und Klirren bescheren dem Spieler so manche Gänsehaut. Kenner des klassischen Psycho-Horrors dürfen sich auf eine Reise durchs kalte Herz der Finsternis freuen.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

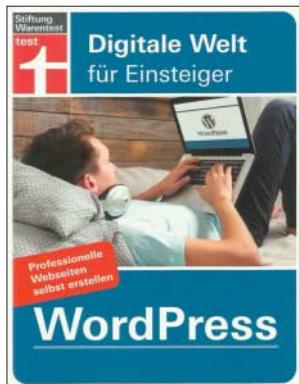
Perception

Vertrieb	Feardemic, www.thedependgames.com
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	Dual-Core 2.4 GHz, 4 GByte RAM, GeForce 470 GTX oder Radeon 6870
Kopierschutz	Steam
Idee  Spaß 	Umsetzung  Dauermotivation 
1 Spieler · Englisch · USK 12 · 23 €	

Der Spieler erkennt in Perception nur die Umrisse von Räumen und Mobiliar, denn die blinde Helden rekonstruiert die Spielwelt anhand von Geräuschen.



Anzeige



Marius von der Forst, Markus Fasse

WordPressProfessionelle Webseiten
selbst erstellenStiftung Warentest, Berlin 2017
ISBN: 978-3-8685-1238-0
192 Seiten, 17 €
(PDF-/Epub-E-Book: 14 €)

Kleines Webschreiber- Einmaleins

Mit der Buchreihe „Digitale Welt für Einsteiger“ will die Stiftung Warentest Lesern ohne einschlägige Vorkenntnisse verschiedene populäre Themen rund um Internet, Computer und Mobilgeräte nahebringen. Praktische Hinweise, kurz und einprägsam serviert, stehen dabei im Mittelpunkt – es geht weniger um Grundlagen oder systematische Wissensvermittlung.

WordPress hat sich von einem speziellen Werkzeug der Blogosphäre zu einem leistungsfähigen Content Management System für jeden entwickelt, der online etwas veröffentlichen will. Das freie, als Web-Anwendung gestaltete System verzeichnet einen Marktanteil von 60 Prozent unter den Werkzeugen für Web-Autoren und -Portalbetreibern. Das liegt nicht nur daran, dass man es kostenlos nutzen darf – es gilt auch als leicht einzurichten und zu administrieren, was gerade IT-Laien und Ausprobierer anspricht.

Das Autorenduo Fasse und von der Forst vollzieht in seinem relativ dünnen, leicht lesbaren Band eine Reise von der Website-Planung bis zum regelmäßigen Betrieb eines Web-Angebots. Dabei erhält der Leser Entscheidungshilfen für vielerlei Projekte vom Blog über klassische Homepages bis hin zum professionellen Unternehmensauftritt mit Shop-Anbindung.

Eine Übersichtstabelle mit zehn exemplarischen Angeboten unterschiedlicher Provider erleichtert die Wahl eines geeigneten Hosting-Konzepts und vermittelt einen Eindruck von Preisen und Bedingungen für die Unterbringung von WordPress-Installationen. Das Arbeiten mit Baukastenlösungen und vorkonfigurierten Paketinstallationen kommt ebenso zur Sprache wie das manuelle Aufspielen auf den Server. Weichenstellungen rund um Design, Medien und Content werden begleitet. Der Leser erfährt zudem, wie er sich durch Plug-ins zusätzliche Funktionen ins System holt. Auch Datenschutzaspekte fehlen nicht: Die Autoren zeigen, welche formellen Ansprüche eine Website nach deutschem Recht erfüllen muss – allerdings differenzieren sie dabei nicht zwischen privaten Homepages und kommerziellen Angeboten.

Das Buch erlaubt einen sanften Einstieg in die WordPress-Welt. Wer das Ziel hat, ein komplexeres Web-Angebot aufzubauen, wird allerdings weiterführende Literatur benötigen – das gilt insbesondere für das rechtliche und technische Drumherum gewerblicher Online-Präsenzen.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

Den Diensteknoten zerschlagen

Die Palette von Services, die freie IT-Dienstleister wie auch IT-Abteilungen in großen Unternehmen anbieten, wird immer umfangreicher. Zudem steigt die Komplexität der zu erbringenden Dienste und der Technik, auf der diese beruhen. Dabei geht gelegentlich die Übersicht verloren; dann erscheint etwa dieselbe Leistung mehrfach unter verschiedenen Namen und sogar zu unterschiedlichen Preisen.

Um dem entgegenzuwirken, definieren die meisten Prozess-Standards unter anderem einen IT-Servicekatalog und legen die Funktion eines Servicekatalog-Managers fest. Leider bleibt dabei viel Spielraum für Interpretation. Robert Scholde-
rer hat sich das Beste aus CMMI, ITILv3, ISO/IEC 20000:2011, COBIT und anderen Normen zusammengesucht; auf dieser Grundlage entwickelte er sein eigenes CECAR-Modell (Customer Enabled Catalogue ARchitecture).

Der Autor greift dabei auf seine eigene praktische Erfahrung als Servicekatalog-Manager und Service Level Manager in großen Unternehmen zurück. Er kennt die typischen Probleme bei der Einführung neuer Prozesse und präsentiert unterschiedliche Management-Strategien, um einen Servicekatalog und die damit verbundenen Prozesse zu etablieren. Wenn ein solches Planungswerk dann genehmigt ist, geht die Arbeit erst richtig los.

Scholde-
rer bietet IT- und Prozessverantwortlichen zahlreiche Hilfestellungen beim Erarbeiten eines Servicekatalogs. Er behält dabei die Kontinuitätstauglichkeit im Blick – oft überleben zunächst enthusiastisch eingeführte Dienstedefinitionen nicht lange. Zudem legt er das Augenmerk des Lesers auf die Preisfindung und auf die Gestaltung von Service Level Agreements – diese sind oft untrennbar mit den eigentlichen Diensten verknüpft. Gerade hier kann ein guter Katalog für Klarheit und Entlastung sorgen.

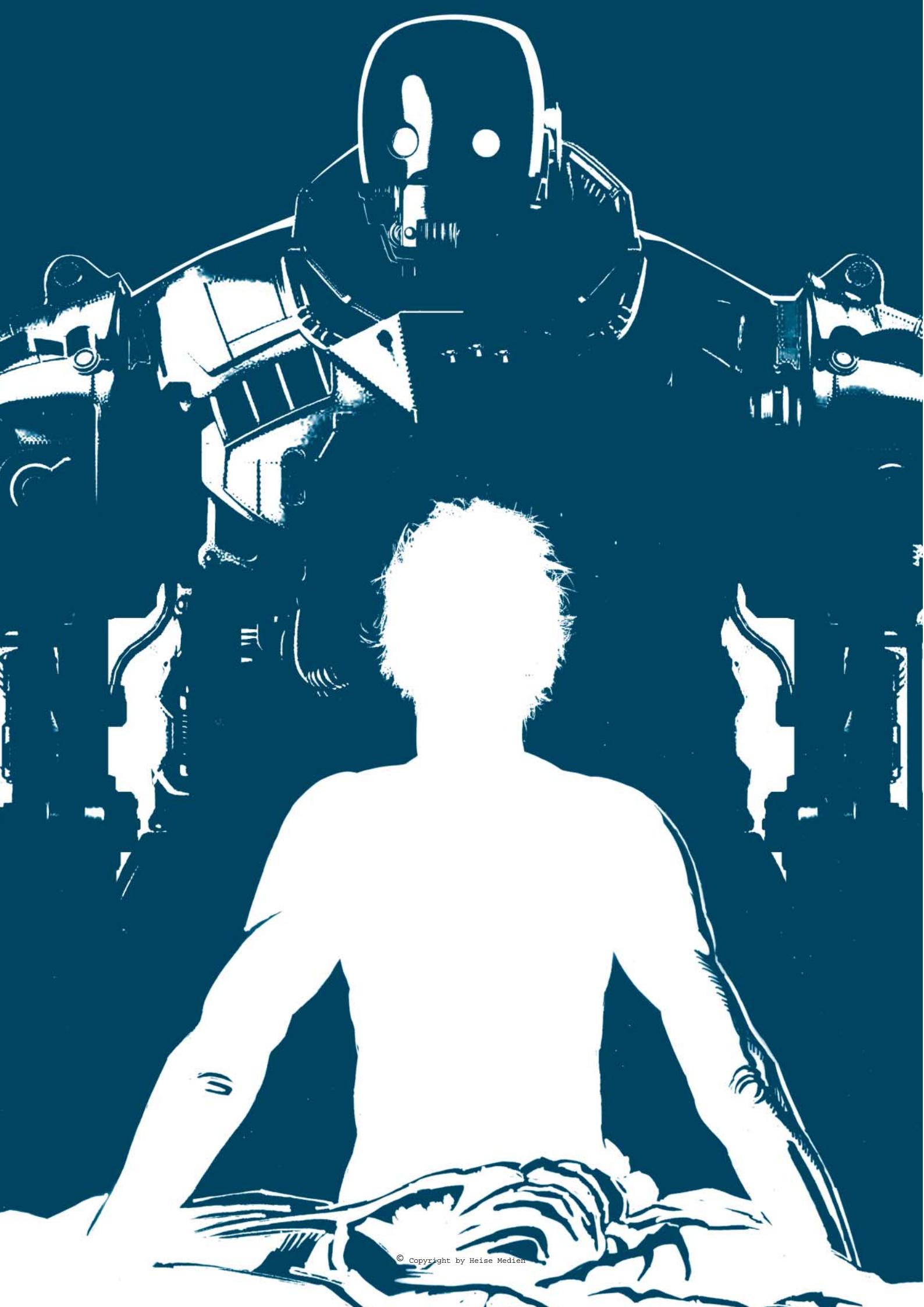
Der Autor erläutert sehr ausführlich, welche Art von Katalogkonzept sich in welcher Situation erfahrungsgemäß am besten bewährt. Darüber hinaus gibt er konkrete Tipps zur sprachlichen Gestaltung der anzufertigenden Texte und zur Namensgebung für IT-Services.

Auch sonst deckt er alle Facetten des Themas ab und vermisst dabei auch geeignete Werkzeuge fürs Katalogmanagement nicht. Ein umfangreicher Anhang mit Schablonen aus allen Service-Bereichen rundet das trocken geschriebene, aber sehr hilfreiche Buch ab.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Robert Scholde-
rer**IT-Servicekatalog**Services in der IT professionell
designen und erfolgreich
implementierendpunkt, Heidelberg 2017
ISBN: 978-3-8649-0396-0
411 Seiten, 50 €
(PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 40 €)

Anzeige



BÖSES ERWACHEN

von Martin Kreft

Parker Chestwick? Wachen Sie auf, es ist Zeit!“ Die unangenehme, metallische Stimme sticht durch die Ohren direkt in mein Gehirn: „Hören Sie mich, Mister Chestwick? Bitte bestätigen Sie mit einem kurzen Kopfnicken oder sagen Sie „Ja“.“

Die Stimme klingt monoton und völlig emotionslos.

Ich versuche, die Augen zu öffnen, doch das gleichende Licht, das von der weißen Decke fällt, macht es mir nicht leicht. Ich liege auf dem Rücken und fühle mich schwach, starre nach oben. Die wabernden Umrisse formen sich nach und nach zu einer menschlichen Gestalt. Doch erst als sich meine Augen völlig an das helle Leuchten gewöhnt haben, erkenne ich den Roboter.

Es ist ein menschenähnlicher Android, der nachlässig zusammengebaut wurde und nur entfernt wie ein Mensch aussieht. Na ja, in einem Cryo-Gefängnis ist das wohl auch nicht nötig. Ist doch scheißegal, was die Gefangenen sehen, wenn sie wieder aufgeweckt werden. Ich spüre, dass ich auf einer harten Pritsche liege und versuche mich aufzurichten. Mit einem unterdrückten Stöhnen lasse ich mich wieder zurücksinken. Der Raum dreht sich und mein Kopf dröhnt. Mir ist kotzübel.

„Warten Sie noch ein paar Minuten, Ihr Kreislauf muss sich erst stabilisieren“, tönt die blecherne Stimme.

„Sag mal, wer bist du eigentlich?“ Ich muss der Blechdose einfach diese Frage stellen.

„Ich bin Ihr Wiedereingliederungshelfer WEG 02“, kam es emotionslos zurück.

Ich seufze enttäuscht. „Ein Bewährungshelfer? Na toll. So was gibt es immer noch?“

Der Android reagiert gar nicht auf meine Spalte. „Sie sind Parker Chestwick, verurteilt zu zweihundertfünfundachtzig Jahren Cryo-Haft wegen achtunddreißigfachen Mordes.“ Das ist keine Frage, das ist eine Feststellung. Ich nicke kurz, denn es stimmt.

Aber Moment mal – irgendwas ist anders. Sonst war ich immer stolz auf meine Taten, auf das, was ich bin. Gestern Abend noch, bevor ich einschlief, habe ich sie alle vor mir gesehen, mich an ihren entsetzten Gesichtern erfreut. Dieser Blick, wenn sie erkannten, dass es mit ihnen zu Ende ging, ist unbeschreiblich. Regine Furlong, Walther Mommsen, Dean Kain – ich kannte jeden Namen, jedes Gesicht. Aneinandergereiht in einer seelischen Ahngalerie, durch die meine Gedanken lustwandeln konnten.

Und jetzt? Mein ganzer Hass, meine Wut, mein Frust, meine Aggressionen von gestern, der Sinn meines Lebens und der Grund meiner Taten – alles weg, wie ein dunkler Nebel, der sich gerade in der warmen Frühlingssonne auf-

gelöst hat. Wie ist das möglich? Sie haben mich mein ganzes Leben begleitet und geleitet, sie waren immer mein Antrieb.

Noch gestern waren sie da. Na ja, es war vor dem Einschlafen, und das war genau genommen vor Jahren. Doch für mich war es gefühlt gerade eben. Mein emotionales Baugerüst, das mein Wesen gestützt hat, löste sich auf. Zugegeben, es war schon immer ein ziemliches Stückwerk, überall grob zusammengeschustert, aber ich hatte es mit der Zeit zu einem robusten Ganzen zusammengeklebt. Und jetzt kracht es lautstark in sich zusammen. Nur die Bilder sind noch da. Und diese Bilder machen mir Angst!

**MEIN EMOTIONALES BAUGERÜST
LÖSTE SICH AUF. NUR DIE BILDER
SIND NOCH DA. UND DIESE BILDER
MACHEN MIR ANGST!**

„Was habt ihr mit mir gemacht?“, versuche ich den Androiden anzuschreien, aber es gelingt mir nur ein Krächzen: „Verdammt noch mal, was habt ihr mit mir gemacht?“

„Sie haben die Standard-Rekalibrierung Ihrer Gehirnwellen-Muster erhalten.“

„Ich habe – was? Ihr habt in meinem Kopf herumgepfuscht?“ Mir wird noch schlechter.

„Diese Prozedur hat die Fehler in Ihrem Gehirn beseitigt, durch die Sie in Ihre heutige Lage gekommen sind.“

Ich hasse diese monotone Stimme. Ich hasse dieses Gefängnis. Ich hasse einfach alles!

„Sind Sie in Ordnung? Es gibt ein Protokoll abzuarbeiten.“

Erst jetzt registriere ich, dass ich auf dem Boden hocke. Ich zittere.

„Ja – ja ist gut, fang an! Ich will es hinter mich bringen.“ Und dann nichts wie raus hier. Ich habe damals zu allem Ja und Amen gesagt, nur um der Todesstrafe zu entgehen. Hielt das Ganze für eine geniale Idee: alles zugeben, meine Strafe verschlafen und dann als freier Mensch in eine bessere, fort-

schrittlichere Zukunft entlassen werden. Dass ich alle Freunde und Bekannte, mein ganzes Umfeld verliere – geschenkt. Freunde hatte ich eh nicht und auf den Rest konnte ich auch verzichten. Für mich war diese Strafe wie ein Sechser im Lotto. Mit Jackpot. Aber anscheinend gibt es doch einen Haken.

Ich brauche dringend Ablenkung. Hey, Blechdose, gib sie mir!

„Die Welt ist nicht mehr so, wie Sie sie in Erinnerung haben.“

Ach nee, das hoffe ich doch.

„Wegen einiger besonderer Umstände waren Sie auch länger als Ihre verurteilten Jahre in Cryo-Haft.“

Ich werde hellhörig. „Wieso länger? Wie viel länger?“ Erst rege ich mich kurz auf, aber eigentlich ist es egal, ich habe die Zeit ja eh verschlafen.

„Es gab einen globalen Zwischenfall, der alles durcheinandergebracht hat“, klingt es monoton aus meinem Gegenüber.

„Was für einen Zwischenfall?“

„Unsere Berechnungen ergaben, dass ihr es den dritten Weltkrieg genannt hättest“, sagt er mit emotionslosem Blick.

Es zieht mir fast die Beine weg, ich muss mich setzen. „Es, aber – warum?“ Ich versuche meine Gedanken zu sortieren. WEG 02 hatte sich so merkwürdig ausgedrückt.

BIN ICH DER LETZTE MENSCH UNTER LAUTER WANDELNDEN BLECHDOSEN IN EINER ZERSTÖRTEN WELT?

„Was ist passiert?“

„Bitte präzisieren.“

„Wie ... wie lange hat er gedauert? Und was gab es für Folgen? Wie lange ist das her? Und warum sagst Du, dass wir es so genannt hätten?“

Anscheinend spulte er jetzt einen vorgefertigten Text ab. „Der dritte Weltkrieg ging von 2115 bis 2119 nach alter christlicher Zeitrechnung und ist jetzt 324 Jahre her. Er hat durch einen atomaren und biologischen Super-GAU über acht Milliarden Menschen das Leben gekostet. Nach Ende dieses globalen Krieges war die Menschheit ausgestorben.“

Er hat wirklich ausgestorben gesagt. Jetzt geht es mir erst recht dreckig. Die Gedanken in meinem Kopf rasen im Kreis wie ein Karussell auf Ecstasy. Ich kann nicht mehr klar denken. Eigentlich kann ich gar nicht mehr denken.

Ich versuche, mich aus dem Strudel des drohenden Irrsinns herauszuziehen. War das nun meine wahre Strafe? Bin ich der letzte Mensch unter lauter wandelnden Blechdosen in einer zerstörten Welt?

Aber in diesem Gefängnis sieht doch alles superordinentlich aus.

„Wo bin ich denn hier?“ Die Frage ist eine plötzliche Einigung.

„Im letzten Cryo-Gefängnis auf der Erde. Es befindet sich in den Schweizer Alpen.“

Ich bin also nicht mehr in London, wo ich meine Haftstrafe absitzen sollte. „Warum bin ich hier?“

„Dies war die letzte von Menschen gebaute Stätte, die noch voll funktionsfähig war. Meine Vorgänger haben alle überlebensfähigen Gefangenen der Welt hier zusammengetragen, damit sie ihre Strafe absitzen können. Nach Ende ihrer Haft sollen sie uns beim Aufbau einer neuen Zivilisation helfen“, kommt es gleichförmig aus der Karikatur eines Gesichts.

Auf so eine Logik kann auch nur ein Computer kommen.

„Wie viele sind denn schon aufgeweckt worden?“

„Sie sind der erste. Ihre Haftzeit war die kürzeste.“

Ich bin tatsächlich erschüttert. „Wie viele sind denn noch hier?“

„Fünfzehn.“

Jetzt bin ich total geschockt. „Fünfzehn? Das sind alle? Das ist die ganze Menschheit? Sechzehn Schwerverbrecher?“

„Nein, es gab noch eine andere Lösung.“

Na, da bin ich aber mal gespannt. „Und die wäre?“

„Meine Vorgänger haben erst versucht, die Erde aufzuräumen. Von uns gab es noch genug, in allen Variationen. Wir haben versucht, die Kriegsschäden zu beseitigen. Und die Natur findet auch immer einen Weg, so sagt ihr ja. Doch unsere Hauptaufgabe war es, den Menschen zu dienen; nur, die gab es nicht mehr. Also mussten wir welche erschaffen, um unsere Aufgaben wieder wahrnehmen zu können.“

„Ihr habt Menschen erschaffen? Frankensteins Monster erschafft Frankenstein?“

Anscheinend versteht WEG 02 diese Anspielung nicht, denn er fährt unbeirrt fort: „Das war sehr schwer und hat sehr lange gedauert. Am schwierigsten war es, geeignetes Material zu finden. Das Klonen selbst ist nicht besonders schwer. Die Datenbanken sind voll von dokumentierten Versuchen und erfolgreichen Experimenten. Meine Vorgänger konnten darauf aufbauen und lernten schnell. Trotzdem hatten wir erst vor 32 Jahren Erfolg. Seitdem gibt es hier in der Nähe eine Gruppe von Menschen, die wir eine neue Heimat gebaut haben und die langsam wächst. Inzwischen auch aus eigener Reproduktion.“

„Die klonen auch?“

„Nein, sie bekommen Kinder.“

Oh Mann, ich fange schon an, so zu denken wie diese Blechdosen. „Wie viele sind es denn?“

„Gestern waren es 3645 Personen.“

„Viele sind das ja nicht.“

„Nach den Daten, die uns zur Verfügung stehen, sind ganze menschliche Völker aus noch kleineren Gruppen entstanden.“

Ich bin erschöpft und mental am Ende, also bitte ich WEG 02, mich alleine zu lassen. Ich muss erst mal einiges sacken lassen und über vieles nachdenken. Schließlich hat sich gerade meine ganze Welt von mir verabschiedet. Gut,

davon bin ich vorher auch ausgegangen, aber doch nicht so. Eigentlich wollte ich so weitermachen wie zuvor oder wenigstens ein neues Leben beginnen, aber jetzt? Ich habe den Weltuntergang überlebt! Wie soll das neue Leben aussehen? Irgendwann schlafe ich erschöpft ein.

Plötzlich schrecke ich hoch. Meine Gedanken haben mich geweckt. Es sind Gedanken an Regine Furlong, Walther Mommsen, Dean Kain und die anderen fünfunddreißig. Und diese Gedanken sind schrecklich und schlimm. Sie verursachen bei mir Schweißausbrüche, ich zittere und mir laufen Ströme von Tränen über die Wangen. Der ganze Brustkorb schmerzt und ich bekomme keine Luft. Was ist los mit mir, drehe ich jetzt völlig durch?

„Schuldgefühle“, analysiert WEG 02 nüchtern, als ich ihn rufe. „Sie haben Schuldgefühle wegen Ihrer Taten; dies ist eine logische Folge Ihrer Rekalibrierung.“

Das ist also der verdammte Haken. Ich muss hier raus aus diesem weißen Gefängnis mit seinen sterilen Räumen. Was anderes sehen. Den Himmel, andere Leute, ich brauche dringend Ablenkung.

„WEG, wann kann ich hier raus? Ich will in die Stadt.“

„Ich kann Sie gerne hinbringen, die Fahrt nach Sion dauert fünfzig Minuten und während der Zeit muss ich Ihnen noch einiges erklären.“

„Sion? Das Sion? Ist das nicht in den tiefsten Alpen und war ein Winterskiort?“

„Wir haben die neue Stadt Sion genannt, weil der zerstörte Ort in der Nähe so hieß. Die topografische Beschreibung ist richtig.“

„Aber warum denn gerade hier?“

„Weil in dieser Gegend die Zerstörungen nicht ganz so groß waren und die Kampfstoffe diese Gegend nicht erreicht haben. Meine Vorgänger hielten es hier für die logischste Lösung.“

Natürlich, was auch sonst. „Bitte bring mich hier raus! Schnell!“

Der Android führt mich tatsächlich zu einer Art unterirdischem Bahnhof, in dem auf dem einzigen Gleis eine kleine 6-Personen-Kabine steht.

„Steigen Sie ein, Parker Chestwick. Das ist Ihr Weg in ein neues Leben.“ Auch jetzt klingt seine Stimme so gleichförmig wie immer und ein gewisses Pathos, das ich da herauszuhören meine, bilde ich mir bestimmt nur ein. Wir setzen uns und das Vehikel fährt lautlos an.

Für mich bleibt noch ein letztes Geheimnis. „Wie habt ihr das mit dem Klonen denn hinbekommen? Sagtest du nicht, dass es kein verwertbares Genmaterial mehr gab?“

„Ja, das ist korrekt. Die ganze Erde war verseucht. Diesen Zustand haben wir inzwischen auch verbessert. Große Bereiche der Erde sind in den letzten Jahrzehnten von Robotern und Maschinen wieder bewohnbar gemacht worden. Und in diesen Gebieten hat sich eine neue, reiche Flora und Fauna ausgebreitet.“

Will mir diese Blechdose ausweichen? Warum antwortet er nicht auf meine Frage?

„Wenn die Zeit gekommen ist, Parker Chestwick. Bitte haben Sie noch einige Minuten Geduld.“

Geduld? Diese verdammten Gedanken kommen wieder. Die Gedanken an meine Opfer und damit auch meine

Schuldgefühle. Ich brauche Ablenkung. Und außer dem Androiden gibt es in diesem dunklen Tunnel überhaupt nichts.

„Angst?“

„Bitte?“

„Hast du Angst vor mir?“

„Ich verstehe die Frage nicht. Ich bin eine Maschine und habe keine Gefühle. Warum sollte ich denn Angst haben?“

„Nun, immerhin lässt du einen vielfachen Mörder auf den letzten Rest der Menschheit los.“

„Ich vertraue der Rekalibrierung.“ Der Android legt den Kopf ein wenig schief und scheint einen Moment lang zu lauschen. Ehe ich weitere Fragen stellen kann, spricht er weiter. „Nun ist es Zeit für meine letzten Erklärungen. Sie wollen noch wissen, wo das Genmaterial herkam?“

Ich nicke nur kurz.

IHRE OBSESSION, VON JEDEM KÖRPER IHRER OPFER ETWAS BEHALTEN ZU MÜSSEN, HATTE SIE LETZTlich ERST INS GEFÄNGNIS GEbracht UND WURDE NUN DIE RETTUNG DER MENSCHHEIT.

„Es war sehr schwierig. Alle funktionsfähigen Maschinen der Welt suchten danach, doch wir schienen nicht fundig zu werden. Schließlich entdeckten wir verwertbares Material an einer Stelle, mit der wir nicht gerechnet hatten: in der Asservatenkammer des einzigen noch existenten Cryo-Gefängnisses. Es waren Ihre Beweise. Ihre Obsession, von jedem Körper Ihrer Opfer etwas behalten zu müssen, hatte Sie letztlich erst ins Gefängnis gebracht und wurde nun die Rettung der Menschheit. Wir alle sind Ihnen zu aufrichtigem Dank verpflichtet.“

Der Zug fährt in einen kleinen Bahnhof ein und die Türen öffnen sich automatisch.

Wie paralysiert stakse ich durch die Halle nach draußen und starre auf einen kleinen belebten Marktplatz. Ich bleibe im Türrahmen stehen und schaue mich um. Sofort sehe ich Regine Furlong, und da noch mal, dann noch eine dritte und vierte, daneben Walther Mommsen und Dean Kain, den ich noch einmal mit einer anderen Jacke und längeren Haaren entdecke.

Der Boden unter mir wird weich, meine Hände zittern, kalter Schweiß läuft mir den Rücken herunter. Irgendetwas schnürt mir die Kehle zu. Ich drehe mich um und versuche verzweifelt, Luft zu bekommen. Dabei spüre ich ihre bohrenden Blicke in meinem Rücken, auch wenn in Wirklichkeit noch niemand von mir Notiz genommen hat.

Das ist er also, der ganz große Haken.

Dies hier ist meine ganz persönliche Hölle. (bb@ct.de)

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: „Höhenflüge erleben“:
Hannes A. Czerulla (hc@ct.de), „Docker-Praxis mit Linux“: Merlin Schumacher (mls@ct.de)
Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)
Stellv. Chefredakteure: Achim Barczok (acb@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de),
Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)
Textredaktion & Qualitätssicherung: 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), Anne Poimann (apoi@ct.de), Martin
Reche (mre@ct.de), Peter Schmitz (psz@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 (lmd@ct.de), Ronald
Eikenberg (rei@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de), Johannes
Merkert (jmc@ct.de), Dennis Schirrmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Merlin
Schumacher (mls@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cw@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), Andrian 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 (jsb@ct.de), Hannes A. Czerulla (hc@ct.de), Hartmut
Gieselmann (hag@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de),
Nico Jurran (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

Stellv. Chefredakteure: Jürgen Kuri (jk@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@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
Kannenberg (axk@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Andreas Wilkens (anw@ct.de)
c't online: Ulrike Kuhlmann (ltg@ct.de), 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)

Redaktionsassistenz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (ltg@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de),
Denis Fröhlich (df@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 (vow@ct.de), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8,

64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/26 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), Harald Bögeholz (bo@ct.de), Detlef Borchers,
Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann,
Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck,
Prof. Dr. Thomas J. Schult, 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, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Dirk
Wollschläger, Brigitte Zurheiden

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns, Hea-Kyung Kim

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Maurer

Tablet-Producer: Melanie Seewig

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 DBB2 45FC B3B2 A12C

heise Tippgeber: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tippgeber>

via Tor: sq4lecqyx4izcpkp.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schräder

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-Auslandsvertrieb (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 Ditze (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: POFICH2XXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG
Mefberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,70 €; Österreich 5,00 €; Schweiz 6,90 CHF;
Belgien, Luxemburg 5,50 €; Niederlande 5,70 €, Italien, Spanien 6,00 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 107,90 €,
Österreich 111,80 €, Europa 126,10 €, restl. Ausland 152,10 € (Schweiz 150,80 CHF);
ermäßigt Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,30 €, Österreich 83,20 €, Europa 97,50 €,
restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 128,70 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. Ermäßigt Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvB e.V., BdW e.V., ch/open,
GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI
(gegen Mitgliedsausweis): Inland 81,90 €, Österreich 85,80 €, Europa 100,10 €, restl. Ausland
126,10 € (Schweiz 114,40 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 Verfügungssrecht 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 16/17

Ab 22. Juli 2017 am Kiosk und auf ct.de



Die besten Smartphones

OnePlus 5, HTC U11 und Sony Xperia XZ Premium und andere Neuheiten treten gegeneinander an: Welches Smartphone hat die beste Kamera, das beeindruckendste Display und die längsten Laufzeiten? Der aktuelle Primus der High-End-Klasse, das Samsung Galaxy S8, muss sich warm anziehen.



Notebooks für Fotografen

Für Raw-Entwicklung und Bildbearbeitung braucht man nicht nur viel Speicher und CPU-Power, sondern auch einen hochauflösenden und möglichst farbstarken Bildschirm. Einige Hersteller versprechen, diese Wünsche sogar in einem Notebook unterzubringen. c't hat nachgemessen.

Außerdem:

Neuronale Netze mit Gedächtnis

Bei Aufgaben wie Spracherkennung oder Übersetzung sind künstliche neuronale Netze schnell überfordert, weil sie kein Gedächtnis haben. Anders LSTM-Netze (Long Short-Term Memory): Sie erinnern sich daran, was sie kurz zuvor gelesen haben, und können mit diesem Wissen sogar eigene Texte schreiben.

Fehlersuche mit dem Process Monitor

Erfahrene Windows-Admins wissen: „Wenn alles andere versagt, nimm Procmon!“ Tatsächlich liefert der Process Monitor noch tiefer gehende Informationen als der weithin bekannte Process Explorer. In mehreren Artikeln weist c't den Weg für mehr als nur die ersten Schritte.

Daten in Excel effizient eingeben

Schon bei der Dateneingabe kann so mancher Kniff die Arbeit in Excel-Tabellen wesentlich erleichtern. So zeigen wir unter anderem, wie Sie schon während der Eingabe rechnen oder das Überschreiben von Zellen vermeiden, die wichtige Inhalte enthalten.

Noch mehr
Heise-Know-how:



iX Developer Java 2017
jetzt im Handel



c't Webdesign 2017
jetzt im Handel



iX 7/2017
jetzt im Handel