



**magazin für
computer
technik**

2. 9. 2017 **19**



**Fidget Spinner
selbst gedruckt**

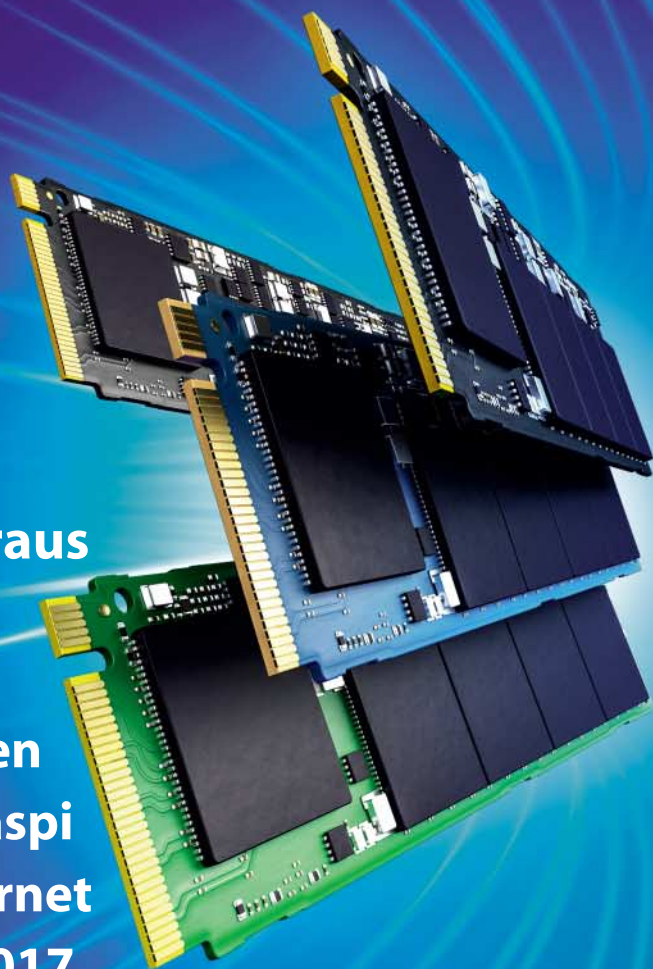
Das bringt PCI-Express für SSDs wirklich

Die Highspeed-SSDs

Test, Praxis, PC-Konfiguration

**IM
TEST**

- AMD Radeon RX Vega für Gamer
- Mini-Barebone mit Grafik-Slot
- Profi-Kamera Sony Alpha 9
- Edel-Laptop Asus ZenBook Pro



Test: High-End-TVs

Quantum Dots fordern OLED heraus

Malware-Analyse mit Cuckoo

Rekurrente neuronale Netze nutzen

Netflix und Amazon-Videos auf Raspi

Fritzbox-Tuning für schnelles Internet

Erste Benchmarks mit SPEC-CPU2017

Die neuen Methoden der Wahlforscher

So werden Sie wählen

Demoskopie zwischen Big Data und Kaffeesatz

€ 4,70

AT € 5,00 | LUX, BEL € 5,50

NL € 5,70 | IT, ES € 6,00

CHF 6,90 | DKK 52,00



Anzeige



Der Bundeswahlleiter / Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden

Dienstag, 7. September 2021

Betr.: So werden Sie wählen

Sehr geehrter Herr Achim Barczok,

um Ihnen die Stimmabgabe für die kommende Bundestagswahl am 26. September 2021 zu erleichtern, haben wir Ihre Stimme vorab geschätzt. Demnach haben Sie gewählt für die Partei:

- "Bibeltreue Veganer"

Für die Auswertung hat das statistische Bundesamt die Analyse folgender Daten berücksichtigt:

- Ihre Kommentare, Postings und Likes auf Facebook und Twitter zwischen dem 1. September 2020 und 31. August 2021;
- von uns ermittelte Wahlschätzungsprofile anderer wahlberechtigter Bürger*innen, mit denen Sie im o. g. Zeitraum per Telefon, E-Mail oder WhatsApp kommuniziert haben;
- auf Sie zugeschnittene Microtargeting-Kampagnen der Parteien auf Facebook und anderen Plattformen für den Bundestagswahlkampf (siehe Anhang S. 106);
- Ihr Wahlverhalten in den vorherigen Wahlen (siehe Wahlhistorie, Anhang S. 112);
- Ihre Browser-Historie im o. g. Zeitraum;
- Kreditkartenabrechnungen im o. g. Zeitraum.

Nicht in die Schätzung einfließen dürfen aufgrund datenschutzrechtlicher Bestimmungen (vgl. BVG-Urteil 1 BvR 2342/20):

- Alter
- Religionszugehörigkeit

Bitte beachten Sie, dass einige Parteien in Ihrem Wahlkreis dem Wahl-Schätzungsverfahren nicht zugestimmt haben und deshalb bei der Analyse nicht berücksichtigt wurden.

Sollte die amtliche Schätzung nicht Ihrem eigentlichen Wahlvorhaben entsprechen oder Sie Ihre Stimme einer Partei geben wollen, die sich nicht am Schätzungsverfahren beteiligt hat, füllen Sie dazu bitte das angehängte Korrektur-Formular (nebst Anhang N und K) aus und geben Sie es bitte bis spätestens 24. September 2021, 13 Uhr in Ihrem Bürgeramt ab.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Bundeswahlleiter Bundestagswahl 2021

PS: Sie können uns jetzt auch auf Facebook folgen. Geben Sie uns Ihr Like!



Anzeige

Anzeige

Inhalt 19/17

Trends & News

- 16 Hot Chips Symposium: Neuro-Prozessoren
- 18 Samsung Galaxy Note 8 mit Doppelkamera und Stift
- 19 Windows: Update-Probleme, ReFS, OpenType Variable Fonts
- 20 IFA 2017: TVs, Soundsysteme, VR, Netzwerktechnik, Smart Home, Smartwatches
- 24 Prozessorgeflüster: Von Gleit-, Fest- und Flexkommata
- 26 Netze: WLAN-Basis mit IoT-Option, 5G-Funksimulator
- 27 Apple: Thunderbolt-Box, Parallel-Desktop, CarPlay-Receiver
- 28 Linux: Distributionen und 3D-Treiber
- 30 Gamescom-Highlights
- 32 VR-Spiele: Fallout 4 und Skyrim
- 33 Interview: Spieleentwickler Tetsuya Mizuguchi über VR
- 34 Kernel-Log: Linux 4.13
- 36 Embedded Systems
- 37 Server: Atom-C3000-Boards, Storage-Systeme mit NVMe/F
- 38 Anwendungen: Bildverwaltung, Videoschnitt, HDR-Panorama
- 39 Technische Software
- 40 Hardware: Threadripper-Kühler, Gaming-PC, Grafikkarten
- 41 Notebook-CPU: Intel Core i-8000
- 42 Internet: Facebook, Chrome, Webportal verboten
- 43 Unternehmens-Anwendungen
- 44 Vorschau auf Apples iOS 11
- 47 Sicherheit: Microsoft-Bericht, Ransomware
- 72 Interview: SAP Leonardo
- 180 Web-Tipps

Test & Kaufberatung

- 48 **AMD Radeon RX Vega für Gamer**
- 52 **Edel-Laptop Asus ZenBookPro**
- 54 **Profi-Kamera Sony Alpha 9**
- 56 LGA2066-CPU Core i7-7820X
- 56 Delock RJ45 Secure Clip
- 56 USB-Endoskop Somikon NX-4359

58 Mini-Barebone mit Grafik-Slot

- 60 Polar-Brustgurt H10
- 60 Polar-Sportuhr M430
- 62 Garmin Forerunner 935
- 62 Samsung EP-PG950 Wireless Charger
- 64 Corel PaintShop Pro 2018 Ultimate
- 64 Arobas Guitar Pro 7
- 65 TV- und Radio-Empfang: FreetuxTV
- 65 Notizenverwaltung Notes-Up

74 Die Highspeed-SSDs

- 80 PCI-Express-SSDs optimal einbinden
- 84 Wo PCIe-SSDs in der Praxis schneller sind

88 High-End-TVs: Quantum Dots fordern OLED heraus

- 94 Quantum Dots für Displays, Sensoren und Solarzellen

98 Erste Benchmarks mit SPEC CPU2017

- 182 Spielekritik
- 186 Buchkritik



So werden Sie wählen

Im Vorfeld der Bundestagswahl wird das Internet zur Spielwiese für Wahlkämpfer und Meinungsforscher. Die einen versenden ihre Botschaften in sozialen Netzen mit ungeahnter Präzision. Die anderen experimentieren mit Online-Umfragen und analysieren die Antworten anhand von Big-Data-Modellen.



Die Highspeed-SSDs

Schnelle SSDs mit PCIe-Schnittstelle nähern sich preislich den langsameren SATA-Modellen an. Ihre volle Leistung entfalten sie aber nur im richtigen Steckplatz und mit den optimalen BIOS-Einstellungen. Wie stark die Beschleunigung in der Praxis ausfällt, hängt zudem von der Software ab.

Wissen

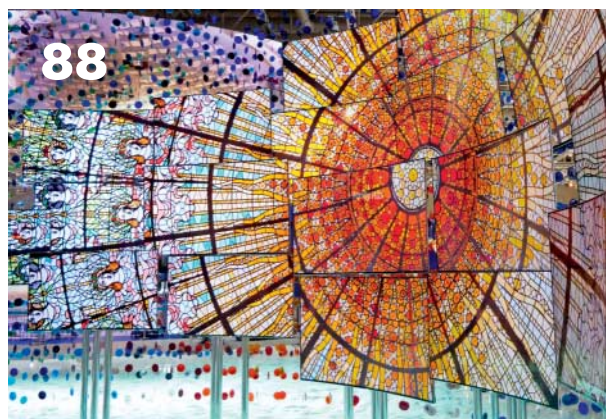
- 66 Vorsicht, Kunde: Congstar berechnet 27.000 Euro
- 68 Datenbrillen optimieren die Arbeitswelt
- 104 **Demoskopie und Wahlkampf: So werden Sie wählen**
- 106 Wahlwerbung mit den Waffen der IT
- 112 So funktionieren politische Meinungsumfragen
- 116 Online-Umfragen, Modelle, Big-Data-Ansätze
- 120 Datenschutzbehörden fehlen Mittel für technische Prüfungen
- 124 Wie HDR das Fernsehen revolutionieren soll
- 156 **Malware-Analyse mit Cuckoo**
- 162 Recht: BGH verbietet das Loggen von IP-Adressen
- 170 **Rekurrente neuronale Netze nutzen**

Praxis & Tipps

- 128 **Netflix und Amazon-Videos auf Raspi**
- 130 Videos clever auf YouTube präsentieren
- 136 Musizieren mit dem iPad
- 142 Dynamische Präsentationen in Microsoft Sway
- 146 **Fritzbox-Tuning für schnelles Internet**
- 152 Windows-10-Anmeldung mit PIN statt Kennwort
- 154 VPN- und Remote-Desktop-Verbindungen mit wenig Aufwand
- 164 Tipps & Tricks
- 168 FAQ: Fernwartung per IPMI und AMT
- 176 **Fidget Spinner selbst gedruckt**

Rubriken

- 3 Editorial: So werden Sie wählen
- 10 Leserforum
- 15 Schlagseite
- 188 Story: Nur eine kleine Wunde *von Arno Endler*
- 197 Stellenmarkt
- 200 Inserentenverzeichnis
- 201 Impressum
- 202 Vorschau



Test: High-End-TVs

Wir beleuchten die Technikneuheiten der IFA und haben einige High-End-Fernseher vorab ins Labor geholt – im Test tritt OLED gegen LCD an. Außerdem stellen wir aktuelle AV-Formate vor und blicken in die Zukunft der Quantenpunkte.

Anzeige

Anzeige

Leserforum

PayPal will immer Daten

PayPal-Gastzahlung auf eBay mit Nebenwirkungen, c't 18/17, S. 56

Wenn man einfach aus diversen Gründen kein PayPal-Konto will, kann man auch die Gastzahlung nicht verwenden. Ich musste schon mehrere Käufe beziehungsweise Spenden abbrechen, denn diese unverschämte Firma verlangt bei Gastzahlungen nicht nur die üblichen Kreditkartendaten, sondern auch noch komplette Adressdaten. Da ich diese noch in keinem Ladengeschäft der Welt angeben musste, kann man wohl nur von Datensammelwut ausgehen.

Roct

Es bewegt sich was

Bundeskartellamt: Kein Marktmissbrauch bei Schultaschenrechnern, c't 18/17, S. 30

Ich möchte Sie auf aktuelle Entwicklungen im Land Niedersachsen hinweisen: Dort ist ein Erlass in der Entwurfsfassung, der den Einsatz von Tablets bis hin zum Abitur zulässt (siehe ct.de/y573). Immer mehr Tablet-Klassen gibt es in Niedersachsen, wenn dem Einsatz ein vernünftiges Konzept zugrunde liegt, wird hier gleichzeitig die Basis für zeitgemäßen Unterricht gelegt. Auch gibt es je nach Anbieter Freixemplare für finanziell schwächere Schüler. Den Begriff „sozial schwach“ verstehe ich im Kontext von Freixemplaren nicht, ich kenne Schüler aus wohlstehendem Elternhaus, die ein sozial schwaches bis fragwürdiges Verhalten an den Tag legen.

Jörg Steinemann

Tablet-Klassen-Erlass: ct.de/y573

Kostenlose App statt Rechner

Geogebra heißt eine kostenlose App, die an der Kepler-Uni Linz entwickelt wurde und mittlerweile in zahlreichen Ländern Verwendung findet. Und diese gibts für nahezu alle Plattformen, Smartphones, Tablets, Betriebssysteme, ... Umstellen müssen sich vor allem die Schulen, dann würde das TI-Monopol fallen.

EduCat

Trim-Check unter Windows

FAQ, Diagnose: Solid-State-Drives, c't 17/17, S. 149

Um zu überprüfen, ob eine SSD getrimmt wird, ist der Befehl „fsutil behavior query DisableDeletNotify“ völlig unzureichend. Damit überprüft man nur, ob Windows den TRIM-Befehl überhaupt sendet. Selbst wenn hierbei eine „0“ als Ergebnis kommen sollte, sagt das alleine rein gar nichts aus. Insbesondere bei älteren Systemen blockiert oft der Treiber des SATA-Controllers den TRIM-Befehl.

Viel sinnvoller ist es, das mit einem Tool zu überprüfen. Das Freeware-Tool TrimCheck zeigt zuverlässig an, ob die Trimmung der SSD funktioniert. Auch HD Sentinel kann das prüfen und anzeigen. Ab Windows 8 kann man auf Drittherstellertools sogar verzichten. Denn über den „Laufwerke optimieren“-Dienst lässt sich das leicht kontrollieren. Nach dem ersten Öffnen des „Laufwerke optimieren“-Fensters muss man auf „Optimieren“ klicken. Danach wird bei einer SSD unter „Aktueller Status“ entweder „OK (X Tage seit letzter Ausführung)“ oder „Optimierung nicht verfügbar“ angezeigt. Wenn letzteres angezeigt wird, funktioniert die Trimmung nicht. Entweder kommt der Befehl nicht bei der SSD an oder die SSD unterstützt dieses Feature noch nicht.

Stefan Sauer

Doppelt so schnell

Der Aufbau von Speichermodulen beeinflusst Takt und Latenz, c't 18/17, S. 174

In der c't 18 schreiben Sie, „auf dem üblichen Platinenmaterial FR4 [...] breiten sich elektrische Signale mit weniger als einem Viertel der Lichtgeschwindigkeit aus“. Das stimmt nicht ganz. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit skaliert nicht linear, sondern mit der Wurzel aus dem Kehrwert der Dielektrizitätszahl. Mit einer Dielektrizitätszahl von 4,1 kommt man also auf eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von knapp halber (Vakuum-)Lichtgeschwindigkeit, nicht auf nur ein Viertel.

Joachim Bonk

Da haben Sie recht. Doch auch bei dieser Geschwindigkeit wirkt sich die Laufzeit der Signale im DDR4-Speicherbus störend aus.

VPN in China

Wie im Reich der Mitte ein nationales Intranet entsteht, c't 18/17, S. 58

Solange man einen nicht chinesischen Apple-Account hat, kann man sich auch weiterhin mit VPN-Apps versorgen und updaten. Dito für Android. Meine persönlichen Erfahrungen mit der Great Firewall sind gemischt. Zu Feiertagen wie dem 1. Oktober oder Parteitage kann es schwierig werden, in der Regel funktionierten die VPNs aber.

Homer_S

Stativ verbergen

Panoramafotos für Web und VR aufbereiten, c't 18/17, S. 140

Nicht jede Kombination einer digitalen Spiegelreflexkamera mit einem Fisheye-Objektiv überstreicht volle 180° vom Zenit bis zum Nadir. In den gezeigten Beispielen des Autors spielt das keine Rolle, weil er die Nadirs mit einem Schriftzug stempelt. Ansonsten würde man Teile des Stativs im fertigen Panorama sehen. Um dies zu vermeiden, neige ich meine Kamera um wenige Grad nach oben, um den Zenit bei allen Aufnahmen zu erfassen und fertige zusätzlich eine Aufnahme vom Nadir-Bereich an. Damit verschwinden Teile des Stativs aus den Panoramen und es entsteht der Effekt, dass der Betrachter sich quasi „freischwebend“ im Panorama bewegt.

Bernd Kaden

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 sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

GMX statt 1&1

Breitband-Tarife für DSL und Kabel im Vergleich, c't 18/17, S. 118

Die Firma 1&1 bietet ihre eigenen Tarife auch über die Konzernschwester GMX in teilweise leicht veränderter Form, aber immer zu wesentlich günstigeren Konditionen an. Das trifft sowohl für Mobilfunk als auch DSL-Verträge zu (die Angebote variieren und ändern sich alle paar Monate geringfügig). Der Vertrag kommt jedoch direkt mit 1&1 zu Stande, GMX ist hier nur Vermittler.

Alexander Jasky ✓

Welcher 19"-Monitor?

Einen Bartop-Arcade-Automaten auf Raspi-Basis bauen, c't 17/17, S. 76

In Ihrem Artikel wird auf ein 19"-TFT-Display hingewiesen. Haben Sie Kaufempfehlungen für geeignete Modelle, gerne auch veraltete?

Andreas Wallbaum ✓

Wir haben in unseren Automaten einen Samsung Syncmaster 940BF eingebaut. Der funktioniert bislang problemlos und ist gebraucht günstig zu bekommen.

90 Prozent Müll

Uhrenarmbänder von Amazon-Händlern im Test, c't 18/17, S. 98

90 Prozent der alternativen Armbänder sind schlicht und ergreifend Müll. Zum Beispiel von 4 Nachahmer-Milanaise-Armbändern ist eines akzeptabel: Bei einem gab es sofort Hautausschlag, ein weiteres sieht teilweise matt aus und bei einem anderen waren die Passungen grauenhaft.

Techniker70

Bessere Korrektur

Verflixte Schreibung, c't 18/17, S. 130

Die Rechtschreibprüfung in LibreOffice kann wesentlich aufgewertet werden, wenn man die Textprüfung für Grammatik, Stil und Rechtschreibung „LanguageTool“ integriert. LanguageTool ist Open Source und kostenlos und scheint mir auch leistungsstark zu sein. Mich würde interessieren, wie sich LibreOffice im Vergleich schlägt, wenn man mit LanguageTool arbeitet.

Peter Müßig ✓

LanguageTool gibt es auf der LibreOffice-Website als Extension zum Download. Im Nachtest korrigierte es mehr Fehler als die Standard-Rechtschreibprüfung von LibreOffice, da LanguageTool auch den Kontext einbezieht. An Word, Papyrus Autor und TextMaker reichten die Ergebnisse aber bei weitem nicht heran.

Wechselakkus sind besser

Powerbanks für Smartphones, Tablets und Notebooks, c't 17/17, S. 120

Was mich verwundert, ist, dass Sie nicht vorschlagen, einfach Ersatzakkus mitzunehmen. Für mein Samsung Galaxy S4 habe ich immer welche auf Reisen dabei. Laden dauert nur einen Neustart und die Gewichtersparnis sowie der erhöhte Wirkungsgrad sprechen dafür. Blöderweise wird bei Handys (iPhone) der Akku aber gerne fest verbaut und man muss den umständlichen Weg (Powerbank) nehmen. Sonnige Grüße aus Kroatien.

Alois Riedel ✓

Ergänzungen & Berichtigungen

.de statt .com

Parkschein-App, c't 18/17, S. 54

Die Adresse der Anbieterseite ist <https://easypark.de>.

FuAG, TKG und EMVG statt FTEG

Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit Spionage- und Sabotage-Gadgets, c't 18/17, S. 78

Das im Schlussteil des Artikels erwähnte Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) ist durch das Funkanlagengesetz (FuAG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1947) ersetzt worden. Dieses fasst die Richtlinie 2014/53/EU (Radio Equipment Directive, RED) in deutsches Recht. Diejenigen Bestimmungen des FTEG, die für Telekommunikationsendgeräte noch benötigt werden, sind ins Telekommunikationsgesetz (TKG) überführt worden.

Den gesetzlichen Rahmen zur elektromagnetischen Verträglichkeit bildet jetzt die am 22. Dezember 2016 in Kraft getretene Neufassung des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit

von Betriebsmitteln (EMVG), welches die Richtlinie 2014/30/EU in deutsches Recht umsetzt.

Obgleich die im Artikel angesprochenen Anforderungen jetzt auf anderen gesetzlichen Grundlagen stehen als zuvor, bleiben sie als rechtliche Hürden für den Import von Geräten nach Deutschland für den Handel damit und für die Inbetriebnahme verbindlich.

Neuer Tastencode für Raspi

Google Assistant mit dem Raspberry Pi nutzen, c't 17/17, S. 86

Wenn Sie Raspbian Stretch als Basis verwenden, heißt der Stumm-Tastencode für den Triggerhappy-Daemon nicht mehr KEY_MININTERESTING, sondern endlich korrekterweise KEY_MUTE. Zudem wird der Daemon nun direkt über einen systemd-Service gestartet. Daher muss man den Benutzer, mit dessen Rechten Triggerhappy läuft, in der Service-Datei ändern. Kopieren Sie diese zunächst um:

```
sudo cp /lib/systemd/system/ \
triggerhappy.service \
/etc/systemd/system
```

Anschließend bearbeiten Sie die Datei /etc/systemd/system/triggerhappy.service und ändern in der Zeile, die mit ExecStart beginnt, den Benutzernamen von nobody in pi.

Misère-Strategie

Das NIM-Spiel und der Trick mit den binären Zahlen, c't 17/17, S. 132

Bei der Beschreibung der NIM-Variante „Misère“, bei der der Nehmer des letzten Stäbchens verliert, hat sich ein Fehler eingeschlichen: Obwohl Standard-NIM und „Misère“ ein exakt entgegengesetztes Gewinnziel haben, verhalten sich die Strategien nicht spiegelbildlich zueinander. Vielmehr spielt man „Misère“ zunächst nach der Standard-NIM-Strategie, man überlässt dem Gegner also jeweils ein Ergebnis von (0000)2 in der Tabelle. Das gilt so lange, bis durch einen eigenen Zug nur noch mehrere Reihen mit je einem Stäbchen entstehen können (also keine Zweier, Vierer und Achter mehr in der Tabelle stehen). Dann schaltet man um und achtet darauf, dass man dem Gegner in jedem Fall eine ungerade Anzahl solcher Einergruppen überlässt: Es muss dann (und nur dann) unterm Strich (0001)2 stehen.

Anzeige

Anzeige



Neuro-Prozessoren

Hot Chips Symposium 2017

Auf dem diesjährigen Hot Chips Symposium drehte sich wieder einmal alles um Prozessoren – vom IoT-Prozessor mit wenigen Mikrowatt über Microsofts Scorpio-Chip für die Xbox One X und Spezialprozessoren für neuronale Netze bis hin zu smarten Netzwerk-Controllern.

Von Florian Müssig

Den größten Bedarf an Rechenleistung haben derzeit Unternehmen, die auf Machine Learning setzen: Die dafür verwendeten neuronalen Netze erfordern sowohl beim Training als auch bei der Anwendung viel Performance. Häufig kommen dafür GPUs von Nvidia zum Einsatz, weil sie immerhin schneller als Standardprozessoren und in großen Stückzahlen verfügbar sind.

Geht es jedoch nach Firmen wie Thinci, werden GPUs bald durch Spezialprozessoren für neuronale Netze abgelöst – ähnlich wie GPUs den CPUs die Berechnung von 3D-Welten abgenommen haben. Thincis Graphenprozessor soll auf Task-, Thread-, Daten- und Instruktionsebene parallel arbeiten können. Dabei ist es Funktionseinheiten egal, ob sie mit 8-, 16- oder 32-bittigen Integer- beziehungsweise 32- oder 64-bittigen Fließkommawerten gefüttert werden.

Der Chip soll im 28-nm-Verfahren bei TSMC vom Band laufen und zwei Betriebsmodi unterstützen, nämlich entweder als PCIe-Zusatzkarte oder als SoC mit integrierten ARM-Kernen. Im SoC-Betrieb soll er Simulationen zufolge gerade einmal 2,5 Watt verbraten.

Einen Gegenentwurf stellte Wave Computing vor: Sein Datenflussprozessor

alias DPU hat 2¹⁴ einzelne Rechenwerke, die asynchron mit über 6 GHz laufen. Laut Wave würde eine zentrale Taktverteilung bei so vielen Rechenwerken enorme Energiemengen verschlingen. Berechnungen sollen in Wellen durch den Chip laufen. Dadurch kann im Optimalfall auf das Zwischenspeichern in Registern verzichtet werden: Der Output eines Rechenwerks landet unmittelbar als Input im nächsten Rechenwerk.

Wave-CTO Chris Nicol verwies auf das Early-Access-Programm, über das Interessenten schon vor dem eigentlichen Marktstart DPU-Server beziehen können. In diesen sind dann immer vier DPUs über einen FPGA-Interconnect zu einem Einschub verbunden, dem 32 GByte HBM-Speicher und 512 GByte DDR4-RAM zur Seite stehen. Ein kompletter Server-Knoten nimmt 16 Einschübe auf, sodass 64 DPUs zusammenarbeiten. Das als KI-Benchmark benutzte AlexNet soll sich auf solch einem Knoten

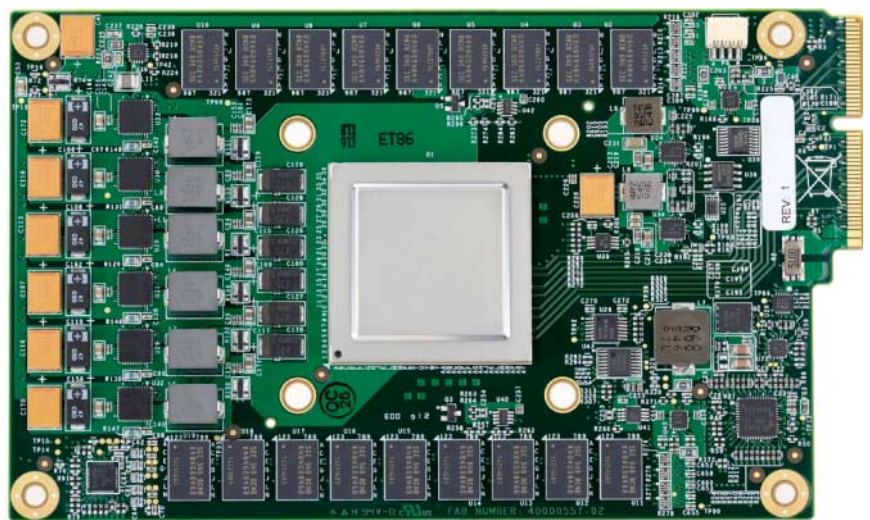
mit dem ImageNet-Bildersatz in nur 40 Minuten trainieren lassen.

Chips von gestern ...

Spezialprozessoren, die gezielt zur Beschleunigung von neuronalen Netzen entwickelt wurden, sind an sich nichts Neues – allerdings geschah viel Prozessorentwicklung bisher im Geheimen. So hat Google bereits seit 2015 seine TPU (Tensor Processing Unit) im Einsatz. Googles Cliff Young erklärte die Hintergründe, warum Google überhaupt selbst Hardware entwickelt hat.

Anno 2013 sah man sich mit einem Skalierungsproblem konfrontiert: Selbst wenn alle Android-Nutzer nur drei Minuten pro Tag ihrem Smartphone Sprachbefehle gegeben hätten, hätte Google dafür seine weltweiten Serverbestände mindestens verdoppeln müssen. Trotz hoher Entwicklungskosten war die eigene Hardware also insgesamt immer noch günstiger, zudem sie nicht auf Spracherkennung beschränkt war: Neuronale Netze werden von Google etwa auch bei der Bilderkennung, bei Übersetzungen und beim Sortieren von Suchergebnissen benutzt.

Das TPU-Projekt wurde sehr schnell umgesetzt: Zwischen Projektbeginn und dem Einsatzstart in den Rechenzentren vergingen gerade einmal 15 Monate. Dabei half sicherlich, dass Google das Trainieren von neuronalen Netzen erst einmal ausgeblendet hatte und sich auf die Anwendung fokussierte – ergo konnte man sich auf Integer-Arithmetik beschränken (siehe auch S. 24). Und weil viel



Google stellte seine TPU für neuronale Netze auf dem diesjährigen Hot Chips Symposium en détail vor, doch in seinen Rechenzentren läuft längst dessen Nachfolger TPU2. Details zu diesem Chip rückte Google nicht heraus.



Microsoft hatte den Scorpio-Chip der Xbox One X mitgebracht.

Speicher nötig war, nehmen die im Chip integrierten Puffer mehr Die-Fläche ein als die eigentliche Matrix-Multiply-Einheit (35 zu 24 Prozent).

Trotz der Puffer und zusätzlichen 8 GByte DDR3-Speicher hat sich herausgestellt, dass die TPU in den meisten Fällen ihre Rechenpower nicht voll ausfahren konnte, weil die Speicherbandbreite zum Flaschenhals wurde. Young verneinte allerdings die Nachfrage, ob Google daraufhin eine überarbeitete TPU-Variante in Angriff genommen hätte: Man habe zu dem Zeitpunkt bereits an der TPU2 gearbeitet, die auch das Training von neuronalen Netzen beherrsche. Fragen zur TPU2 blockte Young konsequent ab – vielleicht erfährt man ja in ein paar Jahren Details zu ihr, wenn in Googles Rechenzentren bereits eine TPU3 arbeitet ...

... für heute ...

Microsofts John Sell hatte zur Hot Chips „seinen“ Scorpio-Chip mitgebracht, das Herzstück der ab 7. November erhältlichen Spielekonsole Xbox One X. Zum großen Teil bestätigte sein Vortrag die Informationen, die bereits vor etlichen Monaten an die Öffentlichkeit geraten sind.

John Sell garnierte seinen Vortrag allerdings mit vielen kleinen Details. So hat der Chip, den TSMC mit 16 nm FinFET+ fertigt, vier Shader-Arrays mit jeweils 11 Compute Units. Genutzt werden pro Array aber nur jeweils 10 Units: Die elfte ist als Ersatz einkalkuliert. Solche „Opfer“-Einheiten sind bei großen Chips – der Scorpio-Chip misst 359 mm² und umfasst 7 Milliarden Transistoren – keine Seltenheit; sie dienen dazu, Fertigungsfehler auszugleichen und dadurch die Chipausbeute zu erhöhen.

Um Latenzen zu minimieren und Bandbreiten zu erhöhen, wurden an vielen Stellen größere Caches und TLBs eingebaut; der Speicher-Controller spricht

nun GDDR5- statt DDR3-Speicher an. Die Xbox One X enthält 12 GByte Speicher; DevKits für Entwickler haben sogar 24 GByte. Das vormals in der One-Familie verwendete ESRAM wurde ersatzlos gestrichen: Es konnte sein angedachtes Potenzial nie voll entfalten. HBM2 hat sich Microsoft während der Entwicklung ebenfalls angesehen, aber verworfen: zu komplex, zu teuer.

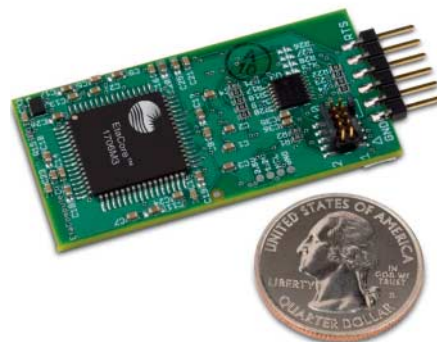
Während andere Prozessoren je nach Umgebung oder Kühlsystem leicht unterschiedliche Performance liefern, war es Microsoft wichtig, dass alle Konsolen für Multiplayerspiele eine exakt gleiche Rechenleistung erzielen. Um dennoch je nach Einsatzzweck den Lüfterlärm gering zu halten, passt Scorpio die Taktfrequenzen der Shader-Einheiten laufend an den aktuellen Bedarf an. Power Gating, also das Abtrennen einzelner Funktionsblöcke, ist bei den Shader-Arrays hingegen nicht vorgesehen.

... und für morgen

Software Defined Networks, kurz SDN, sind bei Netzwerkausrüstern der letzte Schrei: Netzwerkkomponenten sollen sich je nach individueller Programmierung anders verhalten. Inzwischen haben mehrere Firmen begonnen, Netzwerk-Controller zu entwickeln, die sich mehr oder minder direkt mit Programmen der SDN-Programmiersprache P4 füttern lassen.

Barefoot Networks hat den 16-nm-Chip Tofino im Angebot, der bis zu 1,3 Millionen IPv4-Routen unterstützt. Er bedient wahlweise 65 100-Gbit/s-, 130 50-Gbit/s- oder 260 25-Gbit/s-Ports. Ein Port kann dediziert zur Konfiguration abgestellt werden; alternativ lässt sich eine Kontroll-CPU auch per PCIe 3.0 x4 anbinden.

Xilinx propagiert wiederum seine grundsätzlich vielseitig einsetzbaren FPGA-Chips für P4-Lösungen. Für die UltraScale+-Familie gibt es einen Compiler,



Der EtaCore M3 läuft bei geringen Versorgungsspannungen ab 0,25 Volt.

der P4 in das hauseigene SDNet-Format übersetzt, das ohne zusätzliche Verifizierungen auskommt.

Netronome lockt bei seinen Netzwerkchips der NFP-4000-Serie mit bis zu vier unabhängigen PCIe-3.0-x8-Links. In Servern mit mehreren CPU-Sockeln kann der Chip so an jede CPU einzeln angebunden werden und Daten direkt in ihren Arbeitsspeicher schreiben – ganz ohne NUMA-Komplikationen.

IoT-Controller

Das Start-up Eta Compute hatte einen besonderen Cortex-M3-Mikrocontroller im Gepäck: Der EtaCore M3 arbeitet bei Versorgungsspannungen von 0,25 V bis 1,2 V. Damit lässt er sich ohne zwischengeschaltete Pufferelektronik oder Akkus direkt von Solarzellen versorgen – sogar in Innenräumen.

Die Stromspar-Philosophie von Eta unterscheidet sich stark von der etablierter Chips: Statt anstehende Aufgaben so schnell wie möglich abzuarbeiten und danach wieder im Sparmodus zu schlummern, arbeitet der EtaCore M3 durchgängig. Der Clou: Je niedriger die Versorgungsspannung, desto niedriger taktet der Chip. Am Minimum von 0,25 Volt schafft der Chip nur noch 260 kHz, verbraucht aber dann auch weniger als 8 µW. Das ist laut Eta nur ein Fünftel dessen, was herkömmliche M3-Controller verbraten, die zudem vergleichsweise viel Energie beim Aufwachen und Einschlafen verlieren.

SiFive hat die Hot Chips dafür genutzt, sein Geschäftsmodell rund um die lizenzfreie Prozessorarchitektur Risc-V vorzustellen: Man arbeitet schlicht als Mittelmann. SiFive hat IP-Blöcke rund um Risc-V im Angebot, aus denen man sich selbst einen individualisierten Mikrocontroller zusammenstellen und bei SiFive in Auftrag geben kann. Den weiteren Prozess, also die Zusammenarbeit mit einer Foundry zur eigentlichen Chipfertigung, übernimmt SiFive; als Auftraggeber bekommt man am Ende die gewünschte Stückzahl getesteter Chips zurück.

Einige Details rund um SiFive muten allerdings kurios an. So gibt es keine IP-Blöcke für Embedded Flash, obwohl dies kein ungewöhnlicher Wunsch bei einem Mikrocontroller wäre. Hinzu kommt, dass SiFive die IP von Sicherheits-Coprozessoren und zugehörige Dienstleistungen von Rambus durchreicht – einer Firma, die jetzt nicht gerade zum Open-Source-Ansatz von Risc-V passt. (mue@ct.de) **ct**



Moderner Notizblock

Samsung Galaxy Note 8 mit Doppelkamera und Stift

Samsung hat das Galaxy Note 8 präsentiert und die Probleme des Vorgängers sind Vergangenheit. Stattdessen lässt das High-End-Smartphone kaum Wünsche offen und gibt Freunden der Stiftbedienung endlich ein modernes Gerät in die Hand. Kurz ausprobieren konnten wir das Phablet bereits.

Von Hannes A. Czerulla

Endlich wieder ein Smartphone mit Stift: Das Galaxy Note 5 wurde nur außerhalb Europas angeboten, das Note 6 existierte aus Marketinggründen nicht und das Note 7 scheiterte nach spontanen Selbstentzündungen.

Die Verwandtschaft zum Galaxy S8+ verrät bereits die Ausstattungsliste und auch äußerlich gleichen sich die Geräte. Das OLED-Display des Note 8 dominiert die Front, ober- und unterhalb davon besteht nur ein wenige Millimeter messender Rand; rechts und links scheint wegen der nach hinten gebogenen Bildschirmseiten überhaupt kein Rahmen zu existieren.

Mit 6,3 Zoll Diagonale ist die Anzeige nicht spürbar größer als die des S8+ mit 6,2 Zoll. Seine Auflösung von 2960 × 1440 („Quad-HD+“) stimmt überein, das Seitenverhältnis 18,5:9 ebenfalls. So kann das Note 8 16:9-Inhalte zeigen und gleichzeitig die Android-Tasten am Display-Rand einblenden. Eine Home-Taste sucht man entsprechend vergebens.

Stift und Doppelkamera

Wieder mit dabei ist der induktive Stift samt dazugehöriger Spezial-Software. Wie bei den Vorgänger-Modellen steckt der „S Pen“ in einem Schacht im unteren Gehäuserahmen, solange man ihn nicht benutzt. Mit 0,7 Millimetern ist die Spitze des Stifts so dünn wie die eines Kugelschreibers. Somit eignet er sich so gut wie kein anderer Stylus zum Schreiben. Dank kaum vorhandener Eingabeverzögerung und hoher Präzision schrieb es sich im Kurztest so gut wie mit einem echten Stift.

Samsung hat zwei vollwertige einzelne Digitalkameras mit jeweils eigenem Sensor, eigener Optik und optischem Bildstabilisator nebeneinander eingebaut. Beide nehmen 12 Megapixel auf, aber die

eine mit Smartphone-typischem Weitwinkel und einer maximalen Blende von $f/1,7$ und die andere Kamera mit leichtem Tele – Samsung spricht von 2-fach – und einer Blende von $f/2,4$.

Die Kameras arbeiten im Verbund und können dadurch einen künstlichen Bokeh-Effekt erzeugen. Dessen Intensität bestimmt man während der Aufnahme per Schieberegler und kann ihn auch im Nachhinein ändern.

Im Kurztest funktionierte die künstliche Nachbearbeitung bis etwa zur mittleren Einstellung sehr gut. Doch umso höher man den Regler drehte, umso eher wurden Objekte unscharf, die sich eigentlich im Vordergrund befanden und andersherum. Auch verursachen besonders feine Objektkonturen (Beispiel: Pflanzen oder Haare), Gegenlicht und Spiegelungen Probleme – wie bei den Konkurrenten iPhone 7 Plus und OnePlus 5 mit ähnlicher Kameratechnik.

Zwar ist die Assistenten-Software Bixby mittlerweile auch hierzulande per Sprache steuerbar, doch bislang versteht sie nur Englisch und Koreanisch. Obwohl Google bereits Android 8 freigegeben hat, läuft auf dem Note 8 noch Android 7.1.1. Fürs Update steht noch kein Termin fest.

Da auf der Vorderseite kein Platz mehr ist, wandert der Fingerabdrucksensor wie beim S8+ auf die Rückseite. Die mit dem Galaxy Note 7 eingeführte Iris-Erkennung ist ebenfalls mit an Bord.

Sowohl Galaxy Note 8 als auch S Pen sind nach Schutzart IP68 gegen Staub und Wasser geschützt. Laden kann das Smartphone über einen Typ-C-Anschluss oder kabellos. Als Prozessor setzt Samsung hierzulande den hauseigenen Exynos 9 (8895) ein, der auch im Galaxy S8+ zum Einsatz kommt und im 10-nm-Verfahren gefertigt wird. Der fest eingebaute Akku ist mit 3300 mAh etwas kleiner als der im Galaxy Note 7 – eventuell eine Folge des Akku-Debakels. Dank Bluetooth 5.0 kann man auch zwei kabellose Lautsprecher oder Kopfhörer gleichzeitig mit dem Telefon verbinden. 6 GByte ist das RAM groß, 64 GByte der Flash-Speicher; außerdem passt eine microSDXC-Karte mit in den SIM-Slot.

Hierzulande wird es das Note 8 in Schwarz und Gold für 999 Euro geben. Bei Samsung und einigen Händlern kann man es bereits vorbestellen und bekommt dafür die Desktop-Station DeX dazu. Ab 15. September werden die Geräte dann ausgeliefert. Eine Dual-SIM-Variante gibt es für den gleichen Preis exklusiv im Online-Store des Herstellers. (hcz@ct.de) **ct**

Update beschädigt VHD-Boot-Systeme

Wer Windows 10 in einer VHD-Boot-Umgebung betreibt (siehe c't 2/17, S. 88) und derzeit noch die vorige Ausgabe des Systems verwendet (Version 1607, Anniversary Update), sollte beim Upgrade auf die derzeit aktuelle Version 1703 (Creators Update) Vorsicht walten lassen: Es könnte die Aktivierung der Installation irreparabel beschädigen.

Eine solche Aktualisierung gelingt nämlich nur mit einem Trick: Man startet die VHD-Datei vorübergehend nicht per VHD-Boot, sondern in einer virtuellen Maschine (VM), weil der Versions-Upgrade-Mechanismus per VHD-Boot nicht funktioniert (siehe c't 2/17, S. 94).

Läuft das System nun in einer VM, ist der übliche Weg zum Creators Update, es einfach per Windows Update zu installieren. Dabei wird das jeweils aktuelle kumulative Update gleich mitinstalliert. Derzeit hebt es die Versionsnummer des Creators Update auf 15063.540 an. Und genau dabei wird die Aktivierung offenbar so zerschossen, dass sie sich nicht wiederherstellen lässt – angeblich bestehe keine Internetverbindung. Nicht einmal in der Eingabeaufforderung per `slmgr -ipk <Lizenzkey>` geht es. Windows behauptet dann steif und fest, der Schlüssel sei ungültig.

Abhilfe schafft ein Offline-Upgrade, das zunächst die Basisversion des Creators Update installiert (Versionsnummer 15063.0). Laden Sie dazu mit Microsofts Media Creation Tool eine ISO-Datei für ein Setup-Medium herunter, binden Sie es in die VM ein, trennen Sie die Internetverbindung und starten Sie das Upgrade, indem Sie die Datei `setup.exe` aus dem laufenden virtuellen Windows heraus aufrufen. Ist das Upgrade durchgelaufen, hängen Sie die VHD-Datei wieder aus der VM aus. Starten Sie per VHD-Boot, verbinden Sie das System wieder mit dem Internet und lassen Sie Windows Update den jüngsten kumulativen Patch installieren.

Nach unseren Erfahrungen bleibt bei diesem Vorgehen die Aktivierung erhalten. Eine Anfrage von c't zu der Problematik hat Microsoft bis Redaktionsschluss nicht beantwortet. Wer Windows 10 als VHD-Boot-Installation betreibt, ist bis auf Weiteres gut beraten, auf Nummer sicher zu gehen und Versions-Upgrades offline einzuspielen. (axv@ct.de)

Media Creation Tool für Windows 10: ct.de/y6wr

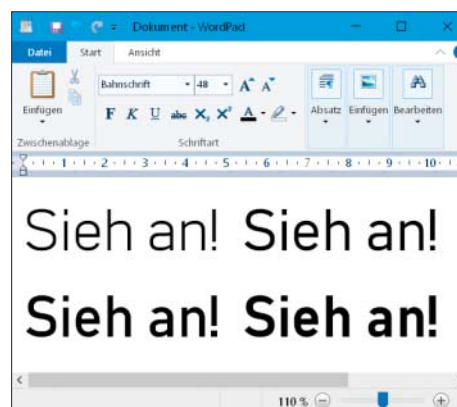


In einer sehr speziellen Situation schafft es die Windows-Update-Funktion, die Aktivierung von Windows 10 so zu demolieren, dass sie nicht wiederherstellbar ist.

OpenType Variable Font im nächsten Windows 10

Vor rund einem Jahr haben Adobe, Apple, Google und Microsoft den Schriftstandard OpenType in Version 1.8 mit einer Unterstützung für Variable Fonts versehen. Die Erweiterung erlaubt es, in einer einzigen Schriftdatei diverse Schriftschnitte zusammenzufassen, die sich ohne Veränderung der Laufweite einsetzen lassen.

In der Vorabversion mit der Build-Nummer 16273 des für September oder Oktober 2017 erwarteten Windows 10 Fall Creators Update liefert Microsoft nun seinen ersten Variable Font „Bahnschrift“ mit. Es handelt sich dabei um Microsofts Interpretation der Schriftart DIN 1451, die hierzulande vor allem von Autobahnschildern und sonstigen Verkehrszeichen bekannt ist. (jss@ct.de)



Microsofts erster OpenType Variable Font in Aktion: Trotz wachsender Schriftstärke bleibt die Laufweite erhalten.

ReFS eingeschränkt

Mit jeder neuen Version von Windows 10 kommen nicht nur neue Funktionen hinzu, sondern fliegen auch veraltete Features raus. Der Großteil solcher Änderungen fällt kaum auf; bei dem für September oder Oktober 2017 erwarteten Fall Creators Update (Version 1709) schränkt Microsoft allerdings auch die Verfügbarkeit des recht neuen Dateisystems ReFS ein. Ließen sich Volumes bislang unter allen Editionen von Windows 10 mit ReFS formatieren – selbst mit der Home-Edition –, soll das ab Version 1709 nur noch mit der neuen Edition „Pro für Workstation“ sowie mit Enterprise klappen. Der Zugriff auf ReFS-Laufwerke soll weiterhin mit allen Editionen möglich sein, sowohl lesend als auch schreibend.

Eine vollständige Liste der für das Fall Creators Update geplanten Streichungen hat Microsoft in seiner Admin-Wissenssammlung TechNet veröffentlicht (siehe ct.de/y6wr). Der Hersteller unterscheidet dabei zwischen Funktionen, die mit der neuen Ausgabe direkt rausfliegen („removed“) und solchen, die als veraltet gelten und vermutlich mittel- bis langfristig in einer späteren Version von Windows 10 entfernt werden („deprecated“). (jss@ct.de)

Streichkandidaten im Fall Creators Update: ct.de/y6wr

Ambilight-TV mit OLED oder Quantenpunkten

Die Farben in den LCD-TVs der Serie 8602 von Philips werden ab sofort mit Quantenpunkten im Backlight optimiert. Seinem OLED-Fernseher aus der Serie 9 stellt Philips ein 65-zölliges Modell zur Seite. Sowohl das OLED- als auch die beiden LCD-TVs nutzen Android TV als Betriebssystem und können kontraststarkes HDR10 wiedergeben. Die LCD-TVs sollen eine Spitzenleuchtdichte von 1100 cd/m² erreichen und den DCI-P3-Farbraum zu 98 Prozent abdecken. Für den rahmenlosen OLED-Fernseher nennt Philips eine Spitzenhelligkeit von 900 cd/m² – für organische Displays ein ungewöhnlich hoher Wert.

Für den besseren Ton hat der Hersteller Lautsprecher unter dem Display (LCD-TVs) beziehungsweise im Standfuß (OLED-TV) untergebracht. Alle drei nutzen die Philips-eigene Rundumbeleuchtung, jeweils als dreiseitiges Ambilight. Die LCD-TVs aus der 8602er-Reihe sollen ab Oktober (55 Zoll) beziehungsweise ab November (65 Zoll) erhältlich sein, das 65-zöllige OLED-TV ist für das erste Quartal 2018 angekündigt. Preise nennt Philips noch nicht. (uk@ct.de)

Philips: Halle 22



Philips optimiert die Farben seiner LCD-TVs der 8602-Serie jetzt mit Quantenpunkten.

LG setzt auf Dolby Vision

UHD-Fernseher, die Videobilder im dynamischen HDR-Format Dolby Vision wiedergeben können, hat LG Electronics bereits seit einiger Zeit im Sortiment. Mitte August veröffentlichte der Konzern auch das passende Firmware-Update für seinen ersten UHD-Blu-ray-Player UP970. Auf der IFA dürfte der LG-Player auch bei anderen Ausstellern zum Einsatz kommen. So will Yamaha mit Dolby und LG auf der IFA ein perfekt ausgestattetes Heimkino mit einem Dolby-Atmos-Soundsystem mit 7.2.4 Kanälen präsentieren. Für das passende Bild sorgt ein 86-Zoll-Bildschirm von LG mit Dolby Vision. (nij@ct.de)

LG: Halle 18, Stand 101

Yamaha: Halle 1.2, Stand 101

Soundbar für Dolby Atmos



Sonys Soundbar HT-ST5000 beherrscht Dolby-Atmos und gibt virtuelle Geräusche von der Decke wieder.

In Sachen 3D-Sound, bei dem zusätzlich zum üblichen 5.1- oder 7.1-kanaligen Raumklang auf Ohrhöhe auch Geräusche aus Lautsprechern (oder virtuell) von der Decke kommen, war Sony kein Vorreiter: Erst im Frühjahr 2017 brachte das Unternehmen mit dem Modell STR-DN1080 seinen ersten AV-Receiver mit Unterstützung für Dolby Atmos und DTS:X auf den deutschen Markt. Nun will der Konzern aber Gas geben: mit einer Dolby-Atmos-zertifizierten Soundbar samt kabellos verbundenem Subwoofer, die mittels Direkt- und Reflexionsschall die Zuschauer mit einem 7.1.2-Sound umhüllt. Die HT-ST5000 genannte Soundbar unterstützt hochauflösendes Audio (Hi-Res Audio), das Streaming über den Musikdienst Spotify und von anderen Geräten per Bluetooth und integriertem Chromecast. Damit dürfte es zum Vorzeigobjekt von Sony auf der IFA werden.

In einem kurzen Probelauf im c't-Labor gab die laut Liste rund 1500 Euro teure HT-ST5000 Dolby-Atmos-Aufnahmen mit einer breiten Stereofront und klar vernehmbaren Sound von der Decke wieder. Wie von Sony versprochen, ließ sich dabei auch zwischen dem linken und rechten Höhenkanal unterscheiden. An Atmos-Systeme mit vier Deckenlautsprechern kommt die Lösung erwartungsgemäß aber nicht heran. Der Rundumklang aus dem Rückraum bei der HT-ST5000 hängt sehr stark vom Hörraum ab: Werden Schallwellen beispielsweise durch einen schweren Vorhang geschluckt, entsteht hinten schnell ein „akustisches Loch“.

Überraschenderweise unterstützt die Soundbar keinen DTS-Ton – und zwar weder die 3D-Version DTS:X noch den Grund-Codec. Da (UHD-)Blu-ray-Player das Grundformat dekodieren und als Mehrkanal-PCM-Ton über HDMI weitergeben können, erhält man bei der Wiedergabe von DTS-Spuren üblicherweise dennoch Mehrkanal-Ton. Apropos HDMI: Die HT-ST5000 hat drei HDMI-Eingänge und einen HDMI-Ausgang mit Audio Return Channel (ARC), über die sich auch 4K-Signale mit Schnittstellenschutz HDCP 2.2 leiten lassen. High-Resolution-Audiodateien lassen sich über den integrierten USB-Port direkt vom Stick wiedergeben. (nij@ct.de)

Sony: Halle 20, Stand 101

Gaming-Displays von LG

Die VA-Panels der beiden neuen 32-Zoll-Displays von LG frischen ihre 2560 × 1440 Pixel bis zu 144 Mal pro Sekunde auf. Per Übertaktungsfunktion sollen 165 Hz möglich sein. Damit das Bild nicht ruckelt oder zerreißt, können sie ihre Bildwiederholrate dynamisch an die Grafikkartenausgabe anpassen: Der LG 32GK850G unterstützt Nvidias G-Sync, der 32GK850F AMDs FreeSync – in welchen Frequenzbereichen, verrät LG nicht. „Dynamic Action Sync“ verringert zudem die Latenz.

Beide Monitore können HDR-Bilder wiedergeben (High Dynamic Range) und sollen so einen besonders hohen Dynamikumfang erreichen. Das ist bei einer maximalen Helligkeit von 350 cd/m² allerdings nur begrenzt möglich. LEDs an der Gehäuserückseite beleuchten wie bei Philips' Ambilight die Wand hinter dem Monitor farblich passend zum Bildschirminhalt.

Der 27-Zöller LG 27GK750F zeigt 1920 × 1080 Pixel, taktet mit bis zu 240 Hz und nutzt AMDs FreeSync. Ein Blinking Backlight soll Bewegungsunschärfen in Spielen reduzieren. LG will die Gaming-Monitore im Januar 2018 in Deutschland anbieten, die Preise stehen noch nicht fest. (bkr@ct.de)

LG: Halle 18, Stand 101



LGs 32-Zoll-Displays sollen Wiederholraten von 165 Hz erreichen.

Preiswerte VR-Brillen

Das „Windows Mixed Reality“-Headset von Acer hat die Raumtracker eingebaut, funktioniert aber ansonsten wie eine herkömmliche VR-Brille.



Auf der IFA wird man aller Voraussicht nach die ersten fertigen „Windows Mixed Reality“-Headsets ausprobieren können. Bei den Headsets handelt es sich um preiswerte Virtual-Reality-Brillen, die man wie Oculus Rift oder HTC Vive an einen leistungsstarken Gaming-PC anschließen muss.

Anders als die Rift und die Vive orientieren sich die Microsoft-Headsets im Raum über eine in der Brille integrierte Kamera; externe Tracker benötigt man nicht. Das funktioniert ordentlich – jedenfalls wenn man keine Hand-Controller verwendet: Diese werden prinzipbedingt mit Microsofts „Inside-Out“-Tracking nur erkannt, solange sie sich innerhalb des Kamera-Sichtfelds befinden.

Acer (und womöglich auch Dell, Lenovo und HP) präsentieren ihre Versionen des Windows-Headset auf der IFA. Die Entwickler-Edition des Microsoft-Headsets kostet in der Variante von Acer 300 US-Dollar, ein europäischer Preis steht noch nicht fest. Zum Vergleich: Oculus Rift kostet zurzeit inklusive Hand-Controllern 450 Euro, ein komplettes HTC-Vive-System 700 Euro; der leistungsstarke PC kommt bei allen Systemen oben drauf. (jkj@ct.de)

Acer: Halle 12, Stand 107

Anzeige

Multi-Zellen-WLAN



Netgear Orbi SRK60 spannt in Firmen ohne LAN-Backbone drei logisch getrennte WLANs über mehrere Basen auf.

Netgear war auf der IFA 2016 mit Orbi der Pionier bei WLAN-Verteilern, die größere Gebäude trotz fehlender LAN-Infrastruktur abdecken können. Nun bringt das Unternehmen mit Orbi Pro sein erstes System für kleine Firmen und Selbstständige heraus. Anderen WLAN-Verteilern hat die große Orbi-Variante RBK50 ein separates, besonders flottes WLAN-Modul für das Funk-Backbone (Verteilernetz) voraus, was den Durchsatz erhöht.

Orbi Pro führt Multi-SSID-Betrieb mit drei logisch getrennten WLANs ein, die man etwa für Praxis oder Kanzlei, Gäste und Privat nutzen und so gesetzliche Anforderungen zur Datentrennung erfüllen kann. Die übrigen technischen Daten entsprechen dem in c't 1/17 getesteten Orbi RBK50; Orbi Pro ist aber nicht dazu kompatibel. Ob Orbi Pro mehr als 3 SSIDs unterstützt, ob man diese auch in VLANs leiten kann und was das Kit SRK60 kostet, will Netgear auf der Messe verraten. (ea@ct.de)

Netgear: Halle 3.2, Stand 202

WLAN übers Stromnetz

Manchmal haben reine WLAN-Verteiler wie Netgear Orbi wegen dicker Wände schlechte Karten. Dann kann Datenübertragung übers Stromnetz (Powerline) ein besseres Backbone zur Verknüpfung der Verteilernetze sein. Devolo hat übergreifende Konfiguration mehrerer WLAN-Basen mit seiner Wifi-Move-Technik schon länger im Angebot. Im Oktober will der Aachener Hersteller seine Adapter dLAN-1200+ Wifi per kostenlosem Firmware-Upgrade mit „Smart Wifi“ ausstatten. Es bringt verbessertes Roaming (glatterer Wechsel der Clients zwischen den WLAN-Basen) sowie Airtime Fairness und Band Steering. Ersteres bremst langsame Clients ein wenig aus, damit die schnellen nicht verhungern. Letzteres leitet dualbandfähige Clients bevorzugt ins 5-GHz-Band. Beides steigert den Summendurchsatz in der Funkzelle. (ea@ct.de)

Devolo: Halle 6.2, Stand 129



Devolo nutzt bei seinen Adaptern das Stromnetz als Backbone für ein verteiltes WLAN.

Fritzbox und Mesh-OS

Erstmals stattet AVM bei der Fritzbox 6890 LTE einen Router ab Werk mit zwei Internetzugängen aus. Standardmäßig baut diese Box die Verbindung über ihr xDSL-Modem auf, das laut Hersteller bis zu 300 MBit/s im Downstream schafft (Super-Vectoring 35b). Fällt DSL aus und ist das LTE/UMTS-Modem konfiguriert, schaltet die Box automatisch auf den Mobilfunk um (Failover). Dort erreicht sie ebenfalls maximal 300 MBit/s (LTE CAT6).

Die sonstige Ausstattung entspricht der Fritzbox 7590 (siehe Test in c't 15/17). Sobald DSL wieder funktioniert, wechselt die 6890 LTE darauf zurück. Sie eignet sich damit besonders für Kunden, die eine hochstabile Internetverbindung brauchen. Anders als der Speedport-Hybrid-Router der Telekom kann die 6890 LTE aber nicht beide Wege gleichzeitig nutzen, um den Durchsatz zu steigern.

Zur IFA will AVM die nächste Hauptversion seines Router-Betriebssystems fertig haben. Fritz!OS 6.90 bringt als große Neuerung AVMs „WLAN-Mesh“, das die Verknüpfung von Fritzboxen mit Repeatern verbessert. Es soll noch im September für die Fritzboxen 7590, 7580, 7560, 7490, aktuelle Repeater und die Fritz-Powerline/WLAN-Adapter erscheinen. (ea@ct.de)

AVM: Halle 17, Stand 109

Bosch Smart Home mit Sprachsteuerung

Bosch erweitert sein Smart-Home-System um weitere Hardware und eine Sprachsteuerungsoption über Alexa. Die bisher nur autark arbeitenden Sicherheitskameras 360° und Eye sollen sich über die Bosch-Smart-Home-App steuern lassen und als Trigger-Ereignis Aktionen auslösen können. Ebenfalls integriert werden vernetzte Haushaltsgeräte der Bosch-Siemens-Hausgeräte-Gruppe, die nach dem Home-Connect-Standard arbeiten. Erhältlich sind bisher Waschmaschinen, Trockner und Spülmaschinen, die ihren Betriebszustand über die Smart-Home-App anzeigen.

Damit man die Smart-Home-Komponenten nicht nur per App steuern kann, stehen mit dem Vierfach-Universalschalter für 50 Euro und dem als Fernbedienung ausgelegten Universalschalter Flex für 60 Euro zwei neue Akteure zur Wahl. Die vier Taster der Schalter zur Licht- und Rollladensteuerung lassen sich mit beliebigen Funktionen hinterlegen und können sowohl Einzelaktionen als auch komplette Szenarien auslösen. (sha@ct.de)

Bosch: Halle 3.1, Stand 101



Die Sicherheitskameras von Bosch lassen sich jetzt per App steuern.

Smartwatches von Diesel und Fitbit



Die Diesel T-ON-I läuft mit Android Wear 2.0, nutzt eine Snapdragon-Wear-2100-CPU und hat diverse Fitness-Funktionen eingebaut.

Mit der Diesel T-ON-I stellt die Fossil-Gruppe auf der IFA eine Smartwatch mit runden Display, also ohne den unten abgeflachten und geschwärzten Anzeigebereich vor. Beim Display handelt es sich sehr wahrscheinlich um ein OLED. Mit 48 x 55 mm ist die Uhr nicht gerade zierlich.

Die T-ON-I nutzt dank aktuellem Android-Wear in der Version 2.0 den Google Assistant. Sie wird per Bluetooth 4.1 (BT Low Energy) mit Android-Smartphones ab Version 4.4 gekoppelt und kann deren Musikwiedergabe steuern sowie Benachrichtigungen anzeigen. Mit iPhones ab iOS 8.2 Uhr lässt sich die Diesel-Uhr mit eingeschränktem Funktionsumfang nutzen. Angetrieben wird die T-ON-I von Qualcomms aktueller Plattform Snapdragon Wear 2100. Die Akkulaufzeit beziffert Diesel mit 24 Stunden, danach muss die Uhr ans Drahtlosladegerät. Die T-ON-I soll in Schwarz und Gold sowie mit Metall- und Lederarmbändern ab September erhältlich sein. Sie kostet je nach Band zwischen 350 und 370 Euro und ist ab dem 25. September erhältlich.

Fitbit zählt zu den Pionieren bei Fitness-Trackern. Nun stellt das Unternehmen mit der Ionic seinen ersten Tracker mit Smartwatch-Funktion vor. Die Ionic zählt unter anderem Schritte und misst die Pulsfrequenz und die Schlafqualität. Per eingebautem GPS-Empfänger und 2,5 GByte Flash-Speicher kann sie auch ohne Smartphone Läufe aufzeichnen und dabei Musik abspielen.

Die Ionic unterstützt Apps, Watchfaces und hat ein offenes SDK, mit dem Drittanbieter eigene Apps entwickeln können. Das boten bislang nur Uhren der Firma Pebble, die Fitbit vor einer Zeit aufgekauft hat. Außerdem soll die Ionic mit einer Akkuladung vier Tage durchhalten – ein Wert, von dem Besitzer einer Android-Smartwatch oder der Apple Watch nur träumen. Die Ionic soll im Oktober für 350 Euro in den Handel kommen.

(spo@ct.de)

Fossil: Halle 4.2, Stand 216

Fitbit: Halle 4.2, Stand 213

Anzeige

Prozessorgeflüster

Von Gleit-, Fest- und Flexkommata

Deep Learning, das ist definitiv en vogue, und das nicht nur bei den GPUs von Nvidia und AMD. Auf und nach der Hot-Chips-Konferenz in Cupertino gab es jede Menge weitere Hardware zu diesem Thema und zum Wettkampf der Firmen folgt nun ein Kampf der Datenformate.

Von Andreas Stiller

Seien es Projekte mit FPGAs wie BrainWave von Microsoft oder die XPU von Baidu, seien es komplett neue Chip-Designs von diversen Start-ups oder neue Produkte von den Großen der Szene wie Google und Intel – auf der Hot Chips (siehe S. 16) war in Bezug auf Deep Learning allerhand los.

Dank zahlreicher Zukäufe wird Intel auf diesem Gebiet immer mehr zu einer Art KI-Supermarkt, mit über einem halben Dutzend unterschiedlicher Hardware-Produkte im Angebot. Die liegen zum Teil wie etwa die Altera-Aria-FPGAs schon etwas länger im Regal oder sind wie Nervanas Lake Crest erst für dieses Jahr angekündigt. Zur Vervollständigung des Sortiments hat Intel derweil auch irische und israelische Produkte eingeführt, also

just aus den Ländern, in denen sich auch die größten Intel-Fabs außerhalb der USA befinden. Die im letzten Jahr aufgekaufte Firma Movidius war allerdings schon zuvor nach Kalifornien ausgewandert. Sie war auch auf der Hot Chips zugegen und zeigte ihren 1-Watt-USB-Stick mit dem Myriad-2-Chip, der etwa 100 GOPS Anwendungs-Performance (Inference) erreicht.

Und nur wenig Tage nach der Hot Chips brachte Movidius die ersten SoCs namens Myriad X heraus, die mit einer Neural Compute Engine von bis zu 1 TOPS bei Inference aufwarten können. Gedacht sind ihre SoCs für kleinere autonome Geräte wie Drohnen, Roboter oder Smart-Kameras. Der erste Myriad-X-Chip (MA2485 mit 4 GBit LPDDR4-Speicher) besitzt eine dieser Engines, die Architektur ist aber für bis zu vier mit insgesamt vier TOPS ausgelegt.

Der größte Einkaufs-Coup ist aber die inzwischen so gut wie abgeschlossene freundliche Übernahme der israelischen Firma Mobileye. Die Wettbewerbsbehörden haben sie derweil abgenickt und inzwischen nahmen auch schon über 97 Prozent der Aktionäre Intels großzügiges Kaufangebot an. Satte 15 Milliarden US-Dollar, das 45-fache des Jahresumsatzes von Mobileye im letzten Jahr, hat sich Intel die Übernahme der Firma für intelligente Kameras, Sensoren und neuronale Netzwerke für autonomes Fahren kosten lassen. Das ist immerhin mehr als zehnmal so viel, wie Peugeot für Opel bezahlt hat und nach Altera der zweitteuerste Einkauf in der Geschichte von Intel. Nach dem Partner BMW sind flugs Continental und Fiat/Chrysler aufgesprungen, um gemeinsam mit Intel und Mobileye die Ära der autonomen Autos auf Stufe 5 (Auto fährt völlig alleine) baldmöglichst einläuten zu können. 2021 soll es bei BMW so weit sein. Vielleicht sollte man ja Mobileye-Technik vorher schon bei Kriegs- und Handelsschiffen einsetzen, um Kollisionen zu vermeiden.

Aber Intel kauft nicht nur zu, sondern entwickelt zuweilen auch noch selbst, auch wenn das mitunter, wie beim Xeon Phi, etwas länger dauert.

Jetzt steht unter dem Namen Xeon Phi Knights Mill (KNM) eine Erweiterung für tiefe neuronale Netze (DNN) an; die hatte man bei der Konzeption des Xeon Phi Knights Landing so ziemlich verschlafen.

Kein fp16, sondern int16

Auf der Hot-Chips-Konferenz gab Intel Feinheiten zu den Neuerungen des Knights Mill bekannt. Dabei zeigte sich, dass ich vorab nicht aufgepasst hatte, als ich dem für neuronale Netze optimierten Prozessor die Unterstützung des „halben“ Gleitkomma-Datenformats fp16 unterschob. Doch von fp16, wie bei der Nvidia- und AMD-Konkurrenz, keine Spur: Die beiden neuen Vector Neural Network Instructions (VNNI) beziehen sich ausschließlich auf int16 und sie sind schon seit geraumer Zeit in der „Intel Architecture Instruction Set Extensions Programming Reference“ dokumentiert. Auch int8, ein anderes mögliches Zugpferd aktueller GPUs, bleibt für Knights Mill vorerst ein Fremdwort.

Intel hat vom Xeon Phi Knights Landing eine der beiden mit doppelter Genauigkeit arbeitenden Recheneinheiten (DP) pro Rechenkern abgeknappst, um Platz für insgesamt vier neu gestaltete Kombi-Einheiten freizumachen. Die können Operationen mit Single Precision Gleitkomma (SP) oder mit int16-Format über die beiden neuen VNNI-Befehle ausführen. Das sind ausschließlich FMA-Befehle (Fused Multiply-Add), die Multiplikation- und Addition gleichzeitig ausführen.

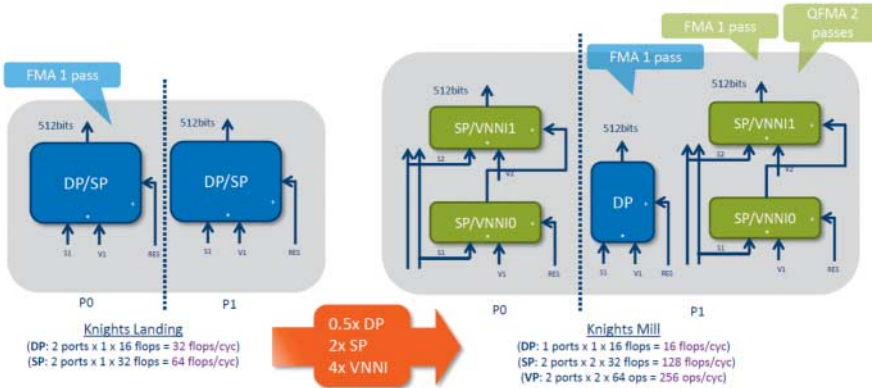
Pro Takt und Kern hat man damit zwar nur noch die halbe DP-Performance von maximal 16 Flops bei FMA, dafür bekommt man aber eine auf 128 Flops pro Takt und Kern verdoppelte SP-Performance oder gar 256 Ops pro Takt und Kern für int16. Die Zahl der Kerne bleibt



Quelle: Intel

Das erste SoC mit der Performance von einem Tera Operations per Second bei der Anwendung eines trainierten neuronalen Netzes kommt von der Intel-Tochter Movidius.

KNL vs KNM: Port comparisons



Bits von Vorteil sein, bei dynamischen Bereichen ist es dann umgekehrt. Int16 ist einfacher zu konstruieren, ist schneller und verbraucht weniger Energie. Es ist aber offenbar eher für die Anwendung denn für das Training geeignet. Google jedenfalls hat für die nächste Tensor-Unit angekündigt, das Training im Gleitkommaformat auszuführen, fürs Inferring aber auf Fixpoint zu wechseln.

Daneben gibt es noch andere Ideen für zweckmäßige Datenformate, etwa Flexpoint – ein geschütztes Warenzeichen von Nervana, ebenfalls ein Intel-Zukauf. Deren Tensor-Chip Lake Crest mit 12 Processing Cluster mit 32 GByte HBM2 und mit einer Performance in der Gegend von 55 TOPS arbeitet mit einer geschickten Mischung aus Fix- und Gleitkomma: jeder Tensor (also ein Ensemble von Vektoren) hat hierbei einen gemeinsamen Exponenten von typischerweise 5 Bit, jeder einzelne Wert besitzt eine Mantisse von 16 Bit. Das ermöglicht eine bessere Genauigkeit als mit der nur 11-bittigen Mantisse von fp16 und benötigt nur ein paar zusätzliche Bits pro Tensor.

Eine meist unterschätzte Rolle neben den Datenformaten selbst spielen aber auch die Rundungsmodi. IBM-Forscher haben gezeigt, dass bei üblichen DNN-Aufgaben 16-bittige Fixkommaformate gleichgute Ergebnisse wie 32-bittige Gleitkomma-Formate liefern können – wenn man nur den richtigen Rundungsmodus, nämlich zufällige (stochastische) Rundung wählt. Davon war bislang aber weder bei Intel, noch bei der Konkurrenz was zu hören – aber das kann man ja vielleicht irgendwoher teuer zukaufen.

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

Eine doppeltgenaue Recheneinheit des Knights Landing wurde geopfert, damit vier neue SP/VNNI-Einheiten im Knights Mill Platz finden.

wie beim Xeon Phi Knights Landing bei maximal 72. Der Takt wird vielleicht etwas höher sein.

Dabei macht die SP/VNNI-Unit nicht nur eine FMA-Operation, sondern als eine Art Mini-Tensor-Einheit führt sie in einem Rutsch gleich vier FMAs (Quad-FMA) aus, was sie sowohl mit Int16 als auch mit SP (auch fp32 genannt) beherrscht. Schon toll, aber wenn man bedenkt, dass die Firma IIT eine 4x4-Matrix-Vektor-Operation schon vor 30 Jahren im Coprozessor 3C87 eingebaut hatte, so hat sich Intel mit dieser Innovation reichlich viel Zeit gelassen.

Das Ganze geschieht intern sehr effizient mit Hilfe einer sogenannten Double-pumped ALU (ja, ja, so etwas Ähnliches hatte der selige Pentium 4 auch), die in zwei Durchgängen jeweils zwei FMA-Operationen ausführt.

Hinzu kommt bei Intels int16 auch noch die Möglichkeit der saturierten Arithmetik, die Überläufe abblockt – das Ergebnis bleibt auf dem Maximalwert oder bei null stehen. So etwas kann gerade im Umgang mit digitalisierten Analogwerten (etwa Audio-Daten oder RGB-Farben) sehr zweckmäßig sein und dürfte die Erkennungsrate spürbar verbessern.

Kampf der Datenformate

Damit ist der Zweikampf zwischen fp16 hier und int16 dort eröffnet, wobei beide Seiten auch mit „mixed Precision“ aufwarten können. Dabei werden die Zwischenwerte 32-bittig aufaddiert. Das gilt für Nvidias Tensor-Core wie für Intels Quad-VNNI gleichermaßen. Bei Daten innerhalb eines eingeschränkten Wertebereichs kann int16 mit seiner 15-Bit-„Mantisse“ vor fp16 mit nur 11 Mantissen-

Anzeige

WLAN-Basis mit IoT-Option



Aerohives AP150W hat nicht nur zwei WLAN-Module, sondern auch welche für Bluetooth und ZigBee.

Der Netzwerkhersteller Aerohive bietet für 300 US-Dollar einen Access Point für große Netze etwa in Wohnheimen, Hotels, Schulen oder Pflegeeinrichtungen an. Der AP150W arbeitet parallel auf 2,4 GHz und 5 GHz gemäß IEEE 802.11b/g/n (max. 300 MBit/s brutto) und 802.11a/ac Wave 2 (max. 1300 MBit/s, mit MU-MIMO). Über einen seiner vier Gigabit-Ethernet-Ports nimmt der AP Energie auf (PoE IEEE 802.3af/at) und kommuniziert mit dem LAN. Schlauerweise leitet er PoE-Leistung an einen anderen Port weiter, sodass man etwa ein VoIP-Telefon nachschalten kann.

Im AP150W steckt auch ein Bluetooth-LE-Modul, das als iBeacon oder Beacon-Manager arbeiten kann. Das ebenfalls integrierte ZigBee-Modul ist noch funktionslos, soll aber später als Gateway für Sensoren und Aktoren im Internet of Things arbeiten. Bei Steuerung über das separat zu erwerbende Cloud-Management Aerohive Connect soll der AP binnen 2 Minuten nach dem Anschließen automatisch konfiguriert und betriebsbereit sein. Connect läuft laut Hersteller wahlweise auf Aerohives öffentlicher Cloud oder als private Instanz. (ea@ct.de)

Netz-Notizen

Asustor hat sein NAS-Betriebssystem **ADM in Version 3.0** veröffentlicht. Es ist auf der Website des Herstellers verfügbar. Unter anderem wurde das Benutzer-Interface umgekrempelt und es gibt jetzt Desktop-Widgets für die Echtzeit-Überwachung.

QNAPs neue **NAS-Reihe TS-x53BU** bietet 4, 8 oder 12 Plattenbuchten, die -RP-Varianten dazu eine redundante Stromversorgung. Die ab 950 Euro erhältliche Serie hat 4 Gigabit-LAN-Ports und ist optional mit M.2-SSDs und 10-Gigabit-Ethernet bestückbar.

Funkmodule für Ex-Umgebungen

Der Funk- und GPS-Modul-Hersteller U-Blox hat seine ODIN-W2-Adapter nach den Spezifikationen ATEX und IECEx für die Ex-Zone 0 zertifiziert. Damit kann man diesen Modultyp nun auch in explosionsgefährdeten Räumen etwa in Raffinerien oder Minen einsetzen.

Der WLAN-Teil von ODIN-W2 arbeitet wahlweise auf 2,4 oder 5 GHz (IEEE 802.11n-300) und unabhängig vom Bluetooth-Teil (4.0, EDR). Das daumennagelkleine Modul (15 mm × 22 mm) lässt sich über eine serielle Schnittstelle (UART) mit AT-Kommandos steuern; Varianten haben zusätzlich SPI- und I²C-Ports.

Die Module enthalten zudem einen Fast-Ethernet-Controller (RMII). Für einen LAN-Port muss man nur einen Ethernet-PHY-Chip nebst 50-MHz-Taktgenerator ergänzen. Laut Datenblatt benötigen die Adapter 3,0 bis 3,6 Volt als Betriebsspannung; sie arbeiten I/O-seitig mit 1,8 V. Die maximale Leistungsaufnahme soll knapp über 2 Watt liegen (WLAN, Senden auf 5 GHz), im Idle-Modus sind es rund 100 Milliwatt. (ea@ct.de)



Adapter der Serie U-Blox ODIN-W2 gibt es nun auch für den Einsatz in Räumen mit entzündlicher Atmosphäre.

Verbesserter 5G-Funksimulator

Alle wollen den beschleunigten Mobilfunk der 5. Generation (5G) am liebsten schon zu Weihnachten, dabei sind die Standards längst noch nicht fertig, weil es an belastbaren Detailvorgaben mangelt. So ist unter anderem das Massive-MIMO-Signalverhalten in den Frequenzbändern bei 10, 28, 43, 60 und 82 GHz noch nicht komplett erforscht.

Dafür hat nun das Berliner Heinrich-Hertz-Institut der Fraunhofer-Gesellschaft die zweite Version seines quelloffenen Funkkanalmodellierers QuaDRiGa veröffentlicht (ct.de/yx7c). Er wurde als Erweiterung für die Simulationspakete MATLAB 7.12 (R2011a) und Octave 4.0 ausgelegt. QuaDRiGa 2.0 „enthält diverse neue Funktionen und ist zudem mit den 3GPP-Kanalmodellen 3GPP-3D und dem aktuellen New-Radio-Kanalmodell kalibriert“. Ein Anwender ist die Europäische Weltraumorganisation ESA. Sie setzt QuaDRiGa zur Untersuchung von MIMO-Verfahren bei mobilen Terminals für Satelliten-Funk ein. (dz@ct.de)

QuaDRiGa 2.0: ct.de/yx7c

Thunderbolt-Box für Grafikkarten



Macht alten Macs bei 3D- und GPU-Berechnungen Beine:
Sonnets eGFX Breakaway Box mit Thunderbolt 3.

Sonnets Grafikkartengehäuse eGFX Breakaway Box ist nun auch in Deutschland erhältlich. Die Box bringt einen Thunderbolt-3-Port mit, darüber schließt man sie an den Mac an. Voraussetzung ist das Ende September erscheinende macOS High Sierra (10.13).

Der PCIe-Slot auf der Platine ist über nur vier PCIe-Lanes angebunden, nimmt aber auch x16-Steckkarten auf, etwa PCIe-SSDs oder Grafikkarten. Mit letzteren kann man einem Mac oder MacBook Pro mit Thunderbolt 2 oder 3 zu einem Leistungsschub bei 3D- und GPU-Berechnungen verhelfen.

Als Beschleuniger kommen zurzeit nur wenige AMD-Grafikkarten infrage – High Sierra wird vorerst nur für diese Treiber mitbringen. Nvidia-Treiber dürften später folgen. Die Box beschleunigt 3D-Darstellungen nur auf einem Display, das an die Grafikkarte der Box (eGPU) angeschlossen und als primäres Anzeigegerät konfiguriert ist. Mit einem 350-Watt-Netzteil für Grafikkarten bis 300 Watt kostet sie 334 Euro; eine 550-Watt-Version soll Ende September folgen.

Die Box stand c't für einen Vorab-Test zur Verfügung. Mit einer High-Sierra-Beta-Version funktionierte manches noch nicht, darunter das Hot-Plugging (der Nutzer muss sich neu anmelden, um die eGPU zu aktivieren). An einem MacBook Pro Retina 13" (2016) nahm die 3D-Leistung mit einer AMD Radeon RX 580 im Schnitt nur um etwa 150 Prozent zu (getestet mit den Spielen „Tomb Raider“ (2013) und „Mittelerde: Mordors Schatten“). Beim 15"-Modell war der Gewinn gegenüber dessen integrierter Radeon-Karte teils noch geringer.

Auf einem aktuellen NUC-Mini-PC von Intel mit serienmäßigen Windows-Treibern von AMD waren 300 bis knapp 400 Prozent zu verzeichnen. Jedoch konnten OpenCL-Programme die zusätzliche Leistung laut Render-Benchmark Luxmark schon auf der High-Sierra-Beta-Version ausschöpfen. (bkr@ct.de)

Parallels Desktop und Touch Bar

Die Virtualisierungs-Software Parallels Desktop ist nun in Version 13 erhältlich. Damit lässt sich unter anderem die Touch Bar des MacBook Pro im virtualisierten Windows für Office-Apps und andere Anwendungen nutzen. Neu sind außerdem der macOS-Bild-in-Bild-Modus zur Überwachung mehrerer virtueller Maschinen, ein beschleunigter Zugriff auf Windows-Dokumente und per Thunderbolt angekoppelte SSDs sowie die schnellere Anbindung von USB-3.0-Geräten.

Die neue Version ist kompatibel zum kommenden macOS High Sierra und zum Windows 10 Fall Creators Update. Parallels Desktop 13 ist ab 80 Euro erhältlich, Updates von Version 11 und 12 kosten knapp 50 Euro. (dz@ct.de)

Sony-CarPlay-Receiver mit DVD

Sony hat den CarPlay-Nachrüstsatz XAV-AX200 fürs Auto vorgestellt, der für Doppel-DIN-Slots ausgelegt ist. Das Gerät verfügt über einen 6,4" großen Bildschirm. Es wird über ein Drehrad mit Druckknopf sowie einen Touchscreen gesteuert, der unter anderem auf Wisch- und Ziehgesten reagiert.

Über das integrierte optische Laufwerk lassen sich Filme von DVD abspielen, die maximale Audio-Ausgangsleistung gibt Sony mit 4 × 55 Watt an. Neben Apples Steuerungskonzept CarPlay sind auch Googles „Android Auto“ und eine Sprachsteuerung eingebaut; so lässt sich auch Apples Assistentin Siri aktivieren.

Für den Anschluss von Smartphones bringt das XAV-AX200 einen USB-Port mit. An Bord sind der Nahfunk Bluetooth sowie Anschlüsse für bis zu drei Kameras. Das XAV-AX200 zeigt auf dem Display eines der Live-Bilder an – etwa zur Einparkhilfe.

Der XAV-AX200 mit DVD-Laufwerk soll im September für rund 550 Euro auf den Markt kommen; der Online-Handel nimmt Vorbestellungen entgegen. Die Variante ohne DVD kostet 380 Euro und ist bereits lieferbar. (dz@ct.de)

Apple-Notizen

Vom 3. bis 6. Oktober findet im schwedischen Göteborg im Chalmers Conference Centre die **Konferenz MacSysAdmin 2017** statt, ein Forum für Mac- und iOS-Administratoren. Anmeldungen nimmt der Veranstalter unter macsysadmin.se an.

Mit dem in einigen Wochen erwarteten iOS-Update lassen sich **32-Bit-Apps nicht mehr öffnen**, trotzdem stehen diese kommentarlos zum Verkauf. Erst der App Store der kommenden Version iOS 11 blendet die darauf nicht laufenden Apps aus.

Linux-Distribution Solus 3 unterstützt Snap-Pakete



Solus 3 bringt eine brandneue Version des Budgie-Desktops mit.

Die neue Version der Rolling-Release-Distribution Solus integriert jetzt auch Canonicals Paketformat Snap. Solus 3 ist nicht nur ein aktueller Snapshot der Rolling-Release-Distribution für frische Installationen. Die Versionsnummer kennzeichnet einen Meilenstein in der Entwicklung. Wer die Distribution bereits installiert hat, ist nach dem Einspielen aller Updates automatisch auf dem neuesten Stand.

Solus 3 steht in drei Varianten für 64-Bit-x86-Systeme zum Download bereit: mit dem selbst entwickelten Budgie-Desktop sowie mit Gnome oder Mate. Allen gemein sind beispielsweise der Web-Browser Firefox 55, der Mail-Client Thunderbird 52.2, das Büropaket LibreOffice 5.4 und der Musikplayer Rhythmbox 3.4. Auch einen grafischen Installer bringen alle drei Live-Systeme mit.

Die für die Standardvariante Solus Budgie entwickelte grafische Desktop-Umgebung basiert auf Gnome und lässt sich mittlerweile auch in anderen Distributionen installieren. Solus 3 bringt sie in ihrer neuesten Version 10.4 mit, die etwa gleichzeitig veröffentlicht wurde.

Die primäre Desktop-Leiste mit Anwendungsmenü, Schnellstartern und Systembereich ist an den unteren Bildschirmrand gewandert. Panels lassen sich bei Bedarf nun auch am linken oder rechten Rand platzieren. Die Einstellungen eines Panels bieten einen Dock-Modus, der die Leiste mittig anordnet und auf die nötige Breite reduziert. Neu hinzugekommen ist ein Panel-Applet „Night Light“, das die Farbtemperatur des Bildschirms automatisch nach Einbruch der Dunkelheit anpassen kann. Überarbeitet wurde das Places-Applet, das alle Partitionen auflistet. Die Suchfunktion des Anwendungsmenüs wurde ebenfalls erneuert.

Die Desktop-Einstellungen sind nun nicht länger in die Seitenleiste Raven integriert, die Benachrichtigungen sammelt und einen Kalender bereithält. Sie sind in einem eigenen Dialog „Budgie Einstellungen“ untergebracht, der sich über das Anwendungsmenü sowie eine Schaltfläche in Raven öffnen lässt.

In Sachen Kernel ist Solus 3 topaktuell und verwendet den aktuellen stabilen Kernel 4.12.7. Mesa wurde auf Version 17.1.6 aktualisiert. Bluetooth ist standardmäßig aktiviert. Nutzer eines Bluetooth-Keyboards von Logitech können dieses nun zum Entsperren eines mit LUKS verschlüsselten Systems verwenden. Damit möglichst viele Drucker und Scanner automatisch funktionieren, liefert Solus 3 die HPLIP-Treiber 3.17.7, Sane-Backends und Canons UFR II-LT-Treiber mit.

Dank einer Kooperation mit Canonical und dem Ubuntu-Team unterstützt Solus 3 jetzt auch Snap, mit dem sich die Paketbasis von Solus erweitern lässt. Im Unterschied zu vielen anderen Distributionen kann Solus die Berechtigungen der per Snap installierten Anwendungen im Betrieb mit Hilfe von AppArmor beschränken; das gelingt mit Hilfe von Erweiterungen im Kernel, die sich auch im Ubuntu-Kernel finden, im offiziellen Kernel aber fehlen (siehe Kernel-Log auf S. 34). Die Unterstützung für das konkurrierende Flatpak-Format lässt sich leicht über die Software-Verwaltung nachinstallieren. (lmd@ct.de)

Raspbian Stretch fertig

Die Raspberry Pi Foundation hat Raspbian Stretch freigegeben, das auf dem im Juni veröffentlichten Debian GNU/Linux 9 Stretch basiert. Dabei hat sich vor allem unter der Haube einiges getan. Unter anderem enthalten die Namen externer Netzwerkschnittstellen jetzt die Mac-Adresse des jeweiligen Devices. Statt eth0 oder wlan0 heißen sie jetzt also enx827eb1c4cf4 oder wlx832e4b4ee3b. Anwendungen sollen unter Raspbian Stretch jetzt besser mit Nutzernamen umgehen können, die anders lauten als der Standardnutzer „pi“. Für Audio über Bluetooth kommt nicht länger Pulseaudio zum Einsatz, sondern das bluez-alsa-Paket.

Die enthaltene Software wurde aktualisiert, so liegt der Standard-Browser Chromium in Version 60, die freie Musik-Software Sonic Pi in Version 3.0.1 bei. Die Raspberry Pi Foundation empfiehlt, das System wegen des größeren Versions-sprungs neu aufzusetzen. (lmd@ct.de)

Linux-Notizen

KDE Plasma 5.10.5 verfeinert einige Funktionen und bessert darüber hinaus Fehler aus.

Das KDE-Zeichenprogramm **Krita** hat in seine neue Version 3.2 mit Hilfe eines Plug-ins die umfangreiche Filtersammlung G'MIC integriert. Neu dabei ist das Smart-Patch-Tool, das unerwünschte Elemente aus einem Bild entfernt.

Audacious 3.9 stattet den plattformübergreifenden Open-Source-Audioplayer mit Verbesserungen für seine Qt-Oberfläche und das Handling von Playlists sowie weiteren neuen Funktionen aus.

Das Action-Rollenspiel **Vikings – Wolves of Midgard** läuft in der Version 2.01 erstmals auch auf Linux-Systemen und Macs.

Mesa 17.2 steigert 3D-Performance von Linux

Eine neue Version von Mesa wird die Spiele-tauglichkeit und Hardware-Kompatibilität von Linux-Distributionen verbessern: Die 3D-Treiber der bei Debian, Fedora, Ubuntu & Co. standardmäßig eingerichteten Software entlocken aktuellen Grafikkarten jetzt mehr Leistung. Außerdem unterstützen die Treiber neue Grafikprozessoren von AMD und Intel. Das neue Mesa beherrscht zudem teilweise OpenGL 4.6. Mesa 17.2 stand bei Redaktionsschluss kurz vor der Veröffentlichung.

Die größten Fortschritte gab es beim OpenGL-Treiber Radeonsi für die Grafikkarten von AMD. Der maßgeblich von AMD selbst entwickelte Treiber wird mehr und mehr zum besten 3D-Treiber für aktuelle Radeon-GPUs. AMDs proprietäre Treiberfamilie AMDGPU-Pro hingegen funktioniert nur noch auf einer Handvoll von Distributionen; selbst zu Ubuntu 17.04 passte der Treiber viele Monate nicht. In vielen Belangen sind die quelloffenen Treiber den proprietären mittlerweile ebenbürtig; in manchen Spielen liefern sie sogar mehr 3D-Performance.

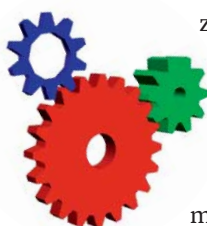
Das ist unter anderem dem bei Mesa 17.2 neuen „Threaded Gallium for Radeonsi“ zu verdanken: Laut Tests des zuständigen AMD-Entwicklers kann die Technik die Framerate einiger Spiele um 10 bis 20 Prozent steigern. Teilweise um 50 Prozent höhere Bildraten versprechen einige Umbauten, die das im Mai bei Mesa 17.1 eingeführte „OpenGL Threaded Dispatch“ nun in einigen Spielen automatisch aktivieren. Mit dem Radeonsi-Treiber läuft jetzt auch das Spiel „Warhammer 40.000: Dawn of War III“, da der Treiber die optionale OpenGL-Erweiterung ARB_bindless_texture implementiert, die das Spiel verlangt. Der Treiber unterstützt OpenGL 4.5 auch bei den kürzlich vorgestellten Grafikkarten Radeon RX Vega 56 und 64. Bereits jetzt versteht sich Radeonsi mit dem Grafikkernel der noch in diesem Jahr erwarteten AMD-Prozessoren mit dem Codenamen „Raven Ridge“. Der für AMD-GPUs zuständige Vulkan-Treiber

Radv erhielt allerlei Fehlerkorrekturen und einige Performance-Verbesserungen. Allerdings haben die Entwickler den Vega-Support in Radv aufgrund größerer Probleme vorübergehend deaktiviert. Zu diesem unabhängig von AMD entstandenen Treiber haben erstmals auch AMD-Entwickler einige Änderungen beigesteuert.

Intels ebenfalls in Mesa enthaltener OpenGL-Treiber i965 unterstützt jetzt auch den Grafikkernel der Coffee-Lake-CPUs, die in einigen Monaten zu Intels kürzlich eingeführter Core-i-8000-Serie stoßen sollen (siehe S. 41). In dieser CPU-Familie will Intel auch Mobil-Prozessoren der „Cannonlake“-Generation vertreiben. Für deren GPU bringt der Treiber unvollständige und daher als „Preliminary Support“ gekennzeichnete Unterstützung mit. Der für Intel-GPUs zuständige Vulkan-Treiber „anv“ enthält jetzt einige der jüngst mit Vulkan 1.0.54 spezifizierten Erweiterungen.

Einige Optimierungen sollen die Desktop-Performance des OpenGL-Treibers VC4 verbessern, den Mesa für die GPUs der verschiedenen Raspberry-Pi-Modelle mitbringt. Von den Distributionen hängt es ab, wann diese und andere Verbesserungen bei den Nutzern ankommen. Fedora und Rolling-Release-Distributionen wie Arch Linux oder OpenSuse Tumbleweed dürften die neue Version in den nächsten Wochen ausliefern. Bei Distributionen des Ubuntu-Projekts macht Mesa normalerweise keine Versionssprünge. Deren Nutzer erhalten die Neuerungen erst mit der für Oktober geplanten Version 17.10 beziehungsweise dem im Frühjahr 2018 erwarteten 16.04.4.

Mesa 17.2 enthält zudem einige Anpassungen zum Support des kürzlich spezifizierten OpenGL 4.6. Die OpenGL-Treiber für Chips von AMD, Intel und Nvidia implementieren bereits einen signifikanten Teil der bei dieser Version verpflichtenden OpenGL-Erweiterungen. Die Unterstützung für weitere ist bereits in Entwicklung. (thl@ct.de)



Anzeige

Harmloser Riese

Die Highlights der Gamescom

Besucherrekord und Ritterschlag von der Kanzlerin: Die Spielebranche sonnte sich in Köln im Glanz der Gamescom. Doch bei aller Euphorie wurde wieder einmal deutlich, wie stiefmütterlich Entwickler in Deutschland behandelt werden. Denn die meisten Hits entstehen anderswo.

Von Hartmut Gieselmann

Mehr als 350.000 Besucher kamen in diesem Jahr zur Gamescom. Damit ist die Kölner Spiele-Show die größte Messe im Bereich der IT und Unterhaltung in Deutschland. Nur Autos, Baumaschinen und Verbrauchermessen ziehen hierzulande ein noch größeres Publikum an. IFA (240.000) und CeBIT (200.000) rangieren weit dahinter. Da kam dann auch die Kanzlerin nicht umhin, die Spielebranche als wichtiges Industriestandbein zu loben und bei der Eröffnung neue Förderungen anzukündigen. Das scheint auch notwendig, denn im internationalen Vergleich ist die Entwicklung in Deutschland bestenfalls drittclassig. Weltweit geben die USA und Japan den Ton an. In Europa ist zu den Spitzenentwicklern in Großbritannien und Frankreich nun auch Polen mit zahlreichen hochkarätigen Spielen dazugestoßen.

In diesen Ländern wird vor allem der Nachwuchs gefördert. Es gibt Studiengänge an Hochschulen, und Start-ups mit frischen Spielideen haben es weitaus einfacher, geeignete Finanzierungen zu finden. Hierzulande verkümmern die wenigen kreative Ideen jedoch, zumal Förderungen meist an die Vorgabe „pädagogisch wertvoll“ gebunden sind. Dieser Ansatz ignoriert jedoch, dass Videospiele hauptsächlich von Erwachsenen gespielt werden. Doch obwohl in Deutschland

rund 14.000 Personen in der Spielebranche beschäftigt sind, kann man größere Entwicklungen auf internationalem Niveau von Crytek, Blue Byte oder Dae-dalic an einer Hand abzählen. Die Misere wird am Beispiel des kleinen Studios Radiation Blue aus Freiburg deutlich, das auf der Gamescom sein Spiel „Genesis Alpha One“ vorstellte. Es wird von dem zweiköpfigen Team zwar hier entwickelt, doch den Vertrieb übernimmt kein deutscher Publisher, sondern Team 17 aus Großbritannien.

Einzelne Lichtblitze

Die Gamescom lockt zwar die meisten Besucher an, kann aber kaum mit Premieren punkten. Die großen Publisher konzentrieren sich auf die E3, die Anfang Juni in den USA stattfindet. Da sie dort meist ihr Pulver komplett verschießen, bleibt für die Gamescom zwei Monate später nur die Resteverwertung übrig.

Immerhin kündigte Microsoft für nächstes Jahr „Age of Empires 4“ an. Relic Entertainment soll die ehrwürdige Echtzeitstrategie-Serie nach 13 Jahren für Win-

dows-PCs fortsetzen. Spielszenen waren aber noch nicht zu sehen. Die konnte man immerhin von „Anno 1800“ erhaschen, das Blue Byte derzeit für Ubisoft entwickelt und Ende 2018 auf den Markt bringen will.

Ansonsten hielten sich die großen Publisher zurück. Branchenprimus Sony gab vor ein paar Jahren noch eine riesige Pressekonferenz mit Dutzenden Neuvorstellungen. In diesem Jahr beschränkten sich die Playstation-Macher auf den Sci-Fi-Thriller „Detroit: Become Human“, zwei kleine VR-Titel sowie einige Spiele mit Smartphone-Steuerung. Ein Sony-Sprecher erklärte, man wolle sich in Europa auf die Games Week Anfang November in Paris konzentrieren. Die sei zwar etwas kleiner als die Gamescom, passe zeitlich aber besser ins Konzept.

Take 2 blieb der Messe erstmals sogar ganz fern. Obwohl für kommendes Frühjahr mit „Red Dead Redemption 2“ von Rockstar Games ein potenzieller Hit im dreistelligen Millionenbereich ansteht, verzichteten die US-Amerikaner auf eine Präsentation in Europa.



Anno 1800 gehörte zu den wenigen großen Neuankündigungen auf der Gamescom. Erste Bilder zeigen prächtige Bauwerke aus den Anfangstagen der Industrialisierung.

eSport und Suchtprävention

Was die Besucher hingegen in den Hallen begeisterte, waren vornehmlich eSport-Vorführungen. PC- und Hardware-Hersteller hatten sich Spitzen-Teams von „League of Legends“, „Rocket League“ und Co. eingeladen, die sich – angepeitscht von Moderatoren – spannende Matches vor einem kreisenden Publikum lieferten. Dass diese eSport-Wettkämpfe einen Massen-Appeal haben, merken nun auch deutsche Fernsehsender. Sport1 und Pro 7 Maxx wollen künftig regelmäßig eSport-Turniere übertragen. Dabei fließt auch Geld: Mercedes-Benz will einen Teil seines Werbebudgets künftig lieber dem eSport-Verband ESL geben, anstatt die Fußball-Nationalmannschaft weiter zu unterstützen.

Sand ins Getriebe streute einzig die Drogenbeauftragte der Bundesregierung, Marlene Mortler: Sie bemängelte, dass die Spielebranche zu wenig für die Suchtprävention tue. Einer Studie der DAK zufolge sei mittlerweile jeder zwölfte männliche Jugendliche zwischen 12 und 25 Jahren abhängig von Computerspielen. Wenn künftig noch mehr Gelder in die mediale Vermarktung von eSport-Titeln wandern, wird der Anteil sicherlich noch steigen.

Große Indie Arena

Während man auf der Gamescom in den riesigen Arenen von EA, Ubisoft & Co. mehrere Stunden Wartezeit einplanen musste, um zehn Minuten von „Far Cry 5“ oder vom nächsten Star-Wars-Spiel „Battlefront 2“ zu erhaschen, konnte man in Halle 10.1 am Indie Arena Booth direkt

mit den Entwicklern ihre neuesten Werke ausprobieren. Die Bedeutung der Kleinen wächst kontinuierlich: Nicht nur, dass der gemeinsame Stand von 60 Studios auf 1000 Quadratmetern der bislang größte auf der Messe war; die Spiele an sich werden auch zunehmend professioneller.

Verantwortlich für den Trend sind nicht zuletzt die Spiele-Engines Unity und Unreal, die von kleinen Studios zuweilen kostenlos genutzt werden können und spektakuläre Grafik-Effekte erlauben. Zudem steigt die Zahl kleinerer Publisher wie Devolver, die sich besonders um die Belange der Start-ups kümmern und für ein professionelles Marketing samt Vertrieb sorgen.

Zu den herausragenden Indie-Produktionen, die wir auf der Messe anspielen konnten, zählte „Moons of Madness“ von Rock Pocket Games, das im nächsten Jahr für PC und Konsolen erscheinen soll. Für ihr schickes Horror-Adventure, das den Spieler auf eine Exkursion auf den Mars schickt, konnten die Norweger sogar eine EU-Förderung einheimsen.

Der polnische Entwickler Creative Forge Studios versetzt den Spieler in „The Phantom Doctrine“ derweil in den Kalten Krieg der 80er Jahre zurück. In diesem rundenbasierten Strategietitel muss er wie bei XCOM seine Agenten in gegnerische Gebäudekomplexe einschleusen, sodass sie möglichst nicht entdeckt werden. Der komplexe Spionage-Thriller soll 2018 für PC und wahrscheinlich auch Konsolen erscheinen.

Abseits der üblichen Spiele stellte The Farm 51 seine Dokumentation „Cherno-

byl VR“ vor. In mühsamer Kleinarbeit digitalisierte das polnische Studio rund ein Dutzend Gebäude mit Hilfe der Photogrammetrie. So kann man hautnah erleben, wie es derzeit in der noch immer verstrahlten Todeszone aussieht – ein beeindruckendes Erlebnis, das im Herbst für die PSVR, Rift und Vive erscheint.

Restprogramm 2017

Ansonsten ist die Auswahl an größeren Titeln, die noch in diesem Jahr bis zum Weihnachtsgeschäft auf den Markt kommen, jedoch gering. Abseits der jährlichen Neuauflagen von Fifa, Call of Duty, Battlefield & Co. fiel uns eine Handvoll Highlights auf. Dazu gehört etwa das Ende September für Windows und Xbox One erscheinende Jump & Run „Cuphead“, das wie ein alter Zeichentrickfilm aus den 30er Jahren animiert ist. Bei einer kurzen Session hatten wir einzig mit dem saftigen Schwierigkeitsgrad zu kämpfen.

Am 17. Oktober will Ubisoft „The Fractured But Whole“ herausbringen, ein Rollenspiel aus dem South-Park-Universum, das den derben Humor von Trey Parker und Matt Stone mit einem recht komplexen Spielsystem verknüpft. Zehn Tage später folgt „Wolfenstein 2“ von Bethesda. Der schwedische Entwickler Machine Games verballhornt die Nazis hier so herrlich, wie man es sonst nur in Tarantino-Filmen sieht. Einzig der Schwierigkeitsgrad war noch nicht justiert, wie wir in unserer zweistündigen Spiele-Session feststellen mussten – aber das wollen die Entwickler noch ausbessern.

Ende Oktober bringt Nintendo dann „Super Mario Odyssey“ für die Switch heraus. Das Open-World-Abenteuer des kleinen Klempners wurde zum besten Spiel der Gamescom gekürt und dürfte die Verkäufe der Switch mächtig ankurbeln. Als Geheimtipp gilt derweil das Rollenspiel „Vampyr“ vom französischen Entwickler Dontnod Entertainment, das der Publisher Focus Interactive Ende November für PC und Konsolen veröffentlichen will. Der Spieler erlebt hier eine intrigenreiche Geschichte zwischen Vampir-Clans, die in London vor rund 100 Jahren ihr Unwesen treiben.

Zum Jahresabschluss mixt dann noch „Spellforce 3“ überaus gekonnt Rollenspiel- und Echtzeitstrategie-Elemente. Die Demo auf der Gamescom überzeugte mit ihrer imposanten Grafik. THQ plant eine Veröffentlichung am 7. Dezember für Windows.

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



XCOM im Kalten Krieg: In „The Phantom Doctrine“ des polnischen Entwicklers Creative Forge Games schickt man seine Agenten durch riesige Gebäudekomplexe auf die Pirsch.

Fußlahm

Fallout 4 und Skyrim in VR: noch viele Probleme

Die Virtual-Reality-Varianten der riesigen Open-World-Spiele Skyrim und Fallout 4 werden von VR-Freaks ungeduldig erwartet. Die Vorab-Versionen, die wir auf der Gamescom anspielen konnten, zeigen jedoch vor allem eines: wie viel bei der VR-Konvertierung konventioneller Titel schiefgehen kann.

Von Jan-Keno Janssen

Es gibt zu wenig „große“ Spiele: Das ist einer der häufigsten Gamer-Kritikpunkte an VR. Doch dann kam die Ankündigung vom Open-World-Großmeister Bethesda, ihre riesigen Open-World-Meisterwerke Fallout 4 und The Elder Scrolls: Skyrim für VR umzusetzen. Wir konnten beide auf der Gamescom anspielen. Die Entwickler betonten, dass es sich noch nicht um die fertigen Versionen handele. Skyrim VR soll am 17. November für PlayStation VR erscheinen, Fallout 4 VR am 12. Dezember für HTC Vive.

Zuerst zum Positiven: Es macht einen Heidenspaß, wirklich in der Welt drin zu sein und mit den Händen und natürlichen Bewegungen Schwert, Raketenwerfer oder

Schrotflinte zu schwingen. Dennoch hatte ich mir die Immersion intensiver vorgestellt. In Skyrim warf mich die zum Teil extrem verpixelte Umgebung raus. Die Fallout-Welt wirkte technisch zwar überzeugender, aber auch flacher und fast ein bisschen wie aus Pappe ausgeschnitten.

Das größte Problem ist die Steuerung: Beide Spiele bieten in der Gamescom-Demo das sogenannte Teleport-Verfahren an: Mit dem linken Handcontroller „leuchte“ ich wie mit einer Taschenlampe in die Welt, beim Loslassen der Taste werde ich hingebannt, wo der Lichtkegel war. Das funktioniert technisch zwar, führt aber auch zu einer gewissen Desorientierung. Schlimmer noch: Da ich häufig lange Strecken zurücklegen muss, der Teleport-Mechanismus aber nur ein paar Meter weit funktioniert, teleportiere ich mich im Stakkato zweimal in der Sekunde weiter. Das fühlte sich nicht nur unangenehm an, sondern schlug mir auch schnell auf den Magen, vor allem wenn ich zusätzlich noch Höhenunterschiede überwinden musste.

Wenn sie fertig sind, sollen beide Titel optional auch „direkte Bewegung“ unterstützen, also die klassische Fortbewegung per Controller-Knopfdruck. In der Fallout-Demo läuft man klassisch per „nach

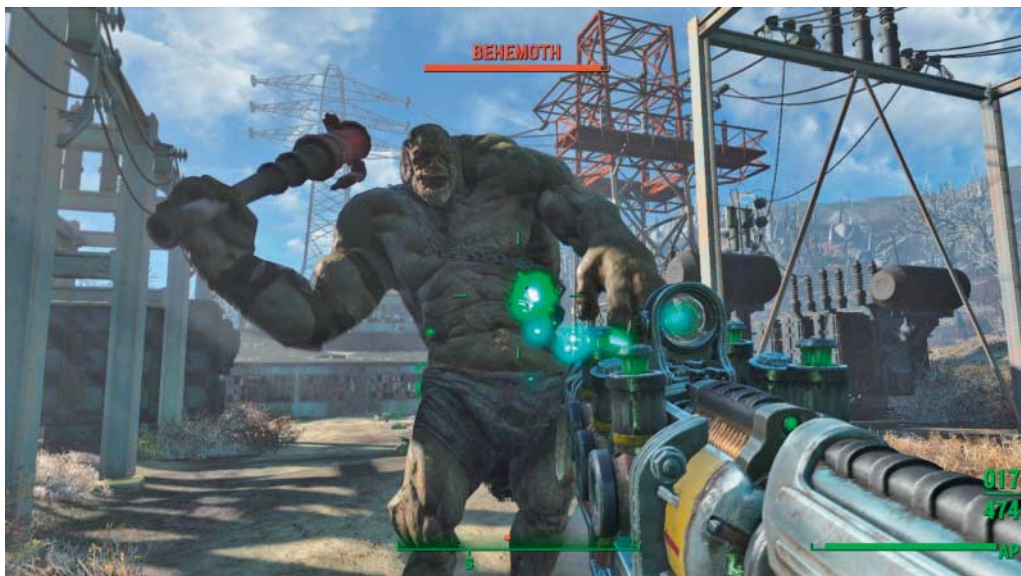
vorne“ auf dem Touchpad am Vive-Handcontroller. Das klappt gut, auch wenn sich das Ganze mehr wie Schweben als Laufen anfühlt. Auch im „direkten“ Bewegungsmodus spürte ich ein leichtes Unwohlsein, besonders springen und Treppen steigen waren unangenehm. Bei meiner Skyrim-Demo durfte ich klassische Fortbewegung noch nicht ausprobieren.

Gut hinbekommen hat Bethesda das Interface bei Fallout – zumindest auf den ersten Blick: Die Idee, den Fallout-Pip-Boy (ein riesiger Armband-Computer) tatsächlich an den Arm zu schnallen, ist clever: Mit einer Bewegung wie beim Auf-die-Armbanduhr-Schauen holt man sich den Bildschirm ins Blickfeld. Umso unverständlicher, dass die Bedienung des Pip-Boys selbst total unintuitiv abläuft: Statt mit der freien Hand auf dem Display herumzutippen, stolpert man per Touchpad durch die Menüs.

Geradezu absurd: In beiden Demos konnte ich mich problemlos durch Hindernisse wie Wände oder verschlossene Türen bewegen – und zwar mit einem beherzten Schritt nach vorne: schließlich tracken sie die Position des Headsets (Playstation VR auf rund einem Quadratmeter, HTC Vive auf bis zu 12 m²).

Bleibt nur Daumendrücken, dass Bethesda zumindest noch ein paar der Probleme bis zum Release lösen kann. Kommen die beiden Spiele in der Form auf den Markt, wie sie auf der Gamescom präsentiert werden, könnte das der ganzen VR-Branche schaden – schließlich schaut die Spielewelt bei Titeln mit einer solchen Strahlkraft besonders genau hin.

(jkj@ct.de) **ct**



Fallout 4 macht einen Riesenspaß in VR – solange man sich nicht bewegt.

Wiedergeburt eines Klassikers

Spieleentwickler Tetsuya Mizuguchi über die Entstehung von Rez und die Zukunft der VR

Mit dem Musikspiel Rez schuf Tetsuya Mizuguchi vor 16 Jahren einen Klassiker. Er verbindet Techno-Musik mit Tron-ähnlichen Grafiken und Vibrationen. Die Neuauflage Rez Infinite für PS4 und PC sorgte mit ihrem VR-Modus für Furore. Wir sprachen mit dem Star-Designer über kreative Ansätze und Synästhesie in der VR.

Von Hartmut Gieselmann

c't: Rez kam 2001 für die Dreamcast und PS2 heraus. Wussten Sie damals bereits, dass Sie hier einen Titel entwickeln, der noch in 20 Jahren gespielt wird?

Tetsuya Mizuguchi: Wir haben versucht, ein zeitloses Spiel zu machen. Es liegt im menschlichen Instinkt, sich zu rhythmischer Musik und zu Vibrationen zu bewegen. Wenn man diese rhythmischen Elemente in einem Videospiel aufgreift, entsteht ein sehr tiefgreifendes Erlebnis. Das wird nie alt. Die Techno-Musik ist ebenso zeitlos. Wir haben die grafischen Elemente absichtlich auf einfache Linien und Punkte reduziert. Hinzu kommt die Geschichte. Sie spielt im Cyberspace und ist eine Metapher auf grundlegende Erfahrungen, die wir Menschen machen: Wie Vater und Mutter zusammenfinden und ein Kind bekommen. Wenn man all diese Elemente zusammenführt, dann bekommt man ein zeitloses Spiel.

c't: Sie haben mit Rez Infinite das Spiel für PS4 und PC neu aufgelegt. Es unterstützt auch VR. Was interessiert Sie als Künstler am meisten? Musik oder die neue VR-Technik?

Tetsuya Mizuguchi: Synästhesie. Mich interessiert, wie ich akustische, visuelle und haptische Elemente zu einem syn-

ästhetischen Erlebnis miteinander verknüpfen kann, um eine neue Form des Geschichtenerzählens zu entwickeln.

c't: Synästhesie erlaubt es einem, Töne zu sehen und Farben zu hören. Sind Sie selbst ein Synästhet?

Tetsuya Mizuguchi: Nein, ich bin kein Synästhet und wir haben auch niemanden im Team. Die Verbindung existiert nur in unserer Phantasie. Wir diskutieren viel darüber, welche Farben, welche Atmosphäre



Tetsuya Mizuguchi (52) arbeitete lange für Sega, bevor er 2014 seine Firma Enhance Games in Tokio gründete.

und welche Gefühle mit bestimmten Sounds verbunden sind. Dabei arbeite ich mit unseren eigenen Künstlern Hydelic zusammen. Aktuelle Musik höre ich hingegen nicht. Sie würde meine kreative Spannung stören und ich will mich auf unsere eigene Musik konzentrieren.

c't: Woher kommen Ihre Spielideen? Gibt es zuerst die Mechanik, zu der Sie eine Musik suchen, oder ist zuerst die Musik da?

Tetsuya Mizuguchi: Normalerweise schreibe ich zuerst eine kurze, einfache Geschichte auf, wie ein Gedicht. Diese Verse gebe ich dann unserem Art Director und unserem Music Director. Die denken sich Bilder und Musik zu dem Thema aus.

Wenn sie einen ersten Prototyp haben, reden wir darüber, passen den Prototyp an, reden wieder und so weiter. Dieser Iterationsprozess dauert rund ein Jahr, nur für die Vorproduktion. Wir sind nur zu dritt und müssen uns die lange Zeit dafür nehmen. Erst dann fangen wir mit dem eigentlichen Spiel an.

c't: Sie haben in der Vergangenheit auch Vorlesungen an Unis gehalten und sich um andere Kunstprojekte gekümmert. Sind Sie nun wieder ein Vollzeit-Spieleentwickler oder gibt es noch andere Projekte?

Tetsuya Mizuguchi: Nach „Child of Eden“, das 2011 auf den Markt kam, fühlte ich mich ausgelaugt und musste erst einmal raus aus der Spiele-Industrie. Also hielt ich Vorlesungen an der Keio-Universität von Tokio über Media-Design und betreute dort Studenten-Projekte. Daraus entstand auch der synästhetische Vibrations-Anzug für Rez. Jetzt kümmere ich mich wieder zu 95 Prozent um die Entwicklung neuer Spiele in meinem Studio Resonair bei Enhance Games.

c't: Was ist mit „Child of Eden“? Werden wir demnächst eine VR-Umsetzung sehen?

Tetsuya Mizuguchi: Child of Eden ist eine spirituelle Fortsetzung zu Rez. Mit dem Level „Area-X“ haben wir einen Prolog geschaffen, für das, was wir als nächstes machen wollen. Es wird eine Fortsetzung zu Rez, inklusive Child of Eden. Ich denke natürlich über neue Elemente nach. Ob es ein Remake wird oder eine Weiterentwicklung, kann ich noch nicht sagen.

c't: Halten Sie die VR-Technik bereits für ausgereift?

Tetsuya Mizuguchi: Ich bin nie zufrieden mit der Technik. Ich brauche höhere Display-Auflösungen. In drei bis fünf Jahren sind wir vielleicht bei 4K pro Auge, in zehn Jahren bei 8K – mehr kann unser Auge nicht auflösen. Virtual Reality wird bald mit Augmented und Mixed Reality verschmelzen. Wenn wir das mit dem Internet of Things verknüpfen, wird das unser ganzes Leben dramatisch verändern. Dann können wir einen neuen Typus von Unterhaltung entwickeln. Vielleicht werden das Spiele, aber vielleicht auch etwas ganz anderes. Wenn wir es dann noch schaffen, die Menschen in der virtuellen Umgebung zusammenzubringen, beginnt eine neue Ära. Das wird magisch. (hag@ct.de) **ct**

Kernel-Log

Linux 4.13: TLS-Support im Kernel & Grafiktreiber für neue AMD- und Intel-Chips



Der neue Kernel kann die Schwerarbeit bei der HTTPS-Verschlüsselung übernehmen. Support für Thunderbolt Security-Level schützt das System vor Spionage- oder Sabotage-Hardware. Statt einer „inakkuraten“ Taktfrequenzangabe findet sich in `/proc/cpuinfo` jetzt nur noch der Basistakt des Prozessors.

Von Thorsten Leemhuis

Kurz nach Erscheinen dieser c't dürfte Linus Torvalds den Linux-Kernel 4.13 freigeben. Eine der meistdiskutierten Neuerungen: Der Linux-Kernel kann sich jetzt selbst um das Verschlüsseln einer per TLS (Transport Layer Security) geschützten Datenübertragung kümmern. Das soll die Performance von HTTPS und anderen Techniken verbessern, die TLS verwenden, denn „Kernel TLS“ (KTLS) kann den Datendurchsatz steigern, die Systemlast reduzieren und Latenzen senken.

Das aus lediglich 1500 Codezeilen bestehende KTLS beherrscht nur eine symmetrische Verschlüsselung und TLS Record Framing. Unterstützung für die asymmetrische Verschlüsselung bleibt bewusst außen vor; das Gleiche gilt für einige andere Techniken, die zum komplexen und fehleranfälligen Aufbau von TLS-Verbindungen nötig sind. Die überlassen die Kernel-Entwickler bewusst Userspace-Bibliotheken wie OpenSSL, auf die Programme ohnehin schon zur TLS-Implementierung zurückgreifen. Durch einige noch in der Begutachtungsphase steckende Erweiterungen soll die Bibliothek das Verschlüsseln des Datenstroms in Zukunft an KTLS delegieren können. Das verspricht eine effizientere Handhabung der Daten, denn mit KTLS müssen verarbeitete Daten im Arbeitsspeicher seltener hin- und herko-

piert werden. Auch Crypto-Beschleuniger lassen sich mit weniger Overhead in den Prozess einbinden. Der Funktionsaufruf `sendfile()` eignet sich durch KTLS auch für Dateien, die das System über eine TLS-Verbindung verschicken soll.

Basistakt in `/proc/cpuinfo`

Bei 32- und 64-Bit-x86-Systemen liefert `/proc/cpuinfo` in der Zeile „cpu MHz“ jetzt nur noch den Basistakt des verwendeten Prozessors. Bislang fand sich dort ein grober Mittelwert, den Linux aus den Zeiten errechnete, die der Prozessor kurz vor der Abfrage in niedrigen oder hohen Taktfrequenzen verbracht hatte. Damit ist jetzt Schluss, denn laut den Entwicklern sei der Wert „inakkurat“. An der Angabe interessierte Anwender finden ihn aber nach wie vor im Sysfs, wo er jetzt häufiger und etwas genauer berechnet wird. Trotzdem bleibt der Wert vage und sagt nichts darüber aus, mit welchen Taktfrequenzen der Prozessor tatsächlich lief; die Entwickler raten Anwendern daher zum Einsatz des Programms `turbostat`, das in den Kernel-Quellen steckt und präzisere Angaben liefert.

Die Linux-Entwickler haben ferner die Unterstützung für Suspend-to-Idle (S2I) verbessert. Dieser Schlafzustand zeichnet sich durch eine schnelle Aufwachzeit aus und wird seit Linux 4.10 rudimentär unterstützt (siehe c't 5/2017, S. 38). In der Windows-Welt heißt er „Modern Standby“ und findet sich vor allem bei kleinen und leichten Notebooks.

Viele Dateien speichern

In Verzeichnissen auf Ext4-Dateisystemen lassen sich in Zukunft mehr als 10 Millionen Einträge speichern; theoretisch sollen bis zu 2 Milliarden Einträge möglich sein, wobei das zu Performance-Problemen führen würde, wie es im Begleittext zum „Largedir Feature“ heißt. Die Funktion muss man aber explizit mit den Ext-

Werkzeugen anknipsen. Das gilt auch für eine weitere Neuerung, durch die Ext4 ein erweitertes Attribut (Xattr bzw. Extended Attribute (EAs)) in einem eigenen Inode speichern kann. Darauf baut eine weitere Änderung auf, durch die das Dateisystem die Attributinformationen zusammenlegen kann; solch ein Deduplizieren spart nicht nur Speicherplatz, sondern verbessert auch die Performance. Für einen Geschwindigkeitszuwachs kann auch eine weitere Änderung sorgen: Ext4 verarbeitet die zum Trimmen von SSDs wichtigen Discard-Operationen jetzt parallel.

Zum Zugriff auf Dateifreigaben von Samba- oder Windows-Servern mit Hilfe von CIFS nutzt der Kernel nun standardmäßig die Version 3 von SMB (Server Message Block). Samba unterstützt das mächtigere und auch effizientere SMB3 seit Version 4.0, Microsoft seit Windows 8 und Windows Server 2012. Einige NAS beherrschen allerdings nur die erste SMB-Generation, die dieser Tage als unsicher gilt; um deren Freigaben einzubinden, muss man CIFS über die Mount-Option `vers=1.0` zur Verwendung von SMB1 zwingen.

Speziell schreiben

Mithilfe des neuen Device-Mapper-Targets „dm-zoned“ lassen sich jetzt beliebige Dateisysteme auf Festplatten einsetzen, die mit Shingled Magnetic Recording (SMR) in den Spielarten „Host Aware“ oder „Host Managed“ arbeiten. Bei Ersteren kann, bei Letzteren muss sich das Betriebssystem um das korrekte Befüllen kümmern, da größere Bereiche von vorne nach hinten gefüllt werden müssen. Solche Platten gehen derzeit aber nur an ausgewählte Unternehmen, die sie etwa in Rechenzentren als Archiv-Platten einsetzen. Die im Einzelhandel verkauften SMR-Festplatten gehören in eine dritte Klasse: Sie sind „Drive Managed“, damit

Betriebssysteme sie wie klassische Festplatten ansprechen können.

Das SCSI-Subsystem unterstützt nun selbstverschlüsselnde SSDs, die die Opal Storage Specification der Trusted Computing Group (TCG) implementieren. Damit werden jetzt auch per ATA angebundene OPAL-SSDs unterstützt, weil der Treiber für moderne ATA-Adapter nach AHCI-Standard auf dem SCSI-Code aufbaut. Die Basis-Infrastruktur zum Support solcher Self-Encrypting Drives (SED) war bereits in Linux 4.11 eingeflossen. Damit Linux-Distributionen die Technik unterstützen können, müssen diese allerdings die Userspace-Software anpassen, die das Passwort abfragt und die verschlüsselten Bereiche entriegelt.

Datenträger-Interaktion

Über eine „Lifetime Hints“ genannte Infrastruktur können Programme den Kernel nun wissen lassen, ob die zu speichernden Daten eher von kurz- oder langlebiger Natur sind. Das kann Lebensdauer oder Performance von SSDs steigern: Die Storage-Treiber können so Daten ähnlicher Natur bündeln, um ein späteres Umschichten durch die Garbage Collection der SSD zu vermeiden.

Das neue „Nowait AIO“ senkt das Risiko, dass Programme länger auf einen Rücksprung vom Kernel warten, wenn sie asynchrone I/O-Operationen (Asynchronous I/O bzw. AIO) mithilfe von Direct I/O ausführen. Bei einer ordentlichen AIO-Implementierung sollte genau das eigentlich gar nicht passieren – es gibt aber Randbedingungen, wo der Kernel eben doch blockt. Ferner gab es auch Umbauten am Code, der Schreib- oder Lese-Fehler an höhere Schichten zurückmeldet; dadurch sollen Dateisysteme und Anwendungen mehr über die Art eines aufgetretenen Fehlers erfahren, um mehr Fehlersituationen galanter abfangen zu können.

Mehr Sicherheit

Wie jüngst üblich gab es wieder einige Detailänderungen, um die Sicherheit zu verbessern. Unter ihnen ist etwa ein Schutz für die in `string.h` definierten Funktionen zur Handhabung von Zeichenketten innerhalb von Linux, der manche Pufferüberläufe gleich beim Kompilieren oder später im Betrieb erkennen und abfangen kann.

Neu ist auch das „Randstruct GCC-Plug-in“, mit dem der Compiler das Layout von Feldern ausgewählter Strukturen durcheinanderwürfelt. Das soll es Angrei-

fern erschweren, einige häufiger zur Rechtausweitung verwendete Codestellen im Speicher aufzuspüren. Das Ganze ist allerdings vornehmlich für Nutzer interessant, die ihre Kernel selber kompilieren. Für Mainstream-Linux-Distributionen eignet sich das Ganze schlechter: Damit Anwender zum Distributions-Kernel passende Module kompilieren können, brauchen sie den zum Randomisieren genutzten Zufallswert – mit ihm könnten Angreifer den Schutz dann aber recht leicht aushebeln.

Wie schon Linux 4.11 bringt 4.13 einige Verbesserungen an der Sicherheitslösung AppArmor, die viele Jahre lang nur im Kernel von Ubuntu steckten. Darunter sind mehrere Funktionen, auf die das Paketmanagementwerkzeug Snapd zurückgreift. Einige weitere haben den Sprung in den offiziellen Kernel aber nach wie vor nicht geschafft; auf Distributionen jenseits der Ubuntu-Familien kann Snap daher die Rechte der in Snap-Paketen enthaltenen Anwendungen nicht oder nur bedingt beschränken.

Die neue Kernel-Version unterstützt die Security Level von Thunderbolt, um Systeme vor Spionage- oder Sabotage-Hardware zu schützen. Dazu sind aber noch Erweiterungen bei den Linux-Desktops nötig: Sie müssen in Zukunft fragen, welche Berechtigungen ein gerade angestecktes Thunderbolt-Gerät erhalten soll, um über die neuen Kernel-Techniken dann passende Parameter zu setzen. Windows bietet solch eine Funktion schon länger; Linux-Distributionen fehlt sie bislang, daher muss man bei manchen Systemen sogar eine unsichere Thunderbolt-Betriebsart im BIOS-Setup aktivieren, um manche Thunderbolt-Geräte mit Linux ansprechen zu

können. In dieser Einstellung gelangen böswillige Geräte allerdings an sensitive Informationen, weil sie den gesamten Arbeitsspeicher per DMA auslesen können.

Frische Grafiktreiber

Der für moderne Intel-GPUs zuständige Treiber i915 weiß jetzt auch den Grafikern von Coffee-Lake-CPUs anzusteuern, die Intel bei einigen Modellen der kürzlich gestarteten Prozessor-Baureihe Core i-8000 (siehe S. 41) einsetzen will. Einige Mobil-Prozessoren dieser Serie sollen hingegen ein „Cannonlake“-Innenleben erhalten, für dessen GPU der Treiber jetzt ebenfalls Code mitbringt. Der Support für die beiden Grafikkerne gilt aber vorerst noch als „unvollständig“.

Der von AMD entwickelte Amdgpu-Treiber unterstützt jetzt die Grafikkerne der „Raven Ridge“-Prozessoren. Bei ihnen handelt es sich um eine neue und noch dieses Jahr erwartete Generation von APUs (Accelerated Processing Units), die mit AMDs Vega verwandte Grafikkerne mit der beim Ryzen verwendeten Zen-Mikroarchitektur kombiniert. Die Unterstützung für diese GPUs hat aber den Status „Preliminary Support“ und ist somit unvollständig. Ein Grund dafür: Mit dem Grafikprozessor der Raven-Ridge-APUs gelingt vorerst keine Bildausgabe, weil dazu eine ursprünglich DAL (Display Abstraction Layer) und mittlerweile DC (Display Core) genannte Patch-Sammlung von AMD nötig ist; die Situation ähnelt somit der beim Support für Grafikkarten mit Vega-Chips. Nach wie vor ist ungewiss, wann die DC-Patches in Linux einfließen. Mit ziemlicher Sicherheit werden sie aber nicht in Linux 4.14 einfließen, das im November erscheinen dürfte. (thl@ct.de) **ct**



Der Linux-Kernel unterstützt jetzt Modern Standby und Thunderbolt-Sicherheitsfunktionen, die etwa das mit Ubuntu ausgelieferte Dell XPS 13 (9360) bietet.

Modularer Mini-PC

Die PowerBox 300 von Spectra versucht einen Kompromiss zwischen kompakter Bauform und Erweiterbarkeit: Der lüfterlose Mini-PC mit Intel Core i5-6300U oder Core i3-6100U (Dual-Core Skylake, 15 Watt) lässt sich mit Modulen erweitern, die je vier Ethernet-Ports herausführen, wahlweise mit Power-over-Ethernet oder verschraubten M12-Buchsen.

Die Box ist rund 20 Zentimeter breit, 14 cm tief und 7 cm hoch. Sie läuft mit Gleichspannung zwischen 9 und 48 Volt, die Betriebstemperatur darf zwischen -40 und +70 Grad Cel-

sus liegen. Gleich sechs COM-Ports stehen bereit, dazu kommen zweimal Ethernet, DVI-I und DisplayPort sowie viermal USB 3.0 und zweimal USB 2.0. Auch GPIO-(Schalt-)Ausgänge sind vorhanden, eine PS/2-Buchse und Audio-Klinkenbuchsen. Zwei Fassungen für PCIe Mini Cards dienen zur Nachrüstung von LTE- oder UMTS-Modems, WLAN oder anderen Bus-Adaptern. Eine der Fassungen ist ab Werk mit einer mSATA-SSD (120 GByte) bestückt; auch ein SO-DIMM (8 GByte, maximal 16 GByte) ist eingebaut. Die PowerBox 300 kostet ab 1560 Euro. (ciw@ct.de)



Für die PowerBox 300 verkauft Spectra Ethernet-Module mit je vier Ports.

Thunderbolt für PXI-Messsysteme

Die Adapterkarte PXIe-8301 von National Instruments (NI) bringt modularen PXI-Express-Messcomputern einen Thunderbolt-3-Anschluss. Darüber kann man solche Systeme an Notebooks mit Thunderbolt-3-Ports anschließen, um Daten zu erfassen oder Messungen zu steuern. Laut NI kommen gängige Thunderbolt-3-Kabel zum Einsatz; sie passen auch in USB-Typ-C-Buchsen. NI verkauft die PXIe-8301 ab 1150 Euro.

Unabhängig von dieser speziellen Anwendung hat Intel angekündigt, dass künftig auch andere Hardware-Hersteller außer Apple und Intel Thunderbolt 3 in eigene Chips integrieren dürfen. Damit will Intel die Verbreitung der schnellen Schnittstelle fördern. (ciw@ct.de)



Das Steckmodul NI PXIe-8301 bringt modularen PXIe-Messsystemen einen Thunderbolt-3-Anschluss.

Anzeige

Boards und Systeme mit Atom C3000

Außer Supermicro haben nun auch Asrock Rack und Gigabyte Mainboards mit Intels sparsamen Serverprozessoren der Baureihe Atom C3000 „Denverton“ angekündigt. Diese Chips besitzen bis zu 16 CPU-Kerne mit Goldmont-Architektur (wie Apollo Lake) und zahlreiche PCIe-3.0-Lanes, die sich auf SATA-6G-Betrieb umschalten lassen. Controller für 10-Gbit-Ethernet (10GbE) sind im System-on-Chip ebenfalls integriert. Einige Atom C3000 enthalten Hardware-Einheiten für Ver- und Entschlüsselung sowie Dekompression von Netzwerkdaten; das nennt Intel Quick-Assist Technology (QAT). Ein C3000-Board lässt sich mit bis zu 128 GByte ECC-RAM bestücken: vier DDR4-RDIMMs mit je 32 GByte.

Viele der C3000-Mainboards zielen auf Storage-Systeme, beispielsweise das Gigabyte MA10-ST0 mit dem stärksten Atom C3958. Das Board kann von einem aufgelöteten eMMC-Flash mit 32 GByte Kapazität booten und besitzt vier MiniSAS-x4-Buchsen für 16 SATA-6G-Medien. 8 der 16 Lanes lassen sich alternativ für den PCIe-x16-Slot nutzen. Zwei SFP+-Cages sind für 10GbE-Verbindungen gedacht, außerdem gibt es zwei 1GbE-Ports und einen separaten Anschluss für Fernwartung mit dem Baseboard Management Controller (BMC) Aspeed AST2400. Den Preis nennt Gigabyte nicht, er dürfte aber über 800 Euro liegen – ähnlich viel verlangt Supermicro für das etwas anders ausgestattete Board A2SDi-H-TP4F. Hier kommt ebenfalls der Atom C3958 zum Einsatz, aber außer zwei SFP+-Ports kann man 10GbE auch mit 10G-



16 x86-Kerne, zweimal 10-Gigabit-Ethernet und 16 SATA-6G-Ports vereint das Gigabyte MA10-ST0 mit Atom C3958.

BaseT-Kupferkabeln anschließen. Statt 16 gibt es aber nur 12 SATA-Ports, eMMC-Flash fehlt.

Supermicro hat noch 12 weitere Denverton-Boards im Angebot, das billigste A2SDi-2C-HLN4F mit dem Doppelkerner Atom C3338 ist ab 230 Euro erhältlich. Asrock hat bisher drei Denverton-Boards avisiert, davon zwei im Mini-ITX-Format. Auch Embedded-Systems-Zulieferer wie DFI und Kontron haben C3000-Module im Angebot. Axiomtek baut den Atom C3000 in eine Network Appliance mit vier SFP+- und sechs 1GbE-Ports ein. (ciw@ct.de)

Anzeige

SoCs für NVMe/F-Speicher

Software-defined Storage (SdS) mit Flash-Speicher kommt immer häufiger in Cloud-Rechenzentren zum Einsatz. Die zum Storage-System verkoppelten SSDs müssen dazu nicht in einem gemeinsamen Gehäuse sitzen: Über schnelle Ethernet-Links lassen sich externe Erweiterungsboxen anbinden, die man im Branchenjargon JBOF nennt für „Just a Bunch of Flash“. Der SdS-Host greift dann per NVMe over Fabrics (NVMe/F, NVMeoF) auf die SSDs zu, letztlich per Remote DMA (RDMA).

Für solche NVMeF-Erweiterungen haben Mellanox und Kalray passende Chips im Angebot. Mellanox BlueField kombiniert einen ConnectX-5-Adapter für zwei 100GbE-Ports – Ethernet oder InfiniBand – mit bis zu 16 ARMv8-A-Kernen (Cortex-A72); sparsamere und billigere

Varianten kommen mit 2 bis 8 Cortex-A72 und 25GbE aus. Bis zu 512 GByte DDR4-RAM lassen sich als lokaler Pufferspeicher anschließen. Für die SSDs stehen 32 Lanes PCIe 4.0 bereit, die sich auf 16 Ports verteilen lassen. Hardware-Einheiten übernehmen Standardaufgaben wie Verschlüsselung. Mit BlueOS – einem Yocto Linux – stellt Mellanox auch die Software-Basis bereit.

Die französische Firma Kalray setzt auf ihren Bostan-Chip MPPA2-256 mit 288 VLIW-Kernen, 128 Krypto-Einheiten und PCIe 3.0 x16. Für Entwickler liefert Kalray diesen MPPA2-256 auf der PCIe-Karte KTC40 mit zwei 40GbE-Ports aus; dazu gibt es auch einen Software-Stack. Attala Systems wiederum verwendet Intel-Stratix-FPGAs für All-Flash-Arrays mit NVMe/F-Anbindung. (ciw@ct.de)

Bildverwaltung im Browser

FotoWare hat die Oberfläche seiner Browser-gestützten Bildverwaltung FotoWeb 8.0 überarbeitet und neue Funktionen ergänzt. Virtuelle Ordner (SmartFolder) integrieren die Ergebnisse von Suchanfragen ordnerübergreifend und dynamisch in die Übersicht. Die Browser-Ansicht enthält jetzt eine Brotkrümelnavigation: eine Textzeile, über die man in übergeordnete Verzeichnisse wechseln kann. Ein Warenkorb fasst die Bildauswahl zusammen, bevor der Nutzer die zugehörigen Fotos auscheckt. Dabei stellt der Warenkorb verschiedene Formate, beispielsweise für Web oder Print, zur Wahl. Wenn nötig, erteilt ein Administrator anschließend die Freigabe der Assets zum Download. Endnutzer können die Bildübersicht nun nach Dateiname oder Datum in auf- oder absteigender Reihenfolge sortieren. FotoWeb kostet in kleinster Ausführung rund 8000 Euro. (akr@ct.de)

Videoschnitt von Corel

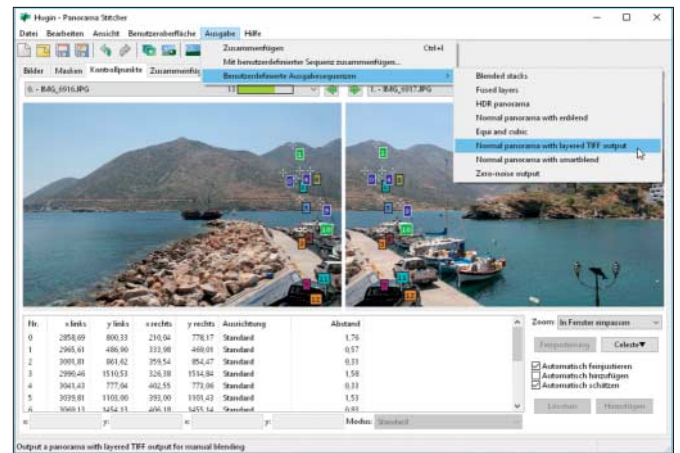
Corel hat die Videoschnittprogramme Pinnacle Studio und Video Studio Ultimate aktualisiert. Beide laufen unter Windows. In Pinnacle Studio 21 lassen sich Fenster über mehrere Monitore verschieben. Preset-gesteuerte Filter und eine Funktion zur manuellen Korrektur beseitigen Weitwinkel-Verzerrungen gängiger Action-Cams. Korrekturen, Farbanpassungen und 3D-Titel steuert das Programm jetzt über Keyframes. Pinnacle Studio Standard für 60 Euro unterstützt Full HD und maximal sechs Spuren. Pinnacle Studio 21 Plus für 100 Euro erlaubt bis zu 24 Spuren. Die Ultimate-Version für 130 Euro bringt mehr Effekte, beliebig viele Spuren und 4K-Unterstützung.

Das Video Studio Ultimate 10.5 erstellt Videomasken und wendet Effekte darauf an. Bei Zeitlupen- und Zeitraffer-Effekten lässt sich die Wiedergabegeschwindigkeit variieren. Die Deckkraft der Spuren kann man über eine Automationskurve steuern. Bildausschnitte aus 360-Grad-Aufnahmen exportiert das Programm in Videos für Fernseher und andere Wiedergabemedien. Video Studio bringt Effekte von NewBlue FX, Boris FX und proDAD mit. Das Programm kostet 90 Euro, das Upgrade ist für 70 Euro zu haben. (uh@ct.de)



Corel hat die Oberfläche von Pinnacle Studio überarbeitet. Keyframes zeigt das Programm jetzt übersichtlich an.

Panorama-Software mit HDR-Unterstützung



Der Panoramastitcher Hugin stellt benutzerdefinierte Exportparameter in der aktuellen Version über das Menü zur Verfügung.

Die Panorama-Software Hugin 2017.0 behebt einige Fehler der Vorgängerversion und bringt ein paar Neuerungen. HDR-Bilder (High Dynamic Range) soll das Programm nun korrekt anzeigen können. Die Vorgängerversion führte benutzerdefinierte Ausgabesequenzen ein, die Exportparameter in Textdateien definieren. Jetzt lassen sich diese über das Menü aufrufen. Dazu erzeugt Hugin unter „Ausgabe/Benutzerdefinierte Ausgabesequenzen“ jeweils einen eigenen Menü-Eintrag. Das Open-Source-Programm Hugin steht für Windows, Linux und macOS zum Download bereit. (db@ct.de)

Anwendungs-Notizen

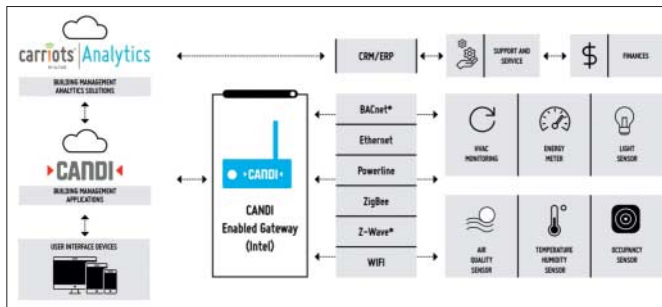
Die **KI-gestützte Bildbearbeitung** Photolemur 2.1 lässt sich jetzt auch unter Windows als Plug-in in Lightroom nutzen; für Mac-Nutzer stand das Plug-in schon vorher zur Verfügung. Außerdem läuft die neue Version laut Hersteller unter macOS 10.11.

Photools.com hat die **Bilddatenbank** IMatch und deren Server-Variante IMatch Anywhere in Version 2017.8 als 64-Bit-Anwendung veröffentlicht. Beide sollen Millionen von Bildern und große Bilddateien verwalten und anzeigen können. IMatch kostet 110 US-Dollar; IMatch Anywhere je nach Ausführung 45, 195 oder 400 US-Dollar.

Die **Bildbearbeitung** Alive Colors von Akvis enthält einen Glitzerpinsel, der Partikeleffekte aufträgt. Das Plug-in LightShop hat Akvis auf Version 6.0 aktualisiert. Alive Colors läuft unter Windows sowie macOS und kostet für private Nutzung 49 Euro, für kommerzielle 160 Euro.

Cloud-gestützte Haustechnik

Candi PowerTools sind eine Suite von Programmen zur Steuerung von Haustechnik. Die Software kommuniziert mit einem Intel-Gateway, das seinerseits über Ethernet, Powerline oder WiFi mit netzwerkfähigen Gebäudegeräten verbunden ist. Der Datenaustausch etwa mit Temperatur- oder Helligkeitssensoren sowie Stromzählern kann über Protokolle wie BACnet, ZigBee oder Z-Wave erfolgen. In die jüngste Version der PowerTools hat der Hersteller ein Bindeglied zur Cloud-Plattform Altair Carriots integriert. Deren Nutzer können mit dem zugehörigen SDK Java-Web-Anwendungen zur Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) entwickeln. Auf diesem Weg sollen sich Candi-kontrollierte Geräte über die Cloud mit anderen Geräten des Internet of Things und mit Unternehmensanwendungen wie einem ERP- oder Fertigungsplanungssystem verbinden lassen. (hps@ct.de)



Die Komponente Carriots Analytics verbindet die Gebäudesteuerung auf Basis von Candi PowerTools über die Cloud mit Backoffice-Anwendungen.

Schnellere CAE-Berechnungen

Die Rechenprogramm-Suiten der Familie Ansys sollen in Version 18.2 schneller als bisher mit physikalischen Simulationen fertig werden. Als Design-Hilfe für elektronische Schaltungen nutzt die Elektromagnetik-Suite nun Phi Meshing, indem sie magnetische Flüsse als Netze von finiten Elementen modelliert. Mit neu eingeführten Raytracing-Funktionen soll sie die Wechselwirkung zwischen Hochfrequenz-Wellen und weiträumigen Umgebungen visualisieren. Das Ziel sind Hinweise zur optimalen Antennen-Platzierung im Gelände. Die Fluid-Suite verfeinert FEM-Netze automatisch mit einer Technik namens PUMA (Polyhedral Unstructured Mesh Adaptation).

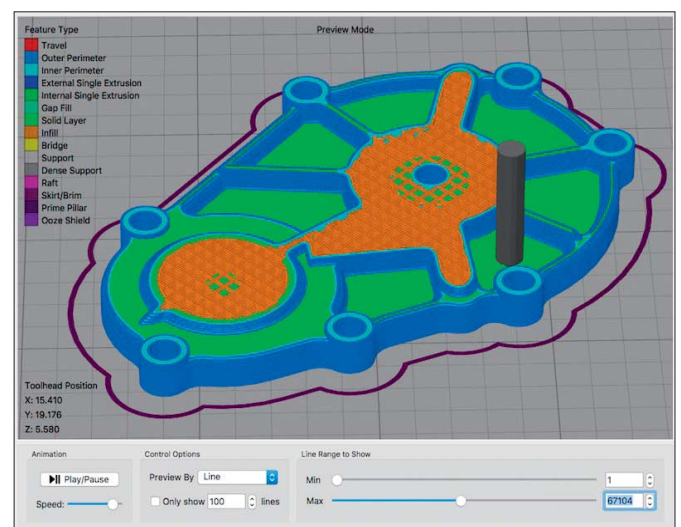
In den Suites für Systementwicklung und für Embedded Software hat der Hersteller seinen Modellierungs-Werkzeugkasten Scade Architect integriert. Dieser unterstützt zum Beispiel die Durchführung einer FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), um mögliche Fehler anhand von Schätzungen zu Eintrittswahrscheinlichkeit, Schwere und Entdeckungschancen zu bewerten. (hps@ct.de)

Informativer CAD-Betrachter

DataCAD hat der aktuellen Version seines Dateibetrachters Glovius für CAD-Dokumente einen Bemaßungs-Assistenten spendiert. Dieser zeigt Maßangaben an, sobald der Mauszeiger ein Konstruktionselement berührt. Dabei wählt die Software automatisch die zugehörigen Messpunkte – etwa die Endpunkte von Kanten oder die Mittelpunkte von Kreissegmenten. In der 2D-Ausführung kann Glovius nun auch PDF-Dokumente exportieren. (hps@ct.de)

Justierfähiges 3D-Druckprogramm

Das 3D-Druckprogramm Simplify3D kann in Version 4.0 den Druck eines 3D-Modells an unterschiedliche Erfordernisse anpassen, indem es dieses in verschiedene Zonen aufteilt. Der Anwender kann diesen Bereichen gezielt angepasste Prozesseinstellungen zuordnen. So lassen sich Parameter wie Lagenhöhe, Druckgeschwindigkeit oder Füllungsgrad innerhalb eines Modells variieren. Simplify3D sorgt dabei automatisch für nahtlose Übergänge zwischen den Zonen. Die Software passt die Menge des extrudierten Materials jetzt in Abhängigkeit von der Form an, was besonders bei feinen Strukturen zu einer besseren Druckqualität beitragen soll. Die überarbeitete Bedienoberfläche hilft mit einer interaktiven Vorschau, Probleme schon vor dem Druck zu entdecken. Simplify3D kostet 149 US-Dollar; das Upgrade auf die Version 4.0 ist für Besitzer der Vorversion kostenlos. Die kostenlose Testversion kann zwei Wochen lang ausprobiert werden. (Mathias Poets/hps@ct.de)



Simplify3D 4.0 kann beim 3D-Druck unterschiedliche Parameter für verschiedene Bereiche eines Modells anwenden.

Tower-Kühler für Ryzen Threadripper

Die High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper verwenden die neue CPU-Fassung TR4, haben einen größeren Heatspreader und mit 180 Watt eine besonders hohe Thermal Design Power (TDP). Der Tower-Kühler Freezer 33 TR von Arctic ist zum Beispiel mit einer vergrößerten Grundfläche an diese Anforderungen angepasst: Die Abwärme des Prozessors leiten vier Heatpipes zu den Kühlhamellen; diese liegen im Luftstrom des 12-cm-Lüfters.

Der Drehzahlbereich des PWM-Ventilators reicht von 200 bis 1.800 Umdrehungen pro Minute. Laut Arctic soll der Freezer 33 TR Prozessoren mit bis zu 200 Watt TDP kühlen und auf Mainboards mit den Fassungen AM4, LGA2011, LGA2066 und TR4 passen. Der Tower-Kühler mit weißem oder rotem Lüfter kostet 45 Euro. (chh@ct.de)



Um die Abwärme der Threadripper-Prozessoren optimal abzuführen, mussten die Kühlerhersteller die Bodenplatte wie beim Arctic Freezer 33 TR vergrößern.

Boom im Grafikkartenmarkt

Der Absatz von Grafikkarten stieg im zweiten Quartal 2017 so stark wie seit 20 Jahren nicht. Insbesondere legte die Zahl der verkauften Grafikkarten zu, um 35 Prozent im Vergleich zum Vorjahresquartal und um 31 Prozent gegenüber dem vorherigen. Laut Jon Peddie Research hängt das mit dem Boom bei Kryptowährungen zusammen, konkret mit dem Schürfen der Kryptowährung Ethereum, für die sich aktuelle Grafikkarten besonders gut eignen. Im Vergleich zum zweiten Quartal 2016 legte der GPU-Absatz insgesamt um 6,4 Prozent zu, davon entfällt ein Plus von 5 Prozent auf Desktop-GPUs und ein Plus von 7 Prozent auf Notebook-GPUs. AMD konnte dabei 8 Prozent mehr GPUs absetzen, Nvidia sogar 10 Prozent mehr.

AMD eroberte im zweiten Quartal 2017 einen Marktanteil von 29,4 Prozent bei Grafikkarten. Im Vergleich zum ersten Quartal entspricht das einer Steigerung um 1,9 Prozentpunkte, zum Vorjahresquartal jedoch einem Rückgang um 1,4 Prozentpunkte. Nvidia-Grafikkarten dominieren den Markt mit einem Anteil von 70,6 Prozent. Nvidia verlor im Vergleich zum Q1/2017 jedoch 1,9 Prozentpunkte, gewann aber dafür gegenüber dem Vorjahr 1,5 Prozentpunkte. (mfi@ct.de)

Gaming-PC mit Core-X-CPU



Der Medion Eraser X87001 liefert genug Leistung fürs Spielen mit Ultra-HD-Auflösung.

Medion packt in den Spielerechner Eraser X87001 nicht nur High-End-Komponenten, sondern spendiert diesem auch ein spezielles Gehäusedesign: Vom Gaming-Flaggschiff sollen 50 Stück in den Verkauf kommen, die von Graffiti-Künstlern handbesprüht wurden.

Zur Ausstattung zählen ein 10-Kern-Prozessor Core i9-7900X (3,3 GHz, Turbo 4,5 GHz), 64 GByte RAM, zwei M.2-NVMe-SSDs mit je 512 GByte Kapazität sowie zwei 4-TByte-Festplatten. Damit die CPU nicht überhitzt, baut Medion in den Eraser X87001 eine erweiterbare Wasserkühlung ein. Die Grafikausgabe übernimmt eine GeForce GTX 1080 Ti mit 11 GByte GDDR5X-RAM. Damit eignet sich der Eraser X87001 auch fürs 4K-Gaming von grafisch aufwendigen 3D-Spielen. Der Gaming-Rechner ist ab sofort für 4500 Euro im Online-Shop von Medion erhältlich. (chh@ct.de)

Hardware-Notizen

Der **Grafiktreiber** Crimson Relive 17.8.2 für Radeon-Grafikkarten behebt einige Probleme bei Radeon-RX-Vega-Karten wie Bildfehler und nicht funktionierendes Overclocking mit der Software Radeon WattMan. Darüber hinaus verbessert der Treiber laut AMD die Performance beim 3D-Spiel PlayerUnknown's Battleground um bis zu 18 Prozent.

Die **Engpässe bei DRAM und Flash-Speicher** bleiben vorerst bestehen – und damit auch die hohen Preise. Vor allem bei Servern besteht derzeit eine große Nachfrage nach DDR4-RAM mit hoher Kapazität, weil AMD und Intel kürzlich neue Plattformen vorgestellt haben. Zudem fließt viel NAND-Flash in Speichersysteme von Cloud-Rechenzentren.

Intel Core i-8000 für Notebooks

Die ersten Prozessoren der achten Core-i-Generation bringen flachen Notebooks vier Kerne: Je zwei Core-i7- und Core-i5-Typen aus der „U“-Familie mit 15 Watt Nennleistung. Bisher gab es in dieser 15-Watt-Klasse von Intel nur Dual-Cores. Die Rechenleistung der Quads soll um bis zu 40 Prozent höher liegen. Intel verspricht, dass das ohne Abstriche bei Akkulaufzeit und maximaler Taktfrequenz klappt: Der Core i7-8650U bringt es auf bis zu 4,2 GHz (1,9 GHz Basistakt). Außerdem kommen Core i7-8550U (1,8/4,0 GHz), Core i5-8350U (1,7/3,6) und Core i5-8250U (1,6/3,4).

Die neuen Chips nennt Intel auch „Kaby Lake Refresh“: Sie unterscheiden sich bis auf die zusätzlichen beiden Kerne kaum von ihren Vorgängern; statt der Fertigungstechnik 14 Nanometer verwendet Intel die optimierte Version „14nm+“. Die Intel HD Graphics 620 heißt künftig Intel UHD Graphics 620, leistet aber dasselbe. Sie soll für einfache Anwendungen von „Merged Reality“ beziehungsweise Mixed Reality genügen, die mit dem Fall Creators Update für Windows 10 im September erwartet werden. Erste Notebooks mit Core i-8000U sollen ab September zu kaufen sein und könnten so schon auf der IFA angekündigt werden.

Verwirrend ist die Fülle neuer „Lake“-Prozessoren, die Intel in den nächsten Monaten plant. Denn auch die Familien Cannon



Core i7-8650U ist Intels erster Quad-Core mit 15 Watt TDP für flache Notebooks.

Lake, Coffee Lake, Gemini Lake und Ice Lake werfen ihre Schatten voraus. Cannon Lake werden Intels erste 10-nm-Chips sein und als Core i-8000Y in lüfterlosen Windows-10-Tablets und 2-in-1-Hybriden erscheinen. Coffee Lake will Intel mit „14nm++“ und bis zu sechs Kernen fertigen. Coffee Lake-H mit 45 Watt zielt auf Gaming-Notebooks und mobile Workstations, Coffee Lake-S mit bis zu 95 Watt auf Desktop-PCs. Die nötigen LGA1151-Mainboards brauchen Chipsätze der Serie 300 – wie bereits berichtet.

Schließlich will Intel vor Jahresende wohl noch die billigen Celerons auffrischen, und zwar mit Gemini Lake – inklusive HDMI 2.0 und den Software Guard Extensions (SGX) für UHD-BD-Kopierschutz. Für Mitte 2018 erwartet man dann Ice Lake mit „10nm+“ als Nachfolger von Coffee Lake. (ciw@ct.de)



Der Core i-8000U mit vier Kernen passt auch in leichte Business-Notebooks.

Intel Core i-8000: Varianten

Codename	Rechnertypen
Kaby Lake-U Refresh (14nm+)	(flache) Notebooks
Coffee Lake-S (14nm++)	Desktop-PC (LGA1151, Serie 300)
Coffee Lake-H (14nm++)	Gaming-PC, mobile Workstation
Cannon Lake-Y (10nm)	Tablet, 2-in-1

Anzeige

Linksextremistisches Webportal verboten

Bundesinnenminister Thomas de Maizière (CDU) hat am 25. August die linksextremistische Internetplattform linksunten.indymedia.org verboten. Der Minister bezeichnete die Gruppe aus drei ermittelten Betreibern als „Vereinigung“ und stützte sein Verbot auf das Vereinsgesetz: „Zweck und Tätigkeiten von linksunten.indymedia laufen den Strafgesetzen zuwider und richten sich gegen die verfassungsmäßige Ordnung“, teilte er mit. „Das von mir angeordnete Verbot dient der Zerschlagung der Vereinsstruktur und der Beschlagnahme des Vermögens.“

Zum zweiten Mal bemüht das Bundesinnenministerium (BMI) das Vereinsrecht, um eine politisch extremistische Website aus dem Verkehr zu ziehen: Im Januar 2016 hatte de Maizière die rechtsextremistische Plattform „Altermedia Deutschland“ auf ähnlicher Grundlage verboten. Ein Verein besteht nach deutschem Recht nicht erst dann, wenn er im Vereinsregister eingetragen ist. Es genügt laut Vereinsrecht, wenn sich Menschen für längere Zeit zu einem gemeinsamen Zweck freiwillig zusammenschließen und sich einer „organisierten Willensbildung unterwerfen“.

Den Sicherheitsbehörden gilt das Anfang 2009 gestartete linksunten.indymedia.org als einflussreichstes Medium der linksextremistischen Szene in Deutschland – und als Forum für gewaltbereite Autonome. Auf der Plattform konnten Nutzer anonym Beiträge veröffentlichen. Das Ministerium legte eine siebenseitige Auflistung mit Beiträgen vor, mit denen das Verbot begründet wurde. Darunter waren Postings mit strafbaren Inhalten, Bekenner-schreiben zu Straftaten und verfassungsfeindliche Inhalte. Ausdrücklich wurde in manchen Bekenner-schreiben Bezug auf den G20-Gipfel in Hamburg genommen.

Die deutsche Plattform ist ein Ableger der linken Site Indymedia („Independent Media Center“). Der Innenminister betonte, das Verbot richte sich ausdrücklich nicht gegen dieses weltweite Netzwerk, sondern nur gegen den linksextremistischen Ableger linksunten.indymedia.org. Es gab keine Festnahmen oder Verhaftungen. Im Zusammenhang mit dem Verbot wurden allerdings Räumlichkeiten in Freiburg durchsucht. Derzeit ist linksunten.indymedia.org offline (Stand: 28. August 2017). (hob@ct.de)



Die Plattform linksunten.indymedia.org (hier einen Tag vor dem Verbot) ermöglichte es Nutzern, anonym Beiträge zu veröffentlichen.

Parallele Chrome-Installation

Google erleichtert es Webentwicklern, ihre Projekte in künftigen Versionen von Chrome zu testen. Bislang war es historisch bedingt nicht möglich, gleichzeitig den stabilen Chrome-Browser und die Beta einer künftigen Variante zu nutzen. Entwickler mussten die Browser deshalb beispielsweise in virtuellen Maschinen starten.

Unter Windows, Linux und Android ist es nun möglich, neben der aktuellen Chrome-Version auch die Builds aus den Beta- und Dev-Channels zu installieren. Diese „Side-by-Side“-Option erfordert, dass man die Beta- und Dev-Builds aus dem Developer-Channel neu bezieht. Wann die Side-by-Side-Option auch unter macOS funktioniert, ließ Google noch offen.

(hob@ct.de)

Facebook sperrt Fake-News-Verbreiter

Facebook hat vor der anstehenden Bundestagswahl zehntausende Konten gelöscht, die im Verdacht stehen, Falschinformationen oder irreführende Inhalte zu verbreiten. Ähnliche Aktionen hatte das weltgrößte soziale Netzwerk auch vor der Parlamentswahl in Großbritannien und der Präsidentschaftswahl in Frankreich unternommen. Die Löschaktionen beruhen auf einer internen Richtlinie, die im April 2017 veröffentlicht worden war.

Im April hatte Facebook angekündigt, gefälschte Konten „umfassend zu ermitteln und zu entfernen“. Dank der Analyse von Aktivitätsmustern sei das Unternehmen inzwischen besser in der Lage, „unechte Konten“ zu identifizieren, ohne hierbei die eigentlichen Inhalte zu betrachten, erklärte es. „So erkennen unsere Systeme beispielsweise, wenn identische Inhalte wiederholt gepostet werden oder eine erhöhte Zahl an Nachrichten verschickt wird.“ Diese technischen Fortschritte erlaubten es Facebook ebenfalls, „die Verbreitung nicht authentischer Inhalte zu reduzieren – darunter Spam, Falschinformationen oder andere irreführende Inhalte, wie sie häufig von Personen verbreitet werden, die gefälschte Accounts betreiben“.

Nach der neuen Richtlinie arbeitet Facebook auch enger mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zusammen. Facebook hat nach eigenen Angaben im Rahmen der Bundestagswahl zu Themen wie Sicherheit und Authentizität einen direkten Kommunikationskanal zum BSI eingerichtet. Außerdem habe man politische Parteien und Kandidaten auf Sicherheitsrisiken hingewiesen.

Eva-Maria Kirschsieper, Head of Public Policy bei Facebook Deutschland, erklärte: „Wir wissen, dass Menschen verlässliche Informationen auf Facebook sehen möchten. Das möchten wir auch. Aus diesem Grund unternehmen wir erhebliche Anstrengungen, um Informationssicherheit zu gewährleisten und Falschinformationen dauerhaft zu bekämpfen.“

(anw@ct.de)

Projekt-Management auf dem Firmenserver

Die quelloffene Anwendung OpenProject dient sowohl zum traditionellen als auch zum agilen Projekt-Management nach Scrum- und Kanban-Ansätzen. In Version 7.1 lassen sich Abläufe und Abhängigkeiten mit einem komplett neu entwickelten Gantt-Diagramm visualisieren, in welches man Phasen und Meilensteine per Drag & Drop aus der Listenansicht übernehmen kann. In Listenanzeigen kann man jetzt einzelne Aufgaben und Unteraufgaben selektiv verbergen. Im ebenfalls neuen Zen-Modus soll die Software sogar alle nicht-essenziellen Aufgaben automatisch ausblenden. Die Datensätze für Aufgaben können nun auch nutzerdefinierte Felder mit Mehrfachauswahl enthalten.

OpenProject ist über das App-Center in den Univention Corporate Server (UCS) integrierbar, sodass Systemadmins Projekt-Mitarbeiter direkt aus dem UCS-Managementsystem heraus verwalten können. (hps@ct.de)

Stackfield-Server vor Ort

Den Kommunikationsdienst Stackfield, der mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung arbeitet, kann man ab sofort auch mit einer Kauflizenz von einem lokalen Server aus betreiben. Stackfield dient Teams als Plattform für den Austausch von Chat-Nachrichten, Aufgaben, Kalendern und Dateien. Zur Sicherheit vor Datendiebstahl verlangt der Dienst optional eine Zwei-Faktor-Authentifizierung, außerdem arbeitet er nach dem Zero-Knowledge-Prinzip: Alle Inhalte werden vor der Übertragung auf dem Rechner des Absenders verschlüsselt und erst nach dem Eintreffen beim Empfänger auf dessen Rechner entschlüsselt. Da auch die Passwörter zum Dekodieren der Daten niemals unverschlüsselt auf den Server gelangen, erhält selbst der Server-Betreiber keine Gelegenheit zum Mitlesen. Wer einen Stackfield-Server im Unternehmen aufstellen will, zahlt für eine Lizenz einmalig ab 800 Euro netto für zehn Nutzer. Der optionale Support über das erste Jahr hinaus kostet jährlich 25 Prozent des Lizenzpreises.

(hps@ct.de)



Vorschriftsmäßiges E-Mail-Archiv

Applord hat passend zu seinem Dokumenten-Managementsystem EcoDMS das E-Mail-Archivsystem EcoMailz herausgebracht. Dieses importiert automatisch E-Mail von einem Groupware-respektive Mailserver oder aus dem Dateisystem. Dabei notiert es den Herkunfts-Server sowie den Status jeder Mail als privat oder geschäftlich, aktualisiert den Volltext-Index für Mails und Anhänge und legt die Inhalte verschlüsselt zunächst in einem temporären Container ab.

Nach einer einstellbaren Frist wird jede geschäftliche Mail mitsamt Anhang zur revisionssicheren Aufbewahrung in einen Archiv-Container verschoben und lässt sich ab dann nicht mehr löschen. Sobald ein Container voll ist, legt die Software automatisch einen neuen an. Damit lassen sich Langzeit-Backups einfacher anfertigen als mit einer herkömmlichen Datenbank, da man

bei der Default-Größe von 500 MByte jeden vollen Container einfach auf eine CD kopieren und später von der Festplatte löschen kann.

Anwender können ihre Archiv-Einstellungen über ein MS-Office-Plug-in und demnächst über ein Thunderbird-Plug-in von ihrem Mail-Client aus steuern. Außerdem verzahnt sich das E-Mail-Archiv über ein Plug-in mit EcoDMS. So kann man festlegen, dass E-Mail-Anhänge zusammen mit anderen Dokumenten und EcoDMS verwaltet werden und mit dem DMS alle Inhalte gemeinsam durchsuchen. EcoMailz ist aktuell für Windows verfügbar, in Kürze sollen Versionen für Linux sowie die NAS-Systeme von Synology und QNAP folgen. Außerdem soll EcoMailz als Docker-Container erscheinen. Lizenzen kosten netto 25 Euro je Nutzer und Monat. (hps@ct.de)

Anzeige



Produktivitäts-Upgrade

Vorschau auf Apples Mobil-Betriebssystem iOS 11

Ein allgegenwärtiges Dock, erweitertes Multitasking, ein Dateimanager und Drag & Drop sollen das iPad in ein Arbeitspferd verwandeln. Das iPhone profitiert eher von Kleinigkeiten – und könnte auf einen Schlag die weitverbreitetste AR-Plattform werden.

Von Hannes A. Czerulla

Zusammen mit dem iPhone 8 wird Apple im Herbst iOS 11 offiziell freigeben. Schon jetzt kann jeder die Beta-Version herunterladen und ausprobieren. Wir haben das System auf einem iPad Air und iPhone 6s installiert.

Gleich nach dem Booten die erste Neuheit: iOS 11 ändert das Verhalten des Sperrbildschirms. Diesen hat Apple nun mit der Mitteilungszentrale verschmolzen, es gibt also nur noch eine zentrale Ansicht für Benachrichtigungen. Wischt man auf dem bereits entsperrten Gerät mit dem Finger von oben, erscheint die neue kombinierte Ansicht. Sie sieht exakt so aus wie

der Sperrbildschirm. Das verwirrt anfangs, hat aber den Vorteil, dass die bislang auf dem Lockscreen eingeblendeten Nachrichten nicht mehr verschwinden, wenn man das iPhone entsperrt.

Wie gewohnt öffnet ein Wischen nach rechts die Widget-Ansicht. Zieht man den Finger nach links, startet die Kamera-App. Das funktioniert nun auch in der Mitteilungszentrale. Einzelne Benachrichtigungen reagieren nicht mehr auf ein Wischen nach links. Auf iPhones mit 3D Touch öffnet aber weiterhin ein fester Druck die Detailansicht. Bei Geräten ohne druckempfindlichen Bildschirm hält man die Nachricht stattdessen einfach etwas länger gedrückt.

Der Homescreen mit den App-Icons bleibt unverändert. Apple hat nur einige Animationen angepasst, wodurch sich Apps schwungvoller öffnen. Einige vorinstallierte Apps haben neue Icons. Die Videos-App fehlte in den Beta-Versionen, sie wird durch die noch junge TV-App verdrängt.

Das neue Kontrollzentrum

Das App-Dock am unteren Display-Rand des iPad kann man jederzeit mit einem Wisch nach oben in den Bildschirm ziehen – auch innerhalb von Apps. Zieht man weiter, erscheint der komplett überarbeitete App-Switcher: Er kombiniert das Dock, das Kontrollzentrum und die zuletzt geöffneten Apps. Die kombinierte Ansicht zeigt nicht einfach nur die zuletzt genutzten Apps, sondern auch die sogenannten App-Spaces, bestimmte App-Kombinationen in Multitasking-Ansichten. Wer also bevorzugt in bestimmten Zusammenstellungen arbeitet, etwa einer geteilten Ansicht aus Safari und der Notizen-App, erstellt sich nun derartige „Arbeitsräume“ und betritt sie über den App-Switcher.

Anwender können das Kontrollzentrum selbst anpassen und Steuerelemente ergänzen sowie entfernen. Wer beispielsweise den Stromsparmodus vom Kontrollzentrum aus aktivieren möchte, bringt ihn in iOS 11 dort unter. Die neue Bildschirm-aufzeichnung steht ebenfalls über die Steuerzentrale zur Verfügung. Die erstellten Videos speichert das System in der Foto-Mediathek.

Das Dock der iPads fasst nun bis zu fünfzehn App-Verknüpfungen – je nach Bildschirmgröße. Es ist zudem das zentrale Element für Multitasking: Indem man ein Programm aus dem Dock herauszieht, öffnet man es in der Slide-Over- oder Split-

Screen-Ansicht. Erstere zeigt die zweite App in einem kleinen Fenster an, das sich rechts oder links platzieren lässt. Zieht man ihren Anfasser nach oben, wechselt sie in die geteilte Ansicht, die zwei Apps gleich groß nebeneinanderlegt. Auf dem iPad Pro mit 10 und 12 Zoll Diagonale lassen sich sogar zwei Apps geteilt, eine dritte App im Slide-Over-Fenster und ein Bild-im-Bild-Video gleichzeitig anzeigen und bedienen.

Drag & Drop und Datei-Browser

iOS 11 erhebt das Ziehen und Ablegen von Elementen endlich zu einer systemweiten Funktion, die somit prinzipiell in allen Apps zur Verfügung steht. Fotos aus dem Browser zieht man beispielsweise einfach in eine neue E-Mail oder iMessage-Nachricht. Das klappt auch etwa mit Text und Links.

Apple reizt dabei die Multitouch-Fähigkeit des Displays aus: Anwender beginnen das „Ziehen“ eines Objektes, indem sie kurz mit dem Finger darauf verharren und dann die Bewegung beginnen. Tippt man nun mit einem zweiten Finger weitere Elemente an, werden sie der Auswahl hinzugefügt. Dabei bleibt iOS frei bedienbar und man kann parallel die Ziel-App oder beispielsweise E-Mail öffnen. Damit Drag & Drop mit Apple-fremden Apps funktioniert, müssen deren Entwickler sie anpassen. Auf den iPhones funktioniert Drag & Drop nur innerhalb einer App.

Von Anbeginn hat Apple versucht, die Dateien in iOS möglichst vor dem Nutzer zu verstecken, was viele eigentlich simple Arbeitsabläufe erschwert. In iOS 11 hält nun eine schlicht „Dateien“ genannte App auf iPad und iPhone Einzug. Außer lokalen Dateien verwaltet sie auch Cloud-Speicher, beispielsweise iCloud, Dropbox und Google Drive.

Dank der überarbeiteten Notizen-App kann man mit dem Apple Pencil nun einfach den Lockscreen antippen und daraufhin in einer Notiz mit dem Schreiben oder Zeichnen beginnen. Neue Hintergründe ergänzen die Notizen wahlweise um Linien oder Raster. Innerhalb einer Notiz kann man auch per Hand schreiben und malen, der getippte Text weicht zur Seite. Handschriftliche Notizen versucht iOS 11 automatisch in Text umzusetzen. Das klappt auch auf dem iPhone, vorerst aber nur auf Englisch.

Eine neue Scan-Funktion zum Abfotografieren von Papierdokumenten erkennt Seitenränder und korrigiert die Per-

spektive – das macht viele rudimentäre Scan-Apps überflüssig. Frische Screenshots erscheinen als kleines Thumbnail am unteren Bildschirmrand, das man entweder teilt, löscht oder zum Speichern wegwischt.

Auf Wunsch speichert iOS 11 alle über die Nachrichten-App iMessage geführten Unterhaltungen mitsamt der Anhänge auf Apples Servern und synchronisiert sie zwischen Geräten. Wer also ein neues Gerät in Betrieb nimmt, ohne dieses von einem Backup wiederherzustellen, findet trotzdem alle geführten Konversationen in vollem Umfang vor.

Neues Video- und Foto-Format

Die neuen Formate HEIF (High Efficient Image Format) und HEVC (High Efficient Video Codec) lösen JPEG und den Videokomprimierstandard H.264 ab. Ein mit dem iPhone 7 geschossenes Foto wird also nicht mehr als JPEG, sondern im HEIF-Format gespeichert (und mit HEVC respektive H.265 komprimiert). Apple verspricht durch die Änderung eine Platzersparnis von bis zu 50 Prozent bei gleicher Qualität für Fotos und Videos. Die alten Formate werden weiterhin angezeigt.

Die Kamera-App liest nun QR-Codes; es genügt, sie vor die Linse zu halten. Eine Benachrichtigung zeigt die im QR-Code versteckte Information an und öffnet diese durch Antippen in der zugehörigen



Das anpassbare Kontrollzentrum von iOS 11 nimmt nur noch eine Seite ein.

App, beispielsweise in Safari, dem Adressbuch oder dem Kalender.

Augmented Reality kommt

Mit dem ARKit stellt Apple ein Framework für Entwickler bereit, das digitale Elemente möglichst realistisch in die echte Umgebung einsetzt. Objekte oder ganze Spielszenarien tanzen dann beispielsweise auf dem eigenen Küchentisch. Umgebungslicht sowie die vom Mobilgerät erfassten Bewegungen werden berücksichtigt. Ist ein Objekt im Raum platziert, bleibt es dort, auch wenn es aus dem Blick gerät. Der Nutzer kann sich dabei mit seinem Gerät relativ frei bewegen und die Szene aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten.

iOS 11 selbst ausprobieren

Apple iOS 11 ist für alle Geräte geeignet, die iOS 10 unterstützen, mit Ausnahme von iPhone 5, iPhone 5c und iPad 4, da diese noch einen 32-Bit-Prozessor nutzen. Um die neue iOS-Version im Rahmen des öffentlichen Beta-Programms zu testen, rufen Sie Apples Public-Beta-Seite mit dem iPhone oder iPad auf, auf dem Sie iOS 11 einrichten wollen. Nach Anmeldung mit Apple-ID und dem Bestätigen von Apples Bedingungen registrieren Sie Ihr iOS-Gerät und laden ein Konfigurationsprofil. Nach einem Neustart taucht iOS 11 in den Systemeinstellungen unter „Allgemein“ im Bereich Softwareaktualisierung als OTA-Update auf. Vor dem Update sollten Sie ein Backup durchführen.

Sie können jederzeit zu iOS 10.3.3 zurück. Dafür müssen Sie von der Public-Beta-Seite ein „Restore Image“ herunterladen und anschließend das iPhone oder iPad in den Wartungszustand versetzen. Anschließend verbinden Sie das Gerät mit iTunes. Nutzen Sie dafür unbedingt die aktuelle iTunes-Version. Dort klicken Sie dann den Wiederherstellungsknopf bei gleichzeitig gedrückter Alt- (Mac) oder Umschalt-Taste (Windows) und wählen daraufhin das heruntergeladene Restore-Image mit iOS 10.3.3 aus. Nach dem Abschluss der Wiederherstellung können Sie schließlich das iPhone mit ihrem Backup in den ursprünglichen Zustand zurückversetzen. In iOS 11 vorgenommene Änderungen gehen dadurch verloren.

Im Netz kursieren bereits viele kurze Videos, die Einsatzmöglichkeiten der Technik zeigen. Entwickler führen dort eine beeindruckende Vermischung von virtuellen und realen Elementen vor. Bei vielen der ersten ARKit-Apps wird es sich um Spiele(reien) handeln. Doch auch Unternehmen wie Ikea haben bereits in Aussicht gestellt, ihre Apps anzupassen: Dann platzieren Nutzer neue Möbel vor dem Kauf kurzerhand im Wohnzimmer. Für den vollen Funktionsumfang benötigt ARKit ein Apple-Gerät mit mindestens A9-Chip, also iPhone 6s, iPhone SE, iPad Pro oder 2017er iPad.

Cloud spart Platz

Um Speicherplatz zu sparen, kann iOS 11 Apps raffiniert auslagern, nämlich das Programm selbst vom Gerät löschen, die zugehörigen Daten aber behalten. Das Icon der App bleibt auf dem Homescreen mit einem kleinen Cloud-Icon bestehen. Tippt man es an, wird die Software wieder aus dem App Store heruntergeladen. Das Auslagern führt man wahlweise manuell einzeln durch oder aktiviert die Automatik, die Programme bei knappem Speicher vom Gerät schubst.

Den bislang tief in den Safari-Einstellungen vergrabenen iCloud-Schlüsselbund hat Apple auf die oberste Ebene der Einstellungen verlegt. Hier lassen sich die bereits gespeicherten Passwörter für Web-



Reale und digitale Welt verschmelzen in ARKit-Apps.

seiten einsehen, nachdem man sich per Touch ID angemeldet hat. Anwender dürfen neue Zugangsdaten eintragen, die auf alle anderen Geräte mit iOS 11 übertragen werden. Auch Apps von Drittentwicklern können nun mit dem iCloud-Schlüsselbund zusammenspielen.

Siri wird schlauer

Zudem gleicht iCloud auf Wunsch Siri-Daten ab. Das dürfte Informationen umfassen, die der Nutzer dem Sprachassistenzsystem zu Verwandtschaftsbeziehungen oder Spitznamen übermittelt hat, sowie erfasste Interessensgebiete. In anderen Apps macht Siri dann Vorschläge: Eine in Safari gefundene Adresse wird zum Beispiel automatisch in der Karten-App eingeblendet, eine gebuchte Reise landet als Terminvorschlag im Kalender. Bei den Wortvorschlägen über der Tastatur sollen die gelernten Interessen eben-

falls berücksichtigt werden. Die überarbeiteten Stimmen sollen eine natürlicher wirkende Aussprache mit verschiedenen Intonationen bieten.

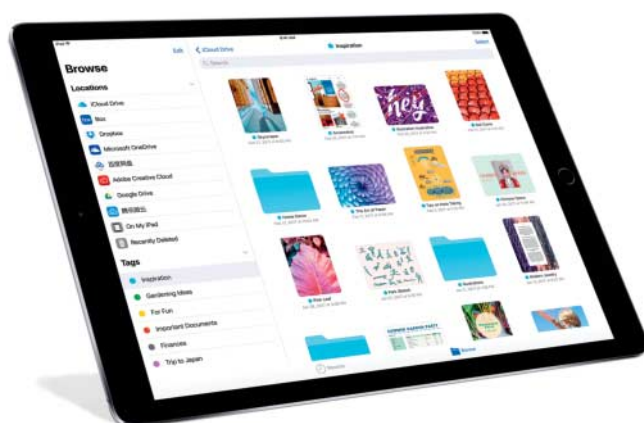
Ganz neu ist außerdem eine Übersetzungsfunktion, die das vom Nutzer Gesagte in andere Sprachen überträgt. Am Anfang unterstützt Siri nur die einseitige Übersetzung aus dem Englischen in andere Sprachen, darunter Deutsch, Französisch, Spanisch, Italienisch und Chinesisch.

Speziell für Autofahrer hat Apple den Nicht-stören-Modus erweitert: Auf Wunsch wird „Beim Fahren nicht stören“ automatisch aktiviert, sobald das iPhone die Fortbewegung im Fahrzeug oder eine Bluetooth-Verbindung mit dem Auto erkennt. Der Bildschirm bleibt dann konstant schwarz, ankommende Benachrichtigungen lösen keinen Tonhinweis aus und werden im Lockscreen gar nicht erst angezeigt.

Die iPhone-Tastatur lässt sich an die linke oder rechte Bildschirmseite verschieben, um das Einhandtippen zu erleichtern. Auf dem iPad sind Zahlen und Sonderzeichen direkt auf der Haupttastatur durch ein Wischen der jeweiligen Taste nach unten verfügbar. Den App Store hat Apple komplett überarbeitet und eine umfassende redaktionelle Vorstellung von Apps eingebaut. Spiele erhalten ihre eigene Ansicht und mischen sich so nicht mehr zwischen alle anderen Programme.

Eine SOS-Funktion für das iPhone löst auf fünfmaliges schnelles Drücken der Standby-Taste einen Notruf aus und deaktiviert Touch ID, bis der Nutzer ein selbst festgelegtes Passwort eingibt.

Was wir auch weiterhin in iOS vermissen: Die Standard-Apps für E-Mail, Browser, Kalender et cetera lassen sich immer noch nicht vorgeben, ebenso sieht iOS weiterhin nur einen Anwender pro Gerät vor. Eigene Screenshots aus der Beta-Version dürfen wir laut Apples Richtlinien übrigens nicht zeigen, deswegen stammen alle Fotos dieses Artikels vom Hersteller selbst. (hcz@ct.de) **ct**



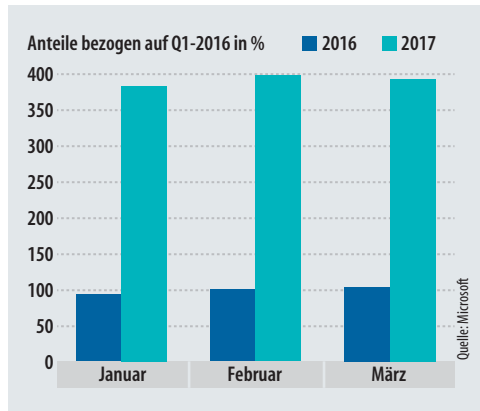
Alle Dateien erscheinen zentral in einer App auf iPad und iPhone. Auch Cloud-Dienste werden dort eingebunden.

App-Switcher, Dock und Kontrollzentrum vereint das iPad in einer Ansicht.



Alle Bilder: Apple

Sicherheitsbericht von Microsoft



Innerhalb eines Jahres hat sich die Menge der Angriffe auf Konten bei Microsofts Cloud-Diensten vervierfacht.

Microsoft stellt in seinem neuesten Security Intelligence Report (SIR, siehe microsoft.com/sir) fest, dass Konten bei Cloud-Diensten der Redmonder zu einem immer beliebteren Ziel für Hackerangriffe werden. So habe sich die Zahl der Angriffe vom ersten Quartal 2016 zum ersten Quartal 2017 in etwa vervierfacht.

Wie viele der Angriffe letztlich erfolgreich sind, verrät der Bericht nicht. Sind die Hacker erfolgreich, liegt das laut Microsoft im Regelfall an zu schwachen Passwörtern oder an einem schlechten Passwort-Management sowie an gezielten Phishing-Angriffen und Datenlecks bei Drittanbietern – gegen letzteres empfiehlt Microsoft den hinlänglich bekannten Tipp, niemals bei mehreren Anbietern das gleiche Passwort zu verwenden. Auch die geografische Verteilung der Ursprünge von Angriffen skizziert der Bericht: Demnach machen allein die Angriffe aus China und den USA mit 35,1 und 32,5 Prozent gut zwei Drittel des Gesamtvolumens aus.

Auch die geografische Verteilung von Infektionen mit Ransomware variiert laut Microsofts Bericht stark. So waren im März 2017 PCs in Europa am stärksten betroffen. Spitzenreiter sind die Tschechische Republik mit 0,17 Prozent sowie Italien, Ungarn und Spanien mit jeweils 0,14 Prozent. Am stärksten verschont bleiben die Systeme hingegen in Japan (0,012 Prozent), China (0,014 Prozent) und den USA (0,02 Prozent).

Microsoft will den SIR künftig nicht mehr halbjährlich, sondern einmal pro Quartal veröffentlichen. (ovw@ct.de)

Locky ist zurück – als Diablo6

Laut Berichten mehrerer Sicherheitsfirmen ist die Ransomware Locky wieder verstärkt aktiv. Abermals verbreitet sie sich über Spam-Mails und verschlüsselt die persönlichen Dateien der Opfer; die chiffrierten Dateien enden nun auf .diablo6 und .lukitus.

Die Vorgehensweise bleibt die von Locky bekannte: Öffnet man die .zip-Datei, die der Phishing-Mail anhängt, landet eine JavaScript-Datei auf dem PC, die bei Ausführung den Schädling aus dem Netz nachlädt, der dann die Dateien des Benutzers verschlüsselt.

Wenngleich bislang keine deutschen Phishing-Mails der aktuellen Locky/Diablo6-Welle aufgetaucht sind, sollten Anwender wieder besonders wachsam im Umgang mit E-Mails sein. Die Erfahrung zeigt, dass die Spam-Kampagnen durch die Urheber oft zügig angepasst und verändert werden. Bisher handelt es sich offenbar mehrheitlich um englischsprachige Mails, die vorgeben, eine Rechnung zu enthalten. (fab@ct.de)

Sicherheits-Notizen

In der **Management-Software iLO 4** von HPs ProLiant-Servern steckt eine Lücke, über die Angreifer Schadcode ausführen können. Updates stehen bereit.

Anwender des Mail-Clients **Thunderbird** sollten sicherstellen, dass Version 52.3 installiert ist. Das Update schließt 13 Lücken, darunter drei kritische.

Die Entwickler des Hypervisors **Xen** warnen vor etlichen Sicherheitslücken, mit denen Angreifer unter anderem von Gast- zu Host-Rechten wechseln können. Patches für Xen ab 4.5 stehen bereit.

Cisco hat 19 Sicherheitslücken in diversen Produkten wie der Router-Serie ASR 5000 geschlossen und Updates veröffentlicht. Anwender sollten in Ciscos Sicherheits-Center prüfen, ob ein Update für ihr Produkt bereitsteht.

Drupal-8.x-Anwender sollten umgehend auf Version 8.3.7 aktualisieren – in allen Vorversionen klafft eine Lücke. Weitere Schwachstellen betreffen auch Drupal 7.x; hier schafft ein Update auf 7.x-3.17 Abhilfe.

Anzeige



Heiße Aufholjagd

AMDs Spieler-Grafikkarten der Serie Radeon RX Vega

Die ersten Gaming-Karten mit Vega-GPUs sollen Nvidias Pascal-Generation GeForce GTX 1000 gefährlich werden. Auf dem Papier sind sie überlegen, doch reicht es auch in der Praxis?

Von Martin Fischer

AMD startet einen Frontalangriff auf Nvidia: Die neuen Spieler-Grafikkarten der Serie Radeon RX Vega sollen die seit über einem Jahr dominierenden GeForce-Grafikkarten vom Thron stoßen. Dafür hat AMD alles aufgefahren: massive Rechenleistung, schnellen Speicher und die bisher fortschrittlichste Schnittstellenunterstützung. Geht es allein nach den technischen Spezifikationen, müsste Nvidia ängstlich mit der weißen Fahne wedeln. Die spannende Frage: Können die Vega-Grafikkarten ihre hohe Rechenleistung in Spielen umsetzen?

Das Flaggschiff läuft unter der Bezeichnung Radeon RX Vega 64 und soll ab 500 Euro erhältlich sein; im Bundle mit zwei Spielen und einem Aufrüster-Gutschein ab 650 Euro. Die Karte konkurriert

mit Nvidias GeForce GTX 1080. AMD verkauft zusätzlich eine „Liquid Edition“ mit All-in-One-Wasserkühlung ab 720 Euro – sie soll auch unter langer Dauerlast hohe Turbo-Taktfrequenzen garantieren. Zusätzlich gibt es noch die abgespeckte Radeon RX Vega 56 ab 400 Euro. Sie tritt gegen Nvidias GeForce GTX 1070 an.

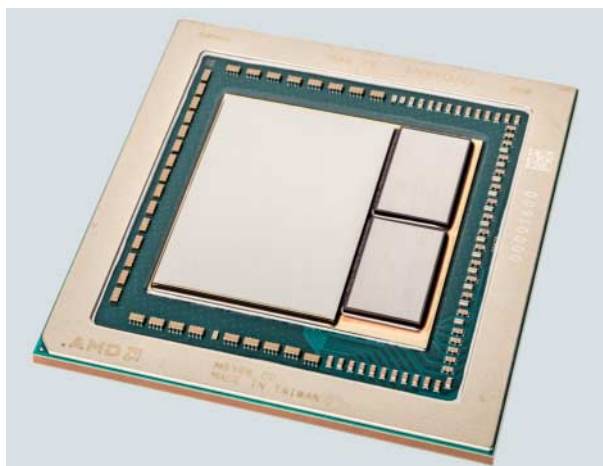
Inneres

Beide Grafikkarten treibt der neue AMD-Grafikchip Vega 10 an, der nicht nur DirectX 12 vollständig beherrscht, sondern sogar über die Anforderungen des Funktionsniveaus 12_1 hinausgeht. Er unterstützt die jeweils höchste Stufe (Tier 3) der 3D-Funktionen Tiled Resources, Resource Binding und Conservative Rasterization, außerdem beherrscht er die Pixel Shader Stencil Reference. AMD zufolge soll Vega auch Grafik- und Compute-Berechnungen gleichzeitig ablaufen lassen können und damit effizienter als Nvidia Pascal sein. Neben DirectX 12 unterstützt Vega auch die plattformübergreifende Low-Level-Schnittstelle Vulkan 1.0 sowie OpenGL 4.5. Universelle Berechnungen laufen über OpenCL 2.0 und DirectCompute, CUDA bleibt weiterhin Nvidia-GPUs vorbehalten.

Die Vega-10-GPU der Radeon RX Vega 64 enthält 4096 Shader-Rechenkerne. Sie

verteilen sich auf 64 Rechenblöcke (Compute Units) und laufen mit einem Basistakt von 1247 MHz. Sofern GPU-Temperatur und Board-Leistungsaufnahme unter den im VBIOS hinterlegten Schwellenwerten liegen, darf die GPU mit einem Turbo-Takt von bis zu 1546 MHz laufen. So erreicht die Radeon RX Vega 64 eine theoretische Rechenleistung von 12,6 TFlops bei einfacher Genauigkeit (FP32) – also 40 Prozent mehr als Nvidias GTX 1080 und sogar über 10 Prozent mehr als Nvidias Flaggschiff GeForce GTX 1080 Ti (11,3 TFlops, 700 Euro). Bei FP16-Berechnungen ist die Radeon im Unterschied zu ihren Vorgängern sogar doppelt so schnell – AMD verkauft die dafür notwendigen Architekturänderungen als „Rapid Packed Math“. AMD zufolge sollen manche Spiele in Zukunft vermehrt von FP16-Berechnungen Gebrauch machen, etwa das Ende Oktober erscheinende 3D-Actionspiel Wolfenstein II: The New Colossus.

Die Radeon RX Vega 56 enthält 56 Rechenblöcke, folglich 3584 Rechenkerne und nur 224 statt 256 Textureinheiten. Zudem verringert AMD ihre Basis- und Turbo-Taktfrequenzen auf 1156 und 1471 MHz. Über den Treiber lassen sich beide Karten noch in einen „Turbo“-Modus schalten, der die maximal erlaubte Leis-



Vega 10 besteht aus 12,5 Milliarden Transistoren und enthält bis zu 4096 Rechenkerne.



Für Monitore mit 4K- und 5K-Auflösung hat die Radeon RX Vega drei DisplayPorts 1.4 und einmal HDMI 2.0.

tungsaufnahme erhöht und dadurch die Turbo-Taktfrequenzen länger konstant halten soll. Standardmäßig laufen die Karten im Balanced-Modus. Über einen winzigen Kippschalter lässt sich ein alternatives VBIOS aktivieren, das nach einem Neustart aktiv wird und die Lautstärke und Geräuscentwicklung geringfügig senkt – dadurch aber auch die 3D-Performance. Die Änderungen sind aber derart minimal, dass sich ein Herumexperimentieren kaum lohnt.

Beide Grafikkarten haben 8 GByte Videospeicher. AMD setzt dabei nicht auf übliche GDDR5-Chips, sondern auf High Bandwidth Memory der zweiten Generation (HBM 2). Theoretisch ist mit HBM 2 eine Transferrate von 1 TByte/s möglich, AMD verwendet bei Vega jedoch nur zwei statt vier Speicherstapel, also nur 2048 statt 4096 Datenleitungen und nutzt nicht die schnellsten Speicherchips. Dadurch erreicht Radeon RX Vega unter dem Strich eine geringere Transferrate (484/410 GByte/s) als die Vorgängerkarte Radeon R9 Fury (HBM 1, 512 GByte/s), aber immer noch mehr als Nvidias GeForce GTX 1080 (320 GByte/s).

Spieleleistung

Allein aufgrund der technischen Daten müssten Radeon RX Vega 56 und 64 ihre direkten Nvidia-Konkurrenten GeForce GTX 1070 und 1080 deutlich übertreffen. Im DirectX-12-Benchmark 3DMark Time Spy zieht die Radeon RX Vega 64 mit 6673 Punkten aber nur haarscharf an der GeForce GTX 1080 vorbei (6596 Punkte). Die RX Vega 56 unterliegt knapp einer GTX 1070 (5673 zu 6016 Punkte). Die GeForce GTX 1080 Ti ist unerreichbar (8231

Punkte). Ob man die Radeon RX Vega 64 im Balanced-Modus oder im Turbo-Modus mit erhöhtem Power-Target betreibt, hat nur minimale Auswirkungen auf die Punktzahl.

Im OpenCL-Raytracer Luxmark (Sala) rechnet dagegen selbst die kleine Radeon RX Vega 56 schneller als die GTX 1080 – hier können die Radeon-Karten ihre hohe theoretische Rechenleistung ausspielen. Beim Tessellation-Benchmark Unigine Heaven fallen sie jedoch unter Direct3D 11 und OpenGL 4 stark zurück. Im Direct3D-11-Durchlauf liegt die GTX 1080 satte 24 Prozent vor der Vega 64, unter OpenGL sogar 42 Prozent. Von Vegas angekündigter, besserer Geometrieleistung ist zumindest im Unigine Heaven nichts zu sehen.

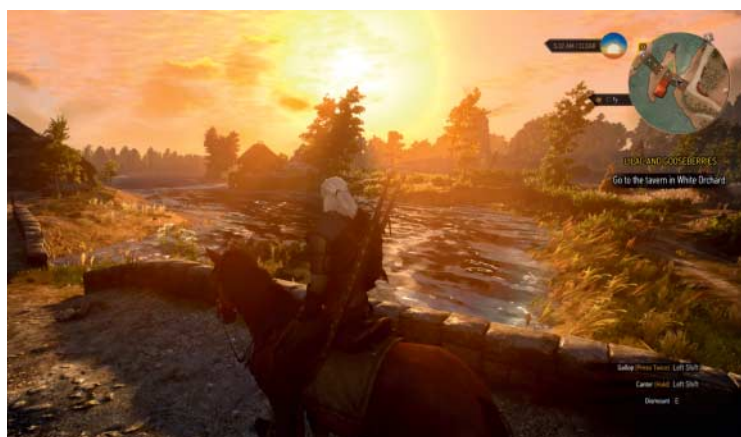
In Spielen fallen die Karten zwar nicht derart stark zurück, können die Erwartungen allerdings nicht erfüllen. Besonders in Full-HD erzeugen Vega 56 und 64 in vielen Spielen eine niedrigere Bildrate als die GeForce GTX 1070 beziehungsweise 1080. Mit zunehmender Auf-

lösung schmilzt der Abstand zwischen RX Vega 64 und GTX 1080. In Rise of the Tomb Raider und Mordors Schatten liegen beide in 4K gleichauf. Die Radeon RX Vega 56 kann in 4K manchmal mit einer übertakteten GeForce GTX 1070 gleichziehen – in Titeln wie GTA V und Dragon Age Inquisition fällt die Radeon jedoch zurück. Bei manchen Spielen produziert sogar die Vorgängerkarte Radeon R9 Fury X eine ähnliche Bildrate.

Beim Schürfen der Kryptowährung Ethereum liefern die Radeons eine ordentliche Leistung: Vega 56 verarbeitet 31 Megahashes pro Sekunde, Vega 64 immerhin 36 MH/s. Zum Vergleich: Eine Radeon RX 580 kommt auf 23,5 MH/s, die GTX 1070 auf 27,7 MH/s und selbst die über 1300 Euro teure Titan X Pascal auf 31,5 MH/s.

Heiße Eisen

Die Leistungsaufnahme der Radeon-Karten liegt deutlich über jener der Nvidia-Konkurrenzkarten. Die Radeon RX Vega 64 schluckt beim Spielen durchschnittlich



Das Rollenspiel The Witcher 3 läuft auf der Radeon RX Vega in 4K flüssig.

Radeon RX Vega: Spieleleistung					
Grafikkarte	Ashes of the Singularity Maximal / 4 × MSAA DX12 [fps] besser ▶	Dragon Age Inquisition Ultra / 2 × MSAA, DX11 [fps] besser ▶	GTA V Maximum / 4 × MSAA [fps] besser ▶	Rise of the Tomb Raider Maximum / SMAA DX12 [fps] besser ▶	Mittelerde: Mordors Schatten Ultra / FXAA DX11 [fps] besser ▶
Full HD	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080
Radeon RX Vega 64	63	96	73	116	151
Radeon RX Vega 56	55	78	64	99	127
GeForce GTX 1080	65	112	87	128	155
GeForce GTX 1070	50	94	82	102	131
Radeon R9 Fury X	58	74	63	85	108
Radeon RX 480	37	59	51	68	89
GeForce GTX 1080 Ti	79	143	90	155	200
GeForce GTX 1060	39	67	70	74	94
GeForce GTX 970	30	56	58	56	78
WQHD	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440
Radeon RX Vega 64	53	64	57	80	107
Radeon RX Vega 56	45	52	48	67	92
GeForce GTX 1080	53	73	74	87	110
GeForce GTX 1070	42	60	63	69	93
Radeon R9 Fury X	48	50	48	61	82
Radeon RX 480	31	38	37	45	64
GeForce GTX 1080 Ti	70	96	86	112	148
GeForce GTX 1060	31	42	48	48	66
GeForce GTX 970	24	36	39	36	50
4K (UHD)	3840 × 2160	3840 × 2160	3840 × 2160	3840 × 2160	3840 × 2160
Radeon RX Vega 64	43	34	31	42	60
Radeon RX Vega 56	36	27	27	35	52
GeForce GTX 1080	45	37	41	43	61
GeForce GTX 1070	33	31	33	35	52
Radeon R9 Fury X	37	27	19	34	49
Radeon RX 480	27	19	19	24	34
GeForce GTX 1080 Ti	56	49	55	58	83
GeForce GTX 1060	26	21	24	24	36
GeForce GTX 970	20	17	20	19	30

¹gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6700K, 16 GByte RAM, VSync aus MSAA/SMAA/FXAA: Kantenglättungsverfahren

280 Watt, unter Dauerlast bis zu 295 Watt (GeForce GTX 1080 Ti: 248 Watt). Wer die Karten im Treiber in den Turbo-Modus schaltet, erhöht die Last-Leistungsaufnahme auf bis zu 320 Watt. Dann treten kurzzeitige Spitzen von bis zu 440

Watt auf. Dabei dreht der Lüfter mit mehr als 2400 U/min und erzeugt ein auch Kopfhörer durchdringendes Geräusch (2,4 Sone). Im Leerlauf schluckt Vega 64 vergleichsweise hohe 13 Watt. Gut: Die Leistungsaufnahme erhöht nun sich selbst bei

drei angeschlossenen Displays nur geringfügig (15 Watt). Im Vierschirmbetrieb taktet der Speicher höher, die Karte schluckt dann 29 Watt. Im Leerlauf bleiben beide Karten sehr leise (0,1 Sone).

Unter Last schluckt Vega 56 höchstens 217 Watt (2,2 Sone), im Turbo-Modus bis zu 250 Watt (2,4 Sone). Die GPU-Temperatur klettert dabei auf bis zu 82 °C. Vega 64 wird ein paar Grad wärmer, bleibt aber ebenfalls im grünen Bereich. Vor dem Betrieb muss man die Karten über zwei achtpolige PCIe-Stromstecker mit dem Netzteil verbinden. AMD empfiehlt für die Radeon RX Vega 64 ein Netzteil mit 750 Watt, für die wassergekühlte Variante sogar eines mit 1000 Watt.

Display und Video

Vega 56 und 64 haben jeweils drei DisplayPorts (1.4) und einen HDMI-2.0-Anschluss. Laut AMD lassen sich bis zu drei 5K-Displays über jeweils ein einziges Kabel mit 60 Hz ansteuern, alternativ



Auf den Referenzkarten findet man einen kleinen Schalter, der ein Spar-BIOS aktiviert.



Radeon RX Vega 56 und 64 muss man jeweils über zwei achtpolige PCIe-Stecker mit dem Netzteil verbinden.

Radeon RX Vega: technische Daten

	Radeon RX Vega 64	Radeon RX Vega 64 Liquid Cooled Edition	Radeon RX Vega 56	Radeon R9 Fury X	GeForce GTX 1080	GeForce GTX 1080 Ti
GPU	Vega 10	Vega 10	Vega 10	Fiji	GP104	GP102
Rechenblöcke	64	64	56	64	20	28
Shader-Rechenkerne	4096	4096	3584	4096	2560	3584
GPU- / Turbo-Takt	1247 / 1546 MHz	1406 / 1677 MHz	1156 / 1471 MHz	1050 / –	1607 / 1733 MHz	1480 / 1582 MHz
Rechenleistung (SP)	12,66 TFlops	13,7 TFlops	10,5 TFlops	8,7 TFlops	8,87 TFlops	11,34 TFlops
Speicher	8 GByte HBM2	8 GByte HBM2	8 GByte HBM2	4 GByte HBM1	8 GByte GDDR5X	11 GByte GDDR5X
Datentransferrate	484 GByte/s	484 GByte/s	410 GByte/s	512 GByte/s	320 GByte/s	484 GByte/s
Display-Anschlüsse	3 × DP 1.4, HDMI 2.0b	3 × DP 1.4, HDMI 2.0b	3 × DP 1.4, HDMI 2.0b	3 × DP 1.2, HDMI 1.4a	3 × DP 1.4, HDMI 2.0b, DL-DVI	3 × DP 1.4, HDMI 2.0b, DL-DVI
TDP	295 Watt	345 Watt	210 Watt	275 Watt	180 Watt	250 Watt
Preis ab	500 € (650 €)	700 €	400 €	630 €	550 €	700 €

zwei 4K-Displays mit 120 Hz. Die bisher fortschrittlichsten AMD-Grafikkarten mit Polaris-10-GPU verkraften jeweils nur ein 5K60- oder 4K120-Display.

Alle Ausgänge unterstützen laut AMD den Kopierschutz HDCP 2.2 und die adaptive Synchronisierungstechnik FreeSync. Letztere setzt einen geeigneten Monitor voraus und passt dessen Bildwiederholrate an die von der GPU erzeugte Bildrate an. So sollen Spiele auch bei geringen Bildraten zwischen 30 und 50 fps flüssig wirken. FreeSync lässt sich mit dem neuen Modus Enhanced Sync kombinieren – dieser deaktiviert die vertikale Synchronisierung, sofern die Bildrate unter der Bildwiederholrate des Displays liegt. Erzeugt die Grafikkarte eine höhere Bildrate, zeigt Enhanced Sync jeweils das letzte komplett gerenderte Bild aus dem Framebuffer an. Enhanced Sync soll ein Zerreißen des Bildes und Bildstottern unterbinden.

Die Video-Engine der Vega-GPU dekodiert neben H.264 auch das für 4K-Streams und DVB-T2 HD wichtige HEVC/H.265 und kann Filme überdies in die jeweiligen Formate umwandeln. Zur hardwarebeschleunigten Wiedergabe von HEVC-Filmen eignet sich die Windows-10-App „Filme&TV“, zum Umwandeln ist spezielle Software nötig. Die Wiedergabe von 4K-Netflix-Streams klappt allerdings nicht.

Fazit

AMD konnte die durch das eigene Marketing hochgeschraubten Erwartungen an die Vega-Spielerkarten nicht erfüllen. Im Vergleich mit den seit über einem Jahr erhältlichen Nvidia-Konkurrenzkarten können sie nur aufholen, jedoch nicht überholen – zum Preis einer enormen Leistungsaufnahme. Die Radeon RX Vega 64 schluckt mehr als Nvidias Spitzenmodelle

GeForce GTX 1080 Ti oder Titan X und ist wesentlich langsamer. Dabei hätten die Vegas genug Rechenleistung, um selbst diese Karten zu übertrumpfen. Doch zumindest bisher kann AMD die theoretische Leistung nicht in höhere Bildraten umsetzen; man kann nur hoffen, dass neue Treiber mehr herausholen.

Bei rechenintensiven Anwendungen liefern die Vega-Karten gute Ergebnisse, beim Ethereum-Mining sogar sehr gute. Bei FP16-Berechnungen entfalten sie mehr Leistung als alle erhältlichen GeForce-Grafikkarten zusammen. Hinsichtlich der Schnittstellenkompatibilität setzen sie – zumindest nach den Datenblättern von AMD – neue Maßstäbe. Doch anders als von AMD versprochen ist die 500-Euro-Version der Radeon RX Vega 64 kaum lieferbar; das Bundle für mindestens 650 Euro wird viele Käufer abschrecken. (mfi@ct.de) **ct**

Anzeige



Flacher Edelmann

Das 15-Zoll-Notebook Asus ZenBook Pro UX550V

In Asus' hochwertiger ZenBook-Familie tummeln sich nicht nur kompakte Notebooks, sondern mit dem ZenBook Pro UX550V auch ein potentes 15-Zoll-Modell. Die Mobilität kommt dabei nicht zu kurz.

Die Preisdifferenz erklärt sich unter anderem dadurch, dass es sich beim ZenBook um ein „Consumer“-Gerät für Privatkunden handelt. Es kommt also mit einer zweijährigen Garantie; im Fehlerfall muss das Notebook weggeschickt werden. Gegen 89 Euro Aufpreis lässt sich der

Garantiezeitraum auf maximal drei Jahre ausdehnen. Zum Vergleich: Bei einigen teureren Konkurrenten sind drei Jahre Vor-Ort-Service im Kaufpreis inbegriffen; gegen Aufpreis sind bis zu fünf Jahre möglich.

Mobilität

Dank schmaler Bildschirmränder hat das UX550V eine kleinere Grundfläche als viele andere 15,6-Zoll-Notebooks. Leider hat Asus dies bei der zum Lieferumfang gehörenden Transporttasche nicht bedacht: Das Notebook hat darin viel seitliches Spiel. Dennoch nimmt man es gerne mit: Mit weniger als 1,9 Kilogramm gehört es zu den leichtesten 15-Zöllern überhaupt.

Trotz der leistungsstarken Hardware rund um die Vierkern-CPU aus Intels siebter Core-i-Generation (Kaby Lake) und den Mittelklasse-Grafikchip von Nvidia bleiben die Lüfter auch bei mittlerer Last noch leise. Die maximale Lautstärke von 2,2 Sone erreicht das Kühlsystem nur, wenn man CPU und GPU gleichzeitig voll auslastet.

Asus hat den Energieverbrauch bei geringer Systemlast im Griff: Das UX550V genehmigt sich dann gerade einmal 5 Watt, was dank des dicken Akkus auf über 14 Stunden Laufzeit hinausläuft. Ebenfalls lobenswert: Der Akku lässt sich sehr schnell laden. Nach einer Stunde ist der Stromspeicher schon wieder zu 80 Prozent gefüllt – sehr praktisch bei kurzen Zwischenstopps, etwa beim Umsteigen am Flughafen.

Asus hat den Cursortastenblock in eine Zeile gequetscht. Davon abgesehen gefällt das Tastenlayout der beleuchteten Tastatur: Bild-Auf, -Ab, Pos 1 und Ende

Von Florian Müssig

Kürzlich hatten wir bereits einige schicke, leistungsstarke 15-Zoll-Notebooks getestet [1]. Das erst jetzt lieferbare Asus ZenBook Pro spielt in derselben Liga: flaches Vollmetallgehäuse, dünner Bildschirmrahmen, schneller Vierkernprozessor, flotter Grafikchip und große SSD. Mit einem Straßenpreis von 1600 Euro ist das Asus-Gerät allerdings ein ganzes Stück günstiger als die Konkurrenz, die zwischen 2100 und 3500 Euro kostet.



In den seitlichen Kartenleser passen lediglich kleine MicroSD-Kärtchen.

sind als eigene Tasten ausgeführt, was keine Selbstverständlichkeit ist. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern. In eine Ecke des Touchpads wurde ein Windows-Hello-tauglicher Fingerabdruckleser eingebettet. Er nimmt allerdings außergewöhnlich viel Fläche vom Touchpad weg, denn zum Mauszeigerschubsen taugt seine Sensorfläche nicht – und auch die Bereiche zum rechten und oberen Rand hin liegen brach.

Schnittstellen

Zwei Typ-C-Buchsen sprechen USB 3.1 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s), DisplayPort 1.2 und ThunderBolt 3. Das Netzteil dockt an einer dedizierten Buchse an; externe Monitore finden alternativ über einen HDMI-Ausgang Anschluss. Für herkömmliche USB-Peripherie stehen zwei USB-Buchsen im klassischen Typ-A-Format bereit. Obwohl die Gehäuseabmessungen einen großen Speicherkartenleser zulassen würden, hat Asus nur einen für MicroSD-Kärtchen eingebaut.

Der Full-HD-Bildschirm des ZenBook UX550V hat eine matte Oberfläche, schafft eine maximale Helligkeit von 276 cd/m², ist dank IPS-Technik blickwinkelunabhängig und zeigt Farben im sRGB-Farbraum an. Eine höhere Auflösung, eine größere Farbraumabdeckung oder Touchbedienung gibt es selbst gegen Aufpreis nicht.

Asus verkauft das ZenBook Pro UX550V derzeit nur in zwei Ausstattungsvarianten. Das hier getestete Modell für 1600 Euro ist das Einstiegsmodell. Mit 16 statt 8 GByte Arbeitsspeicher und Core i7-7700HQ statt Core i5-7300HQ kostet es



Der Fingerabdruckleser nimmt die rechte obere Ecke des Touchpads in Beschlag.

bei sonst unverändertem Datenblatt 1800 Euro. Eigenmächtiges Aufrüsten ist nicht möglich: Außer der 512 GByte fassenden M.2-SATA-SSD und dem 11ac-tauglichen WLAN-Modul sind alle Komponenten aufgelötet.

Fazit

Das Asus ZenBook Pro UX550V ist ein edles 15-Zoll-Notebook zum gehobenen Preis, das sich keine groben Schnitzer leisten

– wenngleich einige Details suboptimal gelöst wurden. Professionelle Fotografen vermissen einen besonders farbstarke Bildschirm und Vor-Ort-Service, müssen für diese Wünsche aber auch viel tiefer in die Tasche greifen. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Foto-Notebooks, Flache 15-Zoll-Notebooks mit farbkraftigen Bildschirmen, c't 16/17, S. 86

Asus ZenBook Pro UX550V: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	90NBOET2-M01300
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / L / –
Typ C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –
Ausstattung	
Display	ChiMei N156HCE-EN1: 15,6 Zoll / 39,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 16 ... 276 cd/m ² , matt
Prozessor	Intel Core i5-7300HQ (4 Kerne), 2,5 GHz (3,5 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte DDR4-2133 / Intel Kaby-Lake-H
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1050 (4 GByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC295
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: ElanTech
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Micron 1100 (512 GByte, SATA 6G) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	73 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	120 W, 567 g, 16 cm × 7,6 cm × 2,6 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,85 kg / 36,4 cm × 24,1 cm / 2 ... 2,1 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m ² / max)	2,8 W / 5,4 W / 7,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	43 W / 14,2 W / 85 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	114 W / 0,94
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / WLAN (200 cd/m ²)	14,6 h (5 W) / 11,3 h (6,5 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	6,7 h (10,9 W) / 1,7 h (43,5 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1 h Laden	1,3 h / 11,5 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2,2 Sone
SSD lesen / schreiben	494,1 / 415,8 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	86474 / 68987
Leserate SD-Karte	30 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	13,5 / 10,6 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,7 dBA
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	5,29 / 5,78
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	16541 / 60944 / 495 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	15422 / 5432 / 1793
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1600 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Sportskanone

Spiegellose Profi-Kamera: Sony Alpha 9

Mit der Alpha 9 startet Sony den Angriff auf die letzte Bastion der Spiegelreflexkameras: die professionelle Sportfotografie. An den Spielfeldrändern dominieren bislang Canon und Nikon. Mit ihrer schnellen Spiegellosen will Sony diese Vorherrschaft brechen.

Von Thomas Hoffmann

Sony betritt mit der spiegellosen Systemkamera Alpha 9 ein Feld, das sich die Traditionshersteller schon seit Jahrzehnten mit ihren Topmodellen aufgeteilt haben, aktuell Canon mit der EOS 1D X Mark II und Nikon mit der D5. Mit der Alpha 9 hat Sony nun eine spiegellose Kamera im Programm, die sich ebenfalls im

Bereich der professionellen Sportfotografie zu Hause fühlt. Ohne Spiegelmechanik ist sie kompakter und liefert eine deutlich schnellere Bildfolge als die Konkurrenz.

Canon und Nikon haben hochwertige Objektive im Angebot. Beim Objektivanbieter besteht noch Nachholbedarf seitens Sony. Lichtstarke Brennweiten jenseits der 200 Millimeter sind noch nicht dabei. Canon und Nikon haben jeweils mehr als 30 Objektive im Programm mit lichtstarken Brennweiten bis 800 Millimeter. Alle drei Hersteller bieten einen professionellen Service mit schneller Reparatur, Leihgeräten und Reinigung.

Technische Daten

Mit einem neu entwickelten Mehrschicht-Sensor wagt Sony den Einstieg in die Profiligen. Der neue rückseitig verdrahtete CMOS-Sensor erlaubt eine hohe Serienbildrate und unterbrechungsfreie Darstel-

lung im Sucher. Der elektronische Verschluss ermöglicht unglaublich kurze Belichtungszeiten von 1/32 000 Sekunden. Der Sensor ist obendrein mit einer 5-Achsen-Stabilisierung ausgestattet.

Zur Motivkontrolle stehen spiegellosen Kameras technisch bedingt nur elektronische Displays zur Verfügung – im Sucher sowie auf der Rückseite. Der Sucher der Alpha 9 besitzt eine deutlich höhere Auflösung als das klappbare Touch-Display auf der Rückseite. Beide Displays zeigen keine Dunkelphasen zwischen den Auslösungen; mit einer Bildwiederholfrequenz von 120 Bildern pro Sekunde gibt es bei Schwenks keine Verzögerung im Sucher.

In Sachen drahtloser Kommunikation hat Sony im kleinen Gehäuse der Alpha 9 WLAN, Bluetooth, NFC und LAN-Anschluss untergebracht. Dass bei dieser Anschlussvielfalt die USB-Verbindung nur mit der langsamen 2.0-Geschwindigkeit hergestellt wird, ist unverständlich.

Handhabung

Mit einem kleinen Objektiv bildet die Alpha 9 eine kompakte Einheit. Bei langen Brennweiten gerät das Gespann kopflastig. Es ist also ratsam, den optional erhältlichen Batterie-Griff oder die Griff-erweiterung anzubringen. Das gut verarbeitete Gehäuse ist laut Sony staub- und spritzwassergeschützt, allerdings gibt es



Die spiegellose Sony Alpha 9 (links) wirkt kompakt. Auflösung und Bildqualität qualifizieren sie für das Profisegment. Das Canon-Topmodell EOS 1DX Mark II ist vergleichsweise groß.



Mit 20 Bildern pro Sekunde liegt die Sony Alpha 9 schon im Bereich der Bewegtbilder. Die Topmodelle von Canon und Nikon schaffen nur 14 beziehungsweise 12 Bilder pro Sekunde.

an den Kameraöffnungen keine Dichtlippen wie bei der Konkurrenz. Die ausladenden Gehäuse der Canon 1D X II und Nikon D5 sind mehr als doppelt so schwer wie das der Sony.

Etwas fummelig hat Sony die Verriegelung der Drehschalter auf der Oberseite gelöst. Hier muss man den Sucher vom Auge nehmen, um Einstellungen zu verändern. Die Belichtungskorrektur kommt ohne Verriegelung, sodass man sie schnell ungewollt verstellt. Die Menüstruktur hat Sony im Vergleich mit seinen anderen Alpha-Kameras verbessert. Richtet man die Kamera ein, kann man bei den weit verästelten Optionen aber dennoch den Überblick verlieren. Canon und Nikon geben bei der Bedienung keine Rätsel auf. Wer mit einem anderen Kameramodell des Herstellers bereits Erfahrungen hat, wird sich schnell zurechtfinden.

Die Akkulaufzeit ist bei spiegellosen Kameras immer ein Problem. Da ständig ein Display – sei es Sucher oder Bildschirm – beleuchtet werden muss, ist bei der Sony nach Spiegelreflex-Maßstäben schon nach wenigen Bildern Schluss.

Bildqualität

Im unserem Fotolabor haben wir die Sony Alpha 9 und die Canon 1D X II mit lichtstarken 85-Millimeter-Objektiven gegeneinander antreten lassen. Die Hersteller verzichten zugunsten von Zeichnung in den Lichtern auf Dynamikumfang. Beide Kameras liegen bei der Dynamikmessung auf gleichem Niveau und bilden einen Umfang von etwas weniger als elf Blendenstufen ab. Bei der Alpha 9 konnten wir einen Rückgang auf unter zehn Blenden ab einer ISO-Empfindlichkeit von 12 800 messen, die 1D X II zeigt erst bei ISO 51 200 einen geringeren Dynamikumfang.

Wichtig bei Sportkameras ist das Rauschverhalten bei erhöhten ISO-Werten, das wir als sichtbares Rauschen oder Visual Noise (VN) erfassen. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis zwei für einen geringen, Werte bis drei für einen mäßig und Werte über drei für einen deutlich störenden Rauscheindruck. Der Sony-Sensor liegt in dieser Messung bis ISO 1600 vor dem der Canon: Startend bei ISO 100 mit einem sehr guten VN von 0,8 steigt das Rauschen nur sehr langsam auf 1,1 – diesen Wert ermitteln wir für den Canon-Sensor bereits ab ISO 400; bis zu einer Empfindlichkeit von ISO 1600 bleibt er aber nahezu gleich. Beide Kameras bleiben bis ISO

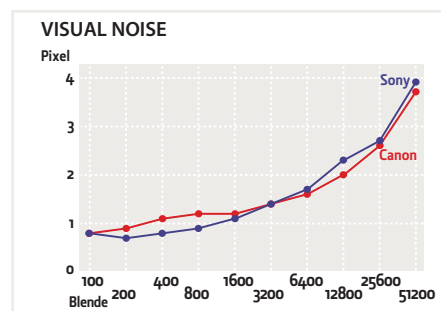
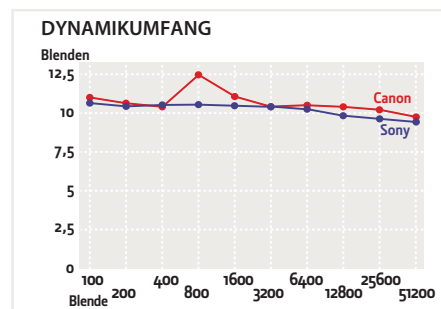
25 600 unterhalb des kritischen Wertes von drei (siehe Messwertdiagramm).

Beide Kameras zeigen mit steigenden ISO-Werten nur einen leichten Rückgang der Auflösung. Größere Sprünge werden erst ab ISO 6400 sichtbar. Die Auflösung ist in hohem Maß vom Objektiv abhängig. Für die Sony ermittelten wir bei ISO 100 einen Wert von 1805 Linienpaaren in der Bildhöhe (Lp/Bh), maximal möglich wären hier 2000 Lp/Bh. Die Canon startet mit 1601 Lp/Bh (maximal möglich 1824 Lp/Bh), das entspricht etwa 88 Prozent der Auflösung von 20 Megapixeln; ähnliche Messwerte konnten wir bei einem Test der Nikon D5 ermitteln. Sowohl die Sony- als auch die Canon-Kamera verliert mit steigender Empfindlichkeit nur langsam und sehr linear an Auflösung, die Sony Alpha 9 liegt über dem gesamten Empfindlichkeitsbereich oberhalb der Canon. Feine Details bildet die Alpha 9 auch in höheren ISO-Stufen deutlich besser ab.

An unserer Testszene zeigen beide Kameras eine etwas flache Darstellung mit Detailverlusten ab ISO 6400. Mit den von uns getesteten 85-Millimeter-Objektiven liefern die Kameras eine scharfe Abbildung ohne Bildfehler bis in die Ecken.

Fazit

In Sachen Bildqualität setzt sich Sony an die Spitze bei den Profi-Kameras. Was die Kameras von Canon und Nikon bis jetzt schon sehr gut machen, kann die Alpha 9 noch ein wenig besser. Sony wird einen langen Atem brauchen, um im Bereich der professionellen Sportfotografie Fuß zu



Sowohl beim Dynamikumfang als auch beim Bildrauschen liegt die Alpha 9 mit dem Canon-Topmodell etwa gleichauf.

fassen. Die Alpha 9 hat aber alle Voraussetzungen, sich als drittes Modell im kleinen Kreis der schnellen Profikameras zu etablieren. Der Kamerasensor, die Serienbildrate und der hervorragende Autofokus sind beeindruckend. Zudem ist die Alpha 9 gegenüber der Konkurrenz deutlich kleiner, ohne Abstriche bei der Bildqualität zu machen. (akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Digitale Fotografie 5/2017.

Profikameras im Überblick

	Sony Alpha 9	Canon EOS 1D X II	Nikon D5
Sensorauf Auflösung	6000 × 4000 (24 Megapixel)	5472 × 3648 (20 Megapixel)	5568 × 3712 (21 Megapixel)
Sensorgroße	35,6 mm × 23,8 mm	35,9 mm × 23,9 mm	35,9 mm × 23,9 mm
Bildstabilisator	Sensorshift	nur Objektive	nur Objektive
ISO	ISO 100 – 51200 (erweitert bis 204800)	ISO 100 – 51200 (erweitert bis 409600)	ISO 100 – 102400 (erweitert bis 3280000)
Autofokus	693 Phasen-Punkte	61 Messfelder	153 Messfelder
Verschlusszeit	1/32000 s – 30 s	1/8000 s – 30 s	1/8000 s – 30 s
Serienbildrate	20 B/s	14 B/s	12 B/s
Videoauflösung (max.)	3840 × 2160 (25p)	4096 × 2160 (50p)	3840 × 2160 (30p)
Sucher	Digital, OLED (0,5 Zoll, 1280 × 960)	optisch	optisch
Displaytyp / Touch	LCD, klappbar / ja	LCD / ja	LCD / nein
Displaygröße / -auflösung	3 Zoll (7,5 cm), 800 × 600	3,2 Zoll (8,11 cm), 800 × 600	3,2 Zoll (8,11 cm), 1024 × 768
Abmessungen (B × H × T)	127 mm × 96 mm × 63 mm	158 mm × 168 mm × 83 mm	159 mm × 160 mm × 92 mm
Gewicht (inkl. Akku, Speicher)	673 g	1515 g	1405 g
Akku	7,2 V / 16,4 Wh (2280 mAh)	10,8 V / 30 Wh (2700 mAh)	10,8 V / 27 Wh (2500 mAh)
Schnittstellen	Bluetooth, HDMI, LAN, NFC, USB 2.0, WLAN	GPS, HDMI, LAN, USB 3.0	HDMI, LAN, USB 3.0
Preis für Gehäuse (Straße)	5300 €	6300 €	6570 €



Achtzylinder

Die High-End-CPU Core i7-7820X für LGA2066-Mainboards rechnet auch dann schnell, wenn die Software nur wenige der acht Kerne ausnutzt.

Anspruchsvolle Aufgaben wie Raytracing und Videokodierung sowie mehrere parallel laufende virtuelle Maschinen profitieren stark von vielen CPU-Kernen. Der Skylake-X-Prozessor Core i7-7820X mit acht Kernen und Hyper-Threading für die High-End-Plattform LGA2066 eignet sich deshalb besonders für solche Anwendungen. Zudem steuert er über vier Speicherkanaäle bis zu 128 GByte DDR4-RAM und 28 PCIe-3.0-Lanes an.

Im Vergleich zum Vorgänger Core i7-6900K hat Intel nicht nur den Preis erheblich reduziert, sondern auch die Rechenwerke überholt und den Basistakt von 3,2 auf 3,6 GHz erhöht. Im Rendering-Benchmark Cinebench rechnet der Core i7-7820X deshalb 18 Prozent schneller und liegt zudem 7 Prozent vor dem Ryzen 7 1800X mit ebenfalls acht CPU-Kernen. Unser Testsystem schluckte mit dem Skylake-X-Achtkerner unter Volllast 228 Watt, weshalb wir einen leistungsfähigen Kühler empfehlen.

Dank Turbo Boost 3.0 liefert der Core i7-7820X eine sehr hohe Single-Thread-Leistung, was älterer Software zugutekommt. Der Core i7-7820X bietet viel Performance, kostet allerdings deutlich mehr als das AMD-Pendant Ryzen 7 1800X. (chh@ct.de)

Core i7-7820X	
LGA2066-Prozessor	
Hersteller	Intel, www.intel.de
Kerne / Taktfrequenz (max. Turbo)	8+HT / 3,6 (4,5) GHz
Cinebench R15 Single- / Multi-Thread	193 / 1738
Flops (DP mit AVX512 FMA3)	903 GFLOPS
Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast	55 / 228 W
Preis	570 €



RJ45-Sicherung

Delocks RJ45 Secure Clip sichert RJ45-Stecker gegen unbedachtes Umstecken und den „Hausmeister-Effekt“.

Ob es der unerfahrene Auszubildende oder der gutmütige Mitarbeiter ist: Immer wieder entstehen Netzwerkausfälle durch unbedachtes Ab- oder Umstecken von Kabeln. Mit den RJ45 Secure Clips von Delock sichert man RJ45-Stecker gegen versehentliches Ändern von Verbindungen.

Die Clips erhält man als 20er-Starterset, dazu gibts das Werkzeug, zwei Reparatur-Clips, eine RJ45-Kupplung und einen RJ45-Stecker. Wer mehr benötigt, erhält auch einen 40er-Satz, der nur Clips und das Werkzeug enthält.

Für den Secure Clip muss man die Raste des zu sichernden Steckers entfernen. Danach benötigt man eventuell einen Seitenschneider, um den Rest zu kürzen und zu begradigen. Der Clip hakt am Nasenansatz unter und umklammert den Stecker. Das klappt allerdings nur mit „nackten“ Steckern; mit zusätzlicher Ummantelung passt der Clip nicht. Den angepassten Stecker kann man direkt in die Netzwerkbuchse stecken. Wieder heraus geht es nur, wenn das passende Werkzeug die Haken zur Mitte drückt.

Der Secure Clip schützt nicht vor bewusster Manipulation oder Vandalismus. Ein kräftiger Ruck reicht, um den Stecker aus der Buchse zu holen. Dennoch kann sich der Clip lohnen, um wichtige Netzwerkverbindungen wie Switch-Uplinks zu sichern. (amo@ct.de)

Delock RJ45 Secure Clip	
RJ45-Sicherungen	
Hersteller	Tragant
Lieferumfang	20 × Secure Clips, 2 × Reparatur-Clips, Clip-Werkzeug, RJ45-Kupplung, RJ45-Stecker, Kurzanleitung
Preis	19 € (Starter-Set, Delock 86406), 22 € (40er-Satz, Delock 86420)



USB-Spion

Mit dem USB-Endoskop Pearl NX-4359 kann man verschwundenen Dingen nachspüren oder Rost hinter Kfz-Verkleidungen suchen.

Für ein HD-Bild (1280 × 720 Pixel) holt man einfach das Android-Smartphone aus der Hosentasche. Der USB-Stecker am steifen 5-Meter-Kabel ist schlau gebaut: Nach Wegklappen einer Haube passt der Rest in eine Mikro-USB-Buchse. Über ein Rändelrad kann man die Helligkeit der integrierten Leuchten steuern, was mit maximal 1,3 Watt am Handyakku zehrt.

Für Windows liegt ein einfaches Kameratool bei (Somikon Camera). An einem Linux-Rechner lief das Endoskop mit Programmen wie Cheese oder Kamoso. Auf Android-Geräten installiert man die App Teslong Camera aus Googles Play Store. Dafür muss das Gerät USB-OTG-fähig sein, was leider auch 2017 noch keine Selbstverständlichkeit ist.

Die 9 mm breite Kamera ist eintauchgeeignet (IP67), hat aber eine geringe Tiefenschärfe: Sie zeigte nur den Bereich von 3 bis 4 Zentimetern vor der Linse scharf mit einem Blickwinkel von 60°. Doch das genügt, um Rohrverstopfungen oder Ähnliches untersuchen zu können. Die Farbwiedergabe war auch bei Beleuchtung durch die integrierten LEDs gut. Damit ist das NX-4359 seinen Preis allemal wert. (ea@ct.de)

Somikon NX-4359	
USB-Endoskop-Kamera	
Hersteller	Pearl, www.pearl.de
Lieferumfang	Endoskop mit 5 m Kabel, Zubehör (Aufsteck-Spiegel, -Magnet, -Haken)
Anschlüsse	USB-Kombistecker (Typ A, Mikro-USB)
Systemvoraussetzungen	Windows-/Linux-PC, USB-OTG-fähiges Android-Gerät
Leistungsaufnahme	1,1–1,3 Watt (je nach Beleuchtungsstärke)
Preis	35 €

Anzeige



Aufnahmefreudig

Mini-Barebone Shuttle XH110G mit Grafikkarten-Steckplatz

Trotz seiner geringen Größe nimmt der sparsame PC-Barebone XH110G PCIe-x16-Erweiterungskarten auf. Damit eignet er sich beispielsweise für Multimonitorsysteme oder als Netzwerk-Router.

Von Christian Hirsch

Kompakte Barebones wie der Shuttle XH110G beanspruchen viel weniger Platz als klassische Midi-Tower, bieten im Vergleich zu den noch kleineren Mini-PCs wie NUC & Co. aber mehr Freiheiten bei der Hardware-Ausstattung: Der XH110G lässt sich mit LGA1151-Prozessoren bestücken und deckt damit vom 35-Euro-Celeron bis zum Core i7 mit vier Kernen und Hyper-Threading ein weites Leistungsspektrum ab. Als Besonderheit nimmt der Barebone eine 20,5 cm lange Single-Slot-Grafikkarte auf. Damit kann der kleine PC mehrere 4K-Displays ansteuern und er taugt für GPGPU-Anwendungen, die den Grafikprozessor zum Rechnen nutzen. Al-

ternativ lässt sich eine Multiportnetzwerk- oder eine Video-Capture-Karte einbauen.

Zum fertigen Rechner benötigt man außer dem XH110G noch die CPU, ein oder zwei SO-DIMMs sowie eine Festplatte oder SSD. Für den Test haben wir den Quad-Core-Prozessor Core i5-7500, 16 GByte RAM und eine 2,5"-SATA-SSD verwendet. Letztere findet unterhalb des Mainboards Unterschlupf. Zugang gewährt eine Klappe auf der Unterseite des Barebone. An dieser Stelle hat der Hersteller zudem intern eine USB-Buchse für Hardware-Dongles untergebracht.

Die übrigen Komponenten sitzen auf der anderen Seite unter dem abnehmbaren Gehäusedach. Ein Heatpipe-Kühler transportiert die Prozessorabwärme zu Kühlhamellen an der Gehäusewand, die im Luftstrom der beiden 6-cm-Gehäuselüfter liegen. Der Kühler eignet sich nach Angaben von Shuttle für CPUs mit maximal 65 Watt Thermal Design Power – also nicht für die schnellsten „K“-Typen.

Im Leerlauf kam der XH110G in unserer Testkonfiguration mit gerade einmal 5,5 Watt aus. So sparsam sind nur sehr wenige Rechner mit Desktop-PC-Prozesso-

ren. Die Lüfter waren dabei kaum hörbar. Bei längerer Last auf allen vier Kernen (82 W) kletterte die Lautstärke auf über 1 Sone. Für einen Rechner, der auf dem Schreibtisch steht, ist das zu viel.

Mehr Anschlüsse

Neben einem M.2-Slot mit 30 mm Länge für WLAN-Kärtchen gibt es im XH110G einen weiteren 80-mm-Steckplatz für M.2-SSDs. Die Betriebsart von NVMe-SSDs erkennt der Rechner nicht automatisch, stattdessen muss man im BIOS-Setup von Hand von SATA auf PCIe umzuschalten. Der H110-Chipsatz bietet lediglich PCI Express 2.0, was den maximalen Durchsatz des M.2-Slots mit vier PCIe-Lanes auf 1,7 GByte/s begrenzt und somit schnelle SSDs (siehe S. 74) ausbremst.

Für Peripheriegeräte stehen zusätzlich zu den sechs USB-2.0-Ports lediglich zwei USB-3.0-Buchsen zur Verfügung. Der HDMI-Ausgang steuert ein 4K-Display an. Mangels HDMI 2.0 klappt das aber nur mit 30 Hz, sodass der Mauszeiger und Fenster beim Verschieben ruckeln. Mit einer Single-Slot-Grafikkarte lässt sich dieses Manko beheben, sofern diese keinen Stromanschluss benötigt. Stattet man den Rechner beispielsweise mit einer Radeon Pro WX4100 aus, beliefert er vier hochauflösende Displays und eignet sich für Architekturplanung mit AutoCAD sowie das Design einfacher Objekte mit Creo.

Mit einer Radeon RX 550 taugt der XH110G für mäßig anspruchsvolle 3D-Spiele wie GTA V in Full-HD-Auflösung. Allerdings schöpfen die Grafikkarte und der Quad-Core-Prozessor bei Volllast die Nennleistung des 180-Watt-Netzteils fast komplett aus (176 Watt). Zudem erwärmte sich das Innere dabei so stark, dass die Lüfter deutlich hörbar aufdrehten und die CPU kurz davor war, ihre Leistung zu drosseln.

Fazit

Die Herkunft aus der Industriewelt merkt man dem Shuttle XH110G sofort an. Das robuste Metallgehäuse kommt ohne Firlefanz wie RGB-LEDs oder Carbon-Optik aus. Er eignet sich ohne Grafikkarte als sparsamer, leiser Büro-Rechner und mit Grafikkarte auch für CAD und andere Anwendungen, die mehrere Monitore benötigen. Allerdings hätten wir uns bei einem Preis von 275 Euro ein WLAN-Kärtchen und mehr USB-3.0-Ports gewünscht.

(chh@ct.de) **ct**



Damit Erweiterungskarten in den XH110G hineinpassen, winkelt Shuttle den PEG-Slot mit einer Riser-Card um 90 Grad ab.

Shuttle XH110G

Mini-Barebone mit Grafikkarten-Steckplatz

Hardware-Ausstattung

CPU-Fassung / CPU-Lüfter (Regelung)	LGA1151 (maximal 65 Watt TDP), 2 × 60 mm (✓)
RAM (Typ / Max)	2 × DDR4-2400-SODIMM / 32 GByte
Chipsatz	H110
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × PEG (1), 1 × M.2-2280 (1), 1 × M.2-2230 (1)
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HD-Audio (Realtek ALC662)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 GBit/s (Intel i211, PCIe) / TPM 2.0
Abmessungen (B × H × T)	200 mm × 78 mm × 250 mm
Kensington-Lock / Schlosslasche / Türschloss	✓ / n. v. / n. v.
Netzteil (Leistung)	Asian Power Devices DA-180D19, extern, 19,5 V (180 Watt)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 1.4, 1 × VGA, 4 × USB 2.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio
Handbuch	Kurzanleitung
Zubehör	VESA-Halterung, Treiber-DVD

Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung¹

Soft-Off / Energie sparen / Leerlauf	0,8 W / 0,9 W
Leerlauf / Volllast	5,5 W / 82 W
USB 3.0 Frontanschluss: Lesen (Schreiben)	458 (453) MByte/s
M.2-Steckplatz: Lesen (Schreiben)	1,7 (1,5) GByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s

Funktionstests

Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar / Auto BIOS Update	✓ / ✓ / n. v.
AMT / USB-Ports: einzeln abschaltbar (Device-Typ einschränkbar) / TPM	n. v. / n. v. (n. v.) / Disabled
Wake on LAN: Ruhezustand / Soft-Off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (-)
Bootdauer bis Login	14 s
4K-Auflösung: HDMI	30 Hz

Systemleistung¹

BAPCo SYSmark 2014 SE	1195
Cinebench R15 Single- / Multi-Thread	161 / 593
3DMark: Fire Strike	1124
SPECviewperf ² : 3dsmax-05 / catia-04 / creo-01	53,0 / 49,6 / 51,4
energy-01 / maya-04 / medical-01	2,3 / 43,1 / 16,1
showcase-01 / snx-02 / sw-03	30,0 / 53,7 / 75,5

Bewertung

Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕ / ⊖
Geräuscentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,1 Sone (⊕⊕) / 1,2 Sone (○)
Preis / Garantie	275 / 24 Monate

¹ getestet mit Core i5-7600, 16 GByte DDR4-2133 ² getestet mit Radeon Pro WX 4100

✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Anzeige



Abhörer

Polars Brustgurt H10 soll die Herzfrequenz präzise erfassen und sogar autark aufzeichnen.

Die offensichtlichsten Neuerungen des H10: Das weiche Textilband des in zwei Größen erhältlichen Brustgurts hat neue Silikonpunkte und einen verbesserten Verschluss. Beides sorgt dafür, dass der Brustgurt gut anliegt und nicht rutscht.

Wie der Vorgänger H7 übermittelt der Gurt die Herzfrequenzdaten via Bluetooth LE, die sich auf aktuellen Mobilgeräten, Smartwatches und Sportuhren auswerten lassen. Für Smartphones gibt es die kostenlose „Polar Beat“-App für Android und iOS, aber auch an andere Apps rückt der H10 die Werte heraus. Im Praxistest erhielten wir durchgehend präzise Werte, Unterbrechungen und Ausreißer wie beim H7 blieben aus.

In der Beat-App lässt sich zusätzlich eine analoge 5-kHz-Übertragung aktivieren, damit Studiogeräte die Herzfrequenzdaten auf dieser Frequenz empfangen. So ist der Gurt auch kompatibel zu vielen älteren Uhren und ermöglicht eine Übertragung der Herzfrequenz beim Schwimmen. Der eigentliche Clou des H10 ist sein integrierter Speicher, in dem er eine Trainingseinheit von bis zu 40 Stunden Dauer ablegen kann. So kann man beim Training das Smartphone daheim oder in der Umkleidekabine lassen. Starten und abgerufen lässt sich die Aufzeichnung nur über die Beat-App.

Der H10 ist ein klarer Fortschritt vom H7 – auch wenn es schön wäre, wenn sich die Aufzeichnung am Gurt starten ließe. (nij@ct.de)

Herzschlag-Analysator

Die M430 des finnischen Herzfrequenz-Spezialisten Polar ist die erste Uhr am Markt, die eine Messung der Herzfrequenzvariabilität am Handgelenk ermöglicht.

Zum Listenpreis von knapp 230 Euro hat die in Anthrazit, Weiß und Orange erhältliche Polar M430 alle für einen GPS-Trainingscomputer typischen Funktionen – darunter das automatische und manuelle Erfassen von Runden und Pausen, eine Stoppuhr und einen Intervall-Timer, die Berechnung der Zielzeit und ausführliche Laufprogramme. Rund-um-die-Uhr-Tracking der Aktivität inklusive Schlafanalyse runden das Bild ab. Die M430 ist laut Polar zum Schwimmen geeignet. Gewünscht hätten wir uns noch einen integrierten barometrischen Luftdrucksensor für eine präzisere Höhenmessung, als diese per GPS möglich ist.

Die M430 bietet nur einfache Smartwatch-Funktionen: Benachrichtigungen bei eingehenden Anrufen, Nachrichten und Push-Benachrichtigungen aus Apps am per Bluetooth Low Energy (BLE) gekoppelten Smartphone. Die Musikwiedergabe am Handy kann man über sie beispielsweise nicht steuern. Der Abgleich der Trainingsdaten mit Polars Cloud-Dienst läuft über die für Android und iOS kostenlos erhältliche „Polar Flow“-App oder alternativ über das mitgelieferte USB-Ladekabel mit proprietärem Stecker am Windows-Rechner oder Mac.

Größte Neuerung ist eine Pulsmessung über im Gehäuse integrierte optoelektronische Sensoren, die auch die Herzfrequenzvariabilität (HFV) des Trägers erfasst. Polar kann so die aerobe (kardiovaskuläre) Fitness des Sportlers ermitteln. Bislang funktionierte dies nur in Kombination mit einem Brustgurt. Möglich wird die HFV-Messung am Handgelenk laut Polar wie beim Aktivitätstracker A370 (siehe c't 17/54, S. 54) durch die Verwendung von sechs statt der üblichen zwei bis vier LEDs, die die Haut durchleuchten und den Blutstrom erfassen. Trotzdem lässt sich weiterhin ein Brustgurt anbinden, sofern dieser über BLE funkt – wie die Polar-Modelle H6, H7 und der neue H10 (siehe Kurztest links). Eine 24-Stunden-Puls-messung wie beim A370 gibt es nicht.



Die Pulsmessung erwies sich im Test im Vergleich zu Handgelenksmessungen bei anderen Sportuhren und Aktivitätstrackern als sehr genau. Im direkten Vergleich mit einem Brustgurt fiel nur eine kleine Latenz zwischen der Messung und der Anzeige der Werte auf. Für den Durchschnittssportler ist die Genauigkeit aber ausreichend. Auch die Streckenaufzeichnung über GPS war im Test präzise.

Der Akku hält im Trainingsmodus bis zu acht Stunden durch. Alternativ lässt sich ein Energiesparmodus aktivieren, der GPS-Aufzeichnungen mit geringerer Frequenz von bis zu 30 Stunden am Stück erlaubt. Bei Indoor-Läufen misst die M430 die Geschwindigkeit und Distanz über den integrierten Beschleunigungssensor. Alternativ bindet man per Bluetooth LE einen Laufsensoren an, der am Schuh befestigt wird. Apropos Sensoren: Beim Radtraining ermittelt die M430 Geschwindigkeit und Distanz über GPS; einen speziellen Fahrradsensor, mit dem sich beispielsweise auch die Trittfrequenz erfassen ließe, bietet Polar bislang nicht an.

Von den erwähnten kleinen Einschränkungen abgesehen erhält man mit der Polar M430 eine rundum gelungene Uhr, die endgültig das Ende des Brustgurts zur Herzfrequenzmessung einläutet. (nij@ct.de) **ct**

Polar H10	
Herzfrequenzmesser	
Hersteller	Polar, www.polar.de
Funkprotokolle	Bluetooth LE (2,4 GHz), GymLink (5 kHz)
Batterie, Laufzeit	Knopfzelle CR2025, 400 Stunden
Wasserdicht	bis 30 m (zum Schwimmen geeignet)
Preis Liste / Straße	90 / 70 €

Polar M430	
GPS-Sportuhr	
Hersteller	Polar, www.polar.de
Display	monochromes LCD (128 × 128 Pixel)
integrierte Sensoren	GPS (inkl. A-GPS), Herzfrequenz, Beschleunigung
Funkprotokoll	Bluetooth Low Energy
Preis Liste / Straße	230 / 215 €

Anzeige



Buntes Rundstück

Der Forerunner 935 ist die nächste Garmin-Uhr für Multisportler. Ist die jetzt noch superduperer als der Forerunner 735 XT?

Der Forerunner 935 wirbt vornehmlich um die Gunst von Triathleten. Das tun aber auch der Forerunner 735 XT und die raubeinigere Fenix-5-Modelle vom gleichen Hersteller.

Der 935 kostet einen Hunderter mehr als der 735 XT. Dafür bekommt man mehr Trainingsfunktionen, ein feiner auflösendes transflektives Farbdisplay sowie einen barometrischen Höhenmesser und mehr Akkulaufzeit. Selbst ein ganztägiges Training mit GPS-Aufzeichnung in längeren Intervallen leerte den Akku nicht. Und: Er kann aufgezeichnete Trainingsdaten per WLAN direkt über den heimischen Router ans Trainingsportal überspielen. Das geht sonst nur mit den Saphirglas-Varianten der Fenix. Es fehlen jedoch die Kartendarstellung der Fenix 5X und das robustere Gehäuse.

Schon die drei Jahre alte Polar-Sportuhr V800 blendete nach der Schinderei eine Einschätzung des Trainingsnutzens ein. Das tut nun auch der Forerunner 935 als erste Garmin-Uhr. So vermeidet man beispielsweise schädliches Übertraining. Neu ist, dass die Uhr Spitzenleistungen im anaeroben Bereich bewertet. Bis man

für die Analysefunktionen brauchbare Rückmeldungen bekommt, benötigt die Uhr rund zwei bis drei Wochen Kennenlernzeit. Unabhängig davon verschaffen Auswertefunktionen etwa zur Laufdynamik kurzfristig verwertbare Einsichten. Schon ältere Modelle erfassten per Brustgurt, wie hoch und wie weit man beim Laufen abspringt und mit welcher Schrittfrequenz man unterwegs ist. Nun erfährt man unter anderem, ob man seine Füße symmetrisch belastet. Der Forerunner 935 braucht für diese Werte einen Clip namens Running Pod (70 Euro) für die Sporthose oder einen extra Brustgurt, dessen hoher Kaufpreis (130 Euro) Schluckauf verursachen kann.

Im Vergleich zu anderen Pulsuhren ragt der optische Pulsmesser auf der glatten Innenseite kaum heraus. Das erhöht den Tragekomfort im Alltag, wo die Uhr auch als Fitness-Tracker fungiert und Schritte zählt. Die Uhr misst auch ohne Trainingseinheit alle paar Sekunden den Puls. Im Test zeigten sich im Vergleich zu einer Brustgurtmessung nach anfänglichen Ausreißern stimmige Werte.

Als Brot-und-Butter-Funktion soll die Uhr Strecken aufzeichnen. Dazu empfängt sie Daten von GPS- und Glonass-Satelliten. Auf einer 21 Kilometer langen Radtour maß der Forerunner nur 150 Meter zu viel, vornehmlich einem Ausreißer zu Beginn der Tour geschuldet, den die Uhr nicht herausgerechnet hat. Der Empfang unter dem Blätterdach des Stadtwaldes war gut.

Die robuste Fenix 5 ist dick und schwer, was im Alltag sowie im Training viele stört. Den Forerunner 935 merkt man dagegen am Arm fast nicht, so leicht ist sein Polymer-Gehäuse. Das werkzeuglos austauschbare Silikonarmband (Ersatz: 25 Euro) ist schlank und so flexibel wie gekochte Spaghetti. Die Bauweise erscheint aber nicht nur filigran, sie ist es auch: Das nur durch einen dünnen Ring umrahmte Deckglas erwies sich bei vielen Nutzern schon als kratzempfindlich. Bei einem zweiten Exemplar der Uhr in der Redaktion verlor einer der Bedientknöpfe nach kurzer Zeit seinen ansonsten gut spürbaren Druckpunkt.

Insgesamt bietet der Forerunner 935 wahre Massen von Daten, mit denen sich eigene Leistungen verbessern lassen. Allerdings: Fürs halbe Geld hat Suunto soeben die Triathlon-Uhr Spartan Trainer Wrist HR vorgestellt. Ein Test folgt demnächst. (mil@ct.de)



Laderampe

Der Samsung EP-PG950 Wireless Charger lädt Smartphones kabellos per Qi-Technik und sieht schick aus.

Die Ladestation in schwarzem oder hellbraunem Kunstlederdesign macht eine gute Figur auf dem Tisch und fasst sich wertig an. Klappt man den Charger auf – was anfangs etwas umständlich anmutet – lässt er sich auch als Smartphone-Halter nutzen. Kompatibel sind alle Qi-fähigen Smartphones. Besonders flink laden Geräte, die Samsungs hauseigenen Schnelllade-Modus Fast Charge unterstützen, etwa Galaxy S8, S8+ und Note 8 (siehe S. 18). Smartphones ohne Fast Charge haben nichts von den Schnelllade-Fähigkeiten der Induktionsstation. Außerdem kann es schwierig sein, mit anderen Geräten die richtige Ladeposition zu finden.

Der EP-PG950 selbst muss per Typ-C-Kabel an ein USB-Ladegerät angeschlossen sein. Keines der beiden gehört zum Lieferumfang – nur ein Adapter für Micro-USB. Bei Geräten mit Fast Charge empfehlen sich jedoch deren Originalkabel und Netzteil. Ein Galaxy S8 lud mit dem Wireless Charger in 174 Minuten auf 100 Prozent Akkustand. Eine Induktionsladestation ohne Fast Charge benötigte 273 Minuten. Zum Vergleich: Per Kabel dauert es nur 102 Minuten bis zum vollen Akku. Ein Google Nexus 6 ohne Fast Charge lud auf dem EP-PG950 sogar langsamer als auf einer älteren Station.

Während des Ladens kühlt ein leise surrender Lüfter die Ladestation, dazu leuchtet eine LED. Beides fällt im Normalbetrieb kaum auf. Lädt man sein Smartphone jedoch gerne auf dem Nachttisch, könnten Lüftergeräusch und LED den Schlaf stören. (jube@ct.de)

Garmin Forerunner 935

Sportuhr	
Hersteller	Garmin, www.garmin.de
Abmessungen / Gewicht	47 × 47 × 13,5 mm / 49 g
Display kompatibel	3,05 cm Diagonale, 240 × 240 Pixel iOS (ab 9), Android (ab 4.3), Windows 10, Windows 10 Mobile, ANT+-Sensoren koppelbar
Preise	550 €, 700 € im Tri-Bundle (mit Gurt und Schnellwechsel-Halter)

Samsung EP-PG950 Wireless Charger

Induktive Ladestation	
Hersteller	Samsung
Ladetechnik	Qi
Preis	45 €

Anzeige



Aufräumaktion

Corel hat PaintShop Pro über die Jahre mit immer neuen Paletten zugekleistert. Version 2018 räumt gründlich auf.

Die Bildbearbeitung PaintShop Pro bestand lange aus drei Modulen: Bildverwaltung, Raw-Entwickler und Bildbearbeitung. Das Raw-Modul namens „Anpassen“ hat im neuesten Update das Zeitliche gesegnet. Der Import-Dialog der Bildbearbeitung arbeitet träge und mit längst nicht so gutem Ergebnis. Einzige Alternative ist somit der Raw-Entwickler AfterShot, früher bekannt als Bibble, den Corel dem Ultimate-Bundle von PaintShop Pro beilegt. Ergänzt wird AfterShot von Perfectly Clear, ein Programm zur automatischen Fotokorrektur. Das Bundle kostet 20 Euro mehr als PaintShop Pro allein.

Die Bildverwaltung hat Corel größtenteils unverändert gelassen. Sie zeigt Fotos als Übersicht inklusive Metadaten oder Vollbildvorschau. Bewertungen und Metadaten importiert sie aus JPEG- und TIFF-Dateien, nicht aber aus XMP-Begleitdateien. Nur in JPEG-Dateien speichert das Programm automatisch Metadaten. XMP-Begleiter für Raw-Dateien legt es ausschließlich auf Menübefehl an. Gesichtserkennung und Geotagging zu bedienen erfordert mehr Klicks als bei Adobe, Apple und Google.

Das Bearbeiten-Modul erschlägt mit einer Vielzahl an Symbolen und Paletten. Es bietet Ebenen-Unterstützung, nicht-destruktive Einstellungsebenen sowie viele Werkzeuge und Effekte. Schritt-für-Schritt-Anleitungen im ebenfalls ständig sichtbaren Lernstudio erklären die Bedienung. Hier findet sich alles, was der Profi braucht; der Einsteiger streicht überfordert die Segel.

Ein vereinfachter Arbeitsbereich namens „Grundelemente“ schafft Abhilfe. Ein Knopfdruck reduziert das Gewirr

spürbar auf Menü, eine Palette mit zwölf Werkzeugen und einen Farbwähler. Eine freundliche Schaltfläche holt auf Wunsch weitere Werkzeuge dazu. Das neue Paletten-Menü oder die F-Tasten schalten zwölf Paletten auf den Schirm, beispielsweise Ebenen, Histogramm, Soforteffekte oder das Lernstudio. Symbole und Scroll-Balken kann man in drei Größen einstellen, um die Oberfläche Touchfreundlicher zu gestalten. Seit Version X9 unterstützt PaintShop Pro außerdem Windows Ink und damit drucksensitive Eingabe mit variierender Linienstärke auf dem Microsoft Surface Pro.

Die historisch gewachsenen Menüs profitieren nicht von der neuen Oberfläche. Das Dateimenü schließt Stapelverarbeitung und HDR-Kombination ein. Etwas unglücklich benannt ist das Einstellen-Menü. Es beinhaltet Scharf- und Weichzeichner, die man demzufolge im Effekte-Menü vergeblich sucht. Außerdem enthält es klassische Fotokorrekturdialoge wie Objektivkorrektur, Hautglättung und Korrektur roter Augen.

Einige Werkzeuge hat Corel moderat aktualisiert. Der Klonstempel zeigt nun unaufgefordert eine Vorschau des Stempelziels – das ist eine große Hilfe. Stempel-, Pipetten- und Umfärben-Werkzeug nehmen neben Farbwerten nun auch Transparenz auf. Das Schnittwerkzeug blendet auf Wunsch Drittelregel, Goldene Spirale, Goldenen Schnitt, Diagonalen oder Raster ein.

Die neue Version startet fast doppelt so schnell wie der Vorgänger, was auch daran liegen kann, dass PaintShop Pro 2018 nicht mit dem Verwalten-Modul, sondern einem Home-Bereich aufmacht, der die beiden Arbeitsbereiche sowie die zuletzt geöffneten Dateien zur Wahl stellt.

Der neue Grundelemente-Bereich vereinfacht die Oberfläche spürbar, ohne Wichtiges vermissen zu lassen. So kann der Einsteiger ohne Überforderung Fotos korrigieren und der Profi mit Ebenen und Masken arbeiten, ohne sich eingeschränkt zu fühlen. Bei den Werkzeugen hat Corel sinnvolle Neuerungen implementiert. Das Gros der Korrekturdialoge wirkt aber veraltet. (akr@ct.de)

PaintShop Pro 2018 Ultimate

Bildbearbeitung

Hersteller	Corel, www.corel.de
Systemanforderungen	Windows 7 und höher
Preis	90 € (Upgrade 70 €)



Saitenwechsel

Guitar Pro 7 notiert Tabaturen für Gitarre, Bass sowie Schlagzeug und simuliert Verstärker und Effekte.

Guitar Pro 7 bringt Noten inklusive Tabaturen auf den Schirm und aufs Papier. Die Software importiert ältere GP-Formate sowie MIDI, MusicXML und PowerTab und spielt diese ab.

Guitar Pro notiert abgedämpfte Saiten (palm mute), im Blues-Rhythmus abgespielte triolischer Achtel, Vibrato, Bending und Tapping. Hinzu kommen nun Saitenkratzen mit dem Plektrum, (dead slap) für Bassisten und die Golpe-Technik im Flamenco. Ein Griffbrett visualisiert Griffpositionen. Ein Assistent hilft bei Akkorddiagrammen in verschiedenen Skalen und Stimmungen.

Die Bedienelemente orientieren sich an Digital Audio Workstations wie Cubase. Das betrifft beispielsweise Wiedergabe-Steuerung, Symbolleiste und Spurauswahl inklusive Panning, Equalizer und Lautstärkeautomation. Über „Line-in“ lässt sich zum Mitspielen eine Gitarre einbinden. Dank einer Kooperation mit Overloud simuliert das Programm zwölf Gitarren- und drei Bass-Amps sowie eine Vielzahl Verzerrer, Hall-Geräte, Equalizer und anderes. Guitar Pro 7 exportiert neben WAV-auch Dateien in den Formaten AIFF, MP3, FLAC und Ogg Vorbis.

Arobas hat die Wünsche von Gitarristen umgesetzt. Guitar Pro hilft nicht nur beim Notieren neuer, sondern auch beim Üben und Nachspielen bekannter Stücke. (akr@ct.de)

Guitar Pro 7

Notensatz für Gitarre

Hersteller	Arobas Music, www.guitar-pro.com
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.10
Preis	75 € (Upgrade 37,50 €)

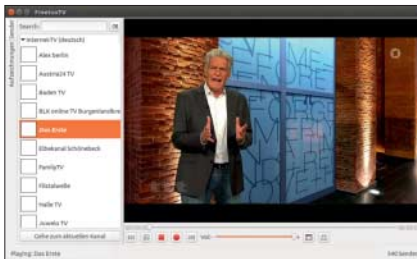


Bild- und Tonsauger

Mit FreetuxTV zapfen Linux-Nutzer freie Radio- und Fernsehsender im Internet an. Die kann das Tool nicht nur wiedergeben, sondern auch aufzeichnen.

Nach dem ersten Start wählt man aus einer Liste eine oder mehrere Sendergruppen, zum Beispiel alle deutschsprachigen TV-Kanäle. Ein Doppelklick auf einen Sender in der Liste links startet die Wiedergabe rechts im Fenster. Bei Bedarf befreit ein Deinterlacer das Video von störenden Kammartefakten. Per Knopfdruck schaltet FreetuxTV in den Vollbildmodus oder schrumpft sein Fenster auf die kleinstmögliche Größe.

Die mitgelieferten Senderlisten sind extrem lückenhaft und größtenteils veraltet. Die öffentlich-rechtlichen Sender vertritt lediglich Das Erste, die IPTV-Sender aus den Netzen von Telekom und Vodafone fehlen komplett. FreetuxTV importiert immerhin Sender- und Playlisten im M3U-Format, sofern diese über eine URL abrufbar sind. Andernfalls bleibt nur, die URLs der Streams in einer Konfigurationsdatei nachzutragen.

Anwender können zeitgesteuerte Aufnahmen programmieren, müssen dabei aber mangels EPG die Start- und Endzeiten per Hand eingeben. FreetuxTV speichert den empfangenen Datenstrom entweder unverändert ab oder wandelt ihn automatisch in das OGG- oder MP4-Format. Das Programm basiert auf dem Mediaplayer VLC; einige Distributionen wie Ubuntu halten FreetuxTV in den Repositories vor.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

Schön notiert

Das digitale Notizbuch Notes-up nutzt Markdown zur Gestaltung von Notizen. Eine Werkzeugleiste greift beim Formatieren und Einfügen von Bildern unter die Arme.

Notes-up wurde für ElementaryOS und seinen Pantheon-Desktop entwickelt, wo es sich am einfachsten installieren lässt und am besten aussieht. Nutzen kann man das Tool auch auf anderen grafischen Oberflächen. Notizen lassen sich in verschiedene Notizbücher einordnen, im Nachhinein umsortieren kann man sie jedoch nicht.

Um den Text zu formatieren, nutzt Notes-up Markdown. Wer das noch nicht beherrscht, kann sich Tipps zur Markdown-Syntax einblenden lassen. Es geht aber auch ohne: Eine Werkzeugleiste stellt Buttons für die wichtigsten Auszeichnungen bereit und hilft beim Einfärben von Text, beim Einfügen eines Bildes, einer Liste, eines Zitats oder einer Code-Zeile. Ein Speicher-Button fehlt, Notes-up merkt sich Änderungen automatisch. Sämtliche Notizen speichert Notes-up in einer SQLite-Datenbank im Verzeichnis ~/.local/share/notes-up. Mit einem Editor lassen sich die Notizen daher nicht öffnen, über ein Tool wie DB Browser for SQLite oder das Kommandozeilenwerkzeug sqlite3 kommt man aber auch ohne das Tool an die Daten heran.

Eine Vorschau zeigt die im Markdown-Editor verfassten Notizen schön formatiert an und kann diese Ansicht als PDF exportieren. Auf deutschen Desktops funktioniert das erst ab Version 1.4.5. Weitere Exportformate wie Markdown sollen folgen.

(lmd@ct.de)

Anzeige

FreetuxTV 0.6.8

TV- und Radio-Empfang

Hersteller	Eric Beuque und Yannick Le Ny, https://github.com/FreetuxTV/FreetuxTV
Systemanf.	Linux, GTK+ 2, SQLite 3, VLC ab 0.8.6
Preis	kostenlos

Notes-Up 1.4.7

Notizverwaltung

Hersteller	Felipe Escoto, https://github.com/Philip-Scott/Notes-up/
Systemanf.	Linux, libgranite 3.0, GTK+ 3.0
Preis	kostenlos

Viel Anschluss unter einer Nummer

Congstar berechnet 27.000 Euro für unerklärliche Verbindungen

Wer eine DSL-Flatrate mit Voice-Over-IP hat, rechnet nicht mit zusätzlichen Kosten. Wenn dann trotzdem eine horrende Rechnung kommt, hält man das eher für einen Scherz. Congstar meint es aber durchaus ernst.

Von Tim Gerber

Maria W. ist seit einigen Jahren DSL-Kundin bei Congstar und nutzt den Tarif „komplett 2 flex“. Dank Flatrate fallen ihre monatlichen Telefonrechnungen kaum höher als die Grundgebühr von 30 Euro aus. Ihre Fritzbox 7270, die ihr Congstar bei Vertragsschluss geliefert hatte, hat sie mit einem sicheren Passwort sowie einem von einem Tool generierten WPA2-Schlüssel gesichert. Zusätzlich lässt sie nur Geräte in ihr WLAN, deren MAC-Adresse bekannt ist. Die Firmware des Routers hält sie stets aktuell.

So staunte Maria W. nicht schlecht, als ihr Ende April ein Schreiben des Telefonanbieters ins Haus flatterte. Es sei möglich, hieß es in dem Brief, dass sie Opfer eines Hacking-Angriffes geworden sei. Dadurch seien Verbindungsentgelte nach Bosnien entstanden. Die Rechnung sei noch nicht erstellt und auch die konkrete Höhe der entstandenen Verbindungsentgelte noch unbekannt. Man gehe zwar nicht davon aus, dass die Kundin die Kosten bewusst durch Telefonie verursacht habe, schreibt Congstar. Dennoch sei sie „grundsätzlich verpflichtet“, ihre

Hardware durch Updates und entsprechende Sicherheitseinstellungen zu schützen. Es sei sicher, dass bei ihr eine Sicherheitslücke bestanden haben müsse, da ein Schaden sonst nicht eingetreten wäre, so die Logik des Telekommunikationsanbieters. Bevor allerdings „Haftungsfragen diskutiert“ würden, wolle man zunächst auf eine einvernehmliche Lösung hinwirken, die der Kundin „entgegenkommen dürfte“. Es entspreche nicht Congstars Unternehmensphilosophie, seine Kunden auf dem Schaden sitzen zu lassen. Aus

diesem Grund sei man bereit, „auf einen Großteil“ der Forderung zu verzichten.

Maria W. schwante nach diesen Ausführungen nichts Gutes. Sofort rief sie im Kundenportal ihren Einzelverbindungs-nachweis (EVN) ab. Der erstreckte sich über stolze 72 A4-Seiten, die – bis auf die erste und letzte Seite – jeweils 32 Einzelverbindungen aufwiesen. Insgesamt sollten demnach am 24. April in der Zeit von 3:22 Uhr bis 7:00 Uhr sage und schreibe 2252 Einzelverbindungen vom DSL-Anschluss der Privatkundin Maria W. zum



Mobilfunknetz in Bosnien-Herzegowina zustande gekommen sein. Das Entgelt dafür soll 23.172,6 Euro betragen, wozu noch 19 Prozent Mehrwertsteuer kämen. Die Rechnung, die noch nicht erstellt wurde, beliefe sich also auf 27.575 Euro und 40 Cent.

Jede der unzähligen Verbindungen soll laut EVN mehrere Minuten gedauert haben. Die Zielrufnummern lauten +3876330840x. Nur die letzte Zahl variiert, sodass jeweils hunderte Verbindungen gleichzeitig zu ein und derselben Nummer bestanden haben müssten. Wie in dem Schreiben Congstars zu dem vermeintlichen Hacker-Angriff empfohlen, wandte sich Maria W. telefonisch an die Hotline von Congstar und bat um eine Erklärung, wie diese angeblichen Verbindungen nach Bosnien zustande gekommen sein sollen.

Man habe ihr gesagt, dass ihr PC mit einem Dialer oder anderer Schadsoftware die Verbindungen hergestellt haben könnte, berichtete Maria W. Auf die Vorhaltung, dass die Verbindungen im Protokoll ihrer Fritzbox aber nicht zu sehen seien, entgegnete der Congstar-Support, dass auch diese wohl gehackt und das Protokoll gelöscht worden sei. Weiter erfuhr die Kundin, dass man in solchen Fällen in der Regel „nur“ zehn Prozent der Rechnungssumme verlange. Das wären immer noch 2758 Euro für Verbindungen, die sie definitiv nicht verursacht hatte, auch nicht fahrlässig, wie Congstar unterstellte. In ihrem Fall sei man jedoch bereit, auf 1500 Euro herunterzugehen und ihr eine Ratenzahlung dieser Summe anzubieten, wenn sie mit der Zahlung einverstanden sei.

Doch darauf wollte sich Maria W. nicht einlassen, schließlich war sie sich keiner Schuld bewusst. Völlig konsterniert wandte sie sich an die c't-Redaktion und legte uns das Schreiben und den Einzelverbindungs-nachweis vor. Wir konfrontierten Congstar Ende Juli mit dem Fall und erhielten binnen weniger Tage von Pressesprecher Timo Wakulat folgende Auskunft: Der Täter müsse bereits im Vorfeld Kenntnisse über die Account-Daten der Kundin gehabt haben und konnte sich dadurch einen entsprechenden Zugang verschaffen. Weiter heißt es: „Cyber-Kriminelle gehen meist dynamisch vor und ändern ständig ihre Vorgehensweise. Bei diesem Vorgang handelte es sich um ein

ganz neues Betrugs-Vorgehen, das weder uns noch unserem technischen Vorleister QSC in dieser Form bekannt war. Wir haben bereits gemeinsam mit QSC Schritte unternommen, um zukünftig die Anzahl der ausgehenden Verbindungen zu begrenzen. Den noch offenen Betrag werden wir aus Kulanz-Gründen von Frau W. nicht einfordern.“

Alte Masche

Für Maria W. war damit erst einmal der dickste Brocken vom Tisch. Plausibel erschienen die Ausführungen von Congstar zum angeblichen Vorgehen der Hacker jedoch nicht, denn über den DSL-Anschluss der Kundin konnten Verbindungen in dieser Zahl rein technisch gar nicht bewerkstelligt werden, auch nicht über eine gehackte Fritzbox oder einen daran angeschlossenen PC.

Wir haben deshalb das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und die Bundesnetzagentur (BNetzA) als zuständige Aufsichtsbehörden zu dem Fall befragt. Das BSI ließ daraufhin wissen, die Masche sei keineswegs neu, das Ausmaß in diesem Fall aber ungewöhnlich hoch. Dabei wies das BSI darauf hin, dass die Zahl der möglichen Verbindungen bereits durch die Vertragsbedingungen limitiert sein sollte. In der Tat findet sich in der Leistungsbeschreibung von Congstar unter Ziffer 3.3.2 der ausdrückliche Hinweis: „Es sind maximal vier gleichzeitige Telefongespräche möglich.“ Warum der Provider trotz dieser vertraglichen Bestimmung viel mehr gleichzeitige Verbindungen zulässt, ist nicht nachvollziehbar.

Die Bundesnetzagentur habe die Anfrage von c't zum Anlass genommen, die

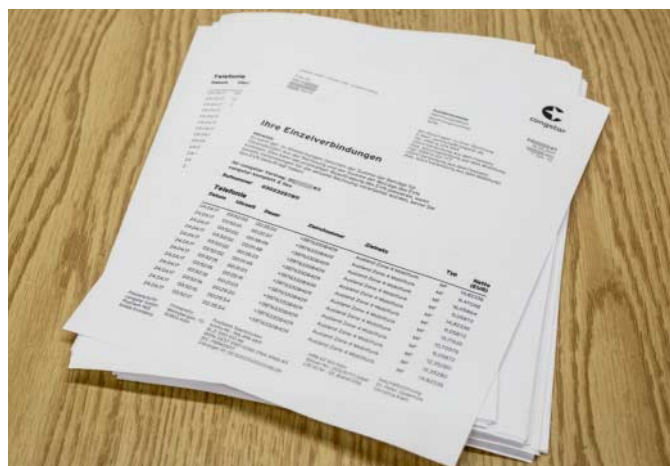
beteiligten Unternehmen zu kontaktieren, um den Sachverhalt zu ermitteln und soweit geboten Abhilfemaßnahmen zu veranlassen, teilte ein Behördensprecher mit. Ein Telekommunikationsanbieter müsse nachweisen, dass seine Forderungen berechtigt sind. Der Entgeltanspruch des Anbieters entfalle, soweit Tatsachen die Annahme rechtfertigen, dass Dritte durch unbefugte Veränderungen an öffentlichen Telekommunikationsnetzen das in Rechnung gestellte Verbindungsentgelt beeinflusst haben, stellt die Aufsichtsbehörde klar.

Fazit

Was Congstar geritten hat, angesichts dieser augenscheinlichen Panne immerhin noch einen vierstelligen Betrag von seiner Kundin zu fordern und andernfalls mit ihr „Haftungsfragen diskutieren“ zu wollen, konnten wir nicht ergründen. Schließlich wäre im Zuge einer solchen Diskussion auch über die Schadensminderungspflicht des Providers zu sprechen gewesen. Einfache Vorkehrungen hätten eine solche Rechnung leicht verhindern können. Auch ist der Provider in der Beweispflicht, dass die Kundin den Schaden fahrlässig verursacht hat. Und selbst wenn das so wäre, so ist die – ebenfalls vom Provider nachzuweisende – Schadenshöhe keineswegs identisch mit dem tariflichen Entgelt, das der Kunde zu zahlen hätte. Der Fall zeigt jedenfalls deutlich, dass man sich solche Zumutungen nicht gefallen lassen muss und im Zweifel auch die Aufsichtsbehörden helfen können. (tig@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Urs Mansmann, Böses Erwachen, 1&1 schockt Kunden mit 20.000-Euro-Rechnung, c't 1/14, S. 66



Der Einzelverbindungs-nachweis listet auf 72 Seiten tausende Auslandsverbindungen innerhalb weniger Stunden auf.



Ich war ein Roboter

Selbstversuch: Wie Datenbrillen die Arbeitswelt optimieren

Google Glass gilt als gescheitertes Experiment und längst passé. In Wahrheit aber nehmen Glass und andere Datenbrillen erst jetzt richtig Fahrt auf; zum Beispiel in der Industrie und in der Logistik. Ein Selbstversuch zeigt: Die Brillen machen Menschen zu Robotern – was weniger schlimm ist, als es sich anhört.

Von Jan-Keno Janssen

Was ist ein „Ladungsträger“? Was bitte soll „Multi-Order-Picking“ sein? Ich habe noch nie in einem Lager gearbeitet – und trotzdem kann ich direkt voll loslegen, ohne jeglichen Schimmer

von der Theorie: Ich greife blitzschnell in bunte Kästen, hole ohne nachzudenken Teile heraus und lege sie ruckzuck in die unterschiedlichen Fächer meines Rollwagens. Und das, obwohl ich meine Karriere als Lagerarbeiter erst vor wenigen Sekunden begonnen habe. Möglich macht es die Google-Glass-Datenbrille, die mir einen kleinen schwebenden Bildschirm ins äußere Sichtfeld einblendet – und die „xPick“-Software des Bremer Unternehmens Ubimax.

Schon lange schwärmen Firmen von Datenbrillen im Arbeitsalltag. Meist handelt es sich aber um reine Machbarkeitsstudien oder sogar nur um Ideen – die dann mit viel PR-Trara angekündigt werden, von denen in der Praxis dann aber nicht viel übrigbleibt. Doch inzwischen nutzen tatsächlich immer mehr Firmen Datenbrillen im täglichen Produktiveinsatz.

„Ein Drittel der DAX -Unternehmen und zehn Prozent der Fortune-500-Firmen verwenden unsere Datenbrillen-Software“, berichtet Ubimax-Mitgründer Percy Stocker sichtlich stolz. Unter anderem Samsung, Daimler, Volkswagen, Ricoh – und DHL. Der Logistikriese hat inzwischen Lager auf der ganzen Welt mit der Datenbrillen-Technik ausgestattet. Wie groß der genaue Anteil der datenbebrillten Lager ist, will DHL uns aus „Wettbewerbsgründen“ nicht mitteilen. Was sie aber sagen: Die Brillen haben in einzelnen Lagern zu einer Effektivitätssteigerung von bis zu 25 Prozent geführt, was in der Branche extrem viel ist.

Schwebedisplay

Die DHL-Lösung ist auch die, die ich ausprobieren: In einem rechts vor mir schwebenden Mini-Bildschirm sehe ich die

Nummer des Regals. Die Brille sagt mir, wo ich was in welcher Menge holen soll. Nicht die Brille allein macht die Arbeit für mich so leicht, sondern die Kombination mit dem sogenannten xBand, einem Armband mit RFID-Antenne. Das quittiert per Piepston, ob ich in den richtigen Kasten gegriffen habe; ein heller Ton meint „ja“, ein tiefer „nein“. Schon nach zwei, drei Handgriffen habe ich verinnerlicht, wie ich in die Kästen hineingreifen muss, damit mein Armband das RFID-Tag am Kasten registriert.

Es ist faszinierend, wie die Arbeit bereits nach einer halben Minute nahezu automatisch vonstattengeht. Meine Gedanken können ruhig abschweifen, die mechanische Arbeit macht sich fast von allein. Das kann man schrecklich finden, allerdings: „Viele Arbeiter wollen gar nicht so viel über ihren Job nachdenken“, sagt mir ein Mitarbeiter.

Datenbrillen können aber nicht nur Logistikarbeiter unterstützen, sondern auch Technikern im Außendienst helfen. Auch das kann ich bei Ubimax ausprobieren: Ich stehe vor einem kompliziert aussehenden Schaltschrank, eine rote LED blinkt hektisch. Der Support-Mitarbeiter, mit dem ich verbunden bin, sieht, was ich sehe – und erklärt mir, wo ich drücken muss, damit sich die Anlage zurücksetzt. Dafür wartet er, bis die entsprechende Taste in meinem Kamerablickfeld ist, friert das Bild auf dem in meinem Sichtfeld schwebenden Display ein und markiert den richtigen Knopf – für mich ist das mit deutlich weniger gedanklicher Transferleistung verbunden, als wenn er einfach nur „die rote Taste in der zweiten Reihe von unten ganz rechts“ gesagt hätte.

Gehirn aus, AR ein

Für die Arbeit in der Produktion hat sich Ubimax eine neckische Demo ausgedacht: Ich soll einen „Soma“-Würfel zusammensetzen, ein Puzzlespiel. Zunächst versuche ich es ohne Brillenhilfe und scheitere auf ganzer Linie. Nun setze ich eine Datenbrille auf (diesmal ist es eine Vuzix M300), die mir die Position des ersten Würfelteils anzeigt. Per Sprachbefehl („Next!“) kann ich die jeweils nächsten Schritte anzeigen lassen – und nach weniger als einer Minute ist der Würfel zusammengebaut.

Noch eine Abstraktionsebene niedriger arbeitet die Augmented-Reality-Demo. Die bislang beschriebenen An-

wendungen nutzen vergleichsweise „dumme“ Head-up-Display-Brillen – die lediglich einen schwebenden Bildschirm im Blickfeld anzeigen. Dieser Bildschirm arbeitet völlig unabhängig von der wahrgenommenen Realität. Man kann hier zwar das Echtzeit-Kamerabild einblenden, dann sieht man die Welt quasi zweimal: einmal in echt, einmal auf dem Datenbrillen-Display. Mit Augmented Reality hat das nichts zu tun. Echte AR-Brillen wie Microsoft HoloLens, Meta 2 oder Magic Leap dagegen können das real vom Gehirn wahrgenommene Bild passgenau mit 3D-Objekten überlagern; der Mensch sieht also nicht mehr zwei Bilder, sondern nur noch eins.

Ubimax nutzt das für eine Hololens-Demo, in der man ebenfalls einen Würfel zusammenbauen muss. Der Nutzer bekommt hier aber nicht einfach eine bebilderte Schritt-für-Schritt-Anleitung angezeigt, sondern kann die Echtwelt-Puzzleteile einfach in die in der Brille angezeigten Umrisse einlegen – Teile und Umrisse passen genau zusammen; man muss also nicht mehr im Kopf zwischen angezeigtem Bild und Realität „übersetzen“.

Wie geht es weiter?

In den letzten Jahren gab es etliche – zum Teil abstruse – Anwendungsdemos für



Selbstversuch: c't-Redakteur Jan-Keno Janssen als Aushilfs-Lagerarbeiter mit Datenbrille

Datenbrillen und vor allem Augmented-Reality-Brillen zu sehen. In der Praxis sind es aber die technisch trivialeren Nicht-AR-Datenbrillen mit einfachem Head-up-Display, die in den Arbeitsalltag drängen. Aber auch schon die haben das Potenzial, Arbeiter zu „Quasi-Cyborgs“ zu machen, alleine dadurch, dass die Brillen kontextbezogene Informationen senden können, obwohl der Empfänger



Ohne Datenbrillen-Hilfe ist der Puzzle-Würfel deutlich schwieriger zu lösen als mit.



Google Glass Enterprise Edition

Auflösung (Display)

vermutlich 640 x 360
(monoskopisch)

Auflösung (Foto-Kamera)

5 Megapixel

Schnittstellen

Micro-USB, WLAN, Bluetooth

Betriebssystem

Android

SoC

Intel Atom mit 2 GB RAM und
32 GB Flash-Speicher

Gewicht

36 g

Akkukapazität

780 mAh

Preis

ca. 1500 Euro

Besonderheiten

extrem leicht,
aber nicht ruggedized



Vuzix M300

Auflösung (Display)

640 x 360 (monoskopisch)

Auflösung (Foto-Kamera)

13 Megapixel

Schnittstellen

Micro-USB, WLAN, Bluetooth

Betriebssystem

Android 6

SoC

Intel Atom mit 2 GB RAM und
64 GB Flash-Speicher

Gewicht

keine Angabe

Akkukapazität

160 mAh intern / 860 mAh extern
am gegenüberliegenden Brillen-
bügel

Preis

ca. 1700 Euro

Besonderheiten

kann am rechten oder linken Auge
getragen werden, Helmmontage
möglich



Realwear hmt-1

Auflösung (Display)

854 x 480 (monoskopisch)

Auflösung (Foto-Kamera)

16 Megapixel

Schnittstellen

Micro-USB, WLAN, Bluetooth

Betriebssystem

Android 6

SoC

Qualcomm Snapdragon 625 mit
2 GB RAM und 16 GB Flash-Speicher

Gewicht

370 g

Akkukapazität

3250 mAh

Preis

ca. 4000 US-Dollar

Besonderheiten

wasser- und staubgeschützt nach
IP66, Display-Ausleger in allen Ach-
sen verstellbar, kann am rechten
oder linken Auge getragen werden,
Helmmontage möglich

permanent die Hände frei hat. Sie sorgen für mehr Effektivität, weniger Fehler und glücklichere Angestellte – zumindest wenn man den Unternehmen glaubt.

Vollwertige AR-Brillen wie die HoloLens von Microsoft sind noch nicht reif für den täglichen Einsatz: Alleine schon, weil sie zu schwer und unbequem sind, um sie beschwerdefrei einen ganzen Arbeitstag zu tragen. Außerdem schaffen es die Displays noch nicht, das komplette menschliche Sichtfeld auszufüllen. Gelingt es der Branche, die Probleme zu lösen, wird Augmented Reality ziemlich sicher nicht nur unsere Arbeitswelt auf den Kopf stellen, sondern auch unseren Alltag.

(kj@ct.de) **ct**

Alles AR oder was?

Viele Hersteller von Datenbrillen verwenden die Begriffe „Augmented Reality“ und „Mixed Reality“ falsch: Eine Datenbrille mit einfacher Head-up-Display-Funktion reichert die Realität nicht mit Zusatzinformationen an (to augment = anreichern, erweitern), sondern projiziert lediglich Informationen auf ein virtuelles Display im Sichtfeld des Nutzers. Einen weiteren Beitrag zur Verwirrung leistet zurzeit Microsoft: Das Unternehmen bewirbt seine neuen OEM-Headsets (von Acer, HP ...) konsequent mit dem Begriff

„Mixed Reality“ – in Wahrheit handelt es sich um klassische Virtual-Reality-Brillen, die ausschließlich künstliche Welten anzeigen und die Realität ausschließen. Microsofts HoloLens kann man dagegen ruhigen Gewissens als Mixed-Reality-Gerät bezeichnen, schließlich reichert sie die Realität mit Computergrafik an. Wo nun aber der Unterschied zwischen Mixed und Augmented Reality liegt? Darüber streitet sich die Wissenschaft noch, zurzeit werden die Begriffe oft synonym verwendet.

Anzeige

Ganzheitliche Digitalisierung

SAP bündelt seine Software und Services zur Digitalisierung von Unternehmen

Automatisierte Prozesse, neue Produkte und neue Geschäftsmodelle – damit will SAP Unternehmen motivieren, sich ganzheitlich zu digitalisieren. Seine Produkte und Dienstleistungen dazu hat das Softwarehaus unter der Marke Leonardo gebündelt.

Von Peter Schüler

Ursprünglich stand der Name Leonardo bei SAP für Produkte zum Internet of Things. Unter der Ägide von Dr. Tanja Rückert hat der Konzern den Fokus auf alle Themen der Unternehmens-Digitalisierung ausgedehnt. SAP-Vorstand Bill McDermott erwartet in zehn Jahren mehr Umsatz durch Leonardo als durch SAPs bisheriges Kerngeschäft.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für digitalisierte Betriebe ist die Expertise in Data Science. Darin geht es ums Extrahieren von Wissen aus großen Datenmengen und darum, künstliche Intelligenz für die Automatisierung sowie zur Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle in einem Betrieb zu konfigurieren. Rückert skizziert auch, was Unternehmen dazu selbst beisteuern müssen.

c't: Für die Digitalisierung von Unternehmen hat SAP viele bestehende Produkte unter der Marke Leonardo zusammengefasst. Welche Aufgaben werden damit abgedeckt, und wieso passt das aus Ihrer Sicht zusammen?

Tanja Rückert: Ich möchte Ihnen das an einem Projektbeispiel erklären. Für einen unserer Kunden, einen Hersteller von

Bohrmaschinen, haben wir Routinen aus dem Bereich „Internet der Dinge“ aufgenommen, die intelligent auf die Bohrmaschine oder ein vorgeschaltetes Gateway aufsetzen. Per Machine Learning lässt sich dann auswerten, ob Maschinen häufiger beim horizontalen Bohren in Wände oder eher bei vertikalen Deckenbohrungen zum Einsatz kommen. Welche Einsatzmuster sind so auffällig, dass sie für die Konzeption der nächsten Serie von Bohrmaschinen relevant sind? Wie fließen diese Erkenntnisse in Produktverbesserungen ein, sodass sich Kunden genau für dieses Produkt und nicht für jenes der Konkurrenz entscheiden?

Darüber realisieren wir nun für Maschinen und Geräte aller Art vorausschauende Wartung mit Hilfe von Leonardo IoT Predictive Maintenance und Service. Aus ihren Maschinen sammeln die Firmen große Datenmengen, aber nicht alle Daten sind gleich relevant. Wie wirkt sich das auf die Speicherkonzepte (und deren

Servicegeschäftsmodell aufbaut, welches perspektivisch auch rein output-/ergebnisorientiert abgewickelt werden kann. Hierdurch wird zukünftig neben dem Hardwareverkauf ein immer wichtiger werdendes Servicebusiness aufgebaut, wodurch ein klarer Wettbewerbsvorteil entsteht. Auch bei diesem Beispiel arbeiten wir intensiv mit Big Data und unserer Lösung SAP Vora (um Betriebs- und Servicedaten zeitnah zu erfassen und automatisch auf Störungen zu reagieren [Anmerkung d. Red.]).

c't: Muss der Kunde für derart heterogene Aufgaben nicht die ganze Unternehmensstruktur umbauen und womöglich eine zentrale Data-Science-Abteilung als Stabsstelle einsetzen?

Rückert: Ich glaube, keinem Unternehmen schadet eine gewisse Anzahl an Data-Science-Experten. Sicher spielt die Größe hier eine Rolle. Daher können kleinere

»Ein klares Bekenntnis der Geschäftsführung ist ein entscheidender Faktor.«

Kosten) für heiße, warme und kalte Daten aus? Hier kommt unser Big Data Hub ins Spiel – übrigens ebenfalls ein Teil von Leonardo. Für Auswertungen, etwa in der Zustandsüberwachung, verwenden wir unsere Cloud Analytics. Das heißt: Nur in diesem einen Szenario führen wir bereits die Themen Big Data, Machine Learning, IoT und Analytics zusammen.

Ein anderer Kunde, der Zentrifugen herstellt, arbeitet an einem neuen Geschäftsmodell, bei dem er nicht nur reine Hardware verkauft, sondern zusätzlich ein

Unternehmen diese Services auch von uns oder anderen Anbietern beziehen. Alle Dienste lassen sich aber auch bequem „out of the box“ verwenden. Sie müssen nur einmal eingestellt werden und lassen sich dann immer wieder verwenden.

Um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen sich Unternehmen viel flexibler und adaptiver aufstellen. Idealerweise vertrauen sie dabei auch auf eine hochflexible Software. SAP bietet genau dies an. Unser Software-Core ist nicht mehr monolithisch, sondern modu-



Tanja Rückert, SAPs Chefin für IoT und Digital Supply Chain, erläutert Visionen und Strategie zur Digitalisierung von Unternehmen.

lar aufgebaut. Alle Komponenten sind dabei dennoch eng verzahnt.

c't: Welchen Zeitrahmen muss man für diese Umstellungen einplanen?

Rückert: Die digitale Transformation erfordert einige Zeit und hängt auch vom Projekt und vom Kunden ab. Ein Getränkehersteller zum Beispiel bietet seine Getränke bei Veranstaltungen und Events in eigenen Kühlboxen an. Diese Boxen sind digital überwacht. So lässt sich zum Beispiel messen, wie oft die Tür geöffnet wurde. Nun will die Firma sowohl Wartung als auch die Befüllung optimieren. Die Lösung dazu kam im November letzten Jahres auf den Markt, im Januar 2017 war Projektstart bei einem Kunden, und im März ist das Projekt live gegangen. Das sind wesentlich kürzere Zyklen, als man das sonst von Softwareprojekten kennt. Nun betraf das vorerst „nur“ 30.000 Kühlboxen. Insgesamt soll eine Million Boxen überwacht werden. Das zieht sicher einen längeren Rollout nach sich. Am Anfang sind Projekte in jenen Bereichen sinnvoll, die den größten Mehrwert liefern oder wo der größte Handlungsdruck herrscht. Das steigert die Motivation zum Wandel.

c't: Sind solche Projekte auch für kleinere Betriebe zu schaffen?

Rückert: Wir bieten die Leonardo-Lösungen auf der Cloud-Plattform in einem Miet-Modell an, das auf die jeweiligen Unternehmen zugeschnitten ist. Für den Projekterfolg unabhängig von der Betriebsgröße sehen wir zum Beispiel ein klares Bekenntnis der Geschäftsführung als ent-

scheidenden Faktor an. Zudem müssen sowohl die IT- als auch die Geschäftsleitung hinter den Zielen stehen. Und letztlich geht es um Weiterbildung, um die Menschen mitzunehmen. Dann ist sogar die Größe der Unternehmen zweitrangig.

c't: Was muss ich denn im Vorfeld alles von SAP abonnieren, um eine Auswertung mit künstlicher Intelligenz zu realisieren? Brauche ich als Voraussetzung etwa das ERP-Paket S/4HANA?

Rückert: Wir wollen mit SAP Leonardo nicht nur Bestandskunden gewinnen, sondern auch Interesse bei Neukunden wecken. Dazu möchten wir die Einstiegshürde möglichst niedrig legen. Daher ist zum Beispiel S/4HANA keine Voraussetzung für Leonardo. Die Kunden, die S/4HANA nutzen, haben einen Vorteil, weil wir vorgedachte Integrationsszenarien anbieten. Aber das lässt sich auch mit einem anderen Backend realisieren.

c't: Wie viel muss ein Unternehmen an eigener Personalkapazität – etwa an Data Scientists – einplanen, und wie stark ließe sich das durch Fachleute von SAP ausgleichen?

Rückert: Von uns bekommt der Kunde die von ihm benötigten Services fertig bereitgestellt. Los geht es dabei mit Design

kommt der Vorschlag, IT-Experten als Data Scientists einzustellen. Wie passt das zusammen?

Rückert: Die Cloud bringt eine wesentliche Vereinfachung der gesamten IT-Landschaft mit sich. Die Wartung findet nicht mehr im Unternehmen statt, es ist also auch kein Personal erforderlich. „Data Scientists“ sind nur eine kleine Gruppe. IT-Abteilungen haben früher hunderte Leute beschäftigt, das war eine ganz andere Größenordnung. Hier aber geht es letztlich um ein, zwei Experten, die Daten interpretieren und neue Geschäftsfelder identifizieren können.

c't: Muss man nicht befürchten, dass der neu entstehende Expertenbedarf nur einen Bruchteil der Jobs ausgleichen wird, die durch künstliche Intelligenz ersetzt werden?

Rückert: Fast jede technische Revolution ist von solchen Ängsten begleitet. Eine höhere Automatisierung wirkt sich sicher auf viele Jobs aus. Es gibt die Möglichkeit, Leute weiterzubilden – einzelne möglicherweise in Richtung Data Science. Andere Jobprofile entstehen ganz neu, etwa zum Thema Datensicherheit.

Werden nun alle alten Arbeitsplätze durch neue ersetzt? Nein, voraussichtlich nicht. Wir sind deshalb zusammen mit

»Das Wissen über Algorithmik ist ein strategischer Wettbewerbsvorteil.«

Thinking Services. Zusätzlich bieten wir out-of-the-box auch Beschleuniger für den Fertigungs- oder Logistikbereich sowie Industrie-Accelerators an. Hierbei handelt es sich um vorkonfigurierte Pakete mit einem Software- und Dienstleistungsanteil, die industriespezifisch ausgeprägt sind.

Auch Expertise in Data Science lässt sich jederzeit über einen externen Anbieter hereinholen. Ich bin allerdings überzeugt, dass Algorithmik-Know-how ein strategischer Wettbewerbsvorteil ist. Und zu wissen, wofür sich Daten nutzen lassen, sicher auch.

c't: Auf der einen Seite trommelt die IT-Industrie seit Jahren für Cloud-Services, um den IT-Aufwand beim Anwender zu senken, und nun

anderen Unternehmen aktiv im Projekt „Plattform Industrie 4.0“ der Bundesregierung engagiert, das momentan (SAP-Vorstand [Anmerkung d. Red.]) Bernd Leukert leitet. Hier kümmert sich eine Arbeitsgruppe um die Frage „Wie entwickelt sich der Arbeitsplatz?“. Wir wollen hier proaktiv vorgehen, auch zusammen mit den Gewerkschaften.

Außerdem müssen Studiengänge und Berufsausbildungen die Abgänger mit den richtigen Fertigkeiten und Kenntnissen ausstatten. Daher ist es sehr wichtig, dass Schule, Handwerk und Studium in die neuen Themenfelder investieren und verstärkt interdisziplinär unterrichten. Zudem sind Studiengänge auch für Gebiete wie Data Science und für künstliche Intelligenz zwingend erforderlich.

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

Flotter Speicher

Sieben SSDs mit PCIe-Schnittstelle im Test



Test PCIe-SSDs	Seite 74
BIOS perfekt einstellen	Seite 80
Praxismessungen	Seite 84

SSDs haben sich als Startmedium für schnelle PCs und Notebooks durchgesetzt. Doch die SATA-Schnittstelle beschränkt die SSD-Leistung. Um ein Mehrfaches schneller können SSDs mit PCIe-Schnittstelle sein.

Von Lutz Labs

Solid-State Disks mit SATA-Schnittstelle sind flott und günstig, aber es geht schneller: Schaut man vor allem auf die sequenziellen Übertragungsraten, dann sind SSDs mit PCIe-Schnittstelle den bewährten SATA-SSDs weit voraus.

Sieben neue SSDs mit PCIe-Schnittstelle und jeweils rund 500 GByte Speicherplatz fanden sich zum Test in der Redaktion ein, sechs davon als M.2-Streifen: Adata XPG Gammix S10, Corsair Force Series MP500, Kingston KC1000, Patriot Hellfire und WD Black. Dazu gesellte sich eine PCIe-Einsteckkarte, die Corsair Neutron NX500 mit 400 GByte Speicherplatz. Zum Vergleich haben wir erneut die Samsung 960 Pro mit getestet, die bislang schnellste PCIe-SSD.

Die Teamgroup PCIe SSD P30 hätten wir gerne in den Test aufgenommen, doch Teamgroup konnte uns kein Testmuster zur Verfügung stellen. Ein im freien Handel erworbenes Exemplar kam defekt bei uns an – auf das Austauschgerät haben wir bei Redaktionsschluss immer noch gewartet. Auch Intels SSD 6000p wollten wir testen, doch es fand sich kein deutscher Händler, der die SSD auf Lager hatte.

In den Preisvergleichen tauchen noch einige andere aktuelle SSDs im Steckkartenformat auf, etwa von Plextor. Anders als die von uns hier getestete Neutron NX500 sind diese jedoch alle einfache PCIe-Adapterkarten mit bereits aufgeschraubter und von uns bereits getesteter M.2-SSD; gelegentlich sitzt obendrauf noch ein großer Kühlkörper. Technisch unterscheiden sie sich nicht von der M.2-Bauweise, daher haben wir solche SSDs nicht mit in den Test aufgenommen.

Flott durch PCIe

Alle unsere Testmuster arbeiten mit vier PCIe-3.0-Lanes; die maximale Geschwindigkeit der Schnittstelle beträgt knapp 4 GByte/s. Vor allem für den Start von Betriebssystem und Programmen wichtiger sind jedoch die Werte für die Zugriffe auf zufällige Adressen, die IOPS (Input/Output Operations Per Second). Auch hier sind viele PCIe-SSDs schneller als die per SATA angebundenen, so groß ist der Vorsprung allerdings nicht mehr: Beim Lesen erreichen die PCIe-SSDs zwar deutlich über 100.000 IOPS, beim Schreiben aber liegt so manche gute SATA-SSDs gleichauf.

Bei den IOPS-Werten muss man jedoch differenzieren: Bei Messungen nutzt man meistens viele gleichzeitige Zugriffe, in der Regel sind es 32. In Datenblät-

tern findet man häufig die Angabe QD32 (Queue Depth). So viele gleichzeitige Zugriffe treten jedoch in einem Desktop-System praktisch nie auf. Für die Geschwindigkeit spielt daher eher die Anzahl der IOPS bei wenigen parallelen Anfragen eine Rolle, beispielsweise bei 2 oder 4 – mehr dazu im Artikel auf Seite 84.

SATA-SSDs arbeiten mit dem für Festplatten optimierten AHCI-Protokoll; sie können bis zu 32 Befehle quasi parallel entgegennehmen und verarbeiten. In den Anfangszeiten der PCIe-SSDs gab es ebenfalls solche mit AHCI-Protokoll, doch mittlerweile hat sich das speziell für PCIe-SSDs entwickelte NVMe-Protokoll hier durchgesetzt. NVMe definiert 65.536 Befehlsschlangen, die jeweils 65.536 Befehle aufnehmen können – Vorteile verspricht eine solche Masse gleichzeitiger Zugriffe jedoch nur in Servern, etwa für Datenbank-Abfragen. Zur Einrichtung von NVMe-SSDs unter Linux und Windows sind keine speziellen Treiber notwendig, Windows (ab 8.1) und aktuelle Linux-Distributionen bringen diese direkt mit.

Flash-Speicher

Corsair, Kingston, Patriot und WD nutzen NAND-Flash-Speicher aus der Gemeinschaftsproduktion von Toshiba und WD (ehemals Toshiba-SanDisk). Adata setzt wahrscheinlich auf Micron-Flash, die Chips tragen jedoch eine Adata-Bezeichnung. Bei der Samsung 960 Pro kommt selbstverständlich Samsung-Speicher zum Einsatz.

Auch bei der Flash-Bauweise gibt es Unterschiede: Während bei Corsair, Kingston und Patriot 2D-MLC-Speicher (planare Bauweise, 2 Bit pro Zelle) zum Einsatz kommt, baut WD 2D-TLC-Speicher (3 Bit pro Zelle) ein. Gestapelter Flash-Speicher (3D-TLC) von Micron sitzt auf der Adata-SSD, Samsung nutzt bei der Pro-Serie der 960 3D-MLC-Speicher.

PCIe-SSDs – Benchmarks			
	seq. Transferraten schreiben/lesen ¹ [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen ²	Temperatur ³ [°C]
	besser ►	besser ►	◀ besser
Adata XPG Gammix S10	843/1802	96305/110157	61
Corsair Force Series MP500	1327/2297	108168/138536	95
Corsair Neutron NX500	1597/2643	112332/141087	62
Kingston KC1000	1310/2512	110363/135496	87
Patriot Hellfire	1148/2541	120442/143755	98
Samsung 960 Pro	2012/3586	124211/143244	72
WD Black SSD	375/1650	72349/145660	84

¹ gemessen mit IOMeter, Blockgröße 128 KByte

² gemessen mit IOMeter, Blockgröße 4 KByte, Messungen mit 8 GByte großer Testdatei

³ Temperatur nach einer Minute sequenzielles Schreiben



Adata XPG Gammix S10

Adatas XPG Gammix S10 ist eine mit auffälligem Kühlkörper versehene Version der XPG SX7000. Ohne Kühlkörper dürfte sie zwar etwas wärmer werden, passt dann aber auch in Notebooks hinein.

Ein Pseudo-SLC-Cache von rund 35 GByte Größe beschleunigt Schreibvorgänge. Das klappt nur bei leerer SSD, bei voller SSD gehen die Schreibraten von sowieso schon recht gemächlichen 850 MByte/s auf nur noch 350 MByte/s zurück. Die Schreibrate brach häufig auf rund 100 MByte/s ein, große Kopieraktionen dauern dadurch recht lange. Sicheres Löschen (Secure Erase) unterstützt die SSD nicht.

- ↑ günstig
- ↓ schreibt langsam
- ↓ kein Secure Erase



Corsair Force Series MP500

Die Corsair Force Series MP500 ist baugleich mit der Patriot Hellfire, selbst der Firmware-Stand stimmt überein. Auffällig ist jedoch die deutlich höhere Haltbarkeit (Endurance) der Corsair. Eine Version mit 128 GByte Kapazität hat nur Corsair im Programm.

Untypisch für SSDs dauert ein Secure Erase fast eine Viertelstunde – normalerweise ist das in wenigen Sekunden erledigt. Das deutet darauf hin, dass Corsair die Daten auf der SSD nicht verschlüsselt, sondern beim Secure Erase einfach einen Block nach dem anderen löscht. Die Corsair-Toolbox bietet unter anderem das Klonen einer bestehenden Windows-Installation an.

- ↑ hohe Endurance
- ↓ wird sehr heiß
- ↓ langsames Secure Erase



Corsair NX500

Acht Flash-Chips verteilt Corsair bei der NX500 großzügig auf der Einsteckkarte. Durch den großen Kühlkörper bleibt die SSD auch bei lang anhaltenden Schreibvorgängen recht kühl.

Die Einsteckkarte mit der ungewöhnlichen Kapazität von 400 GByte ist eine gute Option für Besitzer älterer PCs, deren Mainboard noch keinen M.2-Slot aufweist. Ob das Betriebssystem von der NVMe-SSD auch starten kann, hängt jedoch vom BIOS ab. Für die mitgelieferte Software gilt das zur MP500 Gesagte: langsames Secure Erase, Klon-Tool anbei. Eine Option zum Einspielen einer neueren Firmware-Version fehlt.

- ↑ hohe Endurance
- ↑ läuft auch in älteren Boards
- ↓ langsames Secure Erase

Die oftmals geäußerte Ansicht, dass TLC-Speicher langsamer sei als MLC-Flash, bestätigen unsere Messergebnisse: Die mit TLC-Speicher bestückten SSDs von Adata und WD rangieren bei der sequenziellen Übertragungsrate am unteren Ende der Benchmarks. Auch Samsungs Budget-PCIe-Modell 960 Evo (siehe Test in c't 25/16, S. 57) schafft Schreibraten von mehr als 1 GByte/s nur mit Tricks.

Eine höhere Schreibgeschwindigkeit erreichen SSDs unter anderem durch Parallelisierung. Je mehr Speicherchips auf den SSDs vorhanden sind, desto schneller sind sie – zumindest, wenn die SSD-Controller ausreichend Speicherkanäle besitzen. Die Kapazitätserhöhung durch TLC-Flash und 3D-Bauweise aber führt zu immer größeren Einzelchips; ergo treten die Vorteile durch Parallelisierung erst bei sehr großen SSD-Kapazitäten auf.

Controller

Bei den SSD-Controllern wiederholt sich die Gruppenbildung von Corsair, Kingston und Patriot: Sie nutzen den Phison PS5007-E7. Aber alle – ob nun Adata mit dem Silicon Motion SM2260, Samsung mit dem hauseigenen Polaris oder WD mit dem Marvell 88SS1093 – nutzen acht Speicherkanäle. Theoretisch könnten die PCIe-Controller daher Schreibzugriffe besser verteilen als die von SATA-SSDs, die häufig nur vier Kanäle besitzen.

Alle acht Kanäle bestückt jedoch nur Corsair bei seiner Neutron NX500, die anderen verbauen höchstens vier Chips. WD baut gar nur zwei ein – damit kann die Black schon prinzipiell beim Schreiben nicht mit den anderen SSDs mithalten. Doch es gibt weitere Möglichkeiten zur Schreibbeschleunigung. Für kleine Datenmengen eignet sich DRAM als Cache –

alle getesteten SSDs sind mit 512 MByte bestückt. Weiterhin lässt sich die Schreibrate durch die Umschaltung einiger Speicherzellen in den schnelleren SLC-Modus beschleunigen. Einige Hersteller nutzen einen festen Teil des Gesamtspeichers für diesen Pseudo-SLC-Cache, einige einen dynamischen – je nachdem, wie viel Speicher noch zur Verfügung steht.

Unser eigentlich nur für Festplatten-Benchmarks eingesetztes Tool H2benchw (ct.de/yrg1) eignet sich gut für die Erkennung eines Pseudo-SLC-Caches. Es schreibt das gesamte Laufwerk sequenziell voll und protokolliert die Datenraten. Das Speichermedium darf dabei keine Partitionen enthalten. Bevor Sie eigene Versuche starten, müssen Sie es daher mit dem Microsoft-Kommandozeilen-Utility DiskPart löschen (ein Hinweis auf das notwendige Backup der auf der

Anzeige

SSD enthaltenen Daten muss jetzt sein). Wenn man H2benchw mit dem Parameter -w <Dateiname> aufruft, schreibt es eine Protokolldatei und zusätzlich eine Datei im PostScript-Format, die etwa der Bildbetrachter IrfanView (ct.de/yrg1) anzeigen kann. Kleine Ausreißer (Peaks) können Sie ignorieren, auch leichte Schwankungen der Datenrate sind durchaus normal. Wenn das Laufwerk mit einem Pseudo-SLC-Cache zur Beschleunigung arbeitet, sollte die durchschnittliche Datenübertragungsrate beim Schreiben nach einigen GByte signifikant sinken.

Den Einsatz eines Pseudo-SLC-Caches kann man zwar durchaus als Trick bezeichnen, im Alltag aber hilft er durchaus weiter. Denn es kommt in der Praxis nur selten dazu, dass der Cache einmal vollläuft – wann kopiert man schon einmal diverse GByte hin und her?

Bei Benchmarks jedoch fällt der Pseudo-SLC-Cache schnell auf: Die beiden langsamsten Laufwerke, Adata XPG Gammix S10 und WD Black, schaffen beim sequenziellen Schreiben auf ein volles Laufwerk nicht einmal 400 MByte/s. WD nutzt keinen Pseudo-SLC-Cache, Adata schon: Die XPG Gammix S10 steigert den Durchsatz auf leeren Laufwerken damit auf mehr als 800 MByte/s. Sofern eine SSD mit einem Pseudo-SLC-Cache arbeitet, sollte man daher immer etwas Platz lassen. Benchmarks mit vollen Laufwerken sind durch die Pseudo-SLC-Technik nicht mehr praxisrelevant.

Die von uns ermittelten Maximalwerte können durchaus unter den Herstellerangaben liegen. Ein Grund dafür sind Controller mit Datenkompression wie der

Phison PS5007-E7 – einige Benchmarks erreichen mit komprimierbaren Daten höhere Werte, welche die Hersteller natürlich gerne für ihr Marketing verwenden. Die sequenzielle Schreibrate sollte man aber auch nicht zu hoch bewerten; wichtiger für die gefühlte Reaktionszeit sind hohe IOPS-Werte bei niedriger Anforderungstiefe.

Cool bleiben

Nach zehn Minuten Volllast erhitze sich die Hellfire laut ihrem internen Temperatursensor auf 103 °C. Auch die baugleiche Force Series MP500 wurde extrem heiß. KC1000 und Black erreichten Werte um 85 °C, die 960 Pro 72 °C. Nur XPG Gammix S10 und Neutron NX500 lagen unter 70 °C – kein Wunder, beide haben einen Kühlkörper.

Alle Werte wurden bei Raumtemperatur erhoben. An heißen Sommertagen könnte sich das Problem noch einmal verschärfen. Der Kauf eines SSD-Kühlkörpers ist nach unserer Ansicht jedoch selten notwendig. Zwar sitzen viele M.2-Slots auf dem Mainboard thermisch ungünstig zwischen den Erweiterungsslots, aber bei typischer Nutzung erhitzen sie sich kaum auf kritische Temperaturen.

So erreichte die Hellfire in einem geschlossenen, aber gut belüfteten Gehäuse beim Test mit dem Anwendungs-Benchmark Bapco Sysmark 2014 maximal 71 °C – unkritisch. Wer seine PCIe-SSD nicht mit speziellen Datenträger-Benchmarks quält, braucht vor Temperaturproblemen daher keine Angst zu haben.

SSDs erwärmen sich vor allem beim Beschreiben. Ein einfaches Rechenbeispiel: Bei einer angenommenen Schreibrate von 1 GByte/s ist eine 500 GByte



Kingston KC1000

Kingstons KC1000 kam in Form des Modells KC1000(H) ins Haus; also als PCIe-Einsteckkarte mit M.2-Adapter. Bei den Benchmarks gab es keinen Unterschied zu den Messungen im M.2-Slot unseres Test-Mainbords.

Bei den Benchmarks erwärmte sich die KC1000 auf knapp 90 °C; in der Praxis aber spielt das kaum eine Rolle. Der Kingston SSD-Manager sucht automatisch den Server des Herstellers nach Firmware-Updates ab und informiert über den Gesundheitszustand der SSD; eine Möglichkeit zum sicheren Löschen der SSD haben wir jedoch nicht gefunden. Eine Klon-Software liegt zum Download bereit.

- ↑ als Steckkarte und M.2 erhältlich
- ↑ hohe Endurance
- ↓ kein Secure Erase

große SSD bereits nach acht Minuten voll. Da stellt sich die Frage, wo die Daten in dieser Geschwindigkeit überhaupt herkommen sollen. In einer Server-Umgebung mit ständigen Schreibzugriffen, etwa durch eine Datenbank, sieht das

PCIe-SSDs

Modell	XPG GAMMIX S10	Force Series MP500	Neutron NX500	KC1000
Hersteller	Adata, www.xpg.com	Corsair, www.corsair.com	Corsair, www.corsair.com	Kingston, www.kingston.com
Bezeichnung	ASX7000NPC-512GT-C	CSSD-F480GBMP500	CSSD-N400GBNX500	SKC1000/480G
Kapazität laut Hersteller ¹	512 GByte	480 GByte	400 GByte	480 GByte
von Windows erkannte Kapazität	476,81 GByte	447,01 GByte	372,49 GByte	447,01 GByte
Bauform	M.2 2280	M.2 2280	AIC HHHL	M.2 2280 auf PCIe-Adapterkarte
Interface	PCIe 3.0 x4 (NVMe)	PCIe 3.0 x4 (NVMe)	PCIe 3.0 x4 (NVMe)	PCIe 3.0 x4 (NVMe)
Endurance	320 TByte	698 TByte	698 TByte	550 TByte
DRAM-Cache ²	512 MByte	512 MByte	512 MByte	512 MByte
Garantie	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	42 Cent	56 Cent	82 Cent	50 Cent
Straßenpreis	213 €	270 €	328 €	240 €
weitere erhältliche Kapazitäten	128 GByte (77 €), 256 GByte (120 €), 1 TByte (422 €)	120 GByte (87 €), 240 GByte (138 €)	800 GByte (668 €)	240 GByte (143 €), 960 GByte (455 €)

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

² Herstellerangaben



Patriot Hellfire

Die Patriot Hellfire machte ihrem Namen alle Ehre: Nach 10 Minuten Dauerschreiben erwärmte sie sich auf mehr als 100 °C, also noch etwas mehr als die baugleiche Corsair-SSD.

Sicheres Löschen gelingt über die Patriot Toolbox sehr einfach und schnell, fast schon zu einfach: Nach nur einer Abfrage ist die SSD leer. Patriot scheint sich etwas mehr um die Kunden zu kümmern als Corsair: Während deren Toolbox gar keine Funktion für Firmware-Updates besitzt, bietet die Patriot-Software direkt an, eine neue Version zu installieren – die Version FWE7FM02.1 war aber schon vorhanden.

- ↑ umfangreiche Toolbox
- ↓ wird sehr heiß
- ↓ niedrige Endurance



Samsung 960 Pro

Die Samsung 960 Pro rennt der Konkurrenz bei sequenziellen Transfers davon. Mit knapp 3,6 GByte/s beim Lesen reizt sie das Interface fast aus, beim Schreiben sind es immerhin 2 GByte/s. Obwohl sie bereits im vergangenen Jahr auf den Markt kam, kann die Konkurrenz sie nicht einholen.

Samsung liefert zwei Software-Pakete mit: einen eigenen NVMe-Treiber und das von den SATA-SSDs bekannte Verwaltungsprogramm Magician. Für einige seiner Funktionen, etwa das sichere Löschen, muss man den Samsung-Treiber installieren; der reine Betrieb funktioniert auch mit dem Windows-Standardtreiber.

- ↑ mit bis zu 2 TByte erhältlich
- ↑ sehr schnell
- ↓ teuer



WD Black

Die WD Black ist das Budget-Modell dieses Tests: nicht einmal 200 Euro kostet die SSD. Dafür müssen die Käufer aber auch mit einer niedrigen Geschwindigkeit leben, die etwa beim sequenziellen Schreiben unter der vieler SATA-SSDs liegt.

Das SSD-Tool WD Dashboard stammt noch von SanDisk. Die Methode zum sicheren Löschen erinnert an die Prozedur bei SATA-SSDs: Man muss einen USB-Bootstick erstellen, damit den PC starten und den Device-Namen der SSD eintippen. Das ist zwar nicht gerade komfortabel, funktioniert aber – und passiert garantiert nicht versehentlich.

- ↑ sehr günstig
- ↓ schreibt langsam
- ↓ sehr geringe Endurance

anders aus; dort ist eine Kühlung durchaus sinnvoll.

Fazit

Einen 512 GByte große PCIe-Speicher bekommt man bereits für 200 Euro –

wenn man mit einer eher gemächlichen Schreibrate leben kann. Ab rund 250 Euro aber rennen die PCIe-SSDs ihren SATA-Verwandten davon.

Die fast ein Jahr alte Samsung 960 Pro bleibt Temposieger; keine SSD aus

diesem Test kommt bei den sequenziellen Transferraten in die Nähe ihrer 3,6 GByte/s beim Lesen. Dabei sind die Corsair-Modelle sowie die SSDs von Kingston und Patriot rund 1 GByte/s langsamer; bei den Modellen von Adata und WD sind es fast 2 GByte/s. Auch beim Schreiben erreicht keine die 2 GByte/s der 960 Pro, besonders langsam ist die Black, die nur mit 375 MByte/s schreibt.

Schaut man auf die IOPS, dann ergibt sich ein anderes Bild: Beim Lesen liegen fast alle SSDs auf Augenhöhe mit der 960 Pro, beim Schreiben hängen besonders XPG Gammix S10 und Black hintendran. Knapp 100.000 IOPS erreichen aber sogar ein paar gute SATA-SSDs.

Auf den kommenden Seiten zeigen wir, wie eine PCIe-SSD optimal in den PC eingebunden wird und wann sich der Aufpreis gegenüber einer SATA-SSD in der Praxis überhaupt lohnt. (ll@ct.de) **ct**

H2benchw, Irfanview: ct.de/yrg1

	Hellfire	960 Pro	Black SSD
	Patriot,	Samsung, www.samsung.de	WD, www.wdc.de
	PH480GPM280SSDR	MZ-V6P512	WDS512G1X0C
	480 GByte	512 GByte	512 GByte
	447,01 GByte	476,81 GByte	476,81 GByte
	M.2 2280	M.2 2280	M.2 2280
	PCIe 3.0 x4 (NVMe)	PCIe 3.0 x4 (NVMe)	PCIe 3.0 x4 (NVMe)
	230 TByte	400 TByte	160 TByte
	512 MByte	512 MByte	512 MByte
	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
	49 Cent	58 Cent	37 Cent
	235 €	295 €	188 €
	240 GByte (126 €)	1 TByte (549 €), 2 TByte (1087 €)	256 GByte (112 €)



M.2-Getriebe

PCI-Express-SSDs optimal einbinden

Solid-State-Disks mit PCIe-Anschluss und NVMe-Protokoll liefern Daten rasend schnell – aber nur, wenn sie im richtigen Steckplatz sitzen und die Einstellungen im BIOS-Setup stimmen.

Von Christof Windeck

Schnelle Flash-Chips und leistungsfähige Controller mit PCI Express ergeben superschnelle SSDs, die ihre SATA-Verwandtschaft übertrumpfen: Die besten M.2-SSDs liefern die sechsfache Datentransferrate und die doppelte Anzahl an zufällig verteilten Zugriffen pro Sekunde (IOPS). Solche NVMe-SSDs entfalten ihr Potenzial aber nur im passenden Biotop: Der jeweilige PC muss die opulente Geschwindigkeit auch verarbeiten können, sein BIOS eine NVMe-SSD erkennen. Wir erklären, wie Sie den optimalen Steckplatz für eine NVMe-SSD finden und welche Optionen im BIOS-Setup wichtig sind.

Varianten

Schlanke M.2-SSDs mit Non-Volatile Memory Express (NVMe) unterscheiden sich nicht nur in der Bauform von den größeren und pro Gigabyte billigeren 2,5-Zoll-SSDs. Sie nutzen statt nur einer SATA-6G-Lane auch bis zu vier PCI-Express-(PCIe-) Lanes. Die muss das Mainboard auch bereitstellen, möglichst als PCIe 3.0 x4 mit einer Bruttotransferrate von 32 GBit/s. Die bisher schnellsten M.2-SSDs übertragen darüber 3,6 GByte/s (SATA 6G: 550 MByte/s) und mehr als 200.000 IOPS. Theoretisch wären rund 900.000 IOPS möglich.

M.2-SSDs gibt es außer mit PCIe und NVMe auch mit anderen Controllern. M.2-SATA-SSDs sind nicht schneller als 2,5-Zoll-SSDs. Einige ältere M.2-PCIe-SSDs beherrschen bloß PCIe 2.0 x2 und das von SATA bekannte AHCI-Protokoll. Außerdem gibt es PCIe-SSDs in der Bauform von PCIe-Steckkarten. Einige vereinen einen RAID-Chip mit mehreren SATA-SSDs. Viele aktuelle funktionieren aber genau wie eine M.2-SSD, weil sie schlichtweg aus einer elektromechanischen Adapterkarte mit aufgesteckter

M.2-SSD bestehen. Im Folgenden geht es ausschließlich um NVMe-SSDs.

Auf älteren Mainboards mit Chipsätzen bis zu Intels Z97 aus dem Jahr 2014 sind M.2-Slots selten zu finden. Falls doch, sind sie oft nur mit PCIe-2.0-Lanes besetzt – manchmal sogar bloß mit zwei davon. Dann lohnt sich das Nachrüsten einer NVMe-SSD kaum.

Bei PCs mit Prozessoren vor Intel Core i-6000 (Skylake) unterstützen nur die direkt an der CPU angebotenen Lanes PCIe 3.0. Erst bei Mainboards für AMD Ryzen und solchen mit Intel-Chipsätzen ab Serie 100 (Z170, H170, Q170) gibt es via Chipsatz angebotene PCIe-3.0-Ports und M.2-Slots. M.2-Slots auf H110-Mainboards schaffen oft nur PCIe 2.0 – mit vier Lanes sind dann immerhin noch 2 GByte/s drin.

Karte selbst gebaut

Mit einer separat gekauften Adapterkarte kann man eine M.2-NVMe-SSD in einen beliebigen PCIe-Slot mit mindestens vier Lanes stecken – auch in einen, der direkt an den PCIe-3.0-Lanes des Prozessors hängt. Dann entfällt der „Umweg“ über den Chipsatz, was einen Vorteil bei der Latenz bringt, den man in der Praxis aber meistens nicht bemerkt.

Die SSD-Anbindung an der CPU hat aber Nachteile. Viele Prozessoren haben nur 16 PCIe-Lanes, die für die Grafikkarte gedacht sind. Steckt man die SSD dort in die zweite PCIe-x16-Fassung, dann leiten Umschalter 8 PCIe-Lanes von der ersten Grafikkarte um. Letztere kann dann nur

die Hälfte der maximalen Transferrate nutzen. Das reduziert die Grafikleistung freilich nur selten spürbar.

High-End-PC-Plattformen wie Intel Core X (LGA2066) und AMD Ryzen Threadripper haben viele PCIe-Lanes direkt an der CPU: Hier sind häufig auch M.2-Slots direkt mit dem Prozessor verbunden. Doch solche Mainboards brauchen zum Booten oft wesentlich länger als Mittelklasse-Boards für AMD Ryzen 3/5/7 und Intel Core i (LGA1151). Eine NVMe-SSD kann hier folglich den Bootvorgang kaum beschleunigen, sondern nur die „Schwuppdizität“ von Betriebssystem und Anwendungen.

Ob eine M.2-Fassung oder ein PCIe-Slot an der CPU oder am Chipsatz hängen, verrät das Mainboard-Handbuch. Im Zweifel probieren Sie es aus und messen die Transferraten, etwa mit CrystalDisk-Mark.

Der Vollständigkeit halber: Eine M.2-SSD nutzt maximal vier Lanes; sie wird deshalb nicht schneller, wenn sie in einem x8- oder x16-Slot steckt. Ebenso wenig profitiert eine SSD mit PCIe-2.0-Controller von einem PCIe-3.0-Slot. Und schließlich gibt es unter den M.2-SSDs mit PCIe große Performance-Unterschiede je nach Controller und Flash-Chips – siehe Seite 74: Die langsamsten M.2-NVMe-SSDs liefern nicht (wesentlich) mehr IOPS als eine schnelle SATA-SSD.

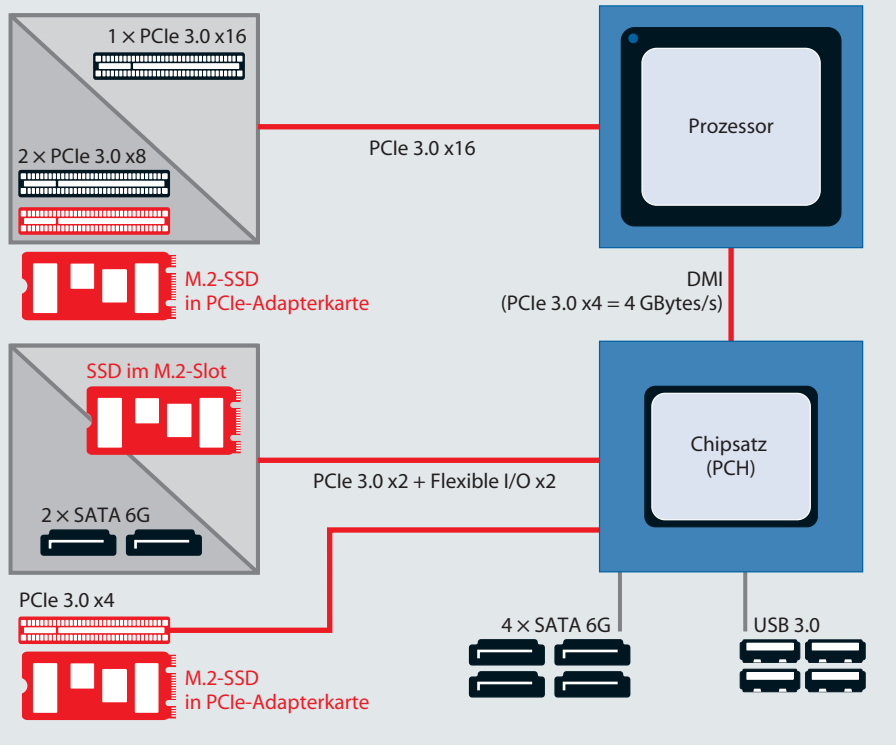
Flex-IO

M.2-Slots hängen meistens am Chipsatz, den Intel auch Platform Controller Hub (PCH) nennt. Dabei müssen sie sich die Transferrate zwischen PCH und CPU – maximal 4 GByte/s pro Richtung wie bei PCIe 3.0 x4 – mit SATA- und USB-Geräten teilen.

Intel Flexible I/O:
Manche HSIO-Lanes können ihre Funktion wechseln, etwa von PCIe zu SATA.

M.2-SSD an Chipsatz oder CPU

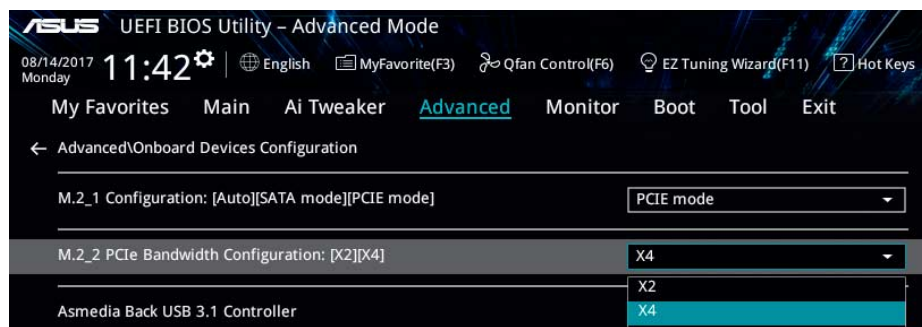
PCIe-Steckplätze für SSDs sind auf den meisten PC-Mainboards am Chipsatz alias Platform Controller Hub (PCH) angebunden. Diese PCIe-Lanes übertragen alternativ auch SATA-6G-Signale. Man kann eine M.2-SSD via Adapterkarte aber auch in einen PCIe-Slot stecken, der direkt an der CPU hängt. Dann wiederum erhält die Grafikkarte weniger Lanes.



Moderne Chipsätze enthalten Umschalter, um sowohl SATA- als auch NVMe-SSDs im M.2-Slot zu betreiben, ohne dass Zusatzchips nötig sind. Bei Intel-Chipsätzen heißt die Umschalt-Technik Flexible I/O: Von 20 bis 30 High-Speed-I/O- (HSIO-)Lanes lassen sich 14 bis 26 umschalten. Manche können zwischen PCIe und USB wechseln, andere zwischen PCIe und SATA.

Die flexible Umschaltung hat Tücken, denn eine SATA-SSD braucht nur eine einzige Lane, aber eine M.2-SSD möglichst vier. Bei vielen Mainboards funktionieren deshalb zwei oder vier SATA-Ports nicht mehr, sobald man eine M.2-SSD einsteckt. Deshalb kann man auf den meisten Boards höchstens vier Festplatten mit einer M.2-SSD kombinieren. Manchmal wirkt sich die Lane-Umschaltung auch auf

High-Speed I/O-Ports																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
USB 3.0 #1	USB 3.0 #2	USB 3.0 #3	USB 3.0 #4	USB 3.0 #5	USB 3.0 #6	USB 3.0 #7	USB 3.0 #8	USB 3.0 #9	USB 3.0 #10	PCIe 3.0 #5	PCIe 3.0 #6	PCIe 3.0 #7	PCIe 3.0 #8	PCIe 3.0 #9	PCIe 3.0 #10	PCIe 3.0 #11	PCIe 3.0 #12	PCIe 3.0 #13	PCIe 3.0 #14	PCIe 3.0 #15	PCIe 3.0 #16	PCIe 3.0 #17	PCIe 3.0 #18	PCIe 3.0 #19	PCIe 3.0 #20
						PCIe 3.0 #1	PCIe 3.0 #2	PCIe 3.0 #3	PCIe 3.0 #4					SATA 6G #1	SATA 6G #2			SATA 6G #1	SATA 6G #2	SATA 6G #3	SATA 6G #4	SATA 6G #5	SATA 6G #6		
						PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2	PCIe x2
						PCIe x4		PCIe x4		PCIe x4		PCIe x4		PCIe x4 (PCIe Storage Device #1)		PCIe x4 (PCIe Storage Device #2)		PCIe x4 (PCIe Storage Device #3)		PCIe x4 (PCIe Storage Device #3)		PCIe x4 (PCIe Storage Device #3)		PCIe x4 (PCIe Storage Device #3)	



Erst wenn man im BIOS-Setup alle vier PCIe-Lanes freischaltet, liefert der zweite M.2-Slot bei diesem Z270-Mainboard volle Performance.

PCIe-Slots aus – man sollte sich die Details dazu im Mainboard-Handbuch ansehen.

Ein NVMe RAID, das auf Windows-10-Systemen mit den teureren Intel-Chipsätzen nutzbar ist, funktioniert ebenfalls nur an bestimmten HSIO-Lanes – also nicht mit einer SSD, die direkt an der CPU hängt. Intels NVMe-RAID ist aber ohnehin kompliziert; es setzt unter anderem voraus, dass das System im UEFI-Modus bootet.

BIOS-Unterstützung

Die PCIe-/SATA-Umschaltung steuert das BIOS fast immer automatisch. Die Automatik lässt sich bei manchen Mainboards per BIOS-Setup beeinflussen. Das kann notwendig sein, um die maximale Datentransferrate an der M.2-Fassung zu erhalten. Einige Boards schalten nämlich zunächst nur zwei PCIe-Lanes auf den M.2-Slot, um nicht zu viele SATA-Ports abschalten zu müssen.

BIOS-Unterstützung ist auch nötig, um von einer NVMe-SSD zu booten. Ältere Mainboards können eine NVMe-SSD nicht als Boot-Laufwerk einbinden; folglich kann das Betriebssystem dort nicht von

einer NVMe-SSD booten. Einige der ersten Mainboards mit NVMe-kompatiblen BIOS trödeln bei der Erkennung der NVMe-SSD und brauchen länger zum Booten als mit einer SATA-SSD. Bei aktuellen Mainboards ab Intel Serie 100/AMD Ryzen beobachten wir diesen Effekt seltener.

Das Betriebssystem muss ebenfalls mit NVMe umgehen können. Aktuelle Windows- und Linux-Versionen enthalten bereits passende NVMe-Treiber. Bei Windows 7 spielt man sie vor der Installation vom USB-Stick ein.

Intel und Samsung stellen auch für Windows 10 spezifische NVMe-Treiber bereit; diese ermöglichen etwa Diagnose und Firmware-Updates mit Windows-Tools wie Samsung Magician sowie teilweise auch sparsamere Schlafzustände. Letztere können zwei bis drei Watt im PC-Leerlauf einsparen.

Kühler

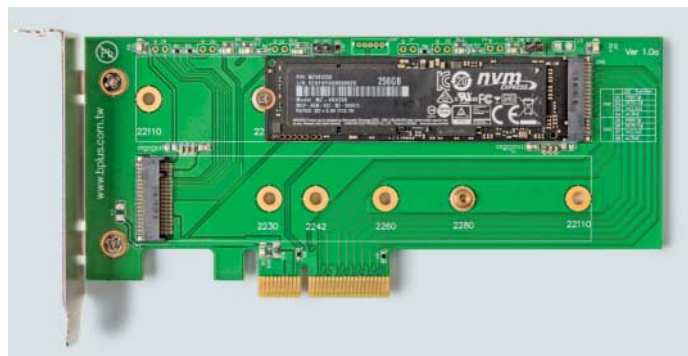
M.2-SSDs sitzen meistens dicht über dem Mainboard und unter anderen Komponenten „vergraben“. Das begünstigt Hitzezustaus: Während länger andauernder Zugriffe erwärmt sich die SSD und drosselt

irgendwann die Transferleistung. Nachträglich montierte Kühlkörper bringen in der Praxis jedoch selten spürbare Vorteile. Denn einerseits transportieren kleine Kühlkörper nicht viel Wärme ab. Andererseits wird das Hitzeproblem überschätzt. Die Drosselung tritt vor allem in Benchmarks auf, nicht im Alltag. Denn selbst wenn die Transferrate nach mehreren Minuten Dauerlast sinkt, hat eine schnelle M.2-SSD in dieser Zeit mehrere hundert Gigabyte übertragen: 2,5 GByte/s entsprechen 150 Gigabyte pro Minute. 100.000 IOPS wiederum bedeuten, dass das RAM 24 GByte pro Minute schlucken müsste – dazu ist es meistens zu klein.

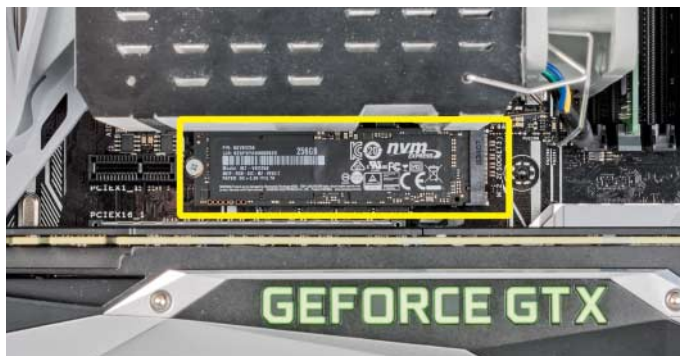
Achten Sie beim Kauf darauf, dass Sie eine NVMe-SSD mit PCIe 3.0 x4 erwischen und nicht etwa eine mit PCIe 2.0 oder SATA. Zudem muss die M.2-SSD aufs Mainboard passen: Die meisten vertragen welche mit 42, 60 oder 80 Millimetern Länge (Typen 2242, 2260, 2280); die gängigste Bauform ist 2280. In einige Notebooks und Mini-PCs passen nur die Typen 2242 oder 2260. Die kurzen 2230-Slots sind für WLAN-Adapter gedacht: Hier liegt nur eine einzige PCIe-Lane an.

Eine M.2-SSD muss verschraubt sein, sonst gibt es Kontaktprobleme; selten findet man eine Befestigung mit Klipps. Vor der Montage müssen Sie unter Umständen den Gewindebolzen versetzen, in dessen Oberseite die winzige M.2-Befestigungsschraube sitzt. Er ist auf der anderen Seite mit dem Mainboard verschraubt, meistens kann man ihn je nach SSD-Bauform in zwei bis vier verschiedenen Positionen verschrauben. Achtung: Das M.2-SSD-Schraubchen hat die Angewohnheit, bei der Montage in den Tiefen des PC zu verschwinden. (ciw@ct.de) **ct**

CrystalDiskMark: ct.de/yrnt



Mit PCIe-Adapterkarten laufen M.2-SSDs auch in PCI-Express-Slots mit mindestens vier Lanes.



Die M.2-SSD sitzt im PC verdeckt unter anderen Komponenten: Dort bekommt sie wenig Kühlluft ab.

Anzeige



Vorteile in der Nische

Wo PCIe-SSDs in der Praxis schneller sind

Auf dem Papier sind aktuelle PCI-Express-SSDs ihren SATA-Pendants haushoch überlegen. Im Alltag spielen sie ihre Vorteile jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen und mit Hilfestellungen voll aus.

Von Benjamin Kraft

Die technischen Daten von PCIe-SSDs lassen die Herzen von Hardware-Enthusiasten höher schlagen: Datentransferraten von mehr als 3 GByte/s und Input/Output Operations

per Second (IOPS) jenseits der 100.000er-Marke machen PCIe-SSDs zu Sportwagen unter den Flash-Laufwerken. Da kribbelt es schnell in den Fingern, die SATA-SSD gegen ein PCIe-Modell mit NVMe-Protokoll zu tauschen. Doch wo bringen die neuen Flitzer ihre Leistung wirklich auf die Straße?

Um diese Frage zu beantworten, ließen wir SATA- und NVMe-SSDs gegeneinander antreten. Sie sollten zeigen, wer beim Booten, beim Anwendungsstart und beim Laden von Spielständen, bei Videoschnitt, Bildbearbeitung und Installationen sowie Kopiervorgängen die Nase vorn hat.

Die Referenzwerte lieferte Samsungs SSD 850 Pro mit SATA-Anschluss [1], die

auch drei Jahre nach ihrem Marktstart noch einen Spitzenplatz unter den SATA-SSDs innehat. Das getestete 256-GByte-Modell erreicht dieselbe Leistung wie das nächstgrößere mit 512 GByte, das etwa 230 Euro kostet.

Auf NVMe-Seite traten zwei aktuelle Modelle mit 512 GByte aus dem Test auf Seite 74 an: Samsungs zirka 300 Euro teure SSD 960 Pro darf als derzeit schnellste PCIe-SSD für den Heimanwender gelten. Für die PCIe-Einstiegsklasse ging die mit 220 Euro vergleichsweise günstige XPG Gammix S10 von Adata ins Rennen.

Außer Konkurrenz und aus akademischem Interesse nahm Intels Optane Memory am Vergleich teil [2]. Mit 32 GByte

ist sie allerdings gerade eben groß genug, um Windows 10 darauf zu installieren – und mit 75 Euro für diesen Einsatz zu teuer. Eigentlich ist Optane als Cache für PCs und Notebooks mit Festplatten gedacht. Ihr 3D XPoint genannter Speicher liefert bei wenigen parallelen Zugriffen mehr IOPS als Flash-SSDs – das verspricht Vorteile bei Desktop-Software.

Starten, laden und speichern

Von einer SSD starten moderne Betriebssysteme auf aktuellen PCs recht schnell. Vom Einschalten bis zum nutzbaren Windows vergingen bei der SSD 850 Pro durchschnittlich 25 Sekunden. Das sollte in diesem Vergleich die Bestmarke bleiben. Dabei wurde den Konkurrenten nicht etwa mangelnde Geschwindigkeit zum Verhängnis, sondern das BIOS unseres Asus-Mainboards: Sollte Windows von einer NVMe-Disk starten, dauerte die Initialisierung etwa fünf Sekunden länger.

Ohne diesen Bremsklotz hätte Intels Optane die kürzeste Boot-Zeit erreicht. Das ist nachvollziehbar, greift das Betriebssystem beim Hochfahren nacheinander auf viele kleine Dateien zu – genau das Szenario, in dem Intels IOPS-starker Speicher glänzen kann (siehe Diagramm). Dieses Muster gilt auch für Anwendungen, weshalb die Optane beim Laden von Photoshop CC 2017 erneut die Nase vorn hatte.

Einen klaren Vorteil holten die NVMe-SSDs von Adata und Samsung bei der Installation der SPEC Viewperf 12.1 heraus. Dabei entpackt der Installer zunächst ein stark komprimiertes Archiv, um anschließend die darin enthaltenen

Dateien unterschiedlicher Größe auf den Datenträger zu kopieren. Dort belegen sie letztlich gut 55 GByte an Speicher. Es sind also gute IOPS-Leistung und hohe Datenraten gefragt, beides Stärken der PCIe-SSDs. Die Optane musste großenbedingt aussetzen.

Retuschieren und schneiden

Größere Vorteile von den superschnellen SSDs versprochen wir uns auch bei der Foto- und Videobearbeitung. Gerade besonders große oder komplexe Projekte sollten schneller in Photoshop und Premiere geladen werden, so die Erwartung. Auch das Speichern müsste schneller klappen.

In der Praxis spiegelte sich das allerdings nicht konsequent wider. Zwar öffnete die Samsung 960 Pro ein komplexes, 1,9 GByte großes Projekt gut anderthalb Sekunden schneller als ihre SATA-Schwester, aber die Adata Gammix war nicht schneller als diese. Beim Speichern ermittelten wir für alle Flash-Speicher nur Unterschiede im Rahmen der Messgenauigkeit. In beiden Disziplinen belegte die Optane den letzten Platz.

Eine SSD kann zwar auch den Workflow in Photoshop beschleunigen; das gilt allerdings nur, wenn der Arbeitsspeicher knapp wird [3]. Daher ist es sinnvoller, Geld in zusätzliches RAM zu investieren, als es in eine neue SSD zu stecken – zumindest wenn man nicht ohnehin mehr Speicherplatz benötigt.

In Schnittprogrammen wie Adobe Premiere Pro werden erfahrungsgemäß andere Komponenten als der Datenträger zum Flaschenhals: Beim Transkodieren oder Exportieren bremsst meist

die CPU oder die GPU. Die PCIe-SSDs vermochten es aber nicht einmal, Projekte schneller zu öffnen, zu speichern oder Medien in kürzerer Zeit zu importieren. Also loteten wir andere mögliche Vorteile aus.

So sollte die beschleunigte Wiedergabe eines H.264-Videos in 4K die Grenzen des jeweiligen Datenträgers aufzeigen – immerhin steigt damit der sequenzielle Datendurchsatz, den bei SATA das Interface limitiert. Schrittweise erhöhten wir die Abspielgeschwindigkeit: Bei 200 und 500 Prozent lieferten die SSDs brav Material. Erst bei 750 Prozent wurde es ihnen offenbar zu viel, denn Premiere meldete eine stetig steigende Anzahl ausgelassener Bilder (dropped Frames).

Wie sich herausstellte, wurde aber nicht die Hardware zum Flaschenhals, sondern die Software. Als wir den Versuch wiederholten, die Datei aber dieses Mal aus der 64 GByte großen RAM-Disk eines mit einer GeForce GTX 1080 ausgestatteten Threadripper-Systems mit 16 Kernen und 32 Threads abspielten, stotterte die Wiedergabe erneut bei 750 Prozent. Offenbar kommt der Video-Renderer von Premiere Pro nicht mehr hinterher.

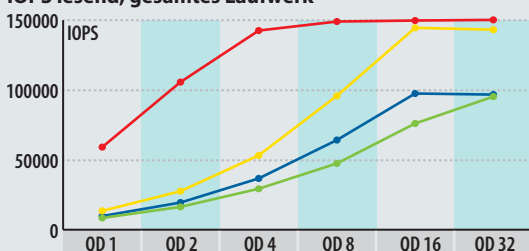
Spielereien und Datenschubsen

Die hohen Schreib- und Leserate von PCIe-SSDs mögen dazu verleiten, sie als Spielebeschleuniger zu sehen. Tatsächlich bewerben auch einige Hersteller ihre Produkte so. Zumindest auf die getesteten Disks trifft diese Bezeichnung nicht zu, denn sie bringen keine Vorteile gegenüber der 850 Pro. Zwar brauchte diese etwa eine halbe Sekunde länger als die

IOPS-Performance

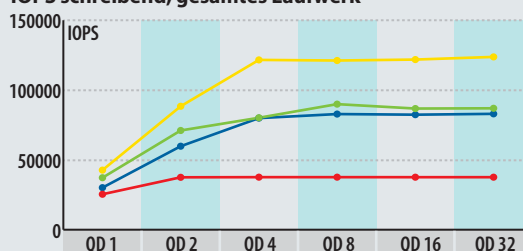
Für ein reaktionsschnelles System kommt es auf eine hohe IOPS-Leistung an, die SSDs aber erst bei vielen gleichzeitigen Schreib- oder Lesebefehlen erreichen. Intels Optane Memory liest zwar schon bei geringen Queue-Tiefen schnell, schwächelt aber bei der Schreibleistung. Samsungs SSD 850 Pro zeigt, dass ein gutes SATA-Modell es auch mit einer mittelmäßigen PCIe-SSD aufnehmen kann.

IOPS lesend, gesamtes Laufwerk



QD = Anzahl gleichzeitiger Schreib- oder Lesebefehle

IOPS schreibend, gesamtes Laufwerk



Adata Gammix S10, um einen Spielstand in Rise of the Tomb Raider zu laden. Dafür lag sie bei GTA V um genau diesen Wimpernschlag in Front – also: unentschieden.

Eine Paradedisziplin für SSDs sind seit jeher Kopieraufgaben. Dabei können sie mit hohen Schreib- und Leserate glänzen. Drei Kopiertests stellten unterschiedliche Szenarien nach: Die Laufwerke sollten ein 20 GByte großes Video, einen etwa 7 GByte großen Ordner mit MP3-Dateien und zuletzt ein 525 MByte großes Verzeichnis mit zahlreichen kleinen Quelldateien für den Linux-Kernel kopieren. Als Quelle respektive Ziel diente beim Video eine weitere NVMe-SSD, für die anderen beiden Tests kam eine RAM-Disk zum Einsatz.

Während der Video-Test das erwartete Resultat lieferte, fielen die Ergebnisse in den beiden anderen Disziplinen überraschend niedrig aus. Ausgerechnet die SATA-SSD kopierte die Linux-Quelldateien am schnellsten; dabei hätten eigentlich die IOPS-starken NVMe-Konkurrenten im Vorteil sein müssen. Immerhin schaufelten sie die MP3s schneller hin und her. Offenbar nutzte der Windows-Explorer die Hardware nicht aus. Wir kopierten mit angezogener Handbremse.

Einen merklichen Geschwindigkeitsschub brachte der Umstieg auf das in Windows integrierte Kommandozeilen-Tool Robocopy, das auf Wunsch mehrere Dateien parallel kopiert. Mit dem Parameter MT:[n] wiesen wir es an, bei den NVMe-SSDs 128 Threads für den Kopiervorgang zu nutzen. Für die SATA-SSD wählten wir 32 – mehr unterstützt das AHCI-Protokoll nicht. Nun flutschten auch die Kernel-Sources und die Musikdateien viel schneller von der Quelle zum Ziel. Zwar legte dabei auch die SSD 850 Pro zu, doch die NVMe-Disks konnten sich deutlich von ihr absetzen.



Nicht nur PCIe-SSDs wie die rote Adata XPG Gammix S10 nutzen das NVMe-Protokoll, sondern auch Intels Cache-Speicher Optane Memory.

Fazit

Das NVMe-Protokoll verschafft schnellem Flash-Speicher Raum, sich voll zu entfalten. Der fühlbare Geschwindigkeitsschub, den der Umstieg von einer Festplatte auf eine SSD bringt, wiederholt sich bei PCIe-SSDs gegenüber ihren SATA-Pendants im Alltag nicht. Nur spezielle Anwendungsfälle profitieren vom gestiegenen sequenziellen Durchsatz oder den höheren IOPS-Raten.

Insofern haben PCIe-SSDs dasselbe Problem wie Sportwagen: Man kann sie nur auf der Autobahn voll ausfahren. Im Stadtverkehr begleitet man hingegen die Familienkutsche von Ampel zu Ampel.

Zudem kann das NVMe-Protokoll keine Wunder vollbringen und lahmem TLC-Flash-Speicher nicht auf die Sprünge helfen. In vielen Anwendungen weist eine gute SATA-SSD ein mittelpträchtiges PCIe-Modell in die Schranken. Wer heute eine SSD als Systemdatenträger, für Office-

Aufgaben und für Spiele sucht, kann sich den PCIe-Preisauflauf getrost sparen oder in eine SATA-Disk mit größerer Kapazität investieren. Das hat auch den Charme, dass mehr Daten auf dem schnellen Medium liegen.

Soll es doch eine PCIe-SSD sein, sollte man das Wunschmodell anhand des geplanten Einsatzgebietes aussuchen. Wer viel mit großen Dateien arbeitet, profitiert von hohen sequenziellen Transferaten. Kommen wie beim Kompilieren oder Indizieren viele kleine Dateien zum Einsatz, stehen möglichst hohe IOPS-Werte schon bei geringen Queue-Tiefen auf dem Wunschzettel. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Hoch hinaus, Samsungs SSD 850 Pro mit 3D-V-NAND, c't 17/14, S. 52
- [2] Lutz Labs, Festplattenturbo, Intels Optane Memory als Systembeschleuniger, c't 11/17, S. 72
- [3] André Kramer, Power für die Pixel, PC-Hardware für die Bedürfnisse von Photoshop, c't 6/15, S. 148

Performance: SATA- vs. NVMe-SSDs

	Start- und Ladezeiten					Kopieren (lesen / schreiben)			
	Windows 10 hochfahren (ab Einschalten) [s] ◀ besser	Photoshop CC 2017 öffnen [s] ◀ besser	SPEC ViewPerf 12.1 installieren [s] ◀ besser	Rise of the Tomb Raider Spielstand laden [s] ◀ besser	Photoshop-Projekt öffnen / speichern (1,9 GByte) [s] ◀ besser	Video-Datei mit Explorer (20 GByte) [s] ◀ besser	MP3-Dateien mit Robocopy (7 GByte) [s] ◀ besser	Linux-Kernel-Sources mit Explorer (525 MByte) [s] ◀ besser	Linux-Kernel-Sources mit Robocopy (525 MByte) [s] ◀ besser
Samsung SSD 850 Pro (SATA)	25,0	8,7	372,0	21,3	16,7/87	55,7/57,8	13/14,3	209/220	70,2/76,3
ADATA XPG GAMMIX S10 (NVMe)	30,0	9,8	358,0	20,9	16,1/87	37,5/56,7	5,4/8,5	214/232	56,4/72,3
Intel Optane Memory (NVMe)	28,7	6,1	– ¹	20,9	16,7/89,8	34,6/87	10,8/14,5	193/205	64,2/72,7
Samsung SSD 960 Pro (NVMe)	31,0	7,5	301,0	21,1	14,5/86,8	27,2/27,5	4,3/5,3	214/225	60,7/64

¹ zu geringe Kapazität

Anzeige



Brillante Schärfe

High-End-TVs im Test: OLED versus Quantenpunkte-LCD

Die meisten Fernseher nutzen heute LCD-Technik, im oberen Preissegment findet man alternativ TVs mit organischen Displays. Im direkten Vergleich von fünf Smart-TVs untersuchen wir die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technik.

**Von Ulrike Kuhlmann und
Rudolf Opitz**

Wer heute einen großen Fernseher kaufen will, kann zwischen Geräten für 500 bis 5000 Euro wählen. Am oberen Ende finden sich ultrahochauflösende

4K-TVs, die HDR-Bilder zeigen (High Dynamic Range), sich per Sprache steuern lassen, sämtliche Streaming-Dienste und Videokanäle direkt per App zugänglich machen, neueste Display-Techniken nutzen und weitere Finessen mitbringen. Unser Blick auf aktuelle Top-Geräte klärt, was man von einem Oberklasse-Fernseher heute erwarten kann. Davon ausgehend kann jeder Nutzer für sich Abstriche machen – brauche ich also beispielsweise HDR, was bringt mir 4K-Auflösung, wie viele Tuner soll mein Gerät haben, ist mir guter Sound wichtig oder höre ich ohnehin über die Anlage?

In unserem Test haben wir fünf Smart-TVs der großen Hersteller versammelt: LGs OLED55B7V, Panasonic TX-

55EZW954, der 55POS9002 von Philips und der KD-55A1 von Sony nutzen organische Displays. Samsung setzt auf beim QE55Q7F auf Quantenpunkte und nennt die Serie QLED-TV. Die Bezeichnungen OLED und QLED ähneln sich zwar, doch die beiden Techniken unterscheiden sich erheblich. Bei Samsungs QLED-TVs handelt es sich um LC-Displays, in deren Beleuchtungseinheit winzige Nanopartikel das Licht blauer LEDs in weißes Licht fürs Backlight konvertieren; die Technik und das Potenzial von Quantenpunkten beleuchten wir ab Seite 94. Im Test haben wir untersucht, welche Technik in welcher Disziplin aktuell punkten kann.

Vier der fünf Geräte gibt es außer in der hier getesteten Größe mit 1,40 Meter

Bilddiagonale (55 Zoll) auch mit 1,65 Meter Diagonale (65 Zoll); Philips stellt zur IFA ein größeres OLED-Modell vor. Samsung bietet den QE55Q7F zusätzlich in 49 und 75 Zoll an. Unabhängig von der Bildgröße nutzen die Modelle eines Herstellers dasselbe Betriebssystem – bei Samsung ist es Tizen, bei LG WebOS, bei Panasonic FirefoxOS und bei Sony und Philips Android-TV. Man kann das Urteil zum Bedienkonzept deshalb auf andere Modelle des jeweiligen Herstellers übertragen.

Bedienkomfort

Entscheidend für die gute Bedienbarkeit ist außer dem jeweiligen Menü die mitgelieferte Fernbedienung. Hier legt Samsung mit einer sehr minimalistischen Variante vor: Sie hält alle wichtigen Einstellungen direkt im Zugriff und hat ein Mikrofon zur Sprachsteuerung eingebaut. LG hat mit der deutlich voluminöseren MagicRemote eine Fernbedienung, die den Mauszeiger per eingebautem Gyroskop über die Schirmoberfläche lenkt. Das passt zur etwas verspielten WebOS-Oberfläche; an die Führung der MagicRemote muss man sich zunächst gewöhnen. Den Topgeräten von Panasonic und Sony liegt eine herkömmliche Riegel-Fernbedienungen bei. Bei Sony ist diese arg unübersichtlich geraten. Die Fernbedienung von Philips hält rückwärtig eine Tastatur bereit, mit der man schneller Texte eintippen kann – hilfreich, aber in Zeiten von Spracherkennung fast obsolet.

In den Stores von iOS und Android bieten die Hersteller kostenlose Apps an, mit denen das Smartphone zur TV-Fernbedienung wird. Die Apps übertragen zudem Medien-Dateien vom Mobilgerät auf den Fernseher. Das lässt sich alternativ per ChromeCast oder DLNA-Streaming erledigen, was alle fünf TVs unterstützen. Welche Formate von den Geräten gestreamt und von USB-Speicher abgespielt werden, haben wir in einer Tabelle zusammengetragen, die Sie über ct.de/yvrj abrufen können.

Der Philips-Fernseher besticht äußerlich durch sein minimalistisches Design und hat das hauseigene Ambilight eingebaut, das das Bild virtuell vergrößert. Der Sony-Fernseher ist ebenfalls dünn und rahmenlos und hat dank seiner Soundprojektion über die Schirmfläche keine sichtbaren Lautsprecher. Auch die Geräte von Panasonic und LG beeindrucken mit superdünnen Displays – das klappt derzeit

nur mit der OLED-Technik, die keine Hinterleuchtung benötigt.

OLED vs. QLED

Dies ist auch der grundlegende Unterschied zwischen OLED und QLED: Die organischen Displays sind Selbstleuchter, sie schalten jeden Bildpunkt unabhängig von benachbarten Pixeln an und aus. Dadurch erreichen OLEDs theoretisch unendlich hohen Kontrast – real ist er durch Spiegelungen des Umgebungslichts begrenzt. Bei den LCDs mit Quantenpunkten schirmt der Flüssigkristall das Licht der Hintergrundbeleuchtung in jedem Pixel zwar ab, kann es aber nicht komplett ausschalten – in der Folge ist ein schwarzer Bildpunkt nicht einfach schwarz, sondern wird von schräg betrachtet etwas milchig grau. Obwohl wir das Phänomen kennen, hat uns die Blickwinkelabhängigkeit des von vorn ausgezeichneten Samsung-TVs stets aufs Neue verblüfft, wenn wir das Labor betreten und der Blick auf die an der Seite aufgereihten TVs fiel.

Dass Samsung trotzdem auf LCD-Technik mit Quantenpunkten im Backlight setzt, hat mehrere Gründe. Ein wesentlicher sind die ungemein satten Farben, die sich mit Nanopartikeln erzielen lassen. Ein großer Farbraum ist nicht nur schön anzusehen, sondern optimiert auch die Wiedergabe kontraststarker UHD-Inhalte. So sollen künftige Displays den BT.2020-Farbraum anzeigen – „sollen“ deshalb, weil es bislang noch kein Display gibt, das derart satte Farben präsentiert. Das klappt aktuell nur mit Laserlicht.

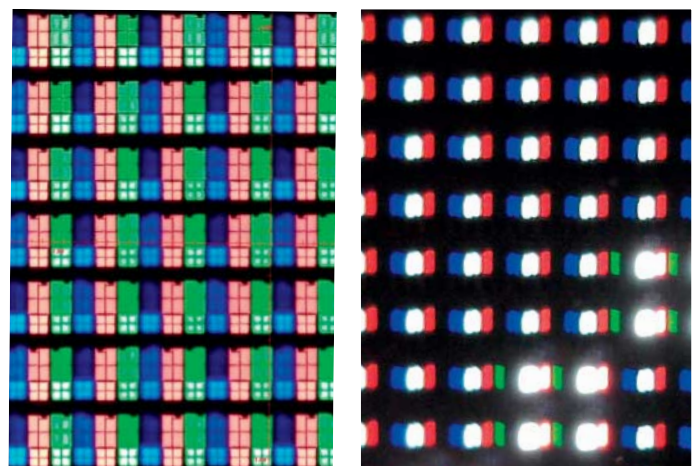
Ein weiterer Grund ist die höhere Leuchtdichte: Sie hängt beim LC-Display im Wesentlichen vom Backlight ab – wenns heller werden soll, muss dieses halt heller leuchten (ganz so einfach ist es na-

türlich nicht, denn die Leistungsaufnahme und auch der Preis müssen im Rahmen bleiben).

Beim OLED geht eine höhere Leuchtdichte stets auf Kosten der Lebensdauer – die organische Leuchtschicht altert bei größerer Belastung schneller. Die Hersteller müssen diese Alterung berücksichtigen: Zum einen erreichen die organischen Displays aktuell nicht die Leuchtdichten von LCDs. Zum anderen sorgt eine Automatik in den Geräten dafür, dass der TV-Schirm bei Standbildern nach einer Weile einen schwarzen Bildschirmschoner mit kleinen bewegten Symbolen oder Pünktchen darin aktiviert; bei LG passiert das schon nach zwei Minuten. Die Bewegung im Schoner verhindert, dass sich helle Bildinhalte einbrennen, wenn sie über längere Zeit an derselben Stelle angezeigt werden. Der Effekt ähnelt dem bei früheren Plasmashirmen: Die Pixel brennen sich nicht ein, sondern aus; die betroffenen Bereiche verlieren an Leuchtkraft und tauchen deshalb später in anderen Bildinhalten als Schatten auf.

Ein weiterer Unterschied sind die Kosten: Weil die Fertigung von LCD-TVs etabliert und vergleichsweise günstig ist, sind bereits Geräte für unter 500 Euro zu haben. Im Vergleich dazu sind große organische Displays teuer: Man bekommt sie je nach Größe und Ausstattung mit Full-HD-Auflösung ab etwa 1200 Euro, 4K-OLEDs kosten über 2000 Euro. Zum einen schlägt hier das organische Material zu Buche und zum anderen der aufwendigere Fertigungsprozess. So müssen die organischen Schichten zwar großflächig, aber sehr feindosiert auf das Substrat aufgebracht werden – unterschiedliche Schichtdicken verändern Leuchstärke und Farbe. Außerdem wird jedes Pixel mit fünf bis sieben Transistoren angesteuert – beim LCD reichen

Die Pixelstruktur unter dem Mikroskop zeigt, dass im OLED (rechts) viel mehr Platz für lichtschluckende Leitungen vor-gesehen ist als im LCD.





Die zu den TVs mitgelieferten Fernbedienungen von Samsung, LG, Sony, Philips und zweimal Panasonic (von links nach rechts)

ein bis zwei TFTs pro Pixel. Da OLED-Pixel stromgetrieben sind, müssen die Leitungen auf dem Display massiver ausfallen. Auch das begrenzt die maximale Leuchtdichte der OLEDs. In den Mikroskop-Aufnahmen der Pixelstruktur erkennt man die lichtundurchlässigen Leitungen und Pixeltransistoren als sehr breite, dunkle Bereiche zwischen den Leuchtpunkten.

LCD-Pixel werden über Spannungsimpulse am Transistorgate gesteuert, weshalb die Belastung entlang der Zuleitungen deutlich geringer ist. Unter dem Mikroskop erkennt man die schmalen Abstände zwischen den Pixeln – beziehungs-

weise innerhalb der Pixel, denn beim Samsung-LCD verlaufen die Leitungen durchs Pixel und jedes RGB-Subpixel ist noch mal in zwei Bereiche unterteilt, die sich separat ansteuern lassen (sogenanntes Subpixel-Rendering). Was uns beim Samsung-TV aufgefallen ist: Über dem Bild lag ein sehr feines Raster, das die Darstellung aus nächster Nähe betrachtet etwas pixelig erscheinen ließ; aus wohnzimmertauglichem Abstand zum TV sieht man davon nichts. Wer aber sehr dicht an den Schirm heranrückt um beispielsweise Fotos genauer in Augenschein zunehmen, wird sich an dem Raster stören. Wir konn-

ten mit Samsung bis Redaktionsschluss nicht klären, was den Effekt auslöst.

HDR und 4K

Alle fünf TVs dieses Tests zeigen 4K-Auflösung sowie farb- und kontraststarke HDR-Inhalte. Während man den Unterschied zwischen 4K-Auflösung und Full HD nur bis zu einem gewissen Betrachtungsabstand sieht – beim 55-zölligen TVs maximal aus 3 Metern –, bemerkt man die HDR-Darstellung auch aus größerer Distanz. Wer ein sehr großes Wohnzimmer besitzt, aber keinen entsprechend großen Fernsehschirm nutzen will, sollte deshalb eher auf HDR achten – wobei alle HDR-TVs aktuell auch 4K-Auflösung zeigen (umgekehrt gilt das nicht). Zwar gibt es noch nicht allzu viele HDR-Videos, man findet sie bei Netflix und Amazon sowie auf YouTube. Demnächst sollen aber erste HDR-Inhalte im TV ausgestrahlt werden. Das dafür genutzte HLG-Format beherrschen bereits vier der fünf TVs im Test, nur LG verweigerte unsere HLG-Testdatei komplett, Samsung gab sie nach einer kurzen Fehlermeldung wieder. Dafür unterstützt LG derzeit als einziger das dynamische HDR-Format Dolby Vision, Sony will dies Ende des Jahres per Firmware-Update nachliefern. Mehr zum HLG-Format lesen Sie ab Seite 124.

Das HDR-Format Dolby Vision passt seine Bildparameter dynamisch an den Inhalt an – im verbreiteteren HDR10 werden



Während die Darstellung aller fünf TVs im Test von vorn sehr gut war, verblasste das LCD-TV beim Blick von der Seite deutlich.

die Eckdaten wie maximale Leuchtdichte und Gamma einmal abgesteckt und dann für den gesamten Film beibehalten. Samsung möchte mit HDR10+ ein weiteres dynamisches HDR-Format etablieren; erste Filme sollen bei Amazon angeboten werden. Alle fünf Testgeräte können zudem SDR-Filme HDR-ähnlich aufpeppen. Auch wenn das Ergebnis auf den ersten Blick echtem HDR ähnelt, erkennt man bei genauerem Hinsehen die Schwächen des virtuellen HDR: sehr helle Bereiche überstrahlen, dunkle saufen ab, die Farben wirken etwas unnatürlich.

Farben und Bildmodi

Im echten HDR- und im herkömmlichen SDR-Betrieb zeigen alle fünf Geräte ein sehr gutes Bild – unnatürliche Gesichtsfarben gibt es bei den Topgeräten nicht. Der Samsung-Fernseher deckt laut Messung zwar den größten Farbraum ab, in der Praxis wirkt seine Darstellung aber auch direkt von vorn besehen nicht farbstärker als die der OLED-TVs unseres Tests. Seine höhere Leuchtdichte bemerkt man dagegen.

Bei der Bildoptimierung legt Sony ordentlich Hand an, macht das aber insgesamt gut. Philips optimiert die Darstellung wie üblich kräftig und bügelt bewegte Bilder glatt – zum Glück kann man den Fernseher in dieser Hinsicht über das Menü ausbremsen. Panasonic geht deutlich vorsichtiger zu Werk, LG hat offensichtlich die längste Erfahrung mit den OLED-Eigenarten – feine Grau- und Farbverläufe gibt der LG-Fernseher vorbildlich gleichmäßig wieder. Samsung hat für Profis eine halbautomatische Calman-Kalibrierfunktion zur Farboptimierung im Display hinterlegt.

Den allermeisten Zuschauer wird jedoch einer der voreingestellten Bildpresets genügen: Im Allgemeinen empfiehlt sich fürs Wohnzimmer der Bildmodus „Film“ oder „Cinema“. In heller Umgebung muss man dagegen einen helleren Modus wählen, beispielsweise Standard. Nur in Extremfällen wie in einem lichtdurchfluteten Raum, in dem der Fernseher direkt am Fenster steht, greift man zum Dynamic-Modus: Dessen sehr helles Bild mit überzeichneten Kanten und übersättigten Farben kann die Spiegelungen auf dem Schirm am ehesten übertreffen. Das klappt mit einem LCD-TV besser als mit OLEDs, denn die bleiben in ihrer Maximalhelligkeit deutlich hinter den LCDs zurück.

Außerdem hängt die Leuchtdichte beim OLED-TV vom Bildinhalt ab: Bei vorwiegend hellen Bildinhalten wird sie



LG OLED 55B7V

Der LG-Fernseher wirkt mit seinem 5 mm dünnen Display sehr filigran. Mit rund 2000 Euro ist er das günstigste OLED-Modell im Test. Von der Seite sind der CI+-Einschub und je zwei USB- und HDMI-Ports zugänglich; alle weiteren Anschlüsse liegen auf der Rückseite. Ein Eingang für analoge AV-Signale fehlt.

Über die „Magic Remote“-Fernbedienung mit eingebautem Gyroskop, die wie eine 3D-Maus einen Bildschirmzeiger steuert, bedient man das TV nach etwas Eingewöhnung flott. Beim Zappen zwischen den Sendern reagiert das LG-Gerät vergleichsweise schnell. Zur Notbedienung am Gerät gibt es einen kleinen Joystick mittig am unteren Displayrand.

Eingänge, Videotheken und Apps zeigt der HOME-Bildschirm „Recents“ der WebOS-Oberfläche am unteren Bildrand als etwas unübersichtlichen Balken zum Durchscrollen an. Nach freien Sendern filtert das LG-TV nur beim Suchlauf. Lieblingssender sortiert man in bis zu acht Favoritenlisten. Die Basisliste lässt sich nach Programmnummern ordnen, die Favoriten nicht.

Mit der App „LG TV Plus“ kann man den TV-Mauszeiger per Smartphone steuern. Die Senderliste der App hilft beim schnellen Durchscrollen und direkten Wechsel auf das angetippte Programm.

Der 55B7 wird mit Dolby Atmos beworben und er beherrscht auch 3D-Sound, von oben kommt der Ton aber nicht an. Davon abgesehen klingt das LG-TV angenehm rund.

- ➡ Fernbedienung mit Gyroskop
- ➡ ausgewogener Klang
- ➡ nur ein Tripple-Tuner
- ➡ keine analogen AV-Eingänge



Panasonic TX-55EZW954

Das OLED-Panel des mit 3300 Euro sehr teuren Panasonic-TVs ist oben nur 5 mm dick, der Standfuß belegt jedoch viel Stellfläche.

Panasonic liefert zwei Fernbedienungen mit: eine große mit Infrarot-Sender und beleuchteten breiten Tasten sowie eine kleinere Bluetooth-Fernbedienung mit Touchpad, Steuerkreuz und Mikro für die Sprachsteuerung. Auf der Rückseite des TVs befinden sich sechs Steuertasten, falls die Fernbedienung nicht auffindbar ist. Als Betriebssystem setzt Panasonic FirefoxOS ein. Das Home-Menü verändert alle Bildinhalte und zeigt große bunte Icons zum schnellen Aufrufen von TV-Funktionen und Apps. Weitere Icons lassen sich über die Options-Taste hinzufügen, verschieben oder in Ordner sortieren. Einen Blick auf das laufende Programm bietet der Home-Bildschirm nicht. Die Senderbasisliste kann man nach freien Sendern filtern und vergleichsweise bequem sortieren. Die in die Favoritenlisten übertragenen Sender behalten die Programmplätze der Basisliste.

Das Panasonic-Modell bietet sein TV-Programm als DLNA-Stream im Heimnetz an. Trotz Doppel-Tuner klappte das TV-Streamen aber nur mit dem laufenden Programm. Die umfangreiche App „TV Remote 2“ zeigt beliebige Sender auf dem Smartphone an, sogar wenn das TV abgeschaltet ist. Der Ton der unten im TV eingebauten Lautsprecher kommt nur teilweise beim Zuschauer an.

- ➡ Senderlisten bearbeiten
- ➡ streamt das TV-Programm
- ➡ spielt weder MJPEG noch DivX
- ➡ teuer



Philips 55POS9002

Der OLED-Fernseher von Philips hat wie die Modelle von LG und Panasonic ein nur 5 mm dünnes Display. Oben und an den Seiten der rückwärtigen Elektronikeinheit sitzen Ambient-light-LEDs, die die Wand hinter dem Display in wechselnden Farben passend zum Videobild beleuchten. Im Hörtest schnitt der Philips-TV schlecht ab; sein flacher Subwoofer auf der Rückseite zeigte wenig Wirkung.

Praktisch: Alle vier HDMI-Eingänge haben einen Audio Return Channel (ARC); den erweiterten Farbraum für HDR unterstützen dagegen nur HDMI 1 und 2. Für analoge AV-Signale liegt je eine Komponenten- und Audio-Kabelpeitsche bei. Ein kleiner Joystick auf der Rückseite dient der Bedienung am Gerät.

Die große, etwas unübersichtliche IR-Fernbedienung hat auf der Rückseite eine Qwerty-Tastatur mit winzigem Steuerkreuz. Um sie zu nutzen, muss man die Fernbedienung zusätzlich per Bluetooth verbinden; das klappt mit einem Tastendruck.

Die Senderliste lässt sich filtern und am TV umständlich sortieren, aber auch am PC bearbeiten. Die Programme in den bis zu acht Favoritenlisten erhalten neue Programmnummern und lassen sich so auch direkt über die Zifferntasten aufrufen. Die Einstellmenüs der Android-TV-Oberfläche haben je eine Taste auf der Fernbedienung – das ist verwirrend. Die Smartphone-App „MyRemote“ taugt nur als Notfall-Fernbedienung.

- ↑ Ambientlight
- ↑ Fernbedienung mit Tastatur
- ↓ dimmt helle Standbilder stark
- ↓ mäßiger Klang



Samsung QE55Q7F

Das TV von Samsung nutzt ein mit Quantenpunkten getunt LC-Display. Dessen Darstellung gefällt mir leuchtenden Farben und großer Helligkeitsreserve, ist aber blickwinkelabhängig. Alle Anschlüsse hat Samsung in eine externe Box ausgelagert, die mit dem Display nur über eine dünne Glasfaserleitung verbunden ist. Da Display und One Connect Box jeweils eigene Netzkabel besitzen, braucht man zwei Steckdosen.

Die Breakout-Box stellt zwar HDMI- und USB-Ports, CI+-Slot, SPDIF, Kopfhörerausgang und Antennenanschlüsse bereit, aber keine Analog-Eingänge. Die kleine übersichtliche Fernbedienung verbindet sich via Bluetooth mit dem TV – hier entfällt das lästige Zielen auf einen IR-Sensor. Zur Notbedienung ruft eine Taste am Gerät ein Steuermenü auf.

Die Bedienungsführung des Tizen-Betriebssystems ist einfach gehalten und selbsterklärend. Beim Einrichten erscheint eine Einführung in die Fernbedienung, während das TV im Hintergrund die Sender sucht – sehr effizient. Der Suchlauf filtert auf Wunsch die freien Sender heraus. Die Senderliste lässt sich auch später filtern, sortieren und am PC bearbeiten. Zum Umbenennen kann man auch die gute Sprachsteuerung benutzen. Die Smartphone-App „Samsung Smart View“ taugt nur als Not-Fernbedienung und zum Sortieren der TV-Apps.

- ↑ einfache Bedienung
- ↑ helles Bild
- ↓ wolkig ausgeleuchtet
- ↓ blickwinkelabhängig



Sony KD-55A1

Sonys OLED-Fernseher stellt man wie einen Bilderrahmen auf, wobei das Herumtragen des 8 mm dünnen Displays etwas Mut erfordert. Es lehnt an einer Stütze, in der Elektronik, Anschlüsse und ein Subwoofer stecken. Für die Wiedergabe von Mitten und Höhen bringt eine Aktuatorenleiste das Display (unsichtbar) zum Schwingen. Der sehr räumliche und vergleichsweise voluminöse Klang ist etwas höhenbetont.

Am unteren Rand des Standfußes liegen fast alle Anschlüsse; nur den CI+-Slot und einen USB-Port findet man hinter einer Blende an der Seite. Dort gibt es auch drei Tasten für die Bedienung am Gerät. Mit der IR-Fernbedienung muss man recht genau auf den Sensor am unteren Displayrand zielen. Eine weiße LED leuchtet bei IR-Empfang auf – als Rückmeldung überaus praktisch, da der Sony-Fernseher sehr träge auf Eingaben reagiert.

Die gummierten Kurzhub-Tasten der Fernbedienung sind abwischbar, falls das Bierglas mal umkippt. Die unübersichtliche Anordnung der teils sehr schmalen Tasten und die auf drei Menüs verteilten Funktionen erschweren die Bedienung. Freie Sender lassen sich weder vor noch nach dem Suchlauf filtern. Immerhin ist die per USB-Stick exportierte Basisliste am PC bearbeitbar. Ärgerlich: Die Programmplätze der mit dem Windows-Programm „Sony-Editor“ gelöschten Sender bleiben nach dem Re-Import in der Liste und melden „kein Dienst“.

- ↑ guter 3D-Sound
- ↑ schickes Design
- ↓ unkomfortable Bedienung
- ↓ ungleichmäßig ausgeleuchtet

deutlich geringer. So erreichten Sony, LG und Panasonic bei einem komplett weißen Bildinhalt im voreingestellten Standard-Modus nur rund 140 cd/m², Philips blieb mit 77 cd/m² sogar noch deutlich darunter. Bei hellen Videosequenzen konnten wir diesen starken Helligkeitsabfall im direkten TV-Vergleich sehen. Samsung brachte bei Vollweiß über 400 cd/m² auf den Schirm. Zur Ehrenrettung: Philips erzielte auf HDR-Testbildern in hellen Bereichen rund 500 cd/m² – mehr als die anderen drei OLED-TVs beim selben HDR-Inhalt.

Alle vier dimmen die Leuchtdichte nach zwei bis vier Minuten signifikant – nach sieben Minuten blieben bei drei OLEDs um 90 cd/m² übrig, nur das Sony-

TV leuchtete weiterhin mit 210 cd/m². Beim Samsung-Fernseher wird die Leuchtdichte im Videobetrieb nach etwa einer Minute automatisch reduziert. Anders als bei den OLEDs kann man die „bewegungsgesteuerte Beleuchtung“ aber im Menü deaktivieren; sie soll hier vor allem den Energiebedarf des TVs senken.

Fazit

Alle fünf TVs im Test überzeugen mit sehr guter Bildqualität. Bei HDR-Wiedergabe übertrumpfen die OLED-Displays das LCD-TV in dunklen Szenen, in hellen Sequenzen besticht das Samsung-TV mit seiner Farbbrillanz – solange man von vorn auf den Schirm schaut.

Deutliche Unterschiede zeigten sich in der Bedienung: Am intuitivsten lässt sich das Samsung-Modell handhaben, die überfrachteten Fernbedienungen und die unzähligen Menüpunkte bei Philips und Sony verwirren dagegen. Außerdem reagiert das Sony-TV extrem lahm auf Eingaben. Der LG-Fernseher lässt sich angenehm flott bedienen, sobald man sich mit der verspielten Oberfläche und der Magic-Remote-Fernbedienung angefreundet hat. Die Sendersortierung ist bei fast allen Geräten mühsam. Hier sollten die Hersteller ein bisschen mehr Gehirnschmalz investieren. (uk@ct.de) **ct**

Unterstützte Videoformate: ct.de/yvri

High-End-TVs					
Gerät	OLED55B7V	TX-55EZW954	55POS9002/12	QE55Q7F	KD-55A1
Hersteller	LG	Panasonic	Philips	Samsung	Sony
Auflösung (Pixel/dichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD	3840 × 2160 (80 dpi) / OLED
sichtbare Bildfläche / Diagonale	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")
Backlight / Local Dimming	– (OLED)	– (OLED)	– (OLED)	Edge-LED / ⊕⊕	– (OLED)
Gerätemaße mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	123 cm × 76 cm × 25,5 cm / 19 kg	123 cm × 77 cm × 27 cm / 24,5 kg	123 cm × 77 cm × 23 cm / 17 kg	123 cm × 79 cm × 31 cm / 21 kg	123 cm × 71 cm × 34 cm / 29 kg
Stellfläche / Displaydicke / Gehäusetiefe	75 cm × 25,5 cm / 0,5 cm / 5 cm	58 cm × 27 cm / 0,5 cm / 5 cm	58 cm × 23 cm / 0,5 cm / 5 cm	86 cm × 31 cm / 1 cm / 4,5 cm	123 cm × 34 cm / 0,8 cm / 9 cm
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner / CI-Plus-Slot	analog Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	analog Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 2 (2 × CI-Slot)	analog Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	analog Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	analog Kabel, DVB-C/T/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)
HDR10 / Dolby Vision / HLG	✓ / ✓ / –	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓
3D / Bild-im-Bild	– / –	– / –	– / –	– / ✓	– / ✓
Betriebssystem / Firmware-Version	WebOS / 03.60.09	Firefox OS / 3.131	Android 6 / R.001.002.089.005	Tizen / T-KTMDUUC-1124.2, BT-S	Android 7 / 1.6.0.26.02.1.00
Eingänge					
Composite/S-Video/Komponente/Scart (Anzahl)	0 / 0 / 0 / 0	1 / 0 / 1 / 0 (per Adapter)	0 / 0 / 1 / 0 (per Adapter)	0 / 0 / 0 / 0	1 / 0 / 0 / 0
HDMI (Anzahl / Version)	4 × HDMI Vers.2.0b	4 × HDMI Vers.2.0	2 × HDMI (Vers.2.0, 2 × HDMI 1.4)	4 × HDMI Vers.2.0	4 × HDMI Vers.2.0a
Audio analog-in/Audio-out/Kopfhörer (Anzahl)	1 × Mini-Klinke / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke	2 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke	1 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke
USB (Vers./Anz./LAN/WLAN/Bluetooth)	1 × 3.0, 2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	1 × 3.0, 2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	1 × 3.0, 1 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	1 × 3.0, 2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓	1 × 3.0, 2 × 2.0 / ✓ / ✓ / ✓
TV-Funktionen					
PayTV-Sender ausblenden	✓	✓	✓	✓	–
Senderlisten am PC editieren	–	–	✓	✓	✓
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Messungen					
Umschaltzeiten TV digital (Wippe/Ziffer) ¹	2 s / 5 s	3 s / 6 s	3 s / 5 s	2 s / 5 s	3 s / 5 s
Helligkeitsbereich ² / Ausleuchtung	45... 310 cd/m ² /92,4 %	230 cd/m ² /93 %	136 cd/m ² /86 %	23... 615 cd/m ² /78,2 %	241 cd/m ² /62,2 %
Leistungsaufn./Aus/Betrieb (bei Helligkeit)	0,1 W / 105 W (280 cd/m ²)	0,45 W / 116 W (230 cd/m ²)	0,3 W / 136 W (136 cd/m ²)	0,6 W / 133 W (465 cd/m ²)	22 W / 120 W (241 cd/m ²)
Smart-TV-Funktionen					
Amazon / Netflix / Maxdome	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
freier Browser / HbbTV	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Streaming ³ (DLNA) von Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Mediaplayer ³ (USB) für Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Bewertung					
Bildeindruck	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Klangeindruck	⊕	○	⊖	⊕	⊕
Bedienung allgemein / Internet, Medien	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○	○ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖ / ○
Preis	2000 €	3300 €	2500 €	1900 €	3500 €
¹ zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets ² gemessen auf 3-Streifen-Testbild gemäß IEC 62087 ³ unterstützte Formate siehe ct.de/yvri					
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe					



Farbenspiele

Farbverbessernde Quantenpunkte für Displays, Sensoren und Solarzellen

Heute sorgen Quantenpunkte in Flüssigkristallbildschirmen für sattere Farben. Künftig könnten sie die LCDs komplett ersetzen, als Lampen dienen oder die Effizienz von Solarzellen verbessern.

**Von Ulrike Kuhlmann
und Dr. Michael Becker**

Spätestens seit Samsung seine Markenbezeichnung QLED-TV aus der Taufe gehoben hat, sind Quantenpunkte einem größerem Publikum bekannt. Die Nanopartikel – Quantum Dot, kurz QD – sitzen im Backlight-System und verbessern dort die Farben von LC-Displays. Künftig sollen sie vom Displayrücken nach vorn wandern und irgendwann den Flüssigkristall komplett ersetzen.

In herkömmlichen LCD-Backlights sind blaue LEDs mit einer Phosphorschicht bedeckt, die einen Teil des blauen Lichts in Gelb (üblich in preiswerten Displays, etwa in Notebooks) oder in Rot und Grün konvertiert (üblich in höherwertigen Displays, etwa Fernsehern), wodurch insgesamt Weiß entsteht. Das weiße Licht fällt vom Backlight durch den Flüssigkristall und die RGB-Farbfiler und erzeugt so rote, grüne und blaue Subpixel.

In QLED-TVs sind die anorganischen Nanopartikel in einer Streufolie an der Leiterplatte untergebracht, wo sie das kurzwellige Licht blauer LEDs in langwelligeres rotes und grünes Licht wandeln, so dass insgesamt wiederum „weißes“ Licht entsteht. Der Vorteil: Das Licht der Quantenpunkte hat schmalere Spektren für Rot und Grün, was zu satteren Farben führt.

Statt in der Streufolie könnte man die Nanopartikel an Stelle der Phosphor-

schicht direkt auf den LED-Chips aufbringen. In der Praxis funktioniert das allerdings noch nicht zuverlässig. Etwas weiter gedacht ersetzt man die teuren Farbfiler im LCD durch Quantenpunkte, die das Licht der blauen LEDs dann an Ort und Stelle in rote und grüne Subpixel verwandeln. In diesem Fall würde sämtliches Licht des blauen Backlights zur Bilderzeugung genutzt – bisher werden zwei Drittel des weißen Lichts an den Farbfilern blockiert. Das würde die Energieeffizienz erheblich verbessern und den Aufbau des Displays vereinfachen, weil das LCD für monochromatisches (blaues) Licht optimiert werden könnte.

In einem letzten Schritt könnten die Quantenpunkte auch selbst leuchten, was den Flüssigkristall komplett erübrigen würde und ähnlich wie im OLED zu an- und ausschaltbaren Pixeln führt. Dazu müssen die Nanopartikel statt wie bisher



Auf der SID-Display-konferenz zeigte der chinesische Hersteller Boe das Entwicklungsmuster eines elektrolumineszenten Quantenpunkte-Displays, das ohne LC-Schicht auskommt.

mit Licht (Photolumineszenz) elektrisch angeregt werden (Elektrolumineszenz). Bis dahin müssen allerdings noch einige Probleme bei Zuverlässigkeit, Effizienz und Lebensdauer überwunden werden; vor 2021 kann man nach Einschätzung von Experten nicht damit rechnen.

Immerhin zeigte der chinesische Hersteller Boe auf der SID-Konferenz im Juni erste Entwicklungsmuster solcher Quantenpunkte-Displays. Deren Farbsättigung war noch nicht besonders hoch, da die elektrolumineszierenden Nanopartikel noch in der Entwicklung sind. Außerdem spiegelte einer der Prototypen derart stark, dass man keinerlei Bild erkennen konnte. Ihm fehlte ein entspiegelnder Zirkularpolarisator, der allerdings auch 50 Prozent des erzeugten Lichts schluckt. Das zweite Muster war ein 5-Zoll-Display mit 320×240 Pixeln Auflösung. Von einer Massenproduktion sei man noch weit entfernt, betonte der zuständige Entwickler.

Ohne giftiges Cadmium

Quantenpunkte bestehen üblicherweise aus Halbleitermaterialien. Diese verteilen ihre Energie diskret, emittieren also fast monochromatisches Licht, wenn sie elektrisch oder durch Strahlung angeregt werden. Die dominante Wellenlänge der Emission hängt vom verwendeten Material, der Größe und der Form der Nanopartikel ab: QDs für rotes Licht (ca. 615 nm) haben einen Durchmesser von sechs bis sieben Nanometer, solche für grünes Licht (ca. 540 nm) sind nur drei Nanometer groß. Quantenpunkte für blaues Licht (450 nm) messen nur zwei Nanometer, was eine reproduzierbare Fertigung sehr schwer macht.

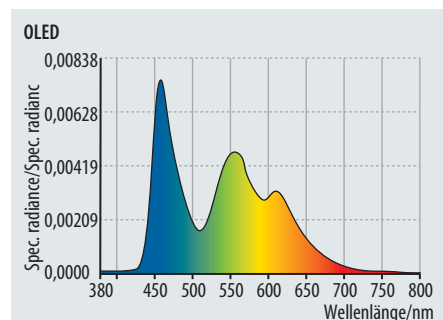
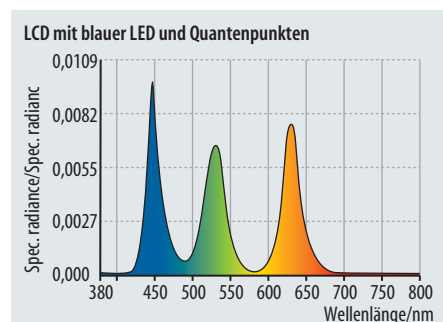
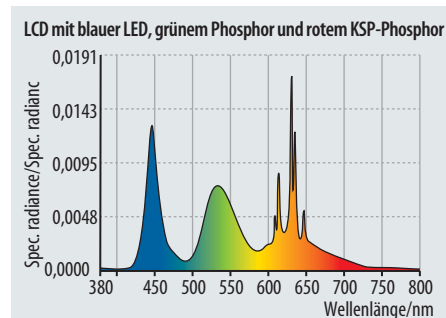
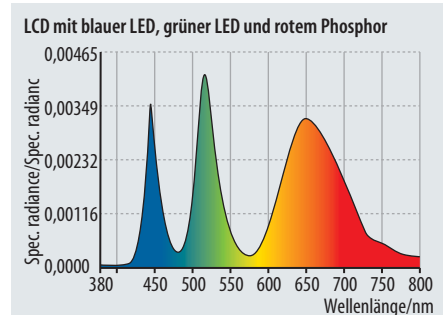
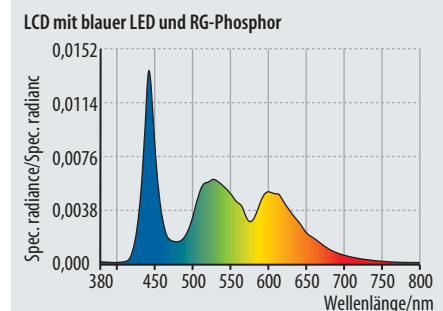
Die Emissionsbreite, angegeben in FWHM (Full Width at Half Maximum), beträgt bei neueren Quantenpunkten ungefähr 40 nm – QDs mit dem giftigen Cadmium haben schmalere Spektren mit

FWHM zwischen 20 und 30 nm und wandeln das Licht effizienter um. Bereits 2013 stellte Sony auf der IFA mit dem Triluminos-TV ein solches farbstarkes Display vor, Amazon nutzte Quantenpunkte auf Cadmium-Basis im Kindle Fire HDX 7. Diese ersten Geräte mit Cadmium-haltigen Quantenpunkten waren beeindruckend farbintensiv.

Allerdings hat die Europäische Union das Schwermetall Cadmium kurz nach Aufkommen der Geräte als gefährliche Substanz gemäß RoHS aus den Displays verbannt. Nur während einer Übergangszeit bis Juni 2018 dürfen die schwermetallhaltigen Quantenpunkte noch verwendet werden. Möglicherweise wird der Einsatz in neuen Geräten aber auch schon vorher verboten.

Laut Verordnung dürfen maximal 0,2 Mikrogramm pro Quadratmillimeter Displayfläche verwendet werden. Einige QD-Hersteller beteuern, dass sie bereits unter diesem Grenzwert bleiben. Über die reale Gefahr, die aktuell von Cadmium-basierten Quantenpunkten ausgeht, kann man deshalb streiten. Letztlich geht es aber darum, eine Zukunftstechnik zu vermeiden, die auf Dauer der Umwelt schadet.

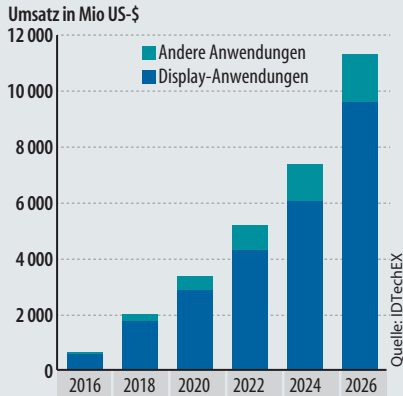
Die Displayhersteller haben sich jedenfalls nach anfänglichem Zögern weitgehend von Cadmium verabschiedet. So nutzt Samsung inzwischen eine eigene mit Dow Chemical entwickelte Nanopartikel-Rezeptur, die durch eine Metalllegierung aus Mangan-Selenit-Sulfit optimiert wurde. Dow darf die cadmiumfreien Quantenpunkte der britischen Firma Nanoco vertreiben und betreibt bereits eine Produktionsstätte in Südkorea. 2015 liefen die LCD-TVs mit Quantenpunkten bei Samsung noch unter der Bezeichnung SUHD, im aktuellen Programm fasst der Hersteller sie unter QLED zusammen. In einigen SUHD-TVs sorgen mittlerweile



Je schmalere die Emissionsspektren des Backlights sind, umso exakter lässt sich das Licht durch rote, grüne und blaue Farbfilter separieren.

Quantenpunkte

Der Absatz von Produkten mit Quantenpunkten soll in den nächsten zehn Jahren signifikant zunehmen.



speziell angepasste Phosphore für satte Farben. Bei Sony firmierten die ersten LCD-TV's mit Quantenpunkten unter dem Namen Triluminos. Heute nennt Sony sämtliche farbstarke TVs so – auch solche mit OLED-Display oder Phosphor-LEDs im Backlight. LG hat seine Nanotechnik ColorPrime getauft, setzt bei Highend-TV's aber auf OLEDs.

Weitere Einsatzgebiete

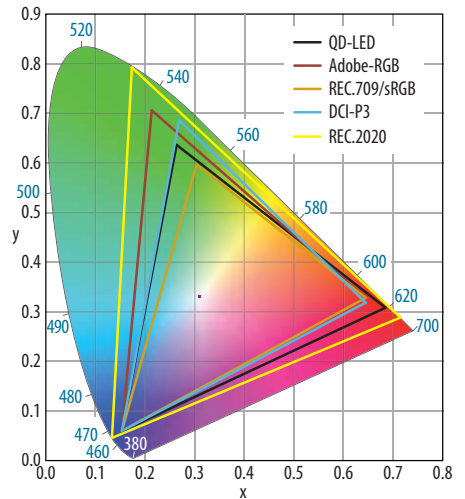
Will man die Farbsättigung in LC-Displays verbessern, müssen die Emissionsspektren der Primärfarben und der Farbfilter möglichst gut übereinstimmen – wenn Teile des grünen Spektrums in den blauen Farbfilter hineinragen, reduziert sich die Gesamtsättigung für Blau. Genau dies lässt sich mit schmalbandigen Quantenpunkten erreichen, indem man die dominante Wel-

lenlänge von Rot und Grün exakt auf die Farbfilter abstimmt (und auch den Farbfilter anpasst) und den gewünschten Farbraum (etwa DCI P3) einstellt.

Theoretisch könnte man Quantenpunkte auch in den großen OLED-Displays von LG verwenden, um die Farbwiedergabe zu verbessern – schließlich nutzen OLEDs ebenfalls Leuchtschichten mit davor angebrachten Farbfiltern. Allerdings können Quantenpunkte nur kurzwelliges in langwelligeres Licht wandeln, also blaues in rotes und grünes Licht. Das stellt OLEDs vor Probleme, denn ausgerechnet Blau hat hier die geringste Intensität und die blaue Leuchtschicht die kürzeste Lebensdauer.

Ein großer Vorteil der anorganischen Quantenpunkte gegenüber OLEDs: Sie sind viel unempfindlicher gegenüber Wasser und Sauerstoff und müssen deshalb nicht so aufwendig verkapselt werden. Einige QD-Varianten haben zudem besondere Eigenschaften, etwa die sogenannten Quantum Rods, die Merck, der Darmstädter Spezialist für Displaymaterialien, erforscht. Die Rods emittieren polarisiertes Licht, was die lichtschluckenden Polfilter im LCD ersparen könnte. Aktuell ist das Licht der Rods aber nur teilpolarisiert.

Mit Quantenpunkten lassen sich auch Solarzellen verbessern, indem sie die energiereichen, kurzwelligen UV-Strahlen der Sonne in langwelligeres, für die Solarzelle verwertbares Licht konvertieren. Weitere Spezialanwendungen sind hier denkbar. So erzeugen Quantenpunkte, die Farbstoffen beigemischt werden, bei intensiver Sonnenbestrahlung besondere Farbeffekte. In Kameras könnten Quantenpunkte die Lichtempfindlichkeit des Sensorarrays erhöhen.



Die meisten Displays decken den sRGB-Farbraum ab, künftige TVs sollen REC.2020 für HDR erreichen.

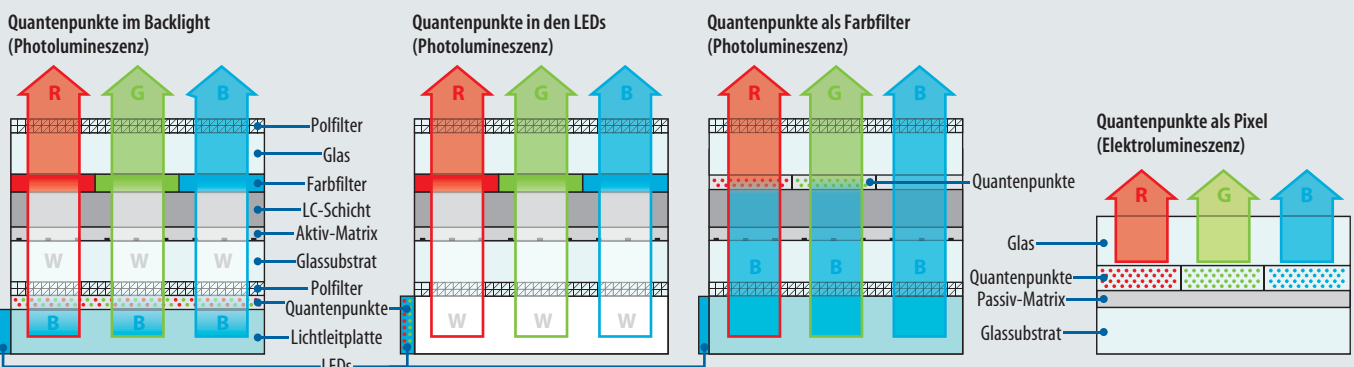
Sämtliche Anwendungen lohnen allerdings nur, wenn die Preise für die photolumineszierenden Nanopartikel sinken. So kostet eine Nanopartikelfolie für 55-zöllige LCD-TV's derzeit etwa 50 US-Dollar; erst in vier Jahren soll sie unter 10 Dollar fallen. Dann werden die Nanofolien auch für günstigere LCD-TV's interessant; bislang sind sie nur in Top-Modellen.

Aktuell geben weder LCDs mit Quantenpunkten noch OLED-Displays den vollen Rec.2020 Farbraum wieder. Dabei sind die satteren Farben nicht nur schön anzuschauen, sondern auch Voraussetzung für die Darstellung farb- und kontraststarker HDR-Bilder (High Dynamic Range). Ergo wird echtes HDR auch in den kommenden Jahren den teuren TV-Geräten vorbehalten bleiben.

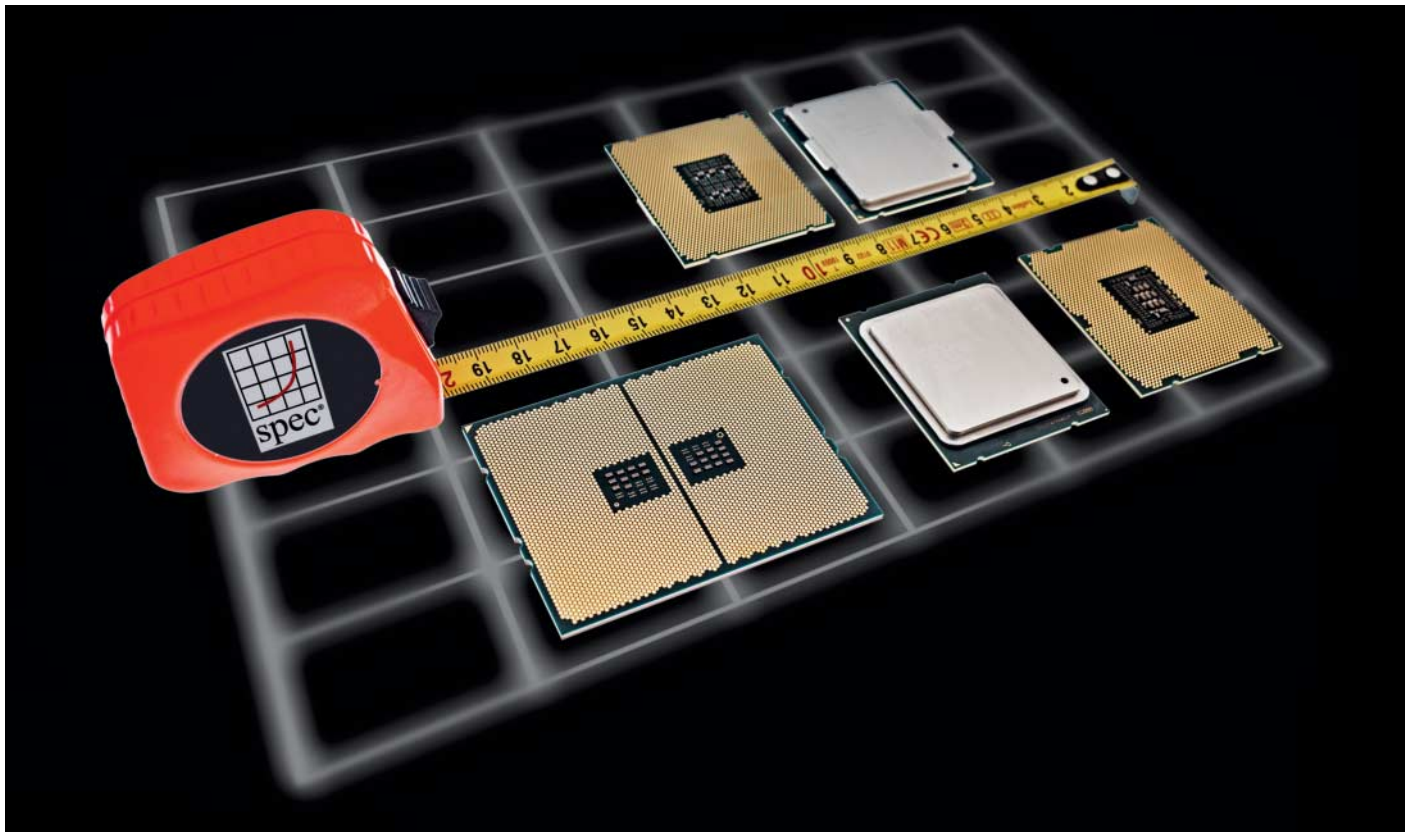
(uk@ct.de) **ct**

Entwicklung der Quantenpunkte im Display

Aktuell wandeln photolumineszente Quantenpunkte blaues Licht in rotes und grünes um. Künftig sollen die Nanopartikel selbst leuchten (Elektrolumineszenz); der Flüssigkristall kann dann entfallen.



Anzeige



Der neue Maßstab

Die Benchmark-Suite SPEC CPU2017 auf Intel Xeon und AMD Epyc

Elf Jahre hat es gedauert und alle wesentlichen Firmen der Szene haben daran mitgearbeitet – vielleicht hat es ja genau deshalb so lange gedauert ... Aber nun ist sie fertig, die neue Benchmarksuite SPEC CPU2017. Wir haben zum Einstieg unsere bewährte Viererbande aus aktuellen Xeons und AMDs Epyc mit GNU- und Intel-Compilern auf sie losgelassen.

Von Andreas Stiller

Sie soll mindestens die nächsten sechs, wenn nicht gar zehn Jahre das Maß der Dinge sein, wenn es um die Bewertung von Einzel- und SMP-Systemen (Symmetrisches Multiprocessing) geht: die Benchmarksuite SPEC CPU2017. Sie ist dort zu Hause, wo primär das Zusam-

menspiel von CPU(s), Speicher und Compiler bewertet werden soll – also ohne Berücksichtigung von I/O. Die Suite soll quelloffen sein, damit man genau weiß, was sie tut und damit sie immer mit den neusten Compilern auf aktuellem Stand gehalten werden kann. Sie soll mit vielen echten Applikationen arbeiten, die unterschiedliche Anforderungen haben. Sie soll auf möglichst vielen Plattformen laufen, sei es auf x86, Power, Sparc oder ARM64, sei es mit einer CPU oder mit 1024. Sie soll für einzelne Applikationen (Speed) und für viele parallellaufende (Rate) Messwerte liefern. Sie soll Teilsuiten getrennt nach Ganzzahl- (int) oder Gleitkomma-Arithmetik (fp) anbieten. Sie soll zudem vernünftig große Workloads für typische derzeitige Speichergrößen sowie lange Laufzeiten besitzen, sodass bei drei Durchläufen die Streuung möglichst gering ist. Sie muss ferner klare Regeln für die Verwendung von Compiler-Flags (Base oder Peak), für den Ablauf des

Benchmarks und für die Veröffentlichung haben.

Benchmarks, die all diese Kriterien erfüllen, gibt es nur sehr wenige. Die Vorgängersuite SPEC CPU2006 hat diese Herkules-Aufgabe geschafft und sie ist mit über 44.000 Einreichungen wohl der bedeutendste Performance-Maßstab in dieser Szene geworden – nicht nur im Serverbereich, sondern darüber hinaus. Im Laufe der Zeit gelang es jedoch, mit ausgefeilten Compilertricks den einen oder anderen Benchmark (insbesondere die Quantencomputer-Simulation libquantum) um viele Größenordnungen zu beschleunigen, sodass die Aussagekraft der Suite zum Ende hin immer geringer wurde.

Nun hat man alles auf den neusten Stand gebracht, neue Dinge wie optionale Energiemessung hinzugefügt und auch berücksichtigt, dass heutige Applikationen gemeinhin aus mehreren Threads bestehen. Wenn man bedenkt, dass sich bei SPEC Firmen wie Intel, AMD, Oracle, IBM, HPE,

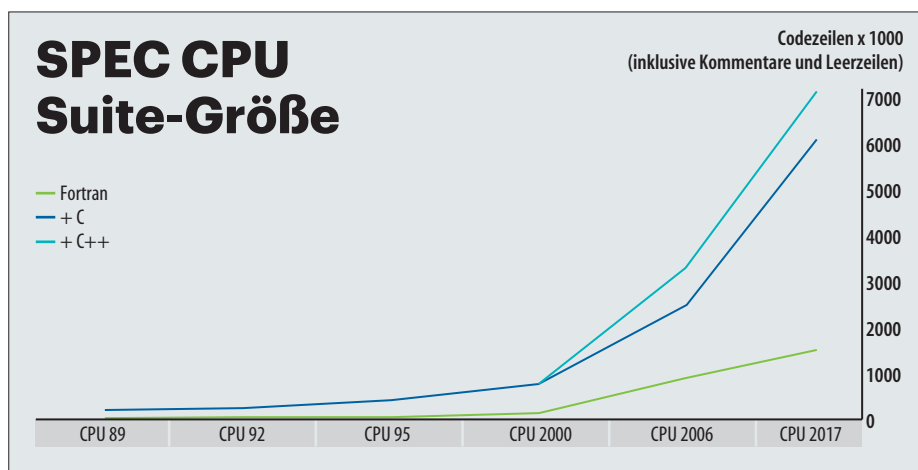
Dell, Nvidia (via PGI), Cavium ... auf einen neuen Maßstab einigen müssen, kann man erahnen, warum das dauert. Als Lohn der Mühe kommt dann etwas heraus, das breite industrielle und akademische Unterstützung erhält. Zuweilen sogar zu viel, wie manche Kritiker ins Feld führen, nämlich dass man sich zu sehr auf sie abstützt.

Wie auch die Vorgänger-Suiten besteht auch die SPEC CPU2017 aus den Teilsuiten SPECfp und SPECint, jeweils aufgeteilt in Speed und Rate, also entweder eine alleinlaufende Applikation oder mehrfach angestartet, typischerweise mit der Anzahl logischer Kerne. Anders als zuvor sind aber Speed- und Rate-Applikationen bei SPECfp nicht mehr vollständig identisch und selbst wenn, unterscheiden sich die Workloads. Letzteres leuchtet sofort ein, da ja eine allein laufende Applikation den ganzen Speicher für sich hat, während man die Workloads kleiner auslegen muss, will man etwa 128 Instanzen parallel fahren.

Die Integer-Suite SPECint besteht überwiegend aus Applikationen, die auch für Desktop-Aufgaben typisch sind, wie Kompression oder En-/Dekodierung von Video (H.264), Routenplaner, XML-zu-HTML-Konverter, Perl-Interpreter sowie diverse Spiele (Schach, Go, Sudoku ...). Irgendwer hat einen Sudoku-Löser ausgerechnet in Fortran kodiert in der Integer-Suite untergebracht. Damit ist Microsoft nun wirklich außen vor.

SPECfp ist primär für wissenschaftliche Anwendungen ausgelegt, vornehmlich mit Wetter, Klima und Ozean-Modellen, hat aber auch Workstation-Code wie Povray, Blender und die Bildverarbeitung Imagemagick. Fast die Hälfte der SPECfp-Applikationen verwendet zumindest teilweise Fortran-Code. Man findet viele Klassiker, die auch schon in der CPU2006 zum Einsatz kamen, wie bwaves (Simulation einer Explosion), namd (Moleküldynamik) und lbm (Strömungsmechanik) – alle in neuer Fassung und mit OpenMP.

Ein paar Neuerungen vereinfachen und beschleunigen den Ablauf ganz erheblich. Insbesondere werden die Workloads nicht mehr für jeden einzelnen Thread kopiert, was früher viel Setup-Zeit kostete und bei vielen Threads schnell die Platte zum Überlaufen brachte. Jetzt werden einfach Hardlinks auf die Workloads gesetzt. Die gesamte Toolchain ist weiter verbessert und die Handhabung vereinfacht. So ist die Verwendung des beigelegten Sysinfo-Programmes obligatorisch.



Als Zugabe kann man auch eine Energieaufnahmemessung nach den bewährten Spielregeln von SPECpower einbinden. Mit den üblichen drei Durchläufen kommt man so auf gut einen Tag, jedenfalls, wenn man für Speed auch wie angeboten OpenMP nutzt – sonst dauerts länger. Die ersten Einreichungen hatten OpenMP aus nicht nachvollziehbaren Gründen allerdings abgeschaltet. Zur Beschleunigung des Ablaufs darf man sich jetzt auch auf zwei Durchläufe beschränken, man muss dann aber die jeweils schlechtesten Werte der Einzelbenchmarks auswählen.

Runtime

Zum Test stand unsere „Viererbande“ bei Fuß, die sich schon in c't 17/2017 mit dem Vorgänger SPEC CPU2006 herumschlagen musste: Intel Xeon Platinum 8180, Xeon E5-2699v4, AMD Epyc 7601 sowie remote zugeschaltet aus dem Lenovo-Benchmark-Zentrum in Stuttgart ein Lenovo ThinkServer 350 mit zweimal Xeon Gold 6148. Alles sind DP-Systeme mit DDR4-2666, bis auf den Xeon E5, der nur DDR4-2400 mag. Das Lenovo-System läuft unter RHEL 7.2, alle anderen unter Ubuntu 16.04-Server. Der geneigte Leser

mag die Ergebnisse dann selbst bezüglich Preis gewichten, der Xeon Platinum 8180 liegt bei einem empfohlenen Verkaufspreis von 10.000 US-Dollar, der Gold 6148 bei 3070 US-Dollar, der Xeon E5 2699v4 bei 4115 US-Dollar und AMDs Epyc 7601 steht mit einem OEM-Preis von 4200 US-Dollar in der Liste.

Etliche Beispielkonfigurationen für diverse Betriebssysteme und einigermaßen aktuelle Compiler sind bei CPU2017 dabei. Wir haben uns zunächst für den Intel-Compiler entschieden, und nur die Architektur-Optimierung variiert. Mit Intels Clustersuite 2017 Update 4 im kompatiblen Modus (-O3) lief gleich alles wie am Schnürchen. Wie sich zeigte, liefert damit der Intel Compiler durchaus auch guten Code für AMDs Epyc, nur muss man bei OpenMP berücksichtigen, dass in proc/cpuinfo die Topologie derzeit für die fünfstufige Epyc-Architektur (Sockel, Die, CCX, Core, Thread) nicht korrekt eingetragen ist und der Compiler dann kein optimales Prozessor-Pinning auswählt. Über die Environment-Variable KMP_AFFINITY kann man aber von Hand korrekte Prozessorlisten etwa für „scatter“ oder „compact“ definieren.

SPECint 2017

SPECrate2017	SPECspeed2017	Programmier-Sprache	Codezeilen (* 1000)	Applikationsbereich
500.perlbench_r	600.perlbench_s	C	362	Perl-Interpreter
502.gcc_r	602.gcc_s	C	1,304	GNU C-Compiler
505.mcf_r	605.mcf_s	C	3	Routenplaner
520.omnetpp_r	620.omnetpp_s	C++	134	Diskrete Event-Simulation: Computer-Netz
523.xalancbmk_r	623.xalancbmk_s	C++	520	XML-zu-HTML-Konversion via XSLT
525.x264_r	625.x264_s	C	96	Video-Kompression
531.deepsjeng_r	631.deepsjeng_s	C++	10	KI: Alpha-Beta-Baumsuche (Schach)
541.leela_r	641.leela_s	C++	21	KI: Monte-Carlo-Baumsuche (Go)
548.exchange2_r	648.exchange2_s	Fortran	1	KI: Rekursiver Lösungsgenerator (Sudoku)
557.xz_r	657.xz_s	C	33	allgemeine Datenkompression

SPECfp 2017				
SPECrate2017	SPECspeed 2017	Programmiersprache	Codezeilen (*1000)	Applikationsbereich
503.bwaves_r	603.bwaves_s	Fortran	1	Explosions-Modell
507.cactuBSSN_r	607.cactuBSSN_s	C++, C, Fortran	257	Physik: Relativität
508.namd_r	-	C++	8	Moleküldynamik
510.parest_r	-	C++	427	Biomedizin: optische Tomografie mit finiten Elementen
511.povray_r	-	C++, C	170	Raytracing
519.lbm_r	619.lbm_s	C	1	Strömungsmechanik
521.wrf_r	621.wrf_s	Fortran, C	991	Wettervorhersage
526.blender_r	-	C++, C	1,577	3D-Rendering und Animation
527.cam4_r	627.cam4_s	Fortran, C	407	Atmosphärenmodell
-	628.pop2_s	Fortran, C	338	großflächiges Ozean-Modell
538.imagick_r	638.imagick_s	C	259	Bildbearbeitung
544.nab_r	644.nab_s	C	24	Moleküldynamik
549.fotonik3d_r	649.fotonik3d_s	Fortran	14	Elektromagnetik
554.roms_r	654.roms_s	Fortran	210	regionales Ozean-Modell

Die Intelsysteme durften dann als Kür auch mit AVX2 oder AVX512-Optimierung laufen – so groß war der Unterschied indes nicht. Vor allem AVX512 erwies sich im Vergleich zu AVX2 eher als Rohrkrepierer.

Im Unterschied zu den Einreichungen der Hersteller verzichten wir auf die kommerzielle Smartheap-Bibliothek, die auch jetzt wieder gern verwendet wird, weil sie vor allem den weiterhin vorhandenen

XML-Benchmark Xalancbmk um fünfzig und mehr Prozent beschleunigen kann. Wie gehabt wird bei uns alles 64-bitig vermessen – glücklicherweise sind die Workloads bei Speed so groß, dass es gar nicht mehr anders geht. Wir beschränken uns dabei auf die Base-Messung: alle Einzelbenchmarks mit den gleichen Compiler-Einstellungen. Wir experimentierten auch mit den Transparent Huge Pages des Betriebssystems, die Einstellung „always“

erwies sich üblicherweise als besser, wenn auch nur marginal.

Epyc zeigt seine Muskeln

Bei den Speed-Benchmarks ist OpenMP und/oder Autoparallelisierung erlaubt. In der Integer-Suite Intspeed unterstützt aber nur ein einziger Benchmark OpenMP, nämlich die Datenkompression 657.xz_s. Bei diesem Job können die Threads weitgehend unabhängig voneinander arbeiten, sodass eine Prozessoraffinität gemäß „scatter“ von Vorteil ist (topologisch möglichst weit entfernt). Allzu viel Threads sind dabei nicht sinnvoll, das sagt zumindest der Intel-Compiler, der sich auf 15 Threads beschränkt. Intspeed profitiert demnach nicht von sehr vielen Kernen, ist damit – solange keine Autoparallelisierung zuschlägt – primär ein Single-Thread-Benchmark und das ist nicht gerade die Stärke von AMDs Epyc. Mit nur 4,6 SPECint_speed_2017base läuft er der Intel-Konkurrenz auch ziemlich hinterher, die hierbei Werte zwischen 6,7 und 7,7 erzielt. Dass der Wert so dermaßen niedrig ist, liegt aber primär an nur einem Benchmark, dem Compiler-Benchmark 602 gcc_s. Mit dem kommt Epyc aus unklaren Gründen überhaupt nicht klar – auch dann nicht, wenn man

Standard Performance Evaluation Corporation

Die Standard Performance Evaluation Corporation SPEC wurde als Non-Profit-Organisation zunächst als Verein unter dem Namen System Performance Evaluation Cooperative im Jahre 1988 von Workstation-Herstellern wie Apollo, Hewlett-Packard, DEC, MIPS Computer Systems und SUN Microsystems gegründet. Schnell stießen weitere wie IBM, Motorola, Silicon Graphics hinzu. Als erste Workgroup nahm die Open System Group (OSG) die Arbeit auf. Sie brauchte nur ein Jahr, um die Benchmarksuite SPEC CPU89 mit vier C- und sechs Fortran-Programmen zu konzipieren. Die Ergebnisse wurden damals nur auf Papier im SPEC Newsletter veröffentlicht. Drei Jahre später kam dann die CPU92 heraus, da waren Intel mit Lizenznummer 13 und AMD mit Nummer 49 schon dabei. Heise bekam ein paar Jahre später zur CPU95 die Lizenznummer 862.

Weitere Workgroups mit zahlreichen Subkomitees wurden in der Zwischenzeit neben der OSG gegründet: die High Per-



SPEC-Release-Manager Cloyce Spradling mit dem „Rubber Chicken“ – eine Art Maskottchen als inoffizielles Mitglied (hier in der Sächsischen Schweiz).

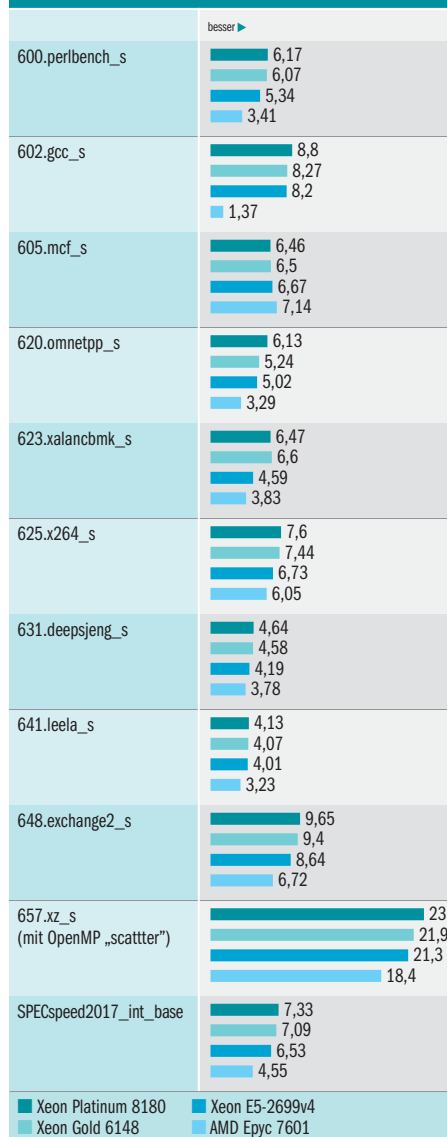
formance Group (HSG), die Graphics and Workstation Performance Group (GWPG) und relativ neu auch eine Research Group (RG). Viele Dutzend Benchmarks wurden hier entwickelt, für die man übli-

cherweise Lizenzen braucht. SPECjava, SPECWeb, SPECPower, SPEC OMP, SPEC MPI, SPEC CLOUD ... Sehr beliebt geworden ist für Normalbenutzer das freie und einfach zu handhabende SPECviewperf für OpenGL unter Windows.

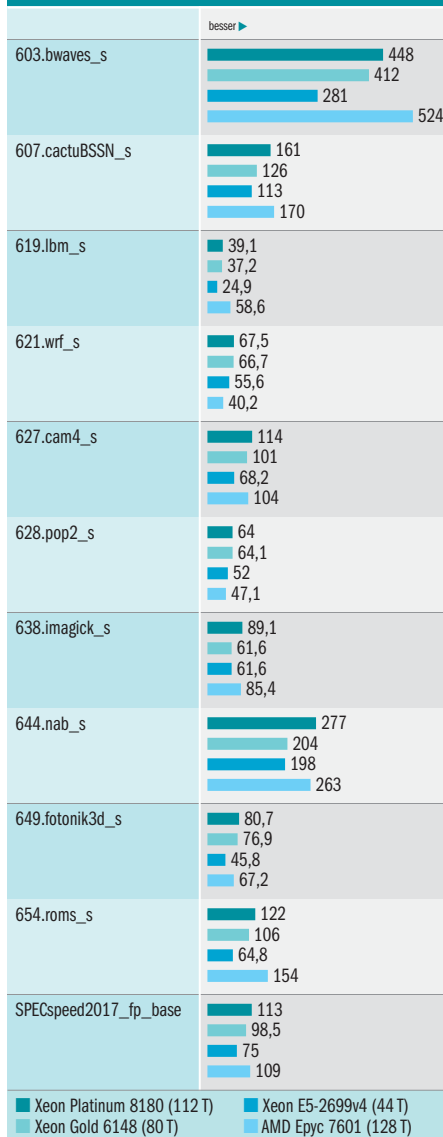
Zur aktiven Mitarbeit bei SPEC gehören wöchentliche Telefonkonferenzen und mehrere zum Teil mehrwöchentliche Treffen im Jahr. Gründungsmitglied Sun, später Oracle, hat SPEC immer besonders intensiv unterstützt, stellte mit Walter Bays auch von 2004 bis März 2017 den Präsidenten. Seitdem hat David Reiner von AMD dieses Amt inne, das zeigt auch, wie wichtig AMD die SPEC-Benchmarks inzwischen nimmt. Im CPU-Subkomitee hatte DEC/Compaq/Sun/Oracle-Ingenieur John Henning über 21 Jahre hinweg eine tragende Rolle als „Sekretär“, zusammen mit seinem Firmenkollegen, dem Release Manager und „Herrn der Tools“ Cloyce Spradling (IBM/Sun/Oracle). Chairman des CPU-Subkomitees ist seit vielen Jahren Jeffrey Reilly von Intel.

Anzeige

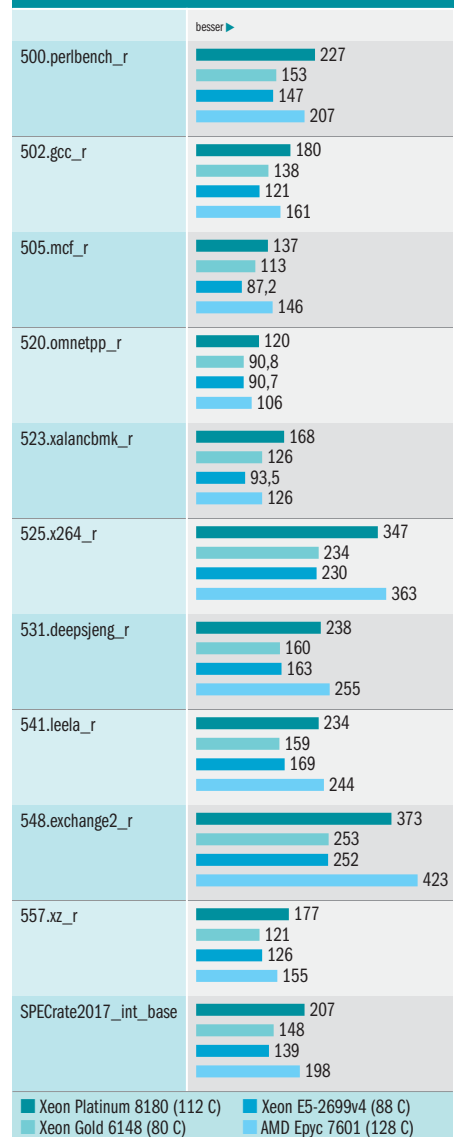
SPECspeed2017_int_base (Intel v17 -O3)



SPECspeed2017_fp_base (Intel v17 -O3)



SPECrate2017_int_base (Intel v17 -O3)



nicht den Intel-, sondern den gcc-Compiler heranzieht. Ohne 602.gcc_s kommt Epyc immerhin auf nahezu 5, mit Code vom gcc 7.1 gar auf 5,2.

Bei Fpspeed stellt sich die Sache für Epyc weitaus besser dar, denn hier unterstützen sämtliche zehn Applikationen OpenMP, sodass viele Kerne nützlich sein können, – aber nicht immer sind. Unsere Experimente ergaben, dass es jedenfalls auf dem Broadwell-EP (Xeon E5-2699v4) sinnvoll ist, die Zahl der Threads auf die Anzahl der physischen Kerne zu beschränken. Bei den Xeon-SP-Systemen und AMDs Epyc hingegen ergab erst die volle Anzahl der logischen Kerne den höchsten Durchsatz. Bei den meisten Fpspeed-Applikationen tauschen die Threads offenbar viele Daten aus, sodass hier für das Prozessor-Pinning eine topologische Nähe („compact“) zweckmäßig ist.

Da Epyc bei Fpspeed seine vielen Kerne gut in Stellung bringen kann, hängt er mit 109 SPECspeed2017_fp_base sogar den weitaus teureren Platinum 8180 um rund zehn Prozent ab – jedenfalls, solange dieser keine Spezialoptimierung mit AVX fährt. Mit AVX512 geht er dann mit 116 Punkten knapp in Front. Der Gold 6148 schafft bis zu 99 und der Xeon E5-2699v4 bei AVX2-Optimierung dümpelt bei 79.

Für Intrate und Fprate sind weder OpenMP noch Autoparallelisierung erlaubt, das macht die Sache etwas übersichtlicher. Bei den Rate-Benchmarks lohnen sich viele Kerne erst recht. Bei Intrate bleibt Epyc bei gleichem Code des Intel-Compilers mit 198 zu 207 nur knapp hinter dem Platinum 8180 zurück, der mit AVX512-Optimierung noch auf 215 Punkte zulegen kann. Aber nicht einmal diese Spezial-Optimierung nützt ihm bei dem

im HPC-Bereich so wichtigen Fprate. Mit 235 SPECrate2017_fp_base liegt Epyc bei kompatiblen Code klar vorne, der Platinum 8180 erzielt 203, kann das mit AVX512 auf 222 und mit AVX2 auf 225 steigern.

Die anderen beiden Xeons spielen bei diesem Konzert nicht mehr so richtig mit. Bei Intrate liegen sie nahezu gleichauf bei 140 bis 150, bei Fprate bleibt der Xeon E5-2699v4 bei 140, der Gold 6148 ist mit 163 bis 177 ein bisschen fixer. Auch bei ihm ist AVX2 die bessere Wahl gegenüber AVX512.

Und der gcc?

Wir wollten auch mal schauen, wie sich der gcc so mit den neuen Benchmarks schlägt. Um es vorweg zu sagen: nur mit diversen Hindernissen, vor allem, wenn man die neuere Version 7.1 wählt. Eine

Beispielkonfiguration für gcc bis hin zu Version 6.3.0 ist bei CPU2017 anbei. Sie enthält die Optimierungen: `-g -O3 -march=native -fno-unsafe-math-optimizations -fno-tree-loop-vectorize`. Doch bei all unseren installierten ggcs (4.8, 5.4, 6.4, 7.1) zeigten sich diverse Stolperfallen, lustigerweise gerade bei dem gcc-Benchmark. Ab Version 5.4 meckern die Compiler bei 64-Bit-Code über „invalid use of ,_builtin_va_arg_pack ()“. Nur der uralte 4.8 hat damit kein Problem, der jedoch mag das Flag `-fno-tree-loop-vectorize` nicht. Es gibt aber eine Lösung: Anders als angegeben muss man auch für 64-Bit-Code zusätzlich das Flag `-fgnu89-inline` setzen. Das sorgt dann dafür, dass für Inlines die alte C89- und nicht die inzwischen übliche C99-Syntax verwendet wird. Der Benchmark 510.parest_r der fprate-Suite ließ sich mit g++ 7.1 ebenfalls nicht kompilieren. Auch hier ist die Unterstützung uralter C++Syntax nötig: `std=c++98`.

Kummer macht auch der Benchmark 621.wrf_s der Intspeed-Suite. Der lässt sich zwar mit dem gcc 7.1 problemlos kompilieren und läuft auch mit wenigen Threads bis hin zu etwa 16, bei noch mehr Threads bleibt er jedoch in irgendeiner Warteschleife hängen.

Auch das OpenMP des gcc kennt Prozessor-Pinning über Environment-Variablen (GOMP_CPU_AFFINITY...). Diese bieten leider nicht so schöne automatische Funktionen wie „scatter“ und „compact“. Die Zuordnungen muss man sich von Hand selbst zurechtbasteln. Die Mühe lohnt sich, die Unterschiede können gegenüber nicht gesetztem Pinning durchaus in

der Größenordnung von 30 Prozent liegen.

Die Versionen 7.1 von gcc/++ und gfortran kennen sowohl AVX512 (`-march=skylake-avx512`) als auch Zen (`-march=znver1`). Große Sprünge machen die Prozessoren damit aber nicht, sowohl bei Intels Xeon als auch bei AMDs Epyc ist `-march=broadwell` mindestens gleichwertig, oft gar die bessere Wahl.

Insgesamt schlägt sich der gcc redlich, wiewohl er vom Intel-Compiler (mit `-O3`) in dem meisten Fällen auf allen Testkandidaten um 8 bis 16 Prozent übertroffen wird. Bei Intspeed auf Epyc mit dem ungeklärten 602.gcc_s-Effekt war er hingegen ein Stückchen schneller ...

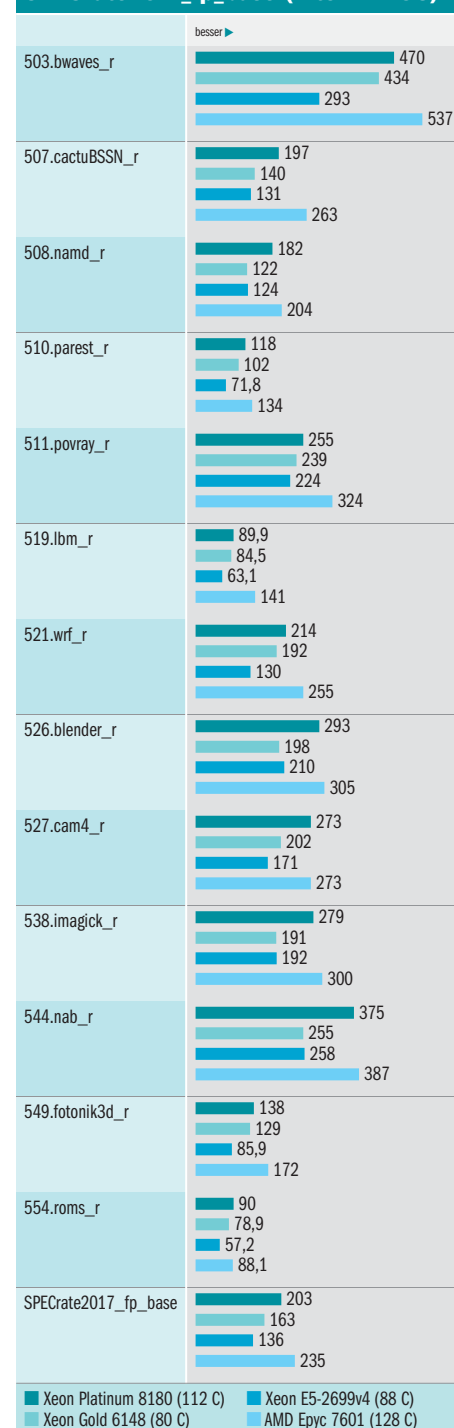
Fazit

Bis auf ein paar Kleinigkeiten rund um den gcc läuft die neue Benchmarksuite sehr rund. Löblich ist, dass jetzt auch Multithreading per OpenMP dabei ist. Die Toolchain funktioniert tadellos und das Setup ist weitaus schneller als zuvor. Auch die Laufzeiten halten sich in Grenzen. Hier und da gibt es ein paar Fragezeichen – musste Fortran-Code in der Integer-Suite wirklich sein? Und welches Problem hat AMD Epyc mit dem 602.gcc_s?

Rund 50.000 logische „Kernstunden“ hat die Viererbande für all unsere Experimente geackert – und da waren LLVM-Compiler noch gar nicht dabei, für die reichten Zeit und Platz einfach nicht mehr. AMD hatte im Vorfeld angedeutet, dass der hauseigene AOCC sehr gute Werte mit SPEC CPU2017 liefern soll und so hatte ich eigentlich gehofft, dass nach der geplanten Stillhaltephase bis Ende Juli

auf spec.org Ergebnisse nur so purzeln werden. Aber da hat sich aus irgendwelchen Gründen bis Redaktionsschluss noch nichts gerührt – weder für Epyc noch für Xeon SP. Der Epyc hat sich aber auch mit den herkömmlichen Compilern schon sehr gut geschlagen. Ein paar Schwachstellen bei Single Thread hier und da, aber bei dem so wichtigen SPECfprate hängt er mit Intels hauseigenem Compiler deren Flaggschiff, den edlen Platinum 8180, locker ab. (as@ct.de) **ct**

SPECrate2017_fp_base (Intel v17 -O3)



SPEC CPU2017 mit verschiedenen Compilern und Optimierungen					
Prozessor	Compiler	SPECspeed2017_int_base besser ▶	SPECspeed2017_fp_base besser ▶	SPECrate2017_int_base besser ▶	SPECrate2017_fp_base besser ▶
Xeon Platinum 8180	intel17 -O3	7,33	113	207	203
	intel17 AVX2	7,61	116	216	225
	intel17 AVX512	7,44	116	215	222
	gcc 7.1 broadwell	7,06	98,3	200	189
	gcc 7.1 skylake-avx512	6,92	90,7	176	151
Xeon Gold 6148	intel17 -O3	7,09	98,7	146	163
	intel17 AVX2	7,1	98,6	154	177
	intel17 AVX512	7,15	101	153	175
	gcc 7.1 broadwell	6,82	95,8	143	142
	gcc 7.1 skylake-avx512	6,92	90,7	176	151
Xeon E5-2699v4	intel17 -O3	6,53	75	139	136
	intel17 AVX2	6,67	78,6	144	143
	gcc 7.1 broadwell	6,29	65,8	134	122
	gcc 7.1 skylake-avx512	6,92	90,7	176	151
	gcc 7.1 znver1	4,33	99,1	194	207
estimated, ohne 621.wrf_s					

Digitale Demokratie

IT verändert den Wahlkampf und die Meinungsforschung



IT verändert den Wahlkampf und die Meinungsforschung	Seite 104
Wahlwerbung mit den Waffen der IT	Seite 106
So funktionieren politische Meinungsumfragen	Seite 112
Online-Umfragen, Modelle, Big-Data-Ansätze	Seite 116

Politische Meinungsbildung läuft heute anders ab als noch vor ein paar Jahren – vielschichtiger, sprunghafter, unberechenbarer. Das stellt die Demoskopen vor Herausforderungen und bietet den Parteien neue Möglichkeiten im Kampf um Wählerstimmen: In der Bundestagswahl kommen deshalb Microtargeting und aufwendige Big-Data-Modelle zum Einsatz.

Von Dorothee Wiegand

Hillary Clinton wird US-Präsidentin und Großbritannien bleibt in der EU – so hätte es eigentlich kommen müssen, wenn die Demoskopen mit ihren Vorhersagen Recht gehabt hätten. Tatsächlich kam es anders. Ist das nun schon der Beleg für ein zunehmendes Versagen gängiger Wahlprognose-Verfahren? Oder handelte es sich lediglich um ganz normale statistische Fehler, die zufällig bei zwei so großen und wichtigen Entscheidungen auftraten? Tatsächlich gab es solche Überraschungen auch früher schon. Generell treffen die Vorhersagen der Meinungsforscher aber nach wie vor meistens zu.

Was sich dagegen seit einiger Zeit stärker verändert, ist das Verhalten der Wähler. Sie entscheiden heute kurzfristiger und intuitiver als in der Vergangenheit, wem sie ihre Stimme geben. Das Internet, insbesondere soziale Netzwerke, haben daran mittlerweile einen großen Anteil. Das Web bietet neue Chancen, sich zeitnah und umfassend zu informieren – verteilt aber auch Fake News rasend schnell und birgt die Gefahr von Filterblasen und Echokammern [1]. Darauf müssen sich Parteien und Wahlforscher einstellen.

Internetplattformen wie Wikileaks können die Stimmung der Wähler ebenfalls beeinflussen. Ihr Einfluss hängt auch davon ab, wie prominent Zeitungen, TV-Sender und Online-Medien darüber berichten. Dass in den USA Medien wie CNN, New York Times und Fox News zum Teil sehr detailliert über geleakte E-Mails der demokratischen Partei berichteten, hat nach Ansicht von einigen Beobachtern den Ausgang der jüngsten

US-Wahl mitbestimmt. In Frankreich ist es verboten, am Wochenende der Wahl über Dinge zu berichten, die für die Wahlen relevant sein könnten. Als kurz vor der Stichwahl im Rennen um das französische Präsidentenamt E-Mails aus dem Postfach von Emmanuel Macron öffentlich wurden, hielten sich die französischen Medien zurück bis nach der Wahl.

Gezielte Botschaften

Dass Meinungsbildung zunehmend im Internet stattfindet, wissen auch die politischen Parteien. Sie versenden – beispielsweise über Facebook – speziell auf bestimmte Zielgruppen zugeschnittene Werbebotschaften, die sogenannten Dark Posts. Der folgende Artikel beleuchtet, wie dieses Microtargeting funktioniert und erklärt, warum wir in Deutschland 2017 einen ähnlich stark auf Einzelpersonen zugeschnittenen Wahlkampf wie in den USA noch nicht fürchten müssen.

Mit Bots in sozialen Netzen befasst sich Simon Hegelich, Professor für Political Data Science an der TU München. Im Interview auf Seite 110 erklärt er, wie Social Bots agieren und welche Strategien damit in einem Wahlkampf verfolgt werden können.

Während viele Wahlberechtigte in der Vergangenheit verlässlich so wählten, wie es Gewerkschaft oder Pfarrer empfahlen, wird die Wahlentscheidung heute stärker von Einzelereignissen wie der Fukushima-Katastrophe bestimmt, aber auch von Emotionen wie der Angst vor gesellschaftlichen Veränderungen etwa aufgrund von Migration. Umso wichtiger werden die Korrekturen, mit denen Demoskopen die Rohdaten aus ihren Umfragen bearbeiten (siehe S. 112). Unsere Analyse der statistischen Varianz von Vorhersagen zu den jüngsten Bundestagswahlen ergibt, dass

die Meinungsforscher meistens beachtlich nahe am tatsächlichen Ergebnis lagen – aber eben nicht immer.

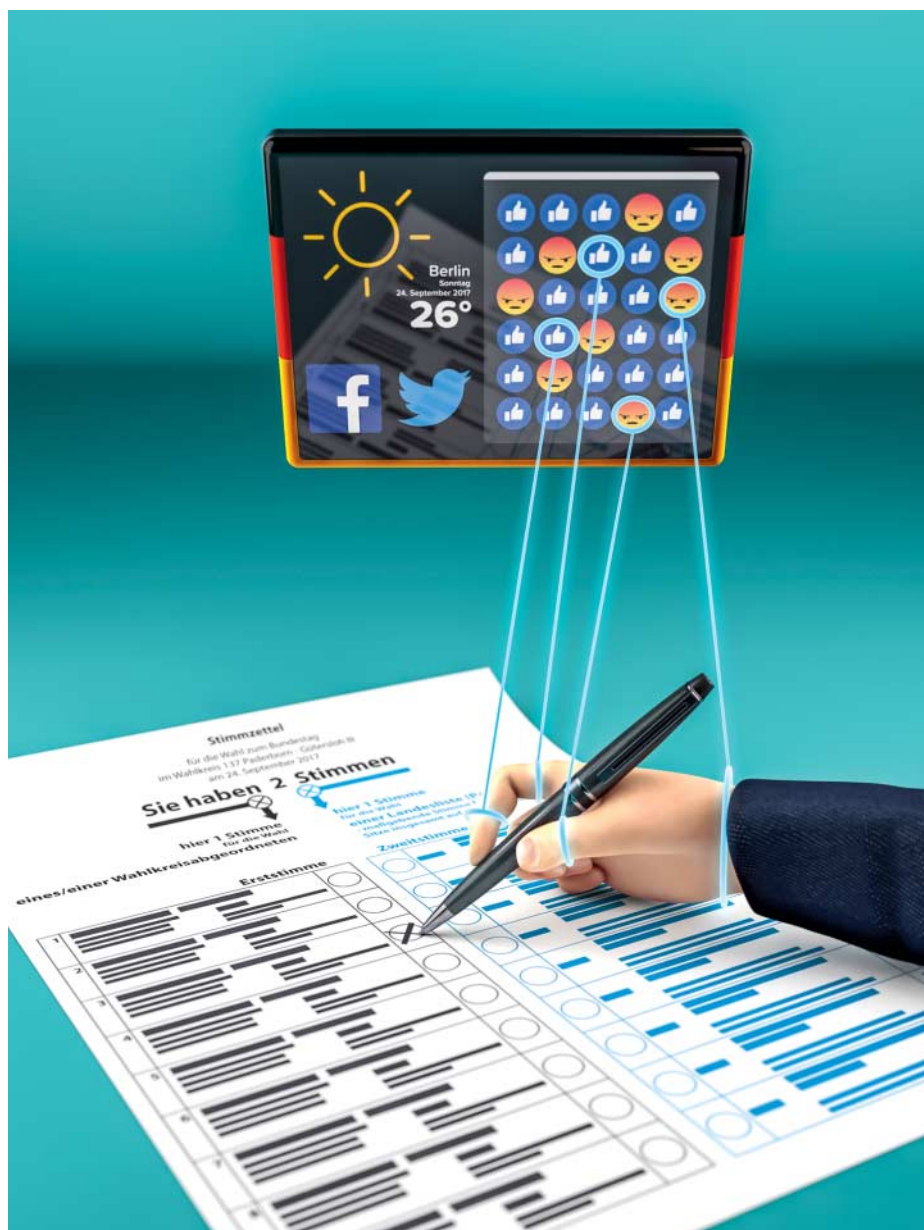
Ihre Methoden werden die Demoskopen anpassen müssen: Bisher befragten viele Meinungsforscher die Wähler, indem sie nach einem bestimmten System Festnetznummern anriefen. Weil viele jüngere Wahlberechtigte gar keinen Festnetzanschluss mehr haben, entsteht dadurch mittlerweile ein systematischer Fehler. Einige Forscher rufen daher zusätzlich per Zufallsprinzip ermittelte Mobilnummern an. Doch auch das ist nicht ideal, denn so könnten Wähler mit einer privaten Festnetznummer und einem mobilen Firmenanschluss doppelt befragt werden. Ein weiteres Problem: Mobilnummern lassen sich keinem Wahlkreis zuordnen.

Längst strecken deshalb auch die Meinungsforscher ihre Fühler ins Internet aus (siehe S. 116). So belohnen einige Forscher die Befragten unmittelbar fürs Teilnehmen, nämlich indem sie ihnen Einblick in die vorläufigen Ergebnisse gewähren. Bisher hatten Online-Befragungen den Ruf, nicht repräsentativ zu sein. Heutzutage bauen die Demoskopen große Online-Panel auf, um diesem Problem zu begegnen und repräsentative Daten zu erhalten. Sozialwissenschaftler und Informatiker untersuchen die so gewonnenen Daten mit neuen Big-Data-Modellen, um der wahren Wählermeinung hinter taktischen oder halbherzigen Antworten auf die Spur zu kommen und das Votum von Späterschlossenen vorherzusehen.

(dwi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jo Bager, Das Lügen-Biotop, Wie Fake News entstehen und warum sie eine Gefahr darstellen, c't 16/17, S. 66 ff.



Präzisions-Wahlkampf

Wahlwerbung mit den Waffen der IT

Ist das noch Wahlkampf oder schon Manipulation? In den USA kämpfen Parteistrategen mit einem massiven Datenaufgebot um die Wählergunst. Deutsche Bürger bewahrt der Datenschutz vor kompletter Durchleuchtung – weitestgehend.

Von Andrea Trinkwalder

Das Land der unbegrenzten Möglichkeiten kennt auch beim Wahlkampf kein Limit: Heerscharen von Freiwilligen ziehen von Haustür zu Haustür, eine Armee von Social Bots twittert unverhohlen um die Gunst des Volkes, Präzisionswerbung verfolgt Individuen auf Facebook. Und im Zentrum sitzen Wahlstrategen und Statistiker, die das Gesche-

hen mit Erkenntnissen aus gigantischen, über Jahrzehnte aggregierten Datenmen-gen steuern. Aus Spendengeldern finanzierte Milliardenetats und ein laxer Umgang mit Privatsphäre machens möglich.

Hierzulande wird es vor der Bundestagswahl deutlich gemäßiger zugehen: Der Datenschutz verbietet allzu tiefe Einblicke ins Private und begrenzte Wahlkampfbudgets verhindern das ungehemmte Anzapfen kommerzieller Datenquellen. Aber auch in Deutschland beginnen die Parteien, Daten zu sammeln und gezielt für Kampagnen einzusetzen. Dem Einsatz von Social Bots haben sie einhellig abgeschworen, wodurch der Wahlkampf aber nicht zwangsläufig zur Bot-freien Zone wird: Parteifremde Interessengruppen müssen sich dem offiziellen Kurs schließlich nicht verpflichtet fühlen (s. Interview auf S. 110).

Hausbesuch

Inspiziert von Barack Obamas Big-Data-Erfolgen hatten sich Grüne und SPD schon bei der 2013er-Bundestagswahl in den datengestützten Tür-zu-Tür-Wahlkampf gestürzt. Perfektioniert wird diese Methode jetzt von der CDU, die eine eigene Plattform namens connect17 aufgebaut hat, um Freiwillige zu rekrutieren, in lohnende Wohngebiete zu schicken und per Mobil-App dafür vor Ort weitere Informationen sammeln zu lassen. Dank vorheriger Datenanalyse können die Ehrenamtlichen dort ausschwärmen, wo sich das Engagement mit hoher Wahrscheinlichkeit auszahlt: bei den eigenen Anhängern und der Partei zugeneigten Wechselwählern.

Die Geo-Analyse funktioniert ungefähr so: Anhand der offiziellen Daten, die Bundeswahlleiter und Landesämter für Statistik nach jeder Bundestagswahl veröffentlichen, lassen sich leicht Bezirke lokalisieren, in denen Parteien Anhänger oder zumindest interessierte Wechselwähler vorfinden. Die Tabellen verraten auch, wie knapp ein Wahlkreis oder Stimmbezirk gewonnen oder verloren wurde. Eine sehr informative Karte hat beispielsweise das Interaktiv-Team der Berliner Morgenpost zur Berlin-Wahl 2016 gestaltet. Sie zeigt sogar, wie die Parteien in den einzelnen Wahllokalen abgeschnitten haben. Der interaktive Wahl-atlas von Destatis-Mitarbeiter Michael Neutze visualisiert auf Wahlkreisebene alle möglichen Strukturdaten von der Bevölkerungs-dichte über den Erstwähler-anteil bis hin zu verfügbarem Einkommen und Arbeitslosenquote.

Für ein noch feinkörnigeres Bild von der Lage vor Ort benötigen die Strategen zusätzliche Daten. Die CDU hat beispielsweise den Dienstleister Deutsche Post Direkt mit einer Wählerpotenzialanalyse beauftragt, um eine Einschätzung bis hinab auf Straßenzugenebene treffen zu können. Die Deutsche-Post-Tochter verfügt nach eigenen Angaben über 190 Millionen aktuelle und ehemalige Privatadressen, die sie mit weiteren Informationen angereichert hat. Laut Unternehmens-Website „werden Adressbestände mit marketing- und vertriebsrelevanten Informationen verknüpft. Hier bietet das mikrogeografische System microdialog eine Fülle an Daten, zum Beispiel zum Konsumverhalten, zur Soziodemografie und zum Wohnumfeld“.

Mit solchen Zusatzinformationen werden relativ grobe Wahlstatistiken zu kleinen Schatzkarten aufbereitet, die vorhandenes Wissen nutzbar machen. Aus Umfragen und Studien wissen Parteien bereits relativ gut, welchen Milieus ihre Hauptklientel entstammt, also ob sie eher bei Älteren oder jüngeren, Gebildeten oder Ungebildeten, Männern oder Frauen, Angestellten oder Selbstständigen ankommen. Wählerpotenzialkarten verraten den Wahlkämpfern, in welchen Wohngebieten und Straßenzügen überwiegend Menschen mit den passenden Eigenschaften wohnen.

Anders als in den USA dürfen Dienstleister in Deutschland keine Details über einzelne Häuser, Wohnungen und deren Bewohner an die Parteien weitergeben. Die Haustür-Gespräche verlaufen weniger manipulativ, es geht darum, Präsenz zu zeigen sowie einen guten Eindruck und Informationsmaterial zu hinterlassen. In den USA hingegen wissen die Wahlkämpfer bestens über ihr Gegenüber an der Tür Bescheid, Mobil-Apps versorgen sie sogar mit individuellen Gesprächsleitfäden.

Nicht nur CDU, auch SPD, Linke und Grüne pflegen Wahlatlanten und schicken ihre Leute nebst App los: Die SPD hat „Tür zu Tür“, die Linke „die Partisanin“ – connect17 ist derzeit aber das umfassendste System. Per App können vor Ort zusätzliche Informationen festgehalten werden, etwa ob die Reaktion auf den Hausbesuch freundlich, ablehnend oder neutral ausfiel. Diese Informationen werden nicht pro Haustür an die Wahlkampfzentrale übermittelt, sondern als Durchschnitt von fünf Haustüren zu Geopunkten zusammengefasst. Gamification-Elemente mit

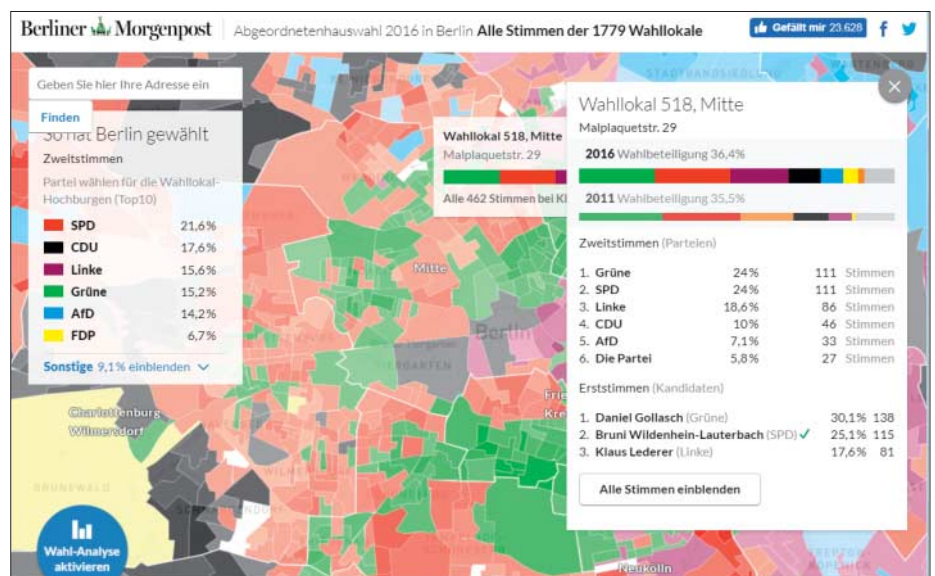
Ranglisten und Karrierestufen spornen die Ehrenamtlichen an: Ab 60 Türen darf man sich „Hansdampf in allen Gassen“ nennen, mit 200.000 Punkten ist man „Kanzlerinnenmacher“. In der SPD-App steckt nur ein einfaches Web-Formular. Die Linke steht zwar erst am Anfang, möchte ihre App aber ebenfalls um spielerische Elemente erweitern.

Die Christdemokraten zeigen sich mit den bisherigen Feldtests im Saarland, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen zufrieden: Im Saarland haben die Ehrenamtlichen an 75.000 Türen geklin-

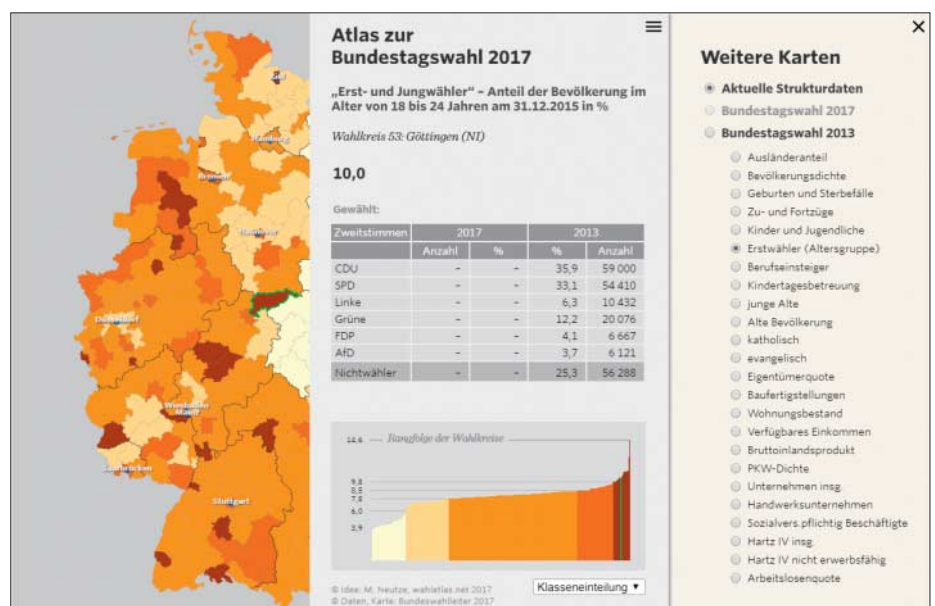
gelt, also fast jeden fünften Haushalt erreicht. Der Partei zufolge hat eine Auswertung der Daten ergeben, dass das Ergebnis in jenen Wahlkreisen um zwei bis zweieinhalb Prozentpunkte höher liege, in denen die App eingesetzt wurde. Klingt gut, könnte allerdings auch daran liegen, dass SPD-affine Wahlkreise ohnehin nicht aufgesucht wurden.

Soziale Zielvorrichtung

Zur perfekten Wahlkampfmaschine fürs Internet hat sich das soziale Netzwerk Facebook entwickelt, weil es alle wichti-



Die informative Karte der Berliner Morgenpost zeigt, wie in Berliner Wahllokalen bei der Abgeordnetenwahl 2016 gewählt wurde.



Im Wahlatlas kann man auf Wahlkreisebene diverse soziodemografische Faktoren durchspielen.



Die Tür-zu-Tür-App der CDU belohnt fleißiges Klinkenputzen im Stil eines Computerspiels.



Mit dieser Facebook-Werbung will Martin Schulz SPD-Sympathisanten zwischen 26 und 35 Jahren erreichen.

gen Tools für Zielgruppenanalyse, personalisierte Werbung und Kampagnentests vereint. Mit Hilfe einer speziellen Werbevariante namens Dark Posts lässt sich professionelles Microtargeting betreiben, ohne selbst Daten sammeln und Algorithmen programmieren zu müssen. Diese als Werbung gekennzeichneten, individuell auf die Zielgruppe zugeschnittenen Posts erscheinen nicht öffentlich auf der Facebook-Seite des Absenders, sondern ausschließlich im News-Feed von zuvor spezifizierten Nutzergruppen. Die dafür notwendigen Daten und Analysen liefert Facebook im Hintergrund: Werbetreibende können Zielgruppen beispielsweise anhand demografischer Merkmale und Interessen definieren – Facebook ermittelt dann alle User, die ins Bild passen.

Dark Posts sind ein mächtiges Werkzeug, das sich der öffentlichen Kontrolle weitgehend entzieht. Während der Urheber solcher Anzeigen ausgiebig analysieren, testen und optimieren kann, bis alles perfekt passt, bleibt der Öffentlichkeit verborgen, welche Botschaften politische Parteien über Dark Posts verbreiten und welche Wirklichkeit sie unterschiedlichen Zielgruppen vorgaukeln. Der Empfänger kann über den Pfeil rechts oben in der Anzeige immerhin herausfinden, warum er diese sieht.

Der Politikberater Martin Fuchs und seine Kollegen aus der Schweiz sammeln Beweismaterial über den Twitter-Hashtag #PolitikAds: Demzufolge möchte Martin

Schulz offenbar Personen erreichen, die die SPD-Seite gelikt haben, zwischen 26 und 35 Jahren alt sind und in Deutschland wohnen. Die Grünen verpflichten sich selbst zur Transparenz: Sie wollen zwar zielgruppenspezifische Anzeigen schalten, die sich beispielsweise an Tierschützer richten, aber sämtliche veröffentlichte Anzeigen auf ihrer Homepage dokumentieren.

Offenes Buch

Trumps Digital-Kampagnen-Manager Brad Parscale hatte während des US-Wahlkampfes Dark Posts offenbar in großem Stil getestet und eingesetzt – auch um die Kontrahentin Hillary Clinton bei wichtigen Wählergruppen wie Afroamerikanern, Hispanos und jungen Frauen unwählbar erscheinen zu lassen. Da Hautfarbe oder Ethnie nicht in Facebook-Profilen hinterlegt sind, versuchte Parscale, ethnische Gruppen über die Option „Lookalike Audiences“ anhand „typischer“ Eigenschaften oder Interessen ausfindig zu machen. Dafür hat er jede Zielgruppe zunächst mit einem Sample eigener Datensätze sorgfältig modelliert und deren E-Mail-Adressen an die Lookalike-Funktion von Facebook übermittelt. Aus den Facebook-Profilen dieser fast wie im Labor zusammengestellten Menschen-Samples leitet der Werbealgorithmus die wichtigsten Eigenschaften der Zielgruppe ab – und verbreitet die individuelle Anzeige unter allen Usern mit ähnlichen Merkmalen.

In Deutschland schränkt der Datenschutz das direkte Sammeln und Aufbereiten persönlicher Daten über soziale Netzwerke stark ein. Doch wenn Nutzer ihr politisches Verhalten freiwillig offenbaren und Informationen über ihre (politischen) Präferenzen preisgeben, dürfen solche Daten analysiert werden. Simon Hegelich von der TU München hat zusammen mit Kollegen in einer Studie demonstriert, wie man auch in Deutschland Microtargeting betreiben kann, indem man anhand von Facebook-Likes auf Partei- und Themenpräferenzen einzelner Nutzer schließt und diese mit individuellen Botschaften versorgt.

Dazu haben Hegelich und sein Team zunächst via Facebook Graph-API-Seiten zusammengetragen, die zu deutschen Parteien gehören. Von diesen Seiten extrahierten sie sämtliche Posts sowie die zugehörigen Likes mitsamt Nutzer-IDs und Profilnamen; insgesamt strömten so über 235.000 Posts und knapp 6,7 Millionen Likes von fast 1,4 Millionen Nutzern auf die Rechner der Forscher. Als „Partei-anhänger“ galten Personen, die mindestens einen Beitrag auf einer Partei-Seite gelikt hatten, „Wechselwähler“ hatten Posts von mindestens zwei Parteien gelikt. Die Hälfte der Nutzer hatte lediglich einen Post gelikt, ist also nur schlecht einzuschätzen – ein häufiges Problem bei Big-Data-Anwendungen.

Um jeden Post einem Thema zuzuordnen, kam ein von Google entwickelter

Anzeige

Psychologische Kriegsführung

Simon Hegelich ist Professor für Political Data Science an der TU München. Von Berufs wegen jagt er Bots in sozialen Netzen und untersucht, wie Wähler ausgeforscht und manipuliert werden können.

c't: Im US-Wahlkampf und beim Brexit haben Big-Data-Firmen und Social Bots kräftig mitgemischt. Muss man fürchten, dass sich Twitter und Facebook zu Propagandamaschinen entwickeln?

Simon Hegelich: Nur zum Teil. Es ist einiges passiert, aber das hat auch ganz viel mit dem gesellschaftlichen Background zu tun, zum Beispiel mit dem Wahlsystem, einer extrem gespaltenen Gesellschaft und einer rechten Bewegung in den USA, die sich seit 15 Jahren professionalisiert hat. Das finden wir so in Deutschland gar nicht vor. Aber ich bin auch der Meinung, dass soziale Plattformen für die politische Willensbildung immer wichtiger werden und dass sich tendenziell auch ein Strukturwandel in der Öffentlichkeit zeigt.

c't: Ist die Gefahr in Deutschland momentan also geringer, weil soziale Medien hier noch nicht so viel Einfluss haben?

Simon Hegelich: Da spielen auf jeden Fall verschiedene Faktoren eine Rolle, gerade bei Twitter. Diese Plattform wird in erster Linie von Politikern und Journalisten beobachtet. Insofern geht es eher darum, Meinungsmacher über Twitter zu erreichen. Es zeigt sich jetzt schon, dass es Versuche gibt, die öffentliche Meinung über Social Media zu manipulieren. Das wird 2017 noch nicht besonders gut funktionieren. Mittelfristig muss man sich aber sehr ernsthaft mit dem Thema auseinandersetzen.

c't: Können Sie aktuelle Beispiele nennen?

Simon Hegelich: Nach unseren Schätzungen sind zum Beispiel zehn Prozent der Tweets mit dem Hashtag „Merkel“ von Social Bots abgesandt.

c't: Wie agieren Social Bots und wie geschickt sind sie beim Verfassen von Botschaften?

Simon Hegelich: 95 Prozent der Bots, die wir finden, sind eigentlich Spam Bots, die immer wieder die gleichen Nachrichten verschicken oder sich einfach an einen anderen Account dranhängen und retweeten, was der veröffentlicht. Für Menschen sind sie relativ ein-

»Wenn jemand nur aus Social-Media-Trends Entscheidungen ableitet, ist das gefährlich.«

fach zu durchschauen, aber man kann damit sehr gut Trends manipulieren. Wenn jemand nur auf Social-Media-Trends schaut und daraus Entscheidungen ableiten möchte, ist das gefährlich.

c't: Sprich: Wenn zum Beispiel Journalisten aus dem künstlichen Hype ein Thema machen?

Simon Hegelich: Genau, diese Strategie wird mit Bots tatsächlich verfolgt. Man konnte zum Beispiel bei den US-Wahlen sehen, dass während der TV-Duelle versucht wurde, Botschaften wie „Clinton won“ oder „Trump won“ in den sozialen Medien als Trend zu setzen.

c't: Wie erkennen Sie Social Bots?

Simon Hegelich: Gerade bei Twitter gibt es sehr viele Metadaten zu den eigentlichen Tweets, etwa die Farbe des Hintergrunds und das Profilfoto oder die URLs, auf die verlinkt wird. All diese nutzen wir in Machine-Learning-Systemen, um den Computer in diesen erst mal unstrukturierten Daten Muster finden zu lassen. Für das Training nutzen wir einen großen Datensatz mit Bot-Accounts, die wir von Hand klassifiziert haben.

c't: Wie groß ist denn überhaupt der Einfluss solcher Bots? Es gibt ja auch Kritiker, die meinen, das Problem werde überschätzt.

Simon Hegelich: Zu Recht. Gerade in Deutschland sind sehr wenige Leute auf Twitter. Und wer lässt sich dann von irgendeiner Bot-Botschaft beeinflussen? Aber das heißt ja nicht, dass es dabei bleibt. Es gibt neue Entwicklungen im Bereich der Bots: Die werden wirklich besser und verfolgen auch andere Strategien.

c't: Zum Beispiel?

Simon Hegelich: Es gibt ein Framework, mit dem man Bots so trainieren kann, dass sie sich an einzelne Nutzer ran-schleimen. Dabei wird vollautomatisch ein Profil erzeugt, das so aussieht, als wäre er mein allerbestester Freund, als hätten wir ganz ähnliche Interessen. Im Prinzip kann man auf jeden Nutzer seinen eigenen Bot loslassen. Damit reden wir über ein etwas anderes Bedrohungsszenario, als wenn jemand einfach nur 10.000 Twitter-Accounts per Knopfdruck steuert, die alle sagen „Merkel muss weg“.

c't: Es ist also die Summe der technischen Möglichkeiten, die eine Gefahr darstellt?

Simon Hegelich: Eigentlich muss man sich das komplette Bedrohungsszenario anschauen. Neben der einen Strategie, Trends zu manipulieren, gibt es offenbar noch mindestens eine zweite Strategie, mittelfristig Verunsicherung in der Gesellschaft zu schüren. Es geht dann nicht mehr darum, ob falsche Nachrichten geglaubt werden. Das eigentliche Ziel ist, dass niemand mehr irgendwem glaubt. Wenn dadurch das Vertrauen in etablierte Institutionen schwindet, können populistische Parteien eventuell profitieren. Diese Strategie kommt aus der psychologischen Kriegsführung und wird inzwi-



Bild: TUM

schen von unterschiedlichen Akteuren eingesetzt. Welchen Effekt sie hat, ist natürlich schon allein wegen der Wechselwirkungen schwer zu sagen. Es muss ja schon eine Verunsicherung geben und die muss andere Gründe haben, ansonsten würde die Strategie gar nicht greifen.

c't: Beim Thema psychologische Kriegsführung denkt man sofort an die Analysefirma Cambridge Analytica, die ja angeblich von allen Amerikanern Psychogramme erstellt und damit die US-Wahl maßgeblich beeinflusst hat. Was halten Sie von dieser Geschichte?

Simon Hegelich: In der Debatte geht gerade einiges durcheinander. Cambridge Analytica hat definitiv Daten von 220 Millionen wahlberechtigten Amerikanern – aber nicht Cambridge Analytica alleine. Es gibt eine Firma namens Catalyst im Hintergrund, die seit Jahren Daten für alle Kampagnen aufbereitet und gegen Geld zur Verfügung stellt. Dann hieß es, dass Cambridge Analytica über ihre Psychomodelle besonders erfolgreich sei und dadurch einen Vorteil gegenüber anderen Analysefirmen habe. Andere Leute sagen, dass Cambridge Analytica nie etwas mit diesen Psychogrammen gemacht hat. Rein vom Data-Science-Standpunkt her ist es eigentlich egal, ob ich versuche, diese Daten auf Psychokategorien oder auf politische Affinität – wer wählt Trump, wer wählt Clinton – zu fitten. Wenn die Daten gut genug sind und ich vernünftige Modelle anwende, werde ich schon was rausfinden.

c't: Also wird Cambridge Analytica überschätzt?

Simon Hegelich: Die ganze Psychologie dabei halte ich für Hype, aber wir haben mal versucht, auf Deutschland zu übertragen, was in den USA im politischen Bereich tatsächlich an Microtargeting betrieben wird. Wir konnten zeigen, dass man über Facebook sehr einfach Daten von einer halben Million Menschen in Deutschland findet, die auf den Seiten von SPD und CDU oder anderen Parteien irgendwelche Likes gesetzt haben. Wir können so Leute identifizieren, die zwischen den Parteien stehen und uns dann vollautomatisch anschauen, für welche Themen sie sich interessieren.

c't: Und wofür interessieren sich Wechselwähler?

Simon Hegelich: Das Verfahren kann ich übrigens beliebig regional runterskalieren: Zum Beispiel haben wir mal geschaut, wofür sich Leute im Berliner Wahlkreis Neukölln interessieren, die zwischen SPD und CDU stehen. Aus deren Social-Media-Aktivitäten konnte man als wichtigstes Thema „Schwarz-Grün“ herauslesen, also die Koalitionsoption.

Wenn ich solche Informationen habe, kann ich richtig loslegen und den Leuten gezielt Werbung auf Facebook einblenden. Oder ich äußere mich bei der nächsten Rede in diesem Wahlkreis positiv über Schwarz-Grün. Die Parteien können natürlich noch weiter gehen als wir, indem sie Daten aus ihren Facebook- oder WhatsApp-Gruppen auswerten, die teilweise geschlossen sind.

moderner Text-Mining-Algorithmus (Latent Dirichlet Allocation) zum Einsatz, der Texte anhand von darin gefundenen Schlagwörtern klassifiziert. Dazu haben die Forscher 100 Themen definiert: Topic Nummer 62 (Freihandelsabkommen) enthält beispielsweise die Wörter Handel, CETA, Europa, TTIP und EU, Topic Nummer 3 enthält Islam, Muslim, Kirche, Christlich und Glaube.

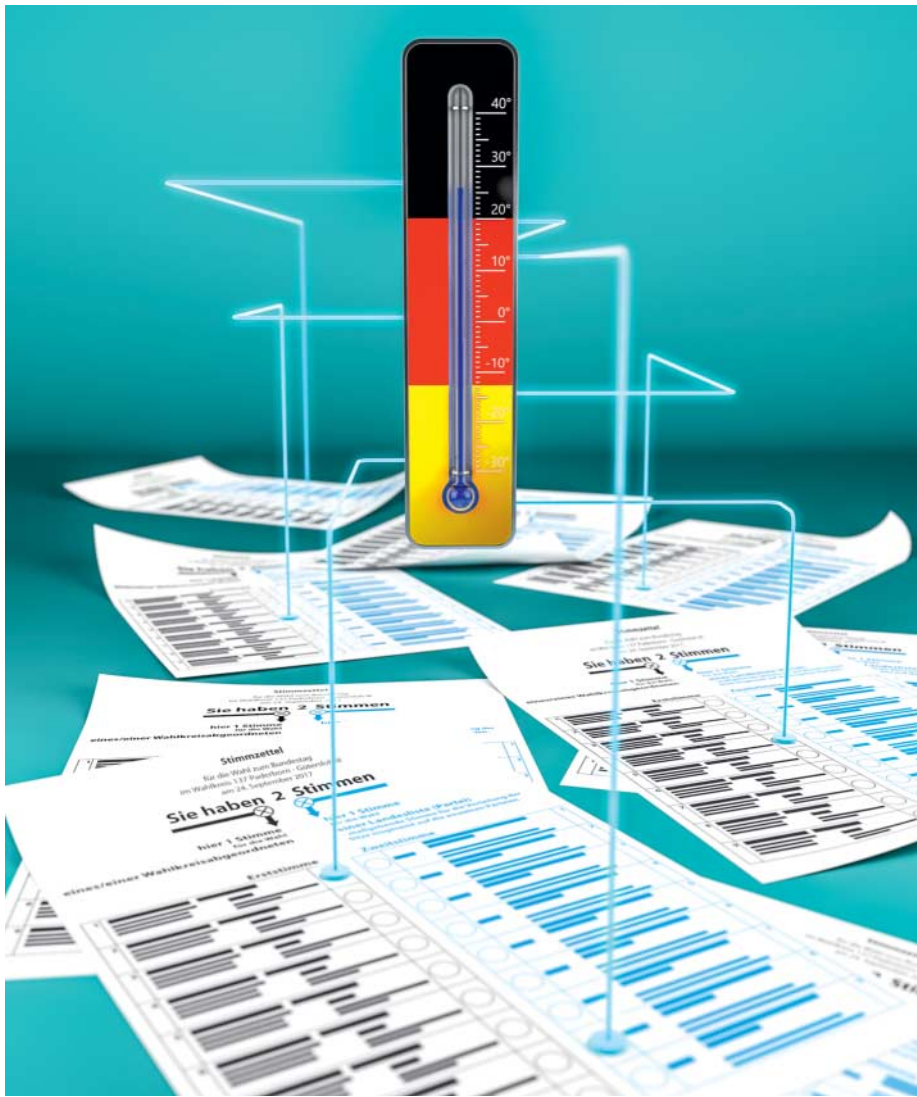
Dieses Wissen eröffnet Parteien interessante Handlungsoptionen. Sie können zum Beispiel Wechselwählern, die sich für ein bestimmtes Thema interessieren, zielgerichtete Werbung anzeigen. Als Beispiel haben die Forscher einen Nutzer identifiziert, der auf den CDU/CSU-Seiten einen Beitrag zum Thema Freihandelsabkommen geklickt und darüber hinaus Beiträge auf Seiten der AfD für gut befunden hat. Die Likes lassen darauf schließen, dass er sich auch für Mecklenburg-Vorpommern und konservative Werte interessiert – das genüge einem geübten Wahlkämpfer, um ihm personalisierte Wahlwerbung zu senden.

Darüber hinaus lassen sich Themen für strategisch wichtige Gruppen identifizieren. Der Studie zufolge interessieren sich etwa Wechselwähler, die zwischen CDU und SPD stehen, besonders für Topic 3, in dem es um Islam und Christentum geht. So lassen sich im Wahlkampf Themen besetzen, die auch potenzielle Wähler der Konkurrenzpartei ansprechen.

Microtargeting birgt den Wissenschaftlern zufolge ein echtes Dilemma zwischen kompletter Durchleuchtung und Daten-Sparsamkeit: Je mehr eine Partei über den Einzelnen weiß, umso besser kann sie ihn manipulieren. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass eine Partei oder Regierung ihre Politik nahezu automatisiert an Minderheiten ausrichtet, die die meisten Daten hinterlassen – und die Bedürfnisse der in sozialen Netzwerken weniger aktiven Mehrheit nicht mehr wahrgenommen werden.

Eine flächendeckende Erfassung kann aber zu Zuständen wie in den USA führen, wo Kampagnen auf Demobilisierung von Wählergruppen zielen, bestimmte Gruppen für den Wahlsieg wichtiger sind als andere und durch die umfassende Datenerhebung nahezu klar ist, wer was wählt. Das wäre das Gegenteil von frei, gleich und geheim. (atr@ct.de) **ct**

Quellen, Publikationen, „Political Data Science“-Blog: ct.de/yqbf



Wähler-Lotterie

So funktionieren politische Meinungsumfragen

Wahlvorhersagen sind bloße Quacksalberei, ist seit jüngsten Wahlüberraschungen vielfach zu vernehmen. Dabei sind wir in Deutschland seit den 60er-Jahren an treffsichere Hochrechnungen an Wahlenden gewöhnt. Was taugen die Umfrageergebnisse heute zur Wahlvorhersage? Wir vergleichen Anspruch und Wirklichkeit der Wahlforschung in Deutschland.

Von Peter Schüler

Nicht erst seit der Brexit-Abstimmung und der Trump-Wahl ist klar: Bei der Vorhersage von Wahlergebnissen liegen Demoskopien ab und an ziemlich daneben. Die Präsidentschaftswahlen in den USA 1948 und in Frankreich 2002 sind weitere Beispiele für Abstimmungen mit überraschenden, von den Vorhersagen deutlich abweichenden Ergebnissen. Andererseits treffen die Sozialwissenschaftler mit ihren Vorhersagen aber auch immer wieder ins Schwarze.

Laut der von Elisabeth Noelle-Neumann in den 1970er-Jahren formulierten

Theorie der öffentlichen Meinung haben befragte Menschen mitunter Hemmungen, ihre Meinung öffentlich zu äußern. Aktuell bekennt sich beispielsweise etwa jeder fünfte AfD-Anhänger nicht öffentlich zu dieser Präferenz. Deshalb korrigieren die Wahlforscher die Rohdaten aus Umfragen nach ihren Regeln. „Zwischen dem, was wir an Rohergebnissen erhalten, und dem, was wir als Prognose veröffentlichen, liegt manchmal eine Differenz von zehn oder elf Prozent“, sagte Noelle-Neumann 1987 in einem Interview mit der Zeitung Rheinischer Merkur/Christ und Welt.

Sind die Wissenschaftlichkeit und Präzision suggerierenden, oft sogar mit Nachkommastelle angegebenen Prognose-Werte der Meinungsforschungsunternehmen also lediglich das Ergebnis von politischen Einschätzungen und Spekulationen der Demoskopen? Woher stammen die Rohdaten dafür und wie werden sie weiter verarbeitet?

Begriffsklärung

Zunächst gilt es zu unterscheiden – zwischen amtlichen Statistiken und am Wahltag erstellten Wahlprognosen und Hochrechnungen auf der einen Seite und Hochrechnungen, die in den Monaten und Wochen vor einer Wahl veröffentlicht werden, auf der anderen Seite.

Bei jeder Landtags-, Bundestags- und Europawahl entstehen in Deutschland amtliche Statistiken über das Wahlverhalten unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen. Auf der Grundlage des Bundestagswahlgesetzes und entsprechender Landesgesetze erhalten Wähler in ausgesuchten, repräsentativen Stimmbezirken spezielle Wahlzettel mit vorgedruckten Angaben über Geschlecht und Altersgruppe. Diese Angaben werden für rund 3,5 Prozent aller Wähler erhoben.

Am Tag der Wahl entstehen bereits vor Beginn der Auszählungen die Wahlprognosen. Grundlage dafür sind Angaben, die zufällig befragte Wähler in ausgesuchten Stimmbezirken nach Verlassen des Wahllokals gemacht haben; diese Befragungen heißen im Fachjargon „Exit-Polls“. Deren Prognosequalität hängt unter anderem davon ab, ob eine ausreichende Zahl von Wählerangaben zusammenkommt, um tatsächlich den Wählerquerschnitt dieses Stimmbezirks abzubilden. Genauso wichtig ist es, dass alle Befragten wahrheitsgemäß antworten. Falls beispielsweise eine Familie gemeinsam zur Wahl geht und auf dem Nachhauseweg befragt wird, möchte

sich womöglich nicht jedes Familienmitglied vor den anderen zu seiner tatsächlichen Stimmabgabe bekennen.

Unmittelbar nach Schließung der Wahllokale errechnen die Wahlforschungsinstitute dann ihre Hochrechnungen, die – im Laufe des Abends immer wieder aktualisiert – Stoff für die TV-Sendungen am Wahlabend liefern. Sie basieren auf den bereits vorliegenden amtlichen Zählergebnissen aus ausgewählten Stimmbezirken. Die Institute korrigieren diese Ergebnisse mit speziellen Wichtungungsverfahren, um den Gesamtdurchschnitt des Wahlgebiets abzubilden.

Als das Institut für angewandte Sozialwissenschaften 1965 erstmals in Europa einen Großrechner zur Hochrechnung von Wahlergebnissen einsetzte, schlossen die Forscher schon aus den Ergebnissen von 12 der 248 Wahlkreise verblüffend präzise auf das bundesweite Wahlergebnis. Später am Abend, auf der Basis von 59 Auszählungen, trafen sie das tatsächliche Wahlergebnis auf Prozentbruchteile genau. Dabei waren die bis dahin ausgezählten Wahlkreise alles andere als repräsentativ: In diesen vorwiegend ländlichen Gebieten wichen die Zählergebnisse um mehrere Prozentpunkte

vom Bundesdurchschnitt ab. Offenbar hatten die Demoskopen genau die richtigen Korrekturen programmiert, um diese Effekte auszugleichen.

Hochrechnungen versus Prognosen

So sehr sie am Wahltag kurzfristig die Gemüter erregen, so schnell sind die Prognosen wieder vergessen. Weitaus spannender – sowohl für die Wählerentscheidungen als auch für die Wahlkampfstrategen der Parteien – sind die Meinungsumfragen in den Monaten und Wochen vor der Wahl und die daraus abgeleiteten Vorhersagen. Sie sind allerdings auch viel fehleranfälliger als Hoch-

rechnungen auf der Basis erster echter Stimmen. Regelmäßig weisen Wahlforscher deshalb darauf hin, man möge ihre Umfrageergebnisse keinesfalls als Prognosen deuten, sondern nur als Momentaufnahmen der politischen Stimmung.

In Deutschland führt eine ganze Reihe von Instituten Meinungsumfragen durch (siehe Kasten). Die Forschungsgruppe Wahlen (FGW) beispielsweise stellt ihren Umfrageteilnehmern regelmäßig die berühmte Sonntagsfrage („Wenn am nächsten Sonntag Bundestagswahl wäre?“). Die Antworten veröffentlicht die FGW einerseits als Rohdaten ohne Gewichtung unter der Bezeichnung „politische Stimmung“ im Web. Unter der Be-

Spezielle Stimmzettel aus Stichproben-Wahlbezirken verraten zusätzlich zum Kreuzchen auch das Geschlecht und die Altersgruppen-Zugehörigkeit, sonst aber nichts über den Wähler.

Umfrage-Institute in Deutschland

Folgende Institute betreiben in Deutschland herkömmliche Wahl- und politische Meinungsforschung oder sind zumindest in der Vergangenheit damit bekannt geworden:

TNS Emnid wurde bereits 1945 von Karl-Georg von Stackelberg gegründet; „Emnid“ steht für „Erforschung der öffentlichen Meinung, Marktforschung, Nachrichten, Informationen und Dienstleistungen“. Mittlerweile ist Emnid in der Unternehmensgruppe Kantar aufgegangen und wird nur noch als interne Marke geführt.

Die Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH (Forsa) betreibt politische Meinungsforschung sowie Marktforschung. Sie unterhält 300 Arbeitsplätze für Telefonumfragen, betreibt aber auch das geschlossene Netzwerk forsa.omninet mit

Panel-Teilnehmern aus 10.000 repräsentativ ausgewählten Haushalten. Das Forsa-Institut gilt einigen Betrachtern als SPD-nah.

Hauptaufgabe der Forschungsgruppe Wahlen e. V. (FGW) ist die Betreuung von Wahlsendungen des ZDF; die Gruppe wird exklusiv vom ZDF finanziert. Sie wickelt alle Umfragen über die FGW Telefonfeld GmbH ab, die auch für andere Auftraggeber arbeitet. Alle von der FGW erhobenen Daten sind öffentlich zugänglich.

Das Institut für angewandte Sozialforschung GmbH (Infas) war bis 1996 zuständig für die Wahlberichterstattung der ARD. Es befindet sich im Besitz der infas Holding AG.

Infratest-dimap, Gesellschaft für Trend- und Wahlforschung mbH, ist seit 1996 zuständig für Deutschlandtrend

und die sogenannte „Sonntagsfrage“ der ARD. Das Institut unterhält 1500 Telefon-Arbeitsplätze und 950 Stationen für persönliche Befragungen.

Die INSA Consulere GmbH wurde 2009 von Hermann Binkert gegründet und ist derzeit zuständig für den INSA-Meinungstrend der Bild-Zeitung. Nach mehreren Medienberichten steht Binkert in enger Beziehung zur AfD.

Das Institut für Demoskopie Allensbach GmbH im Besitz der gemeinnützigen Stiftung Demoskopie Allensbach wurde von Elisabeth Noelle-Neumann gegründet. Es gilt als politisch konservativ. Das Allensbacher Institut setzt überwiegend auf persönlich geführte Befragungen durch seine 1600 Interviewer. Es veröffentlicht Monatsberichte zu gesellschaftlichen Themen in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung.

zeichnung „Projektion“ finden sich auf der Webseite der Forschungsgruppe Wahlen. Diese berücksichtigen „längerfristige Überzeugungen und auch taktische Überlegungen“ der Wähler, heißt es dazu. Wie Rohdaten und „Projektion“ voneinander abweichen, zeigt die Grafik „Rohdaten und „Projektion“ zur Sonntagsfrage“.

Der Vergleich zeigt: Die Daten der Projektion variieren von Umfragetermin zu Umfragetermin viel weniger als die Rohdaten. Kritiker leiten daraus ab, dass die Werte der Projektion im Interesse eines stabilen Erscheinungsbilds geschönt werden. Matthias Jung, Geschäftsführer der Forschungsgruppe Wahlen, erklärt auf Anfrage von c't, die Projektion sei „ein time-lag-Modell, bei dem eine statistische Glättung vorgenommen wird, sodass erst durch mehrere Messzeitpunkte ermittelte Trends in vollem Umfang in den Projektionswert eingehen“.

Sowohl bei telefonischen Befragungen als auch bei Exit-Polls hätten seine Forscher zum Beispiel bei der AfD und früher bei der Linken eine unterdurchschnittliche Bekenntnisbereitschaft festgestellt, so Jung. Deshalb würden die Ergebnisse für diese Parteien für die Projektion unter Annahme einer „Dunkelziffer“ korrigiert. Den umgekehrten Effekt gebe es meist bei den Grünen: Hier müssten die Zahlen aufgrund einer unrealistisch hohen Bekenntnisbereitschaft kleiner gerechnet werden.

Die wenigsten Meinungsforscher veröffentlichten – so wie die Forschungsgruppe Wahlen – zusätzlich zu ihren Vorhersagen auch die erhobenen Rohdaten. Die Hausregeln, nach denen die einzelnen Institute aus dem Rohmaterial ihre Vorhersage erstellen, hüten die Forscher ohnehin sorgsam als Berufsgeheimnisse. Menno Smid, Geschäftsführer des Instituts für angewandte Sozialforschung, erläuterte

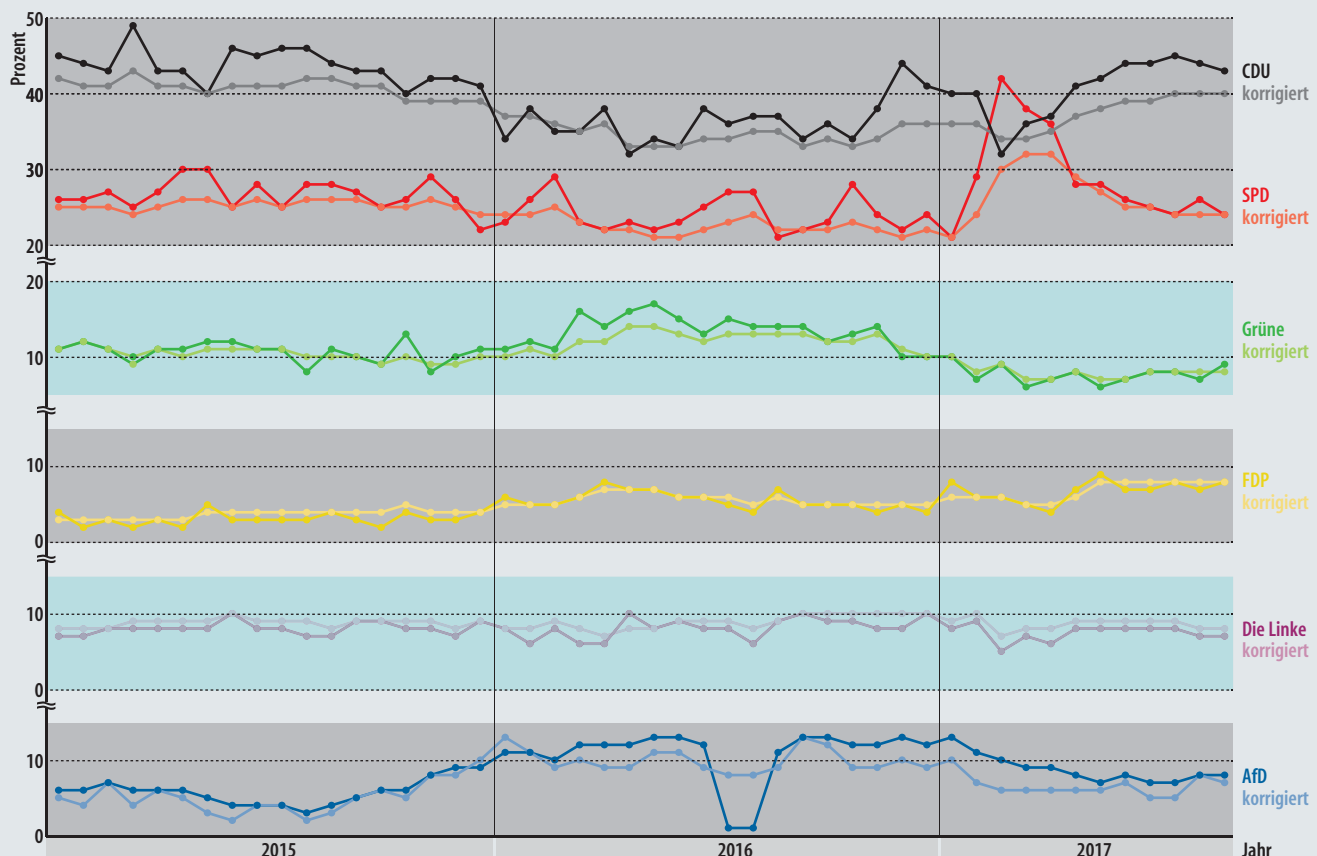
auf unsere Anfrage, warum viele Institute mit undokumentierten Korrekturen arbeiten. Dies sei dem Umstand geschuldet, dass manche Begleitdaten für die Beurteilung der Datensätze unsicher seien. Zum Beispiel sei allgemein bekannt, dass sich die Angaben der befragten Wähler zu ihrem Votum bei der vorherigen Wahl oft nicht mit den tatsächlichen Ergebnissen der vorigen Wahl in Einklang bringen lassen. Smid bewertet das Ergebnis dieser Korrekturverfahren positiv: „Als gelernter Statistiker bin ich immer wieder erstaunt, wie nahe manche Umfrageergebnisse an den tatsächlichen Wahlergebnissen liegen. Aus statistischen Überlegungen heraus müsste man mit viel größeren Streuungen rechnen.“

Zufall und Wirklichkeit

Damit eine Befragung repräsentative Ergebnisse liefern kann, muss die Stichprobe alle Bevölkerungsschichten ange-

Rohdaten und „Projektion“ zur Sonntagsfrage

Die Forschungsgruppe Wahlen (FGW) stellt regelmäßig gut 1000 zufällig ausgewählten Probanden die Frage „Wie würden Sie wählen, wenn am kommenden Sonntag Bundestagswahl wäre?“ Die fiktiven Stimmanteile, wie sie sich aus den gesammelten Antworten ergeben, korrigieren die Forscher nach undokumentierten Gesichtspunkten zur sogenannten Projektion, die das ZDF regelmäßig im Rahmen des Politbarometers publiziert. Immerhin veröffentlicht die FGW auf ihrer Webseite für jede Partei die Rohdaten und die errechnete Projektion. Daraus haben wir aufgetragen, wie das Ausmaß der Korrekturen von Termin zu Termin variiert.



messen berücksichtigen. Die Qualität der Vorhersagen steht und fällt also mit der Auswahl der Befragten. Hier setzen die meisten Institute auf ein Zufallsverfahren. Für eine Telefonbefragung wird das Wahlgebiet in Zonen eingeteilt und für jede Zone spuckt ein Computer zufällig ermittelte Telefonnummern aus. Bei den Forschern heißt dieses Erhebungsverfahren CATI (Computer Assisted Telephone Interview).

Die Nummern stammen aus der Liste aller Festnetz-Anschlüsse – auch derjenigen, die nicht im Telefonbuch stehen. Ein Problem, das in Zukunft immer schwerer wiegen wird: Bei dieser Vorgehensweise fallen Mobilfunknummern unter den Tisch. Das liegt zum einen daran, dass Mobilfunk-Provider nicht sehr kooperativ sind, wenn es um die Auflistung ihrer Mobilfunknummern geht. Im sogenannten Dual-Frame-Verfahren werden deshalb zusätzlich ausgewürfelte Mobilfunknummern angerufen – ob diese nun vergeben sind oder nicht.

Statistische Unwägbarkeiten

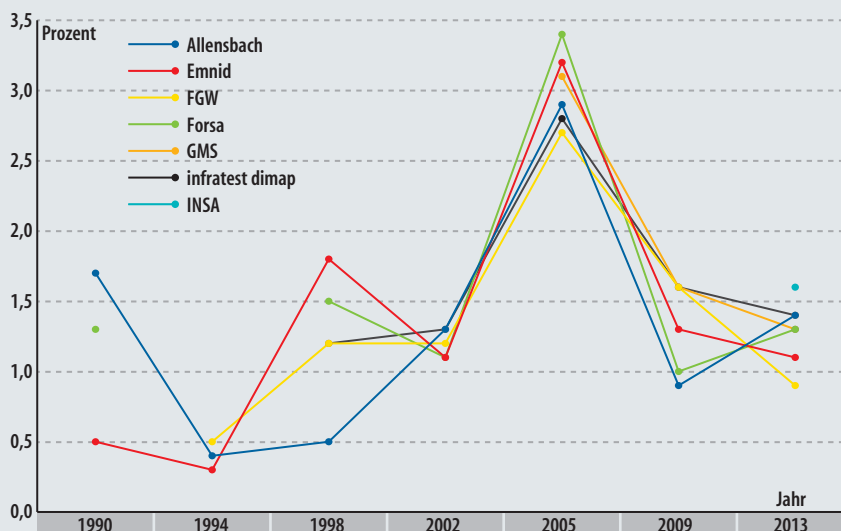
Hat der Interviewer einen Partner ans Telefon bekommen, folgt Stufe zwei des Auswahlverfahrens. Dann wird – ebenfalls nach Zufalls-Gesichtspunkten – ein Mitglied des erreichten Haushalts ausgewählt, zum Beispiel dasjenige, das zuletzt Geburtstag hatte. Um dieses Haushaltsmitglied dann auch befragen zu können, muss der Interviewer unter Umständen die Telefonnummer notieren und mehrfach anrufen, bis er den gewünschten Gesprächspartner antrifft.

Das Institut für Demoskopie Allensbach nimmt eine Sonderstellung ein: Als einziges in Deutschland wählt es seine Ansprechpartner im sogenannten Quotenverfahren aus. Dabei werden von vornherein Bevölkerungsgruppen mit bestimmten Merkmalen abgesteckt, etwa Jungwählerinnen in städtischen Gebieten, und dann werden daraus ebenfalls zufällige Ansprechpartner adressiert. Das Allensbacher Institut setzt dabei vor allem auf persönliche Befragungen, und die Interviewer befragen erreichte Ansprechpartner nur dann, wenn die Quote von Bürgern mit dieser Merkmalskombination noch nicht erreicht ist.

Trotz sorgfältiger Auswahl ist bei den typischen Stichprobengrößen von ein paar Tausend Befragten keineswegs sicher, dass in der Stichprobe alle Merkmale im selben Verhältnis vertreten sind wie in der

Varianzen bei Bundestagswahlen

Jede Vorhersage eines Wahlforschungsinstituts, die Partei XYZ werde x Prozent aller Stimmen erhalten, kann man nachträglich mit deren tatsächlichem Ergebnis y vergleichen. Summiert man über alle Parteien die quadrierten Abweichungen zwischen den jeweiligen Prognosen eines Instituts und den Ergebnissen $(y - x)^2$, errechnet sich darüber die Varianz der Prognosen dieses Instituts für diese Wahl in Prozentpunkten. Als Schätzwert kann man annehmen, dass künftige Wahlprognosen mit etwa 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit höchstens um den doppelten Wert der Varianz vom Wahlergebnis abweichen werden. Das gilt aber nur, wenn keine Sondereffekte eintreten wie etwa 2005, als sich überraschend für alle Institute viele Wähler für eine Leihstimme an die FDP entschieden haben.



Grundgesamtheit. Die resultierenden sogenannten Lotteriefehler versuchen die Wahlforscher durch Wichtungsfaktoren auszugleichen. Wenn beispielsweise mehr Antworten von Männern als von Frauen vorliegen, muss man die Antworten der Frauen etwas höher wichten; Gleiches gilt für Jungwähler oder Dorfbewohner.

Doch auch eine sorgfältige Gewichtung garantiert keine zutreffende Vorhersage, denn erklärtermaßen liefern die Umfragen nur momentane Stimmungsbilder. Aufgrund von Ereignissen kurz vor der Wahl könnten sich Präferenzen noch ändern. Selbst wenn das nicht geschieht, könnten Wahlberechtigte aus taktischen Überlegungen handeln, beispielsweise eine Leihstimme abgeben oder – aufgrund von Vorhersagen – den Eindruck gewinnen, für den gewünschten Wahlausgang müssten sie sich gar nicht mehr ins Wahllokal bemühen.

Fehlerbetrachtung

Wie in der Illustration „Varianzen bei Bundestagswahlen“ beschrieben, haben wir die Streuung von Wahlprognosen vor Bundestagswahlen ermittelt. Mit Ausnahme

der Wahl 2005, als alle Institute vom vermeintlichen Leihstimmenanteil für die FDP überrascht wurden, ergeben sich Varianzen von weniger als zwei Prozentpunkten. Daraus lässt sich empirisch ableiten, dass man für eine beliebige Vorhersage mit 95-prozentiger Sicherheit unterstellen darf, dass sie das tatsächliche Wahlergebnis für eine Partei auf \pm vier Prozentpunkte genau treffen wird, bei kleineren Parteien tendenziell etwas genauer. Nicht ohne Grund sträuben sich die Wahlforscher jedoch, derlei Vertrauensbereiche a priori zu beziffern.

Trotz vieler Unwägbarkeiten und ungeachtet übertriebener Präzisions-Erwartungen anhand der veröffentlichten, übertrieben genauen Wahlvorhersagen haben die Demoskopien bisher also meist gehalten, was man methodenbedingt erwarten darf. Aber die Veränderung der Kommunikationsgewohnheiten wird sich künftig auch auf die Demoskopie auswirken. Nicht nur die politische Diskussion findet immer stärker im Internet statt – auch als Umfrage-Plattform gewinnt das Web an Bedeutung, wie der folgende Artikel zeigt.

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



Deutungshoheiten

Online-Umfragen, Modelle, Big-Data-Ansätze

Deutschland abtelefonieren und Antworten ernten – diese Zeiten sind bald vorbei. Am Ende ist die Demoskopie deshalb noch lange nicht. Denn aus der kniffligen Lage entstehen neue Modelle und Methoden, die die Szene bereichern.

Von Andrea Trinkwalder

Anfang August in Deutschland: Während sich das halbe Land noch träge durch die Hochsommerhitze schleppt, spitzen Demoskopen und andere Auguren die Stifte. Anders als in den USA oder Großbritannien dominieren zwar hierzulande noch die Säulendiagramme der etablierten Meinungsforschungsinsti-

tute das Bild. Aber wer sich ein wenig umsieht, stößt auch auf kühne Prognosemodelle und clever organisierte Online-Umfragen. Die Frage, wer diesmal ins Schwarze trifft und wer grob daneben greift, ist damit fast spannender als das Wahlergebnis selbst. Das vorschnelle Urteil „Fehlprognose“ ist nicht angebracht, weil Demoskopen keine Prognosen abgeben, sondern Stimmungen messen und ihre Ergebnisse von statistischen Fehlern getrübt werden – bei einem Kopf-an-Kopf-Rennen liegt also ein Sieg der einen oder der anderen Seite im Bereich dieses Fehlers.

Junge Onlineer

Internet-Umfragen sind billiger als telefonische, weil sie einfacher durchzuführen sind. Allerdings hängt ihnen der Ruf an, nicht repräsentativ zu sein – eine durchaus berechtigte Kritik: Vor zehn Jahren besa-

ßen gerade mal 58 Prozent der Bevölkerung einen Internetzugang, vor allem ältere Menschen waren kaum präsent. Aber die Zeit spielt für die Online-Meinungsforscher. Mittlerweile ist laut einer ARD-Studie vom Oktober 2016 nahezu jeder der 14- bis 49-Jährigen online, bei den 50- bis 69-Jährigen sind es 82 Prozent. Schwierigkeiten könnte indes noch die Gruppe der über 70-Jährigen bereiten, die lediglich zu 45 Prozent via Internet ansprechbar ist; der D21-Studie von TNS Infratest zufolge sind es sogar nur 36 Prozent. Diese Gruppe stellt immerhin ein Fünftel der Wahlberechtigten.

Ein großer Vorteil der Online-Befragung: Die Teilnehmer sind viel leichter erreichbar. Trotzdem müssen sich die Firmen einiges ausdenken, um eine Stichprobe mit repräsentativem Charakter zu gewinnen. Schließlich existiert kein mit

dem Telefonbuch vergleichbares Verzeichnis beziehungsweise keine Systematik, nach der sich jeder erwachsene deutsche Bürger beliebig kontaktieren ließe. Für repräsentative Aussagen wie etwa die Sonntagsfrage streuen Online-Marktforscher ihre Umfragen deshalb möglichst breit oder werben gezielt Mitglieder an, die sie bei Bedarf ansprechen. Denn Umfragen über ein einziges reichweitenstarkes Medium wie Bild.de oder Spiegel.de lassen lediglich Aussagen über einen besonders meinungsstarken Teil der Leser zu, nicht aber über die Gesamtleserschaft oder gar die Gesamtbevölkerung.

Der international aktive Umfragekonzern YouGov hat in Deutschland laut eigener Aussage eine Mitgliederdatenbank mit 240.000 registrierten Erwachsenen aufgebaut, die er auf unterschiedlichen Wegen rekrutiert hat: über Online-Werbung, Offline-Aktionen sowie Partnerschaften mit diversen Websites. Zur Bundestagswahl 2017 stellt YouGov erstmals die Sonntagsfrage, und zwar für die Hannoversche Madsack-Mediengruppe (HAZ, Neue Presse), veröffentlicht die Ergebnisse aber auch auf der eigenen Homepage. Das deutsche Start-up Civey wurde erst 2015 gegründet. Dessen Methoden entwickeln Forscher der Universität Rhein-Waal.

Der Hauptunterschied bei der Arbeitsweise von YouGov und Civey liegt im Anwerbeverfahren und der Auswahl der Studienteilnehmer. Civey spielt Umfragen

auf rund 10.000 verbundenen Websites sowie bei den bereits 200.000 registrierten Mitgliedern aus (Riversampling). Jeder, der sich hier registriert, kann mit abstimmen, allerdings fließen nur etwa 5000 der abgegebenen Wahlabsichten ins Ergebnis ein. Die benötigte Teilnehmerzahl wird hier nicht als klassische Zufallsstichprobe aus dem gesamten Pool gezogen, sondern als sogenanntes Non-Probability-Sample: Beim Ziehen achtet der Algorithmus darauf, dass ein repräsentativer Querschnitt entsteht, also etwa Frauen und Männer im demografisch korrekten Verhältnis 52:48 vertreten sind und junge, mittlere und ältere Menschen gemäß der Altersstruktur in der Bundesrepublik. Diese gewichteten Daten werden anschließend nochmals nachgewichtet, um verbliebene Verzerrungen zu korrigieren und Manipulationen zu verhindern. Hierbei kommen zusätzlich abgefragte Faktoren wie Parteipräferenz, Berufsstand oder die Einstellung zu bestimmten Themen ins Spiel.

Anders als bei Civey dürfen YouGov-Mitglieder nur ihre Meinung kundtun, wenn sie – ebenfalls per Non-Probability-

Algorithmus – dazu eingeladen werden. YouGov gibt an, die Rohdaten nicht nur nach Alter, Geschlecht, Bildung und Region zu gewichten, sondern auch nach der zuletzt gewählten Partei, dem politischen Interesse, der langfristigen Parteineigung

und der ebenfalls abgefragten Wahrscheinlichkeit, dass eine Person überhaupt zur Wahl geht.

Jede Methode hat ihre Stärken und Schwächen: Die Telefon-Demoskopen haben als einzige die Chance, mit einer Stichprobe von 2000 Telefonnummern ein klassisches repräsentatives Sample aus den 60 Millionen Wahlbe-

rechtigten zu ziehen, müssen in der Praxis aber mittlerweile sehr hohe Verweigerungs- und Nichterreichbarkeits-Raten ausgleichen. Bei Civey stelle sich dieses Problem erst gar nicht, erläutert Gründerin Janina Mütze gegenüber c't: „Wir befragen eine außergewöhnlich große Anzahl an Teilnehmern in ganz Deutschland, bis wir sicher sein können, dass aus dieser Gruppe nach repräsentativen Gesichtspunkten eine Stichprobe gezogen werden kann.“

YouGov-Forschungsleiter Holger Geißler gibt sich im Gespräch mit c't überzeugt, dass „online ehrlicher geantwortet“ wird, telefonisch würden „keine extremen Meinungen geäußert“. Dafür haben die Telefon-Demoskopen „viel Erfahrung und Zeitreihen“, um Stichproben-Verzerrungen auszugleichen. Auf der YouGov-Website kann man die Rohdaten und Gewichtungparameter zur Sonntagsfrage öffentlich einsehen, Civey erlaubt nur einen Vergleich der Rohdaten mit den gewichteten Ergebnissen. Forsa, Allensbach & Co. halten ihre Gewichte ebenfalls unter Verschluss. So kann man die verschiedenen Methoden nur indirekt vergleichen, nämlich indem man nach der Wahl prüft, wie nah die erhobenen Daten am Wahlergebnis lagen.

Modellieren statt fragen

Um das wahre Wahlverhalten hinter halbherzig geäußerten Absichten zu enthüllen, experimentieren Forscher mit neuen Methoden. Sie gestalten beispielsweise Fragen und Studien so, dass sich die Unsicherheit von Spätentscheidern auch im

»Wahlprognosen sind eine zu ernste Sache, als dass man sie den Meinungsforschern überlassen sollte.«

Thomas Gschwend



Für Neugierige: Wer bei Civey abstimmt, darf einen Blick auf das vorläufige Ergebnis der Umfrage werfen. Sie vermittelt immerhin einen Eindruck, wie stark sich die Auswertung der Rohdaten (rechts) von den Ergebnissen der repräsentativen Stichprobe unterscheidet.

Civey hat die Umfrage erstellt

Helfen Sie uns Civey zu verbessern: Was ist Ihr aktueller Berufsstand?

☐ Berufstätig in Vollzeit
☐ Berufstätig in Teilzeit
☐ Selbstständig
☐ Arbeitslos
☐ In Rente / Pensioniert
☐ Im Studium
☐ Sonstiges (Schüler, Arbeitsunfähige, etc.)

Mehr wissen, besser gewichten: Online-Umfragedienstleister wie Civey pflegen detaillierte Nutzerprofile, um ihre Ergebnisse auch nach Neigungen und politischen Ansichten nachzujustieren.

Stimmungsbarometer niederschlägt. In den USA schon länger etabliert, aber in Deutschland relativ neu sind wissenschaftliche Modelle, die versuchen, die Wählergunst auf möglichst wenige, leicht messbare Faktoren zu reduzieren.

Das bestechend einfache Kanzlermodell von Thomas Gschwend (Universität Mannheim) und Helmut Norpoth (Stony Brook University, New York) ermittelt nicht die Stimmenanteile einzelner Parteien, sondern die Erfolgsaussichten von Koalitionen. Den Forschern genügen gerade mal drei leicht messbare Faktoren, um den gemeinsamen Stimmenanteil zu berechnen. Die daraus konstruierte „Kanzlerformel“ ist eine simple lineare Gleichung mit drei Variablen, etwa die Prognose für Schwarz-Gelb: $-8,95277 + 0,3886261 \cdot \text{KAN} + 0,7864119 \cdot \text{PAR} - 1,175033 \cdot \text{AMT}$.

Als langfristige Komponente (PAR) geht hier die Treue der Wählerschaft zu beiden Koalitionsparteien ein. Allein aufgrund dieses Treue-Effekts dürfen Parteien regelmäßig mit etwa drei Vierteln ihrer „historischen“ Quote aus den vergangenen drei Bundestagswahlen rechnen. Stimmeinbußen müssen Regierungsparteien aufgrund eines mittelfristigen Abnutzungseffekts (AMT) hinnehmen, der mit jeder Legislaturperiode zunimmt. Diese beiden Einflussfaktoren sind bereits lange vor der Wahl bekannt. Der dritte Faktor kann sich bis kurz vor der Wahl ändern und diese durchaus noch kurzfristig entscheiden: die Popularität des amtierenden Kanzlers (KAN). Für Schwarz-Gelb schätzte das Modell am 1. 8. 2017 einen Stimmenanteil von 49,8 und für Schwarz-Grün 49,3 Prozent.

Um einen solchen Minimalsatz an starken erklärenden Variablen zu finden,

haben Gschwend und Norpoth zunächst historische Daten zu allen möglichen Faktoren gesammelt und deren Einfluss auf das Ergebnis der vergangenen Wahlen per Regressionsanalyse untersucht. Interessant ist, dass es keine nennenswerte Verbesserung der Prognosequalität brachte, zusätzliche wirtschaftliche Kennzahlen wie etwa das Bruttoinlandsprodukt oder die Arbeitslosigkeit zu berücksichtigen. Gschwend erklärt dies auf Nachfrage von c't damit, dass sich die wirtschaftliche Entwicklung stark genug in der Popularität des amtierenden Kanzlers widerspiegelt.

Den Popularitätswert gewinnt Gschwends Modell übrigens aus der Kanzlerfrage, die von klassischen Umfrage-Instituten durchgeführt wird („Für wen würden Sie sich entscheiden, wenn Sie den Kanzler direkt wählen könnten?“). Für Gschwend hat die Kanzlerfrage auch den praktischen Nebeneffekt, ein wenig von der wahren Wahlabsicht unentschlossener oder strategischer Wähler zu erfassen. Dem Forscher zufolge fällt es vielen Menschen Wochen oder Monate vor der Wahl leichter, sich auf eine Person festzulegen als auf eine Partei. Wie zur Bestätigung legte das Modell gleich beim ersten Einsatz 2002 mit seiner 47,1-Prozent-Prognose für Rot-Grün eine Punktlandung hin und erwies sich auch bei den folgenden Bundestagswahlen als recht präzise. „Genau richtig – das ist natürlich Zufall“, relativiert Gschwend gegenüber c't, „da kann man auch mal drei bis vier Prozentpunkte daneben liegen“. Auch fange das Modell kurzfristige extreme Effekte wie das unerwartete Erstarken einer neuen Partei oder eine außergewöhnlich geringe Wahlbeteiligung nicht automatisch ab. 2013 etwa griff die Kanzlerformel mit ihrer früh prognostizier-

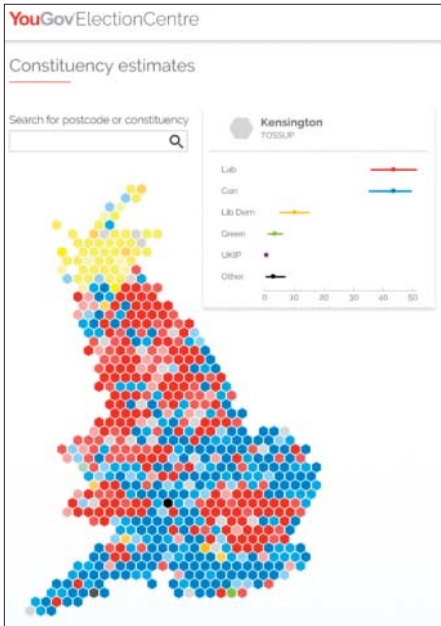
ten Schwarz-Gelb-Koalition daneben, weil sie das Ausmaß der Wählerwanderung von der FDP zur AfD nicht erfasst hatte.

Parteien-Modelle

Um Parteien auch einzeln einschätzen zu können, hat Gschwend zusammen mit Kollegen der Universitäten Mannheim, Berlin und Zürich ein weiteres Modell entwickelt (zweitstimme.org), das aktuelle Daten aus der klassischen Sonntagsfrage mit einer strukturellen Komponente koppelt. Allein anhand der strukturellen Komponente – also lange vor der Wahl – lässt sich für jede Partei schätzen, wie hoch wohl deren späterer Stimmenanteil sein wird. Allerdings ist die Unsicherheit zu diesem Zeitpunkt aufgrund der mageren Informationslage noch relativ groß und die Vorhersage relativ ungenau.

Die aus dem Vorwissen resultierende Wahrscheinlichkeitsverteilung nennt man A-priori-Verteilung. Nun kommen wöchentlich Informationen aus der Sonntagsfrage hinzu, die die Datenlage stark verbessern. Deshalb müssen die A-priori-Verteilungen nachjustiert werden. Die mithilfe der neuen Informationen berechnete bedingte Verteilung heißt A-posteriori-Verteilung. Dieses als Bayes'sche Statistik bekannte Verfahren kann man sich als ständigen Abgleich von Hypothese und wahren Beobachtungen vorstellen. Aufgrund der Komplexität des Modells können die A-posteriori-Verteilungen nicht funktional berechnet werden, weshalb die Forscher den Wahlausgang hunderttausend Mal simulieren. Der prognostizierte Stimmenanteil einer Partei ergibt sich dann aus dem Mittelwert der zugehörigen Verteilung, der statistische Fehler aus der Standardabweichung.

Während in Gschwends Rechnungen Daten aus aktuellen Umfragen eingehen, haben die Forscher Mark Kayser und Arndt Leininger von der Hertie School of Governance ein Modell entwickelt, das sich rein auf tatsächliche Wahlentscheidungen und messbare ökonomische Faktoren stützt: In ihrem System entscheiden nicht nur die letzte Bundestagswahl und die Dauer der Kanzlerschaft über Prozente, sondern auch die Ergebnisse der vorangegangenen Landtagswahlen und das bundesweite Wachstum des Bruttoinlandsprodukts im Quartal vor der Wahl. Anhand dieser Faktoren prognostizieren die Wissenschaftler das Wahlergebnis jeder Partei in jedem Bundesland. Kayser und Leininger halten übrigens große und



Mit statistischen Methoden wie dem MRP-Verfahren lassen sich auch bei magerer Datenlage Erkenntnisse gewinnen, hier etwa über die Wahlkreise in Großbritannien. Das dazu nötige Wissen extrahieren Forscher aus einem großen, überregionalen Datensatz.

Jamaika-Koalition für möglich, Schwarz-Gelb für eher unwahrscheinlich.

Big-Data-Orakel

Die Ergebnisse pro oder contra Brexit und bei der Wahl des US-Präsidenten waren knapp. So knapp, dass die vermeintlichen Fehleinschätzungen vom statistischen Fehler gedeckt waren. Allerdings gab es durchaus Modelle, die in den Kopf-an-Kopf-Rennen die richtige Tendenz erkannt haben – unter anderem ein Big-Data-Verfahren, das YouGov parallel zu seiner klassischen Umfrage sowohl beim Brexit-Referendum als auch bei den diesjährigen britischen Unterhauswahlen erfolgreich getestet hat. Die Methode ist als Multilevel Regression and Post Stratification sowie unter den Abkürzungen MRP und Mister P bekannt. Das Verfahren ermöglicht es beispielsweise im US-amerikanischen und britischen Wahlsystem, Daten aus nationalen Umfragen so aufzubereiten, dass sie exaktere Aussagen über einzelne Bundesstaaten oder gar Wahlkreise zulassen. Da meist nicht für alle Wahlkreise ausreichend große Stichproben vorliegen, versuchen die Forscher anhand der überregionalen Daten das Wahlverhalten bestimmter Wählergruppen ein-

zuschätzen und diese Erkenntnisse auf Regionen mit magerer Datenlage zu übertragen. Als YouGov den Konservativen frühzeitig den Verlust der absoluten Mehrheit mit bis zu 20 Sitzen in Aussicht stellte, hagelte es Spott und herbe Kritik, Tories-Berater Jim Messina verunglimpfte das MRP-Modell sogar als „idiotic“.

Die Methode beruht auf der Annahme, dass Menschen mit ähnlichen Charakteristika unabhängig davon, wo sie wohnen, auch ähnlich – nicht identisch – wählen. Eine Herausforderung besteht darin, aussagekräftige (Zensus-)Daten zusammenzutragen, um die Verteilung solch fein differenzierter Zielgruppen in einzelnen Wahlkreisen korrekt einschätzen zu können. YouGov Deutschland möchte das MRP-Modell noch rechtzeitig fit für die Bundestagswahl 2017 machen, in Deutschland sei die Lage allerdings schwieriger als in Großbritannien, „weil man andere Daten zur Verfügung hat“ und „das statistische Bundesamt restriktiver“ sei, umreißt Geißler die verbliebenen Probleme, für die man noch Lösungen finden müsse. Civey ist ebenfalls am Ball: „Multilevel Regression ist definitiv eines der spannendsten Verfahren“, das man in ausgewählten Umfragen bereits teste und 2018 flächendeckend einsetzen wolle.

Solider Schnitt

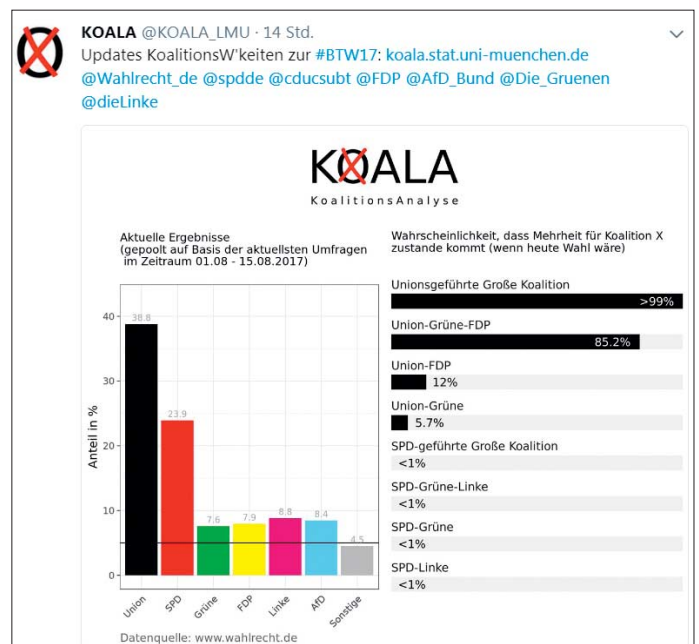
Wer nicht auf eine einzige Philosophie wetten mag, schaut am besten bei Pollyvote von Andreas Graefe und dem interaktiven Koalitionsrechner koala17 von An-

dreas Bender und Alexander Bauer (LMU München) vorbei (siehe ct.de/y6ct). Pollyvote schätzt den Wahlausgang, indem es Ergebnisse von Modellen, Umfragen, Wettbörsen und Expertenbefragungen mittelt. Mit koala17 lassen sich diverse Handlungsszenarien simulieren, etwa Möglichkeiten der Koalitionsbildung und Sitzverteilungen einzelner Koalitionen. Auch hier kommt Bayes'sche Statistik zum Einsatz, allerdings fließen in die Berechnung ausschließlich miteinander verrechnete Sonntagsfrage-Daten der Meinungsforschungsinstitute ein, die über einen Zeitraum von 14 Tagen erhoben wurden. Per Simulation werden zunächst Wahrscheinlichkeiten für die Sitzverteilung im Bundestag ermittelt. Auf dieser Grundlage kann der Nutzer nun interaktiv für jede Partei verschiedene mögliche Optionen durchspielen.

Jede Methode hat individuelle Stärken und Schwächen, die sich je nach aktueller Situation unterschiedlich auswirken dürften. Den Wahlsieger vorherzusagen ist in diesem Jahr wohl keine große Kunst, einige Unsicherheit dürfte aber in der Einschätzung der kleinen Parteien und den möglichen Alternativen zur großen Koalition liegen. Spannend wird auch, wie die durch YouGov und Civey vertretene Online-Avantgarde gegenüber den etablierten Meinungsforschern abschneidet. (atr@ct.de) **ct**

Modell- und Umfrageergebnisse, Publikationen: ct.de/y6ct

Der interaktive Koalitionsrechner koala17 der LMU München rechnet verschiedene Szenarien durch, etwa die Chance von Parteien auf Regierungsbeteiligung oder die wahrscheinliche Sitzverteilung von Koalitionen im Bundestag.



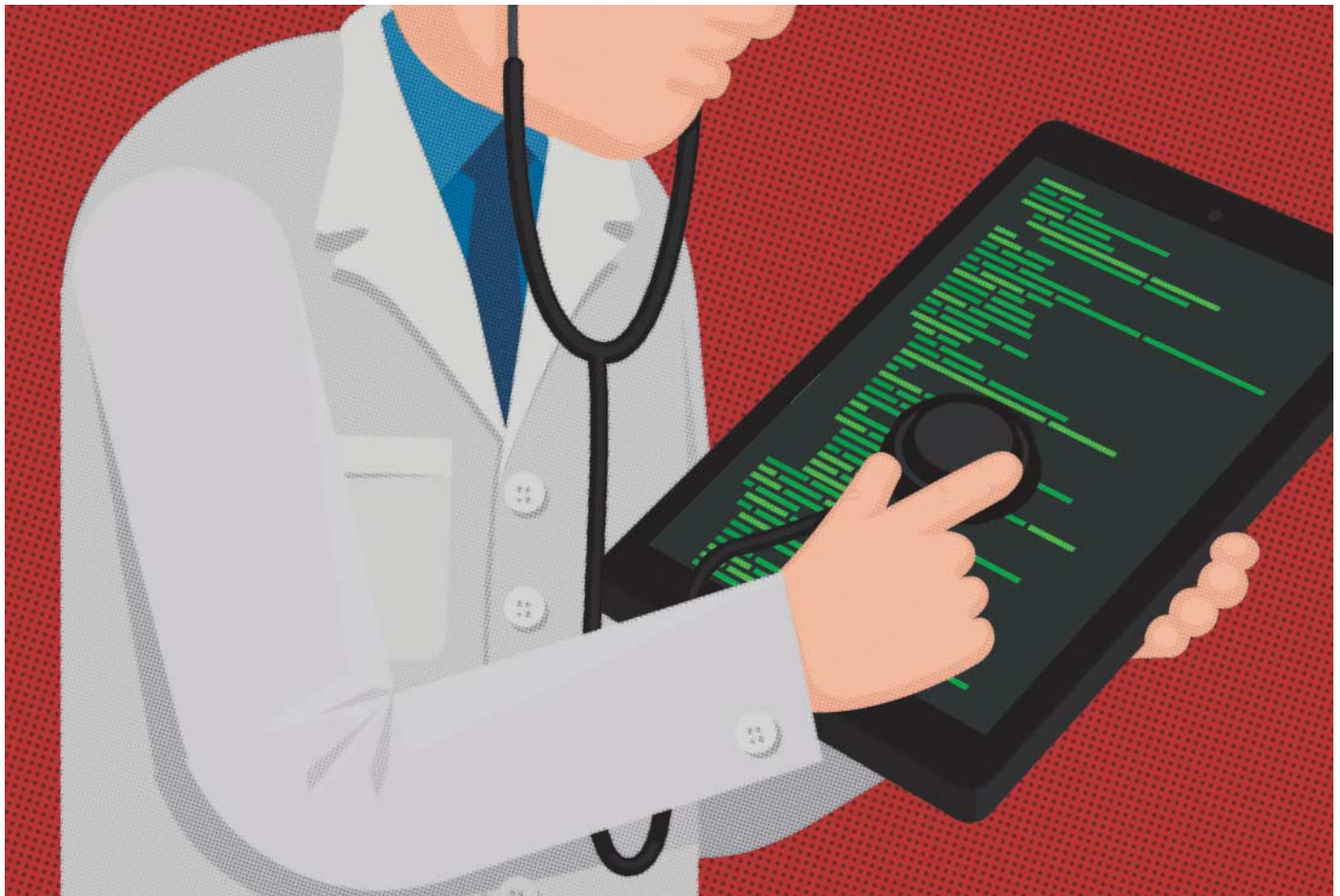


Bild: Jörg Niehage

Prüfungs-Placebo

Datenschutzbehörden tun sich mit technischen Prüfungen schwer

Die Datenschutzaufsichtsbehörden dürfen ab 2018 Bußgelder in Millionenhöhe bei Verstößen gegen Datenschutzvorschriften verhängen. Um diese bei Software oder in Webseiten nachzuweisen, benötigt man allerdings ein IT-Labor, über das nur wenige Behörden verfügen. Zudem steckt die Entwicklung datenschutzspezifischer Prüf- und Audit-Tools noch in den Kinderschuhen. Aber es gibt spannende Ansätze.

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Nächstes Jahr muss die europäische Datenschutzgrundverordnung in deutsches Recht umgesetzt werden. Die Datenschutzaufsichtsbehörden sollen dann Unternehmen und öffentliche Stellen intensiver prüfen. Sie sollen nicht nur untersuchen, ob die Datenverarbeiter die Anforderungen an die IT-Sicherheit erfüllen, sondern auch, ob organisatorische Vorgaben erfüllt werden. Das betrifft beispielsweise Privacy by Design, also in der Struktur von Software verankerter Datenschutz, und Privacy by Default, die Richtschnur, dass restriktive Datenschutzeinstellungen bei allen Prozessen die Standardvorgabe sein sollen. Verstößen Unternehmen gegen Datenschutzvorschriften, können die Behörden künftig deutlich höhere Bußgelder verhängen. Sie müssen dann allerdings auch in der Lage

sein, diese Bußgelder vor Gericht durchzusetzen, indem sie hieb- und stichfeste Beweise liefern. Dabei wird die Güte technischer Prüfungen und Audits eine große Rolle spielen.

Wie eine Umfrage von c't unter allen 18 deutschen Datenschutzaufsichtsbehörden zeigt, ist bislang aber keine Behörde personell, methodisch und technisch für diese Aufgabe gerüstet. Die vorwiegende Anzahl von Prüfungen erfolgt traditionell per Schriftwechsel oder über Fragebögen und wird in erster Linie juristisch und nicht technisch bewertet. Wie umfangreich und tief die jeweilige Prüfung ausfällt, hängt vom Prüfobjekt und von den Prüfzielen ab. Technische Überprüfungen von Websites, Anwendungen oder IT-Systemen finden in der Praxis bisher eher selten statt. Auch forensische Untersuchungen, etwa von sichergestellten Datenträgern, gehören noch zu den Ausnahmen.

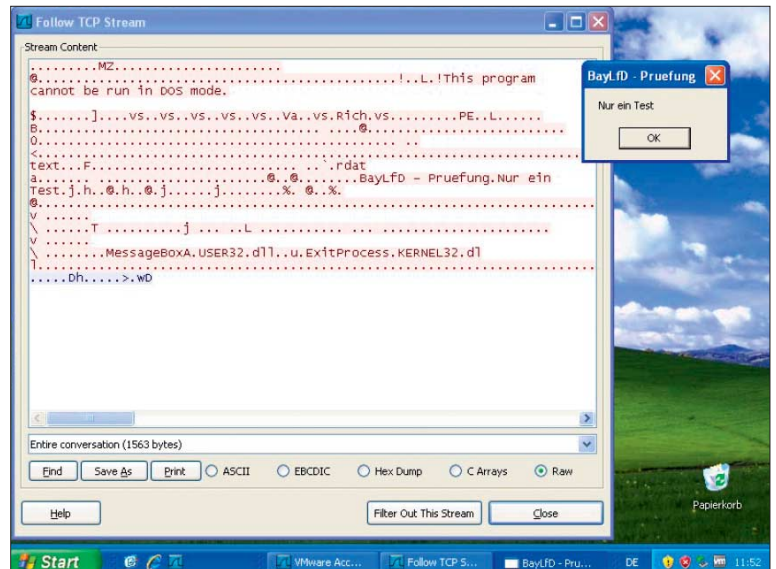
Heinz Müller, Datenschutzbeauftragter in Mecklenburg-Vorpommern, erklärt, dass mit den zur Verfügung stehenden technischen Prüf-Tools oftmals Webseiten überprüft werden. Dabei gehe es lediglich darum, „einen kurzen Überblick über die derzeitige Ist-Situation zu gewinnen und nicht um eine detaillierte Tiefenprüfung“. In Sachsen kooperiert der Datenschutzbeauftragte mit den

IT-Sicherheitsbeauftragten und dem CERT, das regelmäßig Massentests von Internet- und E-Mail-Servern durchführt.

Vorreiter Bayern

Als bundesweiter Vorreiter in Sachen technischer Prüfung gilt derzeit das Bayerische Landesamt für Datenschutzaufsicht (BayLDA), das auch anderen Aufsichtsbehörden selbstentwickelte Werkzeuge zum Erkennen von bestimmten Webtracking-Tools oder zur Analyse der Verschlüsselung von E-Mail-Servern zur Verfügung stellt. Es führte 2015 erstmals eine von Smart-TVs im Rahmen von Amtshilfeverfahren für andere Aufsichtsbehörden durch. Die Prüfergebnisse wurden veröffentlicht, aber ohne einen direkten Bezug auf die Hersteller.

Der hessische Landesdatenschutzbeauftragte Michael Ronellenfitsch verfügt seit kurzem über ein kleines IT-Labor. „Eine Aufsichtsbehörde ist keine Stiftung Warentest oder c’t, die Produkte prüft und die Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentiert“, dämpft er die Erwartungen. Sein Labor sei nicht mit herkömmlichen Prüflaboren vergleichbar. Es habe vielmehr den Charakter einer Qualitätssicherung. So würden im Rahmen der Eingaben von Bürgern, Kunden, aber auch Behörden oder



Der 2012 veröffentlichte Prüfbericht zur Quellen-TKÜ in Bayern zeigte beispielsweise, dass Steuerbefehle des Staatstrojaners in einer älteren Protokollversion unverschlüsselt übertragen werden.

Unternehmen technische Sachverhalte geklärt. Das betreffe etwa die Weitergabe von Daten, Datenschutzeinstellungen oder die Prüfung, ob die Datenschutzerklärung mit den Funktionen von Geräten und Anwendungen im Einklang seien.

Im vergangenen Jahr hatten sich auf Initiative des BayLDA erstmals Datenschutzbehörden von sieben Bundesländern für die kooperative Prüfung eines gemeinsamen Objekts zusammengeschlossen. Die Prüfer nahmen Fitnessarmbänder unter die Lupe. Hessen stellte dafür gemeinsam mit dem BayLDA und Nordrhein-Westfalen seine technischen Prüfkapazitäten zur Verfügung.

Ganz einfach war die Koordination untereinander nicht, wie das Beispiel Schleswig-Holstein zeigt: „Geplant war, dass unser Team in einem der Prüflabore in einem anderen Bundesland mitwirkt“, berichtet die schleswig-holsteinische Datenschützerin Marit Hansen. Dort kam unter anderem das freie Analyse-Tool „APK Info“ zum Einsatz, mit dem Android-Datenpakete untersucht werden können. Aber aufgrund einiger krankheitsbedingter Ausfälle mussten die vereinbarten Termine abgesagt werden: „Danach war der Zeitplan zu eng, als dass wir noch vor Ort hätten mitwirken können“, bedauert Hansen. Das ULD-Team führte daher die Prüfung nur mit Bordmitteln durch: Es prüfte die AGBs und Datenschutz-Policies und verglich die Aussagen damit, welche Rechte die App beim Start verlangt, welche

Daten sie erhebt und ob Löschmöglichkeiten und Ähnliches bestehen.

App-Prüfung im Eigenbau

Ein mächtiges Prüfgerät entstand durch die Initiative von Ulrich Kühn, das „LiMiT1“. Der Informatiker beim hamburgischen Datenschutzbeauftragten entwickelte es privat und stellt es den Aufsichtsbehörden zur Verfügung: Das Gerät auf Basis des Einplatinen-Computers Raspberry Pi zeichnet den Datenverkehr von Smartphones, Tablets und anderen Geräten über WLAN auf und analysiert ihn.

Sogar an SSL-verschlüsselten Datenverkehr im Klartext kommt es heran, indem es eine Man-in-the-Middle-Angriffe vornimmt. Kühn: „Hierfür ist es notwendig, ein Software-Zertifikat zu installieren, was auf den meisten Systemen mit gewöhnlichen Nutzerrechten möglich ist.“ Die Stromversorgung des Systems kann über einen Akku erfolgen, sodass auch mobile Prüfungen möglich sind. Die Bauanleitung für das LiMiT1 hat Kühn auf GitHub veröffentlicht (siehe ct.de/yxsu).

Website-Analyse mit Berichtsautomatik

Die Behörde der Bundesdatenschutzbeauftragten (BfDI) verfügt zwar noch nicht über ein Prüflabor, fällt aber ebenfalls mit einer Eigenentwicklung auf: Vor einigen Jahren entwickelte das Fraunhofer Institut für angewandte und integrierte Sicherheit (AIESEC) im Auftrag der Behörde



Der kleine RaspberryPi-Sniffer LiMiT1 aus hamburgischem Eigenbau nimmt sogar Einblick in SSL-verschlüsselten Datenverkehr, was Juristen mit Blick auf den Hacker-Paragrafen 202c StGB allerdings Bauchschmerzen bereitet.

The screenshot displays the 'Inhalte einer Verbindung' (Content of a connection) tool interface. It shows details for a connection to 'www.googleads.com' on May 28, 2017, at 12:52:08 GMT. The tool displays various security and performance metrics, including TLS version (1.2), cipher suite (TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256), and server information. It also shows the full HTTP request and response headers, including cookies and user-agent information.

Über ein Web-Interface kann der Prüfer die Aufzeichnungen von LiMiT1 auswerten.

Ausnahme ist die Veröffentlichung des Prüfberichts zur Quellen-TKÜ durch den bayerischen Datenschutzbeauftragten Thomas Petri (siehe ct.de/yxsu), die dieser gegenüber dem bayerischen Innenminister durchsetzte. Die meisten Aufsichtsbehörden begründen die Geheimhaltung mit Haftungsrisiken. Thomas Kranig, der für die Datenschutzaufsicht über die Unternehmen in Bayern zuständig ist, hält das Haftungsrisiko für „sehr hoch, und zwar zu Recht“.

Bei der Prüfung öffentlicher Stellen sei anders als bei privaten Unternehmen jedoch nicht von einem finanziellen Haftungsrisiko auszugehen, meint Thomas Petri, der in Bayern die Aufsicht über die Behörden ausübt. Auch der hessische Datenschutzbeauftragte Michael Ronellenfisch schätzt das Risiko als „gering“ ein. Mecklenburg-Vorpommern etwa hält die Veröffentlichung in pseudonymisierter Form für möglich, Hamburg will sie im Rahmen der geltenden Transparenzregeln befürworten. Andere wie Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen denken daran „im Einzelfall“ und „unter Umständen“. Baden-Württemberg hat sich in der Frage „noch nicht entschieden“. Offenbar haben sich die Aufsichtsbehörden in der Frage der Veröffentlichung der eigenen Prüfberichte noch nicht geeinigt.

de ein Werkzeug zur Webseitenanalyse namens PRIVIDOR (siehe ct.de/yxsu), das Indizien für Datenschutzverstöße sucht. Geprüft wird mit dem Firefox-Addon, welche Web-Analytics- oder Tracking-Werkzeuge inklusive Cookies und DOM Storage eingesetzt werden. Das Tool zeigt das Auslesen von Daten per JavaScript und CSS History Hacks an. Außerdem untersucht es, ob die Website personenbezogene Daten verschlüsselt überträgt, die Nutzer in Kontaktformularen eintragen.

Das Tool fasst die gesammelten Daten in Berichten an das zuständige Datenschutzreferat zusammen und schreibt Veränderungen fort. Vor fünf Jahren bot die BfDI den Landesdatenschutzbeauftragten die Nutzung von PRIVIDOR an. Im Rahmen unserer Umfrage erkundigten wir uns bei allen Aufsichtsbehörden, welche Prüf-Tools sie einsetzen. Dabei wurde PRIVIDOR nur von der BfDI benannt.

Die Landesbehörden setzen für die Online-Prüfungen von Websites stattdessen verschiedene Standard-Tools wie den schwedischen Webdienst Webkoll, SSL-

Tester sowie diverse Zertifikatsanalysatoren ein. Sie prüfen, ob Social-Plug-ins vorhanden sind und ob Google Analytics regelmäßig eingesetzt wird.

Geheime Prüfberichte

Die meisten Prüf-Tools, die von den Datenschutzaufsichtsbehörden benannt wurden, behandeln Fragen der IT-Sicherheit wie etwa den sicheren Datenverkehr. Etwas irritierend ist daher, dass allein die Datenschutzbeauftragte im Saarland auch ein dediziertes Datenschutz-Audit-Tool verwendet. Es bewertet mit Prüffragen die Umsetzung der Datenschutz-Gewährleistungsziele Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, Revisionsfähigkeit, Authentizität und Transparenz. Diese Ziele werden systematisch auch mit dem Handbuch zum Standard-Datenschutzmodell (SDM) geprüft, das die Aufsichtsbehörden seit letztem Herbst in der Praxis erproben. Erste Anbieter entwickeln derzeit ihre Audit-Tools in Richtung SDM weiter.

Die Behörden halten ihre Prüfberichte in der Regel unter Verschluss. Die große

Schlechte Ausstattung

Über ein Prüf- oder IT-Labor verfügen gerade einmal zehn Aufsichtsbehörden, und selbst diese haben kein separates Budget. Der baden-württembergische und der hessische Datenschutzbeauftragte verhandeln immerhin für die kommenden Jahre über einen eigenen Haushaltsposten. Für das Personal weisen nur Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg 0,5 beziehungsweise 0,4 Vollzeitäquivalente separat aus. In den anderen Aufsichtsbehörden wird das vorhandene technische Personal für unterschiedliche Prüfungen herangezogen.

Zwei Aufsichtsbehörden geben an, dass sie zwar kein Labor haben, aber mit diversen Gerätschaften durchaus individuelle Test- und Versuchsaufbauten vornehmen können. Zu den Behörden ohne Labor und technische Ausstattung gehören die Bundesdatenschutzbeauftragte sowie die wesentlich kleineren Behörden in Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland, Sachsen und Sachsen-Anhalt.

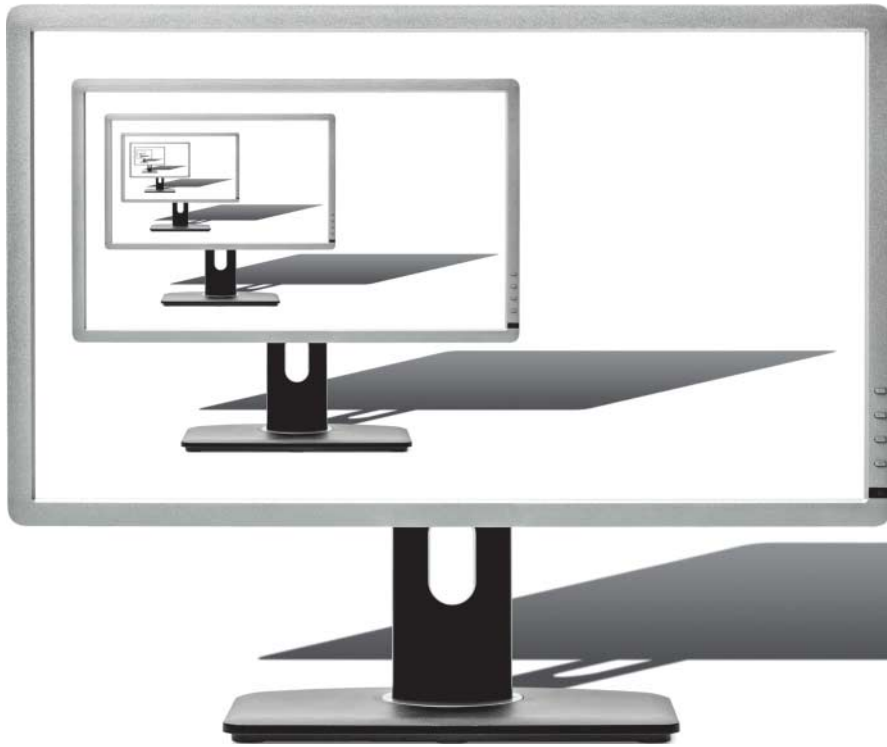
(uma@ct.de) **ct**

Dokumentationen: ct.de/yxsu

Anzeige

Schattenspiele

Wie HDR das Fernsehen revolutionieren soll



Schon bei der Ultra HD Blu-ray und beim Videostreaming wollen die Filmstudios nicht nur mehr, sondern „schönere“ Pixel bieten: HDR-Techniken sollen besonders farbenfrohe und kontrastreiche Bilder hervorzaubern. Auch die künftige UHD-TV-Ausstrahlung soll von High Dynamic Range profitieren.

Von Nico Jurrán

Einfach nur mehr Pixel reicht nicht: In vielen Wohnzimmern lässt schon die Kombination aus Bildschirmgröße und Sitzabstand nicht zu, tatsächlich einen Unterschied von High Definition zu Ultra HD alias 4K zu sehen. Hinzu kommt, dass die Master vieler Filme nicht ultrahochauflöst vorliegen, sondern nur hochgerechnet

werden – unter anderem weil CGI-Effekte oft nur in 2K-Auflösung gerendert wurden.

In der Folge propagiert Hollywood bei Ultra HD Blu-ray fast durchgehend eine Kombination von (gegebenenfalls hochgerechneter) 4K-Auflösung, einem erweitertem Farbraum nach der Empfehlung BT.2020 der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) und einem erhöhten Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR). Und auch bei den großen Videostreaming-Anbietern Amazon Video und Netflix ist HDR längst angekommen. Da verwundert es nicht, dass jetzt HDR-Fernsehen in Angriff genommen wird.

Passende Fernseher sind auf dem Markt: Bei aktuellen 4K-LCD-TVs werben die Hersteller bereits mit einer Spitzenhelligkeit von bis zu 2000 Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) alias Nits. Selbst OLED-Modelle, bei denen der Schwerpunkt eher auf den Schwarzwerten denn bei der Helligkeit liegt, kommen auf Werte von 540 Nits und mehr. Zum Vergleich: Die einst

für Röhrenfernseher festgelegten Spezifikationen ITU-R BT.709 (auch Rec.709 genannt) und BT.1886 gingen von einer Maximalhelligkeit von 100 Nits aus. Beim Farbraum erreichen die Fernseher zwar BT.2020 noch nicht ganz, zeigen aber gegenüber Rec.709 schon bis zu 20 Prozent mehr Farben.

Am Anfang war das Licht

Wie auf den anderen Verbreitungsweegen ist HDR bei der TV-Ausstrahlung üblicherweise mit der ultrahohen 4K-Auflösung verbunden. Umgekehrt war HDR nicht von Beginn an Teil des UHD-TV-Zeitalters. Vielmehr legte sich das DVB-Konsortium (Digital Video Broadcasting) bei der Einführung von UHD-TV auf ein mehrstufiges System fest, das die 4K-Ausstrahlung unter der Bezeichnung „UHD-1“ in zwei Phasen unterteilt und bei dem HDR erst Bestandteil der zweiten Phase ist (siehe Illustration auf Seite 126).

Für „UHD-1 Phase 1“ verabschiedete das Konsortium Spezifikationen hinsichtlich Inhalten, Übertragungstechnik und Wiedergabegeräten, darunter die Auflösung von 3.840×2.160 Bildpunkten, eine Bildfrequenz bis zu 50 beziehungsweise 60 Hz und eine Farbtiefe von 10 Bit. Passende Endgeräte stehen seit 2014 zur Verfügung, der Pay-TV-Sender Sky strahlt UHD-Inhalte in Deutschland und Großbritannien auch bereits in diesem Format aus. Zwar wurde in UHD-1 Phase 1 bereits der erweiterte Farbraum BT.2020 als Option berücksichtigt, Sky nutzt aktuell aber den von Full HD bekannten Rec.709-Farbraum – nur eben mit 10 statt 8 Bit pro Farbkanaal [1].

Wie bereits angesprochen, ist HDR – neben einer höheren maximalen Bildfrequenz (bis zu 120 Hz) und der Unterstützung der Next-Generation-Audioformate Dolby AC-4 und MPEG-H [2] – ein zentrales Thema der „UHD-1 Phase 2“. Dessen technische Spezifikation verabschiedete das DVB-Konsortium Ende Oktober 2016, kein halbes Jahr später bestätigte das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) sie als offiziellen Standard. Bezüglich HDR entschied sich das DVB-Konsortium für Verfahren, die von der ITU in BT.2100 festgelegt wurden. Dabei handelt es sich praktisch um eine Erweiterung von BT.2020, weshalb der Farbraum identisch ist.

HDR-Formate

Bei der Ultra HD Blu-ray und den Streaming-Diensten kommen zur Zeit zwei verschiedene HDR-Formate zum Einsatz: HDR10 und Dolby Vision [3]. Samsung möchte daneben sein eigenes Format HDR10+ etablieren; aktuell ist dieses Verfahren aufgrund fehlender Spezifikationen jedoch nur bei gestreamten Inhalten nutzbar. Allen drei Formaten ist gemein, dass die Filmstudios über Metadaten festlegen, wie das HDR-Bild aussehen soll – bei HDR10 einmal für den gesamten Film (statisch), bei Dolby Vision und HDR10+ Szene für Szene oder sogar Bild für Bild (dynamisch).

Auch für UHD-1 Phase 2 wurde HDR mit Metadaten als Austausch- und Ausstrahlungsformat spezifiziert – unter der Bezeichnung „Perceptual Quantization“ (PQ), also der von Dolby entwickelten Technik, die die Basis sowohl von HDR10 als auch Dolby Vision bildet [3]. In der Praxis versteht man unter PQ aber gewöhnlich nur das statische HDR10 – auch

Glossar

4K Eigentlich aus der Kinotechnik stammender Begriff, der Auflösungen mit 4096 Pixel in der Breite ($4 \times 1K$, also 4×1024) bezeichnet. Die Digital Cinema Initiatives (DCI) legte die Auflösung 4096×2160 Pixel als Kinostandard fest. Mittlerweile wird im TV-Bereich „4K“ synonym für „Ultra High Definition“ benutzt, obwohl alle UHD-Fernseher und die meisten 4K-Monitore weniger Pixel besitzen – nämlich 3840×2160 .

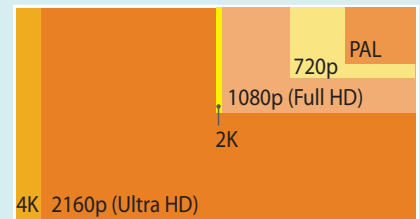
BT.2020 (Rec.2020) Die ITU-R-Empfehlung BT.2020, bekannt unter den Kürzeln Rec. 2020 oder BT.2020, definiert verschiedene Aspekte von UHDTV wie die Bildschirmauflösung (4K und 8K), Bildfrequenz (nur Vollbildverfahren), Farbunterabtastung, Farbtiefe (10 oder 12 Bit), und Farbraum (größer als AdobeRGB).

Dolby Vision Von Dolby entwickeltes proprietäres dynamisches HDR-Verfahren, bei dem die Metadaten zum gewünschten Bildeindruck Bild für Bild übertragen werden können. Die Bildauflösung beträgt auf der Ultra HD Blu-ray 12 Bit, im TV-Bereich üblicherweise 10 Bit.

High Dynamic Range (HDR) Sammelbegriff für verschiedene Verfahren zur Speicherung, Übertragung und Wiedergabe von Bildern und Videos mit großem Kontrastumfang – darunter HDR10, Dolby Vision und HLG.

HDR10 Lizenzfreies HDR-Verfahren auf Grundlage der von Dolby entwickelten PQ-Kurve (siehe Perceptual Quantization) mit 10 Bit Auflösung, die in SMPST-2084 standardisiert wurde. Daher wird synonym auch der Begriff PQ verwendet. HDR10, bei dem als statisches Verfahren der gewünschte Bildeindruck einmal fürs gesamte Video festgelegt wird, ist das zwingend vorgeschriebene Format für HDR-Inhalte auf der Ultra HD Blu-ray.

HDR10+ Von Samsung entwickeltes HDR-Verfahren, das vom Hersteller lizenzfrei gestellt wurde. Eine Nutzung durch andere Hersteller wurde bislang jedoch nicht angekündigt. Aktuell ist HDR10+ nicht für Ultra HD Blu-ray spezifiziert. HDR10+ nutzt dynamische Me-



4K respektive Ultra HD (3840×2160) bietet nicht doppelt so viele, sondern gleich viermal so viele Pixel wie 2K beziehungsweise Full HD (1920×1080).

tadaten, die maximale Farbtiefe liegt bei 10 Bit.

Hybrid-Log Gamma (HLG) Von den TV-Sendern BBC und NHK entwickeltes lizenzfreies HDR-Verfahren für die TV-Ausstrahlung, das nicht auf Metadaten setzt. Es kommt eine nicht lineare Transferfunktion zum Einsatz, bei der die untere Hälfte die Signalwerte einer Gamma-Kurve nutzt, die obere Hälfte aber eine logarithmische Kurve. Auf Fernsehern ohne HLG-Unterstützung ist so ein SDR-Bild zu sehen.

Perceptual Quantization (PQ) Die von Dolby entwickelte PQ-Kurve tritt bei den HDR-Verfahren HDR10 und Dolby Vision an Stelle der bei SDR verwendete Gammakurve. Mit letzterer hätte man 14 bis 15 Bits benötigt, um die Spitzenhelligkeit von bis zu 10.000 Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) zu erfassen. Dolby konzentrierte sich auf die gerade noch merkblichen Unterschiede zwischen zwei Helligkeitsstufen im quantisierten Signal und drückte so den Wert auf 10 beziehungsweise 12 Bit.

Rec.709 Die ITU-R-Empfehlung BT.709, allgemein bekannt unter den Kürzeln Rec.709 oder BT.709, definiert verschiedene Aspekte von HDTV – darunter Bildschirmauflösung, Bildformat, Bildfrequenz (inklusive Halbbildverfahren) und Farbraum sowie Farbtiefe.

Ultra High Definition (UHD) Häufig nur als Ultra HD oder UHD bezeichnet, ist Ultra High Definition die Weiterentwicklung des bisherigen digitalen HDTV-Standards. Mit derzeit 3840×2160 Bildpunkten liefert Ultra HD derzeit die vierfache Auflösung von Full HD.

3-Stufen-Plan für UHD-TV

Ultra HD wird im Fernsehen in drei Schritten eingeführt: Zunächst wurde nur die Auflösung hochgeschraubt. Erst in UHD-I Phase 2 kommt u. a. HDR dazu.

Auflösung	3.840 × 2.160 Pixel	7.680 × 4.320 Pixel
Bildfrequenz	50/60 Hz	100/120 Hz
Dynamikumfang	SDR (256 Abstufungen)	HDR (1.024 Abstufungen)
Audio	Surround Sound	Next Generation Audio
	UHD-1 Phase 1	UHD-1 Phase 2
		UHD-2 ¹

¹ Einführung im europäischen Markt aktuell nicht geplant. In Japan ab 2020.

wenn der spanische Sender RTVE Anfang Juli via DVB-T2 erfolgreich eine 4K-Testausstrahlung in Dolby Vision durchführte.

HDR10 hat als UHD-Ausstrahlungsformat jedoch Nachteile: Zum einen können die Metadaten bei der Übertragung korrumpiert werden, was zu Bildstörungen wie einem zu dunklen Bild führen kann. Zum anderen ist das Format nicht direkt auf Fernsehern darstellbar, die lediglich Bilder mit gewöhnlichem Kontrast (Standard Dynamic Range, SDR) darstellen können. Tatsächlich enthält daher jeder Player für Ultra HD Blu-rays, bei denen HDR10 als Format zwingend vorgeschrieben ist, eine Funktion, die das HDR10-Bild gegebenenfalls auf SDR umrechnet.

Hybrid-Log Gamma

Die britischen BBC und der japanische Fernsehsender NHK entwickelten als Alternative das – wie HDR10 lizenzfreie – HDR-Format Hybrid Log Gamma (HLG). Das Sendesignal enthält dort sowohl die Informationen für erhöhten als auch für gewöhnlichen Kontrast und benötigt keine Metadaten.

Technisch gelöst wurde dies über eine nicht lineare Transferfunktion, bei der die untere Hälfte der Signalwerte eine Gamma-Kurve nutzt, die obere Hälfte aber eine logarithmische Kurve. Bei der Wiedergabe dieses Hybrid-Signals auf HDR-TVs sind HLG-Inhalte bis zu einer bestimmten Helligkeit nicht von HDR10-Inhalten zu unterscheiden, bei der Wiedergabe auf SDR-Fernsehern ist die Darstellung wiederum vergleichbar mit einem herkömmlichen TV-Signal ohne HDR.

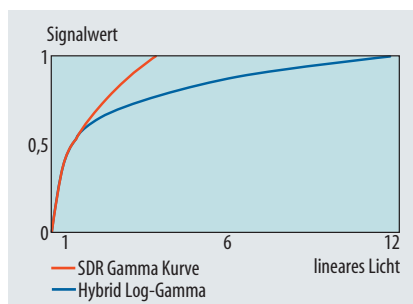
Ist Samsungs HDR10+ damit endgültig aus dem Rennen? Nicht unbedingt: Die

Deutsche TV-Plattform als Interessensvertretung der hiesigen TV-Unternehmen, Verbänden und Institutionen hält sogar eine Aufnahme weiterer HDR-Verfahren nach eigenen Angaben für „denkbar“.

In der Praxis

LG führte bereits auf der IFA 2016 einen HLG-Testbetrieb durch. Mittlerweile hat Astra dauerhaft einen HDR-Demokanal auf seiner Hauptorbitalposition 19,2 Grad Ost (10714 MHz horizontal, SR 23500, FEC 3/4, 8PSK) eingerichtet, über den die verschiedenen Formate getestet werden sollen. Die dort aktuell laufende HDR-Demo wurde wiederum speziell für die OLED-Fernseher von LG produziert und stellt vor allem die Darstellung tiefer Schwarztöne in den Vordergrund.

Bei den meisten TV-Herstellern – darunter LG, Loewe und Sony – steht HLG zudem nicht nur auf der Feature-Liste für die kommende Fernsehergeneration, vielfach wurde und wird die Unterstützung auch für bereits erschienene Geräte per



Die HLG-Kurve ist ein Hybrid aus der SDR-Gammakurve (untere Hälfte) und einer logarithmischen HDR-Kurve.

Firmware-Update nachgereicht. Wer den Demokanal nicht empfängt, findet im Internet Demovideos, mit dessen Hilfe er selbst prüfen kann, ob sein UHD-Fernseher HLG unterstützt (siehe c't.de/ytms für die Download-Adresse).

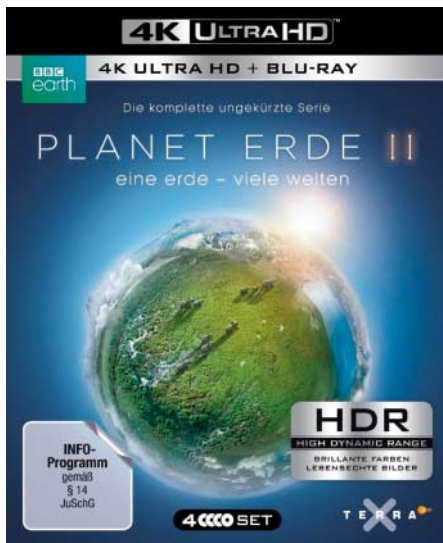
Auch einige Digital-TV-Empfänger sind schon für UHD-Fernsehen in HDR vorbereitet – darunter die UHD-Festplatten-Receiver „Sky+ Pro“ des Pay-TV-Senders und die Panasonic-Modelle DRM-UBx90 und DRM-UBx80 mit zusätzlichen UHD-Blu-ray-Laufwerken. Bei anderen Herstellern wie TechniSat ist HDR hingegen aktuell noch kein Thema, weshalb man auch kein HLG-Update für den aktuellen UHD-TV-Receiver des Herstellers erwarten sollte. Wer sich für HDR via DVB interessiert, sollte sich also im Zweifel vor dem Kauf beim Hersteller informieren.

In manchen Fällen dürfte ein 4K-Fernseher nach einem Firmware-Update zwar HLG-Signale über seinen eingebauten Tuner empfangen und als solche darstellen können, ebensolche Signale aber nicht von einem UHD-TV-Receiver entgegennehmen. Damit dies klappt, müssen beide Geräte nämlich zumindest mit einem HDMI-Anschluss nach der Spezifikation 2.0b ausgestattet sein.

Wer das HLG-Videobild vom UHD-TV-Receiver über einen Audio/Video-Receiver leiten möchte, sollte ebenfalls darauf achten, dass dieser die Weiterleitung unterstützt. Die Situation ist hier ähnlich wie bei Dolby Vision: Bei den neuen Geräten ist die HLG-Unterstützung immer häufiger zu finden. Von den im vergangenen Jahr erschienenen (und teilweise noch auf dem Markt befindlichen) Modellen werden aber nur wenige ein Update erhalten, das sie fit für HLG macht. Also sollte man auch hier beim Hersteller nachfragen.

Inhalte

Zu den ersten Produktionen im HLG-Format gehörte die sechsteilige Dokumentarserie „Planet Earth II: Eine Erde – viele Welten“. Es war zugleich die erste Produktion, die die BBC als HLG-Mitentwickler und Koproduzent Ende 2016 in Großbritannien testweise in 4K/HLG ausgestrahlt hat – allerdings nicht die kompletten Episoden, sondern nur einen vierminütigen Clip. Der ließ sich zudem nur über BBCs iPlayer-App auf wenigen ausgesuchten Empfangsgeräten mit Internetanschluss anschauen – darunter auf Smart-TV-Modellen von Panasonic.



Die in HLG produzierte Dokumentarserie „Planet Erde 2“ musste für die Veröffentlichung auf Ultra HD Blu-ray in HDR10 gewandelt werden.

Der künftige Einsatz von HDR bei der UHD-TV-Ausstrahlung muss sich nicht auf Filme, Serien und Dokumentationen beschränken. Laut Stephan Heimbecher, Technikchef bei Sky Deutschland und Leiter der Arbeitsgruppe Ultra HD bei Deutsche TV-Plattform, würden auch Sportübertragungen vom erhöhten Kontrastumfang profitieren – beispielsweise in Stadien, bei denen eine Hälfte in grellem Sonnenlicht erstrahlt und die andere Hälfte im dunklen Schatten absäuft.

HLG könnte neben HDR10 und Dolby Vision künftig zudem eine Rolle beim Videostreaming spielen. So lässt

eine von Apple verfrüht veröffentlichte Firmware darauf schließen, dass die kommende fünfte Generation des Apple TV nicht nur die Wiedergabe von 4K-Inhalten in den HDR-Formaten HDR10 und Dolby Vision beherrschen wird. Das wäre nachvollziehbar: Immerhin könnten so Sender wie die BBC ihre in HLG produzierten Beiträge parallel zur UHD-TV-Ausstrahlung auch direkt mit einem HDR-Bild in diesem Format über Apples Settop-Box streamen.

Wandlung weiter wichtig

Da HLG für die Ultra HD Blu-ray nicht spezifiziert ist und Hollywood daher weiterhin vorrangig in HDR10 mastern dürfte, führt in der Praxis praktisch kein Weg daran vorbei, dass immer wieder von HDR10 in HLG und umgekehrt gewandelt werden muss. Tatsächlich ist die Transkodierung in beiden Richtungen schon in der Empfehlung ITU-R BT.2390 beschrieben.

Auch geht Sky in seinen technischen Spezifikationen für UHD-Inhalte von HDR10 (inklusive BT.2020-Fabraum) als Anlieferungsformat aus, das vor der Ausstrahlung in HLG gewandelt wird [1]. Dort ist auch nachzulesen, dass man beim Quellmaterial als Spitzenhelligkeit mindestens 1000 Nits verlangt. Dies ist auch der Wert, den die Filmstudios aktuell bei der UHD-BD festlegen. Das HLG-Sendesignal hat seinerseits am Ende ebenfalls eine Spitzenhelligkeit von 1000 Nits.

Umgekehrt sollte die oben erwähnte HLG-Produktion „Earth II“ nach dem Willen ihrer Macher auf Ultra HD Blu-ray

ebenfalls ein 4K-Bild mit erhöhtem Kontrast bieten. Folglich musste das komplette Videomaterial in das bei Ultra HD Blu-rays vorgeschriebene HDR10-Format gewandelt werden. Letztlich handelt es sich hierbei um ein mathematisches Verfahren, das von einem Grading-System durchgeführt wird. Bei einer Gesamtspielzeit von 6 Stunden summierten sich jedoch die dabei anfallenden Daten gewaltig auf: Waren die ursprünglichen HLG-Quelldateien nach Angaben in Branchenblättern rund 300 GByte groß, belegten die bei der Transkodierung erzeugten TIFF-Einzelbilder, die die Grundlage für die HDR10-Fassung bildeten, fast 4 TByte Speicher.

Am Ende

Bei der UHD-TV-Ausstrahlung bleibt eine Problematik, die es aber in sich hat: Was, wenn der UHD-TV-Receiver zwar HLG-Bilder empfangen kann, der angeschlossene 4K-Fernseher aber nur HDR10 beherrscht? Aus dem Service-Menü des Sky+-Pro-Receiver könnte man eventuell schließen, dass das Gerät die empfangenen HLG-Signale in Echtzeit in HDR10 umzuwandeln kann. Dies ist allerdings nicht der Fall, wie uns Sky auf Nachfrage mitteilte. Vielmehr würde der Fernseher in diesem Fall tatsächlich nur das 4K-Bild mit Standardkontrast zeigen. HLG ist für den Sender – auch und vor allem bei Live-Übertragungen – dennoch die beste Lösung, da er nur einen UHD-TV-Datenstrom (in HLG) ausgestrahlen muss und nicht zwei parallel (HDR10 und SDR), um alle 4K-TVs zu bedienen.

Alles in allem zeichnet sich aber ab, dass der Übergang zur zweiten UHD-1-Phase 2 mit HDR-Bild recht fließend verlaufen dürfte, selbst wenn mit HLG ein weiteres HDR-Format eingeführt wird. Die Zahl der TV-Geräte, die mittels Firmware-Update für HLG fit gemacht wird, ist jedenfalls beachtlich. Und auch Sky scheint sich gut auf die zweite Phase vorbereitet zu haben. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Sky's Technical Specifications For Ultra HD, <http://corporate.sky.com/documents/about-sky/commissioning-and-ideas-submission/launch-technical-guidelines-for-uhd-content.pdf>
- [2] Nico Jurrán, Neue Töne im TV, Audio-Codecs für das Fernsehen der Zukunft, c't 8/16, S. 132
- [3] Nico Jurrán, Der Kampf ums beste Bild, Dolby Vision greift nach der HDR-Krone, c't 19/16, S. 118

Download-Adresse: ct.de/ytms



Am UHD-TV-Receiver von Sky lässt sich bereits einstellen, ob der angeschlossene 4K-Fernseher HDR10 (PQ), HLG oder beides beherrscht.



Allroundstreamer

Amazon Video und Netflix mit Raspi gucken

Der Raspberry Pi mutiert dank des Mediacenters Kodi zum Unterhaltungsmittelpunkt in vielen Wohnzimmern. Filme von Amazon und Netflix blieben jedoch lange Zeit außen vor. Mit den richtigen Vorbereitungen funktioniert das Abspielen nun.

Von Dennis Schirmacher

Endlich müssen Besitzer des Raspberry Pi nicht mehr zum Smart TV oder Blu-ray-Player wechseln, um Filme und Serien von Amazon Video und Netflix zu schauen: Nachdem die Dienste den Zugriff über den Raspi und das Mediacenter Kodi wegen DRM-Anpassungen monatelang blockiert haben, klappt die Wiedergabe

dank engagierter Hobby-Entwickler jetzt wieder. Nach der Installation einer Alpha-Version von Kodi 18 und den Amazon- und Netflix-Addons muss man nur noch ein paar Einstellungen vornehmen und schon stehen die Video-Bibliotheken der beiden Streaming-Anbieter zum Abruf bereit. Grundvoraussetzung dafür ist selbstverständlich ein aktives Amazon-Prime-Video- oder Netflix-Abo.

Hardware-Anforderungen

Damit Filme und Serien nicht zu einer Dia-Schau verkommen, sollte es mindestens ein Raspberry Pi 2 sein. In diesem Fall ist man aber auf die SD-Auflösung 480p festgenagelt: Videos spielt Netflix mit 512 × 384 Pixeln und Amazon mit 704 × 396 Bildpunkten ab. Hochauflösende Bilder mit 1280 × 720 Pixeln (720p) gibt es erst mit der dritten Version des Einplatinencomputers. Full HD ist leider

nicht drin: Aufgrund von DRM-Restriktionen erfolgt die Dekodierung softwareseitig und überfordert selbst den Prozessor des aktuellen Raspi 3. Da hilft auch kein Übertakten, wie unsere Versuche gezeigt haben. Die Wiedergabe findet mit den aus dem Kino gewohnten 24 Bildern pro Sekunde (23,976 fps) statt.

Da die softwareseitige Dekodierung in 720p den Prozessor extrem fordert, kann es zu Hitze Problemen und daraus resultierender stockender Wiedergabe kommen. Ohne Gehäuse tauchte das blinkende Thermometer-Warnsymbol in unseren Versuchen nach ungefähr einer halben Stunde auf: Die Temperatur des Prozessor vom Raspi 3 überschritt in diesem Fall 75 Grad Celsius und er taktete aufgrund eines Schutzmechanismus zeitweise automatisch auf 600 MHz herunter – zu wenig Leistung für eine flüssige Wiedergabe. Ist der Raspi in einem Gehäuse verbaut, erreicht die CPU diesen kritischen Wert noch früher. Doch es gibt Abhilfe: In unseren Versuchen hat sich zum Beispiel das Flirc Case aus Aluminium mit integrierter Heat-sink bewährt. Darin eingebaut überschritt ein Raspi 3 während der Wiedergabe nicht die Marke von 60 Grad Celsius. Alternativ sollte auch ein auf dem SoC angebrachter Kühlkörper Abhilfe schaffen.

Benötigte Software

Sind die Hardwareanforderungen erfüllt, muss nur noch die richtige Software auf die SD-Karte, von der der Raspi startet. Alle angesprochenen Downloads finden Sie unter ct.de/y7ve verlinkt. Grundlage ist das Mediacenter Kodi. Für den Raspi steht Kodi zum Beispiel in Form der abgespeckten Linux-Distribution openELEC zur Verfügung, die für den Multimediabetrieb ausgelegt und optimiert ist. Damit Amazon und Netflix laufen, benötigt man eine aktuelle Alpha-Version der OpenELEC-Abspaltung LibreELEC. Derzeit bringt nur diese Ausgabe eine Videoschnittstelle (inputstream.adaptive) mit, die sich mit dem DRM der beiden Dienste versteht. Trotz des frühen Entwicklungsstadiums lief die Alpha in unseren Versuchen stabil.

Wer Kodi bereits auf seinem Raspi nutzt, kann direkt die aktuelle LibreELEC-Alpha installieren. Das gelingt über zwei Wege: Setzen Sie in den Einstellungen unter LibreELEC „Automatische Updates“ auf „manual“. Dann aktivieren Sie die Option „Benutzerdefinierte Kanäle anzeigen“ und tragen unter „Benutzerdefinierter Kanal 1“


```
http://milhouse.libreelec.tv/ ↵
↳ builds/master/RPi2
```

ein. Die Alphas für den Raspi 2 sind auch für den Raspi 3 vorgesehen. Anschließend wählen Sie bei „Update-Kanal“ Milhouse-9.0 aus. Milhouse ist das Pseudonym des Entwicklers der Alpha-Versionen von LibreELEC. Nun suchen Sie sich unter „Verfügbare Versionen“ die derzeit aktuelle aus. Die Alphas sind ab der Ausgabe #703 mit Amazon und Netflix kompatibel.

Alternativ können Sie die Alpha manuell herunterladen und in den „Update“-Ordner einer SD-Karte mit LibreELEC kopieren. Nach einem Neustart aktualisiert sich das System automatisch. Wer mit einer frischen SD-Karte startet, installiert LibreELEC mit wenigen Klicks zum Beispiel per Noobs oder einem von den LibreELEC-Entwicklern bereitgestellten Tool und aktualisiert anschließend auf eine kompatible Alpha.

Nun braucht man noch Googles DRM-Schnittstelle Widevine, damit Videos laufen. Dafür müssen Sie zuerst die SSH-Verbindung in den Einstellungen von Kodi aktivieren, um so von einem anderen Rechner auf den Raspi zugreifen zu können. Die dafür nötige IP-Adresse findet sich in „Systeminfo“. Unter Windows gelingt der SSH-Zugriff beispielsweise mit der Software Putty – Linux- und macOS-Nutzer erledigen die Installation von Widevine direkt aus dem Terminal. In Putty geben Sie `root@RASPI-IP-ADRESSE` und im Linux- und macOS-Terminal `ssh root@RASPI-IP-ADRESSE` ein, bestätigen die auftauchende Mel-

dung und tippen dann als Passwort `libreelec` ein. Anschließend führen Sie diesen Befehl zur Installation von Widevine aus:

```
curl -Ls http://nmaclLeod.com/public/ ↵
↳ libreelec/getwidevine.sh | bash
```

Um die Amazon- und Netflix-Addons heruntergeladen zu können, müssen Sie zunächst die entsprechenden Repositories installieren. Dafür gehen Sie in Kodi in die Einstellungen, klicken auf „Addons“ und wählen dort „Aus Repository installieren“ aus. Unter „Kodinerds Add-ons/Addon-Verzeichnis“ installieren Sie die Repositories Netflix Addon und Sandmann79s. Diese tauchen nun in der „Aus Repository installieren“-Liste auf.

Jeweils im Unterordner „Video-Addons“ stehen nun Amazon und Netflix zur Installation bereit. Für den Amazon-Zugriff gibt es zwei Addons: „Amazon VOD“ zeigte sich im Test verlässlicher. Bei der Netflix-Installation wählen Sie einfach die aktuelle Version aus der Liste. Standardmäßig aktualisieren sich beide Addons automatisch.

Ready, set, play!

Nach dem Start das Amazon-Addons wählen Sie bei „Wiedergabemethode“ die Option „Input Stream“ aus. Unter „Verbindung“ geben Sie Ihre Amazon-Zugangsdaten ein. Wer einen Raspi 2 nutzt, muss in den „Inputstream Addon Einstellungen“ bei „Max Resolution Secure Decoder“ noch 480p auswählen, damit die Wiedergabe nicht ruckelt. Mit einem Raspi 3 belassen Sie es bei 720p, müssen aber „Override

HDCP status“ aktivieren, sonst laufen manche Inhalte nur in SD-Auflösung. Bei Bedarf können Sie unter „Verschiedenes“ den Punkt „Bezahlinhalte anzeigen“ aktivieren. Dann tauchen auch gekaufte Filme und Serien, die nicht in der Amazon-Video-Flatrate enthalten sind, in der Liste auf. Die restlichen Einstellungen können Sie so belassen. Das Netflix-Addon benötigt lediglich Ihre Zugangsdaten.

Während unserer Anläufe wies das Netflix-Addon noch einen Bug auf: Die Auflösungsanzeige in der Filmübersicht kennzeichnet Inhalte falsch. Steht dort 720p, liegt der Inhalt lediglich in 480p auf den Servern von Netflix vor. Auch die Kennzeichnung „540 SD“ ist irreführend. Derartige Filme und Serien stehen in 4K bereit. Solche ultrahochauflösenden Inhalte kann man in dieser Kombination mit dem Raspi jedoch nicht wiedergeben und die Ausgabe erfolgt maximal mit 720p flüssig.

Jetzt können Sie loslegen und mit Ihrem Raspi Filme und Serien der beiden Video-on-Demand-Anbieter schauen. Während der Wiedergabe stehen Tonspuren und Untertitel in diversen Sprachen zur Auswahl. 5.1-Surroundsound läuft jedoch nur bei Inhalten von Netflix stabil. Bei Amazon ist zwar oft der englische Ton in 5.1-Sound verfügbar, eine Auswahl führte bei uns aber stets zum Absturz des Raspis.

Nun bleibt zu hoffen, dass die beiden VoD-Anbieter nicht wieder an ihren DRM-Maßnahmen drehen. (des@ct.de) **ct**

Downloads: ct.de/y7ve



Wegen DRM-Einschränkungen kann der Video-player Inhalte nur softwareseitig dekodieren. Selbst auf einem Raspi 3 sind deshalb maximal 1280 x 720 Bildpunkte drin.



Bild: Joerg Niehage, Illustrator

Anfangs gehen viele YouTuber mit falschen Vorstellungen und Erwartungen an die Sache heran: Sagenhaft reich wird man per YouTube nicht mal eben über Nacht, auch wenn dies, abhängig von der Thematik, nicht völlig unmöglich ist.

Erste Schritte

Zumindest einen Punkt kommuniziert YouTube unmissverständlich: Wer Erfolg haben will, braucht ein inhaltliches Konzept – einen Plan, der über den ersten Clip hinausreichen muss. Es reicht nicht, mehrere Videos in Folge zu veröffentlichen. Besser ist ein Rhythmus von etwa einem Video pro Woche, wenigstens ein Vierteljahr lang – entsprechend 13 Videos.

Obendrein sollte man sich über die Gestaltung der YouTube-Kanalseite – mit einem Hinweis auf die neuesten und die beliebtesten Videos – sowie die Thumbnails für die Videoübersichten Gedanken machen. Zugunsten eines durchgängig ähnlichen Erscheinungsbildes auf den verschiedenen Wiedergabegeräten hat YouTube die Möglichkeiten, die eigene Kanal-seite individuell grafisch zu gestalten, schon vor einigen Jahren deutlich beschnitten. Übrig geblieben ist eine Grafik mit 2560 × 1440 Pixeln; YouTube bietet eine passende Vorlage für Adobe Photoshop an (siehe c't-Link). Auf Smartphones erscheint sie in einem Minimalausschnitt, auf Tablets und Fernsehern liegt sie, je nach App-Version, im Hintergrund. Und am Rechner sieht man davon nur ein schmales Band.

Daumennagel mit Stil

Damit die eignen Clips aus der Flut von YouTube-Videos hervorstecken, lohnt es sich, die Video-Thumbnail individuell und markant zu gestalten. Dazu muss das Thumbnail-Konzept einem eigenen, klar erkennbaren Stil entsprechen und für alle Videos des Kanals oder einer Serie funktionieren – wobei hier an erster Stelle nicht die Schönheit zählt, sondern die klare (Wieder-)Erkennbarkeit. Deren Wert kann man kaum hoch genug einschätzen, um so mehr, weil für den elementar wichtigen Titeltext nicht viel Platz ist. Will man diesen auch bei der kleinen Ansicht der YouTube-Suche lesbar halten, bleiben rund 30 bis 40 Zeichen; mehr bekommt man in einer annehmbar großen Schrift nicht unter.

Spätestens nach den ersten paar Videos muss man sich auch um die Playlists auf der Kanal-seite kümmern. Wenn der

Hochgestapelt

Videos clever auf YouTube präsentieren

Über Nacht zum YouTube-Millionär: Das wird man höchstens mit Glück und durch Zufall. Wer seinen Videos auf YouTube gezielt zum Erfolg verhelfen will, muss sich intensiv mit der Aufnahmetechnik befassen ... und den YouTube-Einstellungen.

Von Joachim Sauer

Wenn junge Leute Hilfe brauchen, googlen sie nicht. Sie suchen nach einem Video, das ihre Frage beantwortet. Damit möglichst alle Besucher die passenden Inhalte findet, unternimmt YouTube gewaltige Anstrengungen – und verlangt von seinen Video-Einsendern, „YouTuber“ genannt, konstantes Engagement. Wer nur gelegentlich oder unregelmäßig Videos hochlädt, muss schon einiges „Schwein“ haben, um sich von der Masse abzuheben.

Besucher eine Playlist aufruft, dann startet YouTube – nach der kurzen Pause direkt nach dem wiedergegebenen Video – gleich das nächste aus dieser Playlist. Auf diese Weise lässt sich die Wiedergabezeit auf dem Kanal erhöhen. Außerdem lassen sich die Playlisten gut sortiert auf der Kanalseite unterbekommen, sodass Besucher die Chance haben, die verschiedenen Formate des Kanals kennenzulernen.

Wer zu festen Zeitpunkten oder im festen Zeitraster Videos veröffentlicht, kann diese nicht vorab, also ohne die Clips hochzuladen, einer Playlist zuweisen, sondern muss nach der Veröffentlichung manuell nacharbeiten – was schnell mal in Vergessenheit gerät. In jedem Fall erleichtert es die Arbeit, wenn man alle Playlists so einstellt, dass die „Sortierung“ auf „Hinzugefügt ... (neu nach alt)“ vor eingestellt ist. So erscheint das neueste Video stets als erstes, die Kanalübersicht wirkt gepflegt. Jetzt muss man nur noch die Playlists sinnvoll untereinander anordnen.

Wann lohnt 4K?

Für viele YouTuber ist der 4K-Camcorder inzwischen Standard. Doch in 4K zu veröffentlichen, lohnt eigentlich kaum, es sei denn, man will tatsächlich die Vorzüge dieses Formates demonstrieren. Beim Dreh dagegen ist es von Vorteil, in 4K beziehungsweise in UHD (3840 × 2160 Pixel) zu arbeiten. Einerseits ergibt sich daraus in jedem Fall ein Schärfengewinn; andererseits folgen aus der hohen Auflösung kreative Vorteile – gerade bei einer One-Man-Show. So kann man sich vor der Kamera frei bewegen und in der Nachbearbeitung einen Full-HD-Ausschnitt bestimmen, der den Moderator quasi mit einer virtuellen Kamera verfolgt. So etwas wirkt weniger statisch und macht einen professionellen Eindruck.

Viele Actioncams bieten oberhalb von Full HD einen 2,7K-Modus mit 2704 × 1524 Pixeln, der sich vor allem für die nachträgliche Bildberuhigung eignet. Solche Software-Bildstabilisierer finden sich in nahezu allen Schnittprogrammen; sie nutzen die Reserven der höheren Auflösung als Ausgleichszone. Am Ende steht eine Full-HD-Datei, die aber dank der Bildberuhigung eine höhere Qualität aufweist.

Video-Berechnung

Manche Cutter sind unsicher, mit welchen Parametern man für YouTube gedachte Videos nach dem Schnitt am besten herausrechnet, also rendert. Dabei gibt es

konkrete Vorgaben von YouTube (siehe c't-Link). Grundsätzlich empfiehlt es sich, in der höchsten Auflösung mit der höchsten Bildrate zu filmen und zu schneiden.

Im ersten Anlauf sollte die Masterdatei – das Ergebnis des Schnitts – die gleichen Eckdaten aufweisen wie das Quellmaterial aus der Kamera. Das klappt bei den meisten Schnittprogrammen problemlos, denn sie passen beim ersten Import die Timeline-Einstellungen an die Parameter der Videoclips an; diese Vorgaben gelten schließlich auch fürs Rausrendern.

Verlässt man sich dagegen beim Export auf die Vorgabe „fürs Internet“, gehen nahezu alle Schnittprogramme viel zu weitreichende Kompromisse ein, vor allem in puncto Datenrate. Bleibt man bei diesen Voreinstellungen, führt das zu einer Reduzierung der Datenrate auf deutlich unter 10 MBit/s. Das diente ursprünglich dazu, um die Upload-Zeiten niedrig halten, was – abgesehen von sehr unversorgten ländlichen Gebieten – kaum noch nötig ist.

Für eine bestmögliche Videoqualität auf YouTube bleibt also nur, selbst Hand anzulegen und die Parameter festzulegen, was die Beschäftigung mit Begriffen wie Pixel, Bildwiederholrate und Datenrate erfordert. Einfacher ist es bei Zielcodecs und -format, hier gilt die Empfehlung H.264-Kodierung und MP4, alternativ MOV als Dateiformat.

YouTube erlaubt ausschließlich progressive Videos. Im alten Zeilensprungverfahren gedrehtes 50i-Material sollte man als Video mit Vollbildern, sprich als progressives 25p-Material ausgeben, möglichst mit Zeilenentflechtung. Dabei interpoliert die Schnittsoftware die nacheinander aufgezeichneten Halbbilder so, dass der Zeitversatz dazwischen nicht auffällt.

Videos mit – wie heute üblich – 25 oder 50 Vollbildern (PAL) beziehungsweise mit 30 oder 60 Vollbildern (NTSC) belässt man am besten so. Zwar kann man durch eine Reduzierung der Bildwiederholrate von 50/60 auf 25/30 rund ein Drittel an Daten „sparen“, doch führt

YouTube-Studio

Der Start in die YouTuber-Karriere erfordert keine großen Investitionen in viel Technik – tatsächlich reicht ein Smartphone für die ersten Videos völlig aus. Als Zweit- und Outdoor-Kamera macht eine preisgünstige Actioncam eine gute Figur. Um das Tageslicht besser lenken zu können, eignen sich Reflektoren, weiße großflächige Platten – wobei hier Styroporplatten im Format 0,5 × 1 Meter schon Wunder wirken. Deutlich handlicher sind Faltreflektoren, die es ab rund 40 Euro gibt.

Wer nach den ersten Anläufen tatsächlich regelmäßig produzieren möchte, wird eine Kamera oder einen Camcorder anschaffen – wobei man bei einer videofähigen Fotokamera etwas besser mit der Unschärfe spielen kann. Der Camcorder dagegen ist immer noch besser zu handhaben, nicht zuletzt dank Zoom, Belichtungssteuerung und Autofokus, womit man viel bessere Verfolgungen hinbekommt. Der im Camcorder eingebaute Bildstabilisator ist denen der meisten Fotokameras überlegen.

Als erste Investition in Zusatz-Equipment lohnt sich die Anschaffung eines Mikrofons. Gerade fürs Moderieren

braucht man ein Mikro, das „dichter dran“ ist und weniger Störgeräusche aus der Umgebung einfängt. Schon für kleines Geld gibt es kabelgebundene Richtmikrofone. Wer vor allem Konzerte aufzeichnen möchte, sollte anstelle eines Mono-Mikrofons in ein Stereo-Exemplar investieren, wie etwa das Røde Stereo VideoMic (ca. 150 Euro).

Wer allein arbeitet, benötigt ein Stativ – ohne Ambitionen auf Schwenks tut es auch ein günstiges Fotostativ. Will man in Reportagen einsteigen und dazu vermehrt hinter der Kamera arbeiten, sollte man in ein Videostativ investieren. Brauchbare Videostative mit Zwei-Wege-Neiger, im besten Fall Fluid-gedämpft, kosten aber bereits 350 Euro.

Der nächste Investitionsschritt zielt aufs Licht, etwa ein auf die Kamera aufsteckbares Kopflicht. LED-Leuchten mit einem Diffusor gibt es schon für knapp 100 Euro. Allerdings sollte man hier auf die Lichttemperatur achten. Gerade preiswerte Modelle scheinen nicht mit den üblichen, praxistauglichen 5600 Kelvin, sondern mit einer höheren und somit bläulichen Lichtfärbung.

dies besonders bei rasanten, bewegungsintensiven Videoaufnahmen zu unschönen, ruckelnden Bildern. Und das ist für Spiele und Action-Cam-Clips oft unerwünscht.

Viele Programme bieten beim Rausrendern sowohl eine konstante Datenrate (CBR) als auch eine variable (VBR) an. Letzteres verdient auch wegen der sichtbar höheren Videoqualität den Vorzug, denn dabei lassen sich die durchschnittliche *und* die maximale Datenrate einstellen.

Die wichtigere Rolle spielt die durchschnittliche Datenrate – gerade weil das Videomaterial sehr unterschiedlich ausfallen kann: Wenn im Video beispielsweise grüne weitläufige Graslandschaften unter blauem Himmel zu sehen sind, enthalten diese Bilder entsprechend wenig Details – was eine niedrige Datenrate erlaubt. Folgt in der nächsten Szene eine rasante Flugaufnahme, erfordert dies eine kurzfristig und sprunghaft gesteigerte Datenrate – bis hin zum Maximalwert, um die großen Bildveränderungen in der Datei speichern zu können.

Da kein Decoder mit einer plötzlich verdoppelten Datenrate klarkommt, darf die maximale Datenrate nur bis zu 10 Prozent über der mittleren Datenrate liegen. Beim sogenannten 2-Pass-Encoding sind auch 20 Prozent möglich. Dabei rendert die Software das Video in einem ersten Durchlauf; in einem zweiten optimiert es die Bereiche, in denen eine niedrigere beziehungsweise eine höhere Datenrate sinnvoll wäre.

Optimale Datenrate

Konkret: Für Full-HD-Material definiert YouTube die mittlere Datenrate mit 8 MBit/s bei Bildwiederholraten von 24, 25, 30 Vollbildern, 12 MBit/s bei höheren Bildwiederholraten (50/60 Bilder/s) oder 15 Mbit/s bei HDR-Material. Bei der vierfach höheren Auflösung UHD respektive 4K sind Datenraten zwischen 35 und 68 MBit/s möglich, dann beanspruchen fünf Minuten Film schon mal über 2 GByte auf der Festplatte. Wer weit unterhalb dieser Datenraten bleibt, verschenkt Bildqualität. Davon abgesehen, spendiert YouTube jedem Video ein neues Encoding, denn die Plattform hält ja nicht nur *ein* Video bereit: Abhängig von der Internetverbindung passt YouTube automatisch die Auflösung bei der Wiedergabe an, um Wartezeiten für den Zuschauer zu vermeiden.

Wer sein Encoding darauf optimieren will, sollte die GoP-Länge (Group of Pictures) auf die halbe Bildwiederholrate setzen. Eine Bildgruppe besteht vereinfacht gesagt aus Bildern mit vollem Informationsgehalt – I-Frame – und Bildern, bei denen nur der Unterschied zum letzten I-Frame gespeichert wird (P- und B-Frames). Der Wert für die GoP-Länge legt fest, wie viele Bilder der Codec in den datensparenden P- und B-Frames ablegt, bis wieder ein I-Frame mit voller Bildinformation folgt. Dieser Abstand von I-Frame zu I-Frame sollte bei 50 Vollbildern also 25 Bilder betragen, bei 25 Vollbildern entsprechend 12 Bilder. Wer das Letzte herausholen will, stellt das H.264-Profil auf „High“ und legt fest, dass innerhalb der Bildgruppe (GoP) zwei aufeinander folgende B-Bilder bidirektionale Bezüge liefern, bis ein P-Bild kommt. Wenn vorhanden, ist es sinnvoll, die Option „für Streaming optimieren“ zu aktivieren.

Video-Upload

Der Suchalgorithmus von YouTube gilt wie der von Google als bestgeheutes Geheimnis des Alphabet-Konzerns. Diese Software wird konsequent weiterentwickelt, man bekommt so gut wie keine konkreten Informationen darüber. Wirklich verlassen kann man sich auf Rezepte zur perfekten Auffindbarkeit daher nicht – dennoch stellen wir auf Basis mehrjähriger Praxiserfahrung die wichtigsten Grundlagen und Erkenntnisse vor.

Wir haben das oft gelesene Gerücht überprüft, das behauptet, YouTube würde zur Bewertung eines Videos auch dessen Dateinamen heranziehen. Dazu haben wir auf zwei gleichwertigen Kanälen zwei

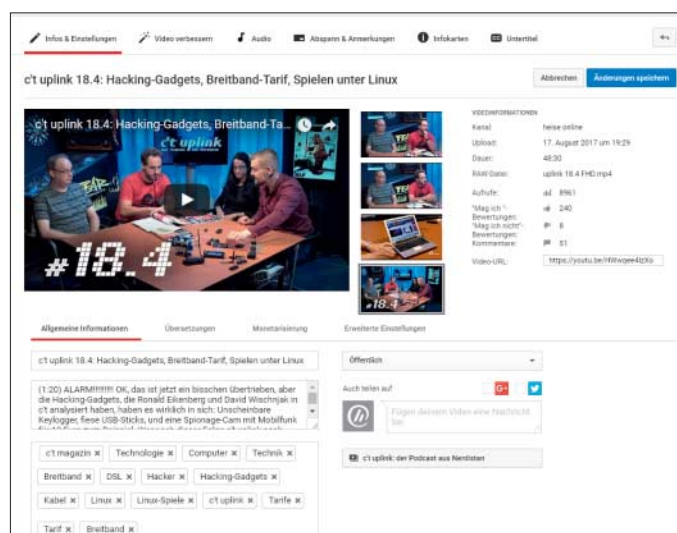
nahezu identische Videos – mit identischen Keywords, aber mit unterschiedlich aussagekräftigen Dateinamen – hochgeladen. Einmal wurde der Film mit dem Datum und einer wenig aussagekräftigen Beschreibung benannt. Die zweite Datei haben wir gespickt mit Stichwörtern die zum Film passen, aber nicht deckungsgleich mit den eingetragenen Keywords waren.

Die deutlich besseren Wiedergabezahlen des sinnvoll bezeichneten Videos legen nahe, dass YouTube tatsächlich für die Differenzierung der Wichtigkeit und Qualität auf den Dateinamen zurückgreift. Wer also seine Videos mit Dateinamen nach einer eigenen kryptischen Logik versieht, tut sich keinen Gefallen. Besser ist es, den Dateinamen vor dem Upload mit geeigneten Stichwörtern zu spicken.

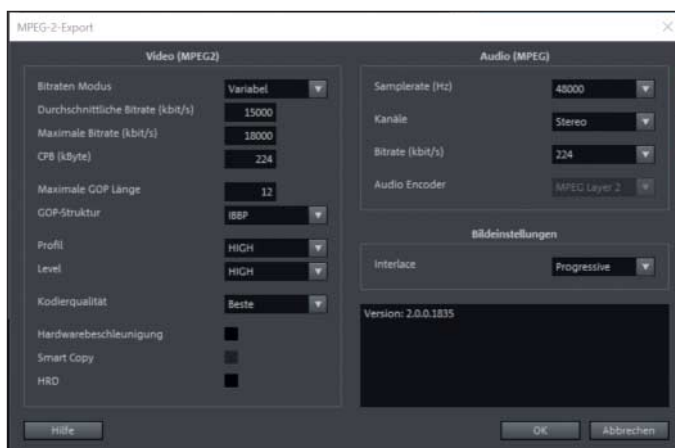
Beim Upload kennt YouTube vier Modi: als „Privat“ hochgeladen, erscheint das Video nur im eigenen Account, Fremde sehen es nicht mal dann, wenn sie den Link kennen. Das ist auch der Unterschied zu „nicht gelistet“, denn dabei taucht das Video zwar weder in der YouTube-Suche noch im eigenen Kanal auf, doch wer den Link kennt, kann es anschauen.

Am meisten verwendet dürfte „öffentlich“ sein, für die sofortige Veröffentlichung. Allerdings empfiehlt YouTube regelmäßige Zeitpunkte – und wer nicht immer zur gleichen Zeit am Rechner sitzen will, wählt den vierten Modus: „geplante“ Uploads. Dann legt YouTube automatisch einen Veröffentlichungszeitpunkt fest, der circa 24 Stunden nach dem Beginn des Upload liegt. Entsprechend sollte man als erstes diesen Zeitpunkt anpassen.

Nach dem Hochladen verpasst man dem Video einen markigen Titel und trägt passende Stichworte ein. Gleich nach der Veröffentlichung einen Post auf Twitter, Facebook und Google Plus abzusetzen, macht das Video bekannter.



Die Exporteinstellungen hat Magix bei seinem Schnittprogramm Video deluxe in das erweiterte Untermenü „Formatbeschreibung“ verschoben. Hier kann man Datenrate, GoP-Länge und Profil festlegen.



Wer ein Video für eine spontane spätere Veröffentlichung vorab hochlädt, muss aufpassen: Setzt man das Video später auf veröffentlicht, bekommt es nicht das dann aktuelle Datum, sondern das Datum vom Upload – und wird auf der Kanalseite nicht als neuestes Video dargestellt. Entsprechend muss man bei einem geplanten Video die Einstellung des Zeitpunkts kontrollieren. Wirklich spontan funktioniert der YouTube-Upload sowieso nicht; bis das Video tatsächlich erscheint, dauert es mindestens eine halbe Stunde. Seine eigenen Clips speichert man schließlich in der Playlist „Neueste Videos“, die auf der Kanalseite platziert wird.

Sucherei

Ob ein Video überhaupt gefunden wird, hängt davon ab, wie der YouTube-Suchalgorithmus damit umgeht. Denn so einfach wie mit einer Webseite hat es diese Plattform-interne Suchmaschine bei Videos – zumindest derzeit noch – nicht. Aus dem Video selbst lässt sich algorithmisch nämlich (noch) nicht erkennen, worum es inhaltlich geht und welchen Qualitätsansprüchen es genügt. Entsprechend ist YouTube auf zusätzliche Informationen angewiesen, um die Videos einordnen zu können.

Wer hier clever vorgeht und die Suchmaschine geschickt mit relevanten Infos, hier vor allem passenden, in nach Wichtigkeit sortierter Reihenfolge zusammengestellten Keywords versorgt, hat gute Chancen, weiter vorn in der Ergebnisliste zu landen. Wie bei einer Webseite stellt man das Grundthema an den Anfang der Keywords, gefolgt von weiter spezialisierenden Begriffen und Verben. Einem Video über Rasenschnitt und -pflege könnte man also die Keywords „Garten

Rasen Rasenmäher mähen düngen“ mitgeben. Der Platz für Keywords ist auf 500 Bytes begrenzt, die sollte man ruhig ausnutzen: Viel hilft an dieser Stelle viel.

Gleich beim Upload sollte man den passenden Videotitel und die Keywords einpflegen. Dass man erfinderisch sein muss, um mit dem Titel sein Video anzupreisen, ist offensichtlich. Die wichtigsten Begriffe sollten dabei in der Headline und den Keywords landen; hier lohnt es, sich Gedanken zu machen – und auch mal quer zu denken. Sehr oft gesuchte, internationale Begriffe wie Test, Review oder Workshop wurden von zu vielen YouTubern schon inflationär verwendet. Die Wahl einer Video-Kategorie wirkt sich nicht auf die Suchmaschinerie aus, aber darauf, wem das Video empfohlen wird.

Gerade am Anfang hat man wenig Chancen, sein eigenes Video nach vorn zu bringen – um so mehr hängt der Erfolg von Titel und Keywords ab. Deshalb ist es sinnvoll, sich ausgefallene, aber immer noch gängige Stichworte zu überlegen. Zwar wird nach diesen Begriffen vielleicht nicht so oft gesucht, dafür teilt man sich die Aufmerksamkeit der Zuschauer mit nicht ganz so vielen anderen Videos.

Virale Verbreitung

Dem eigenen Video kann man Rückenwind verpassen. Das ist auch für YouTube nicht unwillkommen, denn das steigert die Wichtigkeit des Videoportals. So kommen von allen Videos aus der Internetseite des Autors zwar 24 Prozent der Wiedergaben vom eigenen Server, doch nur 16 Prozent werden dann auch dort abgespielt. Der Rest, also 8 Prozent, wechselt also trotz eingebundenen Videos zu YouTube und landet damit auf der Plattform.

Im Marketing-Jargon spricht man von „Viralität“: sein Video auf möglichst vielen

Plattformen unterzubringen – also nicht nur auf der eigenen Webseite, sondern auch manuell oder automatisiert auf anderen Diensten. So bietet YouTube die Möglichkeit, einen Twitter-Account einzubinden und dort automatisch einen Tweet abzusetzen, wenn man ein Video veröffentlicht hat. Dazu gibt es ein entsprechendes Kommentarfeld, das man schon zusammen mit dem Video einpflegen sollte. Facebook hingegen kann man nur noch manuell mit einem Hinweis auf das YouTube-Video bestücken – wobei es hier oft sinnvoller ist, das Video dort ein weiteres Mal hochzuladen statt auf YouTube zu verweisen.

Als besonders wirkungsvoll haben sich zum Thema passende Foren erwiesen. Allerdings muss man hier mit teils harscher Kritik einzelner Forenbesucher und entsprechend negativer Bewertung leben. Doch YouTube nutzt zur Gewichtung der hochgeladenen Videos – wie eigentlich jede Social-Media-Plattform – als besonders wichtigen Faktor die Zuschauerreaktion. Und dabei spielt es keine Rolle, ob der Daumen nun hoch oder runter geht. Hauptsache, der Zuschauer hat eine Reaktion gezeigt. Eine schlechte Bewertung ist dabei also besser als gar keine.

Hier und da hilft – neben dem üblichen und nachweisbar wirksamen Hinweis auf die positive Bewertung im Video – auch etwas Provokation, etwa um Kommentare und im Idealfall Gegenkommentare zu bewirken. Auch eine aktive Diskussion unter dem Videofenster ist eine Zuschauerreaktion, die sich positiv auf die Gewichtung des Videos auswirkt. Hier kann man nachhelfen, indem man auf Kommentare reagiert. Bei ungerechtfertigten Anmerkungen sollte man gegenhalten, wenn wirklich etwas schiefgegangen ist, hilft eine klare Antwort, die dies auch zugibt. Fehler dürfen sein, sie machen das Ganze menschlicher – und genau das ist es, was auf YouTube zählt. Deshalb ist man gut beraten, in den Grundeinstellungen des Kanals alle Kommentare ohne vorherige Sichtung zuzulassen. Das zwingt zwar dazu, die Kommentare regelmäßig zu überprüfen. Doch weil YouTube tatsächlich Spammer und Hassredner inzwischen recht gut erkennt, hält sich der Aufwand dafür in Grenzen.

Infokarten

Bis heute dürften die meisten Zuschauer das kleine „i“ im grauen Kreis in der oberen rechten Ecke des Players nicht wahr-

genommen haben, auch wenn es das schon seit rund zwei Jahren gibt. Die „Infokarten“ sollen die alten Anmerkungsfelder ersetzen, poppen aber in einem unscheinbaren Grau zu einem bestimmten Zeitpunkt automatisch auf. Dann bleiben sie für exakt acht Sekunden sichtbar und schrumpfen anschließend wieder zum unscheinbaren „i“. Das ist genau genommen kein echter Ersatz für die recht frei definierbaren Anmerkungen – zumal auch die Funktionalität eingeschränkt wurde: Hinter dem Symbol stecken maximal fünf Infokarten, die während des Videos auf die eigene Webseite beziehungsweise auf andere Videos, Playlists oder Kanäle hinweisen. Auf fremde Webseiten kann man so beispielsweise nicht verlinken.

Dafür lässt sich hier eine Abstimmung anlegen und starten – doch werden die wegen der schlechten Wahrnehmbarkeit der Infokarten derzeit kaum genutzt. Selbst wenn ein Video rund 20.000mal wiedergegeben wurde – mehr als 30 Umfrageteilnehmer gewinnt man damit nicht. Dabei werden die Umfragen nach unseren Erfahrungen sogar noch etwas besser angenommen als die Verweise auf Videos. Trotzdem verdienen die Infokarten eine Empfehlung, denn tatsächlich sind sie extrem schnell und direkt nach dem Upload angelegt.

Abgespannt

Viele YouTuber beklagen sich über die gesunkene Zahl der Neuabonnenten, was sie ebenfalls auf den Verlust der alten Anmerkungen zurückführen. Die Anmerkungen konnte man an beliebiger Stelle platzieren – jetzt klappt dies nur noch im neuen Abspannwerkzeug. Der mit dem Abspannwerkzeug erstellte Nachspann läuft standardmäßig 20 Sekunden lang und kann auf Wunsch gekürzt, jedoch nicht weiter verlängert werden. Hier lassen sich vier Links unterbringen, wofür YouTube verschiedene Vorlagen liefert. Außerdem erlaubt YouTube auch als enorme Erleichterung den Import eines bereits vorhandenen Abspanns, der zu einem anderen im eigenen Kanal gespeicherten Video gehört.

Dennoch bleibt ein Problem: Den Abspann sehen sich zu wenig Zuschauer an. Deshalb bleibt nur, selbst gesprochene Abmoderation und Abspann ineinander zu koppeln und wenigstens hier auf das Abonnement des eigenen Kanals hinzuweisen. Immerhin hat man ja vielleicht bei

Wer sein Video in die eigene Webseite einbindet, sammelt besonders in den für die Bewertung der Relevanz wichtigen ersten Stunden viele Zuschauer ein. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass YouTube das Video auch im Ranking besser bewertet.

den Zuschauern, die bis zum Schluss geblieben sind, eine um so höhere Chance, dass sie sich für ein Abo entscheiden.

YouTube-Analytics

Oft ist bei den eigenen Clips eine stetige Überprüfbarkeit des Erfolgs gefragt – um so mehr, wenn man seinen YouTube-Account zu Werbezwecken einsetzt. Demzufolge sollte man sich mit den Kennzahlen von YouTube-Analytics beschäftigen. Denn die Zuschauerreaktionen haben großen Einfluss auf das YouTube-Ranking.

Eine klar messbare Zuschauerreaktion, die sich aus dem Video selbst ergibt, ist die durchschnittliche Wiedergabedauer. Sie verrät, wie viele Minuten des Videos angeschaut wurden, bevor der Betrachter „abspringt“, entsprechend dem Anteil der Gesamtlänge. YouTube wertet den durchschnittlichen Prozentsatz der Wiedergabe aus. Bei einem Thema abseits des Mainstreams sind schon Werte sehr gut, die an die 60 Prozent heranreichen.

Aus den Zahlen kann man lernen. So weist die Statistik die durchschnittliche Wiedergabedauer aus, begleitet von einem Prozentsatz, aus denen man das generelle Zuschauerinteresse zum Thema des Videos ablesen kann.

Einen genaueren Blick auf die Zuschauerbindung erlaubt die Detailstatistik. Hier kann man etwa zwei Tage nach der Veröffentlichung erstmals nachschauen, an welcher Stelle die Zuschauer abspringen. Dass die Kurve gleich in den


ersten Sekunden stark abfällt ist normal – wer sein eigenes Verhalten auf YouTube mal beobachtet, wird daran nichts Erstaunliches finden. Interessant ist es, wenn die Zuschauerbindung mitten im Film wieder ansteigt. Das zeigt, dass das Thema des Videos prinzipiell richtig ist, man das Thema korrekt angekündigt hat und Zuschauer offensichtlich im Video an die für sie wichtigste Stelle springen. Oft erleben die Macher von Testbericht-Videos dies mit Testaufnahmen, die ja meist erst nach der Moderation eingebunden werden.

Interessante Rückschlüsse auf das Zuschauerverhalten liefert auch die „Mag ich/Mag ich nicht-Statistik“, wenn man diese mit den Zeitpunkten der Veröffentlichungen abgleicht. Einmal mehr fällt im Analytics-Werkzeug unter der Rubrik „Berichte zu Interaktionen“ allerdings auf, dass die alten, nicht mehr nutzbaren Anmerkungen deutlich besser funktioniert haben als die als Ersatz angebotenen Infokarten und das Abspannwerkzeug.

Sehr üppig fällt die Unterstützung, die YouTube bei der Platzierung von eigenständigen YouTube-Kanälen liefert, also nicht (mehr) aus. Schon bezeichnend, dass der Suchmaschinengigant seine Besucher lieber in der eigenen Welt halten will: Als Hilfe bietet das Unternehmen gerne passende Videos an – von anderen YouTubern.

(uh@ct.de) **ct**

Formatvorgaben: ct.de/ys71



#heiseshow: Elektromobilität – kommen die Autos der Zukunft...

#heiseshow

Elektromobilität – kommen die Autos der Zukunft noch aus Deutschland?

Fragen an die Moderatoren und Gäste können während der Sendung im Youtube-Chat, im heise-Forum, bei Facebook oder auf Twitter (Hashtag #heiseshow) gestellt werden.

Fragen und Kommentare, die nicht während der Live-Sendung an uns gesendet werden, notieren wir uns. Wir versuchen, diese in die aktuelle Sendung einzubinden. Auch sind Themenvorschläge für die nächste Ausgabe zwischen den Sendungen jederzeit willkommen.

Jede Woche live

#heiseshow: Technik-News & Netzpolitik

#heiseshow

Immer donnerstags. Live.

Anzeige



Das iPad-Orchester

Eine Einführung in das (gemeinsame) Musizieren mit iOS

Sequencer, Synthesizer, Effekte: Der App Store quillt geradezu über vor günstigen Musikprogrammen. Sie sind leicht zu bedienen und verwandeln jedes iPad in ein gut klingendes und mobiles Instrument. Wenn man ein paar Schwierigkeiten aus dem Weg geht, spielen sie sogar im Konzert mit anderen.

Von Hartmut Gieselmann

Der große Touchscreen macht iPads nicht zuletzt für Musiker interessant, um neue elektronische Instrumente zu bedienen. Im Vergleich zu Desktop-Programmen fehlen zwar einige Spezialfunktionen, doch das machen die Tablets durch ungewöhnliche Konzepte und Klänge wett.

In der Musik spielen Instrumente aber selten alleine, sondern meist zusammen mit anderen. Damit die Apps untereinander sowie mit anderen iPads und PCs kommunizieren, gibt es einen ganzen Strauß verschiedener Schnittstellen und Formate. Weil aber selbst gestandene Musiker schnell den Überblick über die Wucherungen und Eigenheiten von iOS verlieren, geben wir hier einen Überblick über die Formate sowie Tipps zur Konfiguration. Zudem bekommen Sie Empfehlungen, wie Sie allein oder zu mehreren ein ganzes Elektro-Orchester aufbauen.

Zwei Austauschformate

Damit verschiedene Apps auf einem oder mehreren iPads miteinander spielen, müssen sie nicht nur ihre Audio-Kanäle, sondern auch MIDI-Daten austauschen, die Steuerbefehle und Tempo-Informationen enthalten. Hierfür gibt es verschiede-

ne Protokolle, die man in den Beschreibungen der Apps immer wieder antrifft.

Das ältere Austauschformat heißt Inter App Audio (IAA). IAA-Apps laufen alleine oder in größere Steuerprogramme eingeklinkt, sogenannte Hosts. Das sind oft Mixer oder Sequencer, aber auch komplette Produktions-Apps (Digital Audio Workstations, DAW). Das Problem ist, dass viele Musik-Apps mit IAA-Kompatibilität werben, oft jedoch nur die Audio-Verknüpfung meinen. MIDI per IAA beherrschen die meisten nicht, sondern Sie müssen dann die virtuellen MIDI-Ports der Apps manuell miteinander verknüpfen.

IAA ist zwar weit verbreitet, hat aber Nachteile: Zum einen lässt sich jedes Programm nur einmal in einer Instanz starten. Somit ist es nicht möglich, mit demselben Synthesizer zwei Stimmen gleichzeitig zu spielen oder einen Effekt auf mehrere Kanäle anzuwenden. Zum anderen ist nicht immer gesichert, dass eine IAA-App tat-

sächlich alle Einstellungen an den Host übergibt, sodass er diese komplett abspeichern und später wieder laden kann (Total Recall). Drittens kann eine IAA-App dem Host nicht mitteilen, wie lange sie zur Bearbeitung des Audio-Signals braucht, sodass der Host diese per Latenzkompensation automatisch ausgleichen könnte.

Diese Mängel behebt das Format Audio Units Version 3.0 (AUv3), das mit iOS 9 eingeführt wurde. Es funktioniert ähnlich wie das gleichnamige AU-Format unter macOS und erlaubt, mehrere Instanzen derselben App zu laden, was vor allem bei Effekten praktisch ist. Zudem stellt es sicher, dass sämtliche Einstellungen beim nächsten Aufruf des Projektes in der Host-Software wieder geladen werden und man nahtlos weiterarbeiten kann. Allerdings ist AUv3 noch nicht sehr weit verbreitet. Erst in jüngster Zeit kamen mehr AUv3-Effekte auf den Markt, beispielsweise von Audio Damage.

MIDI Sync vs. Ableton Link

Wenn mehrere Apps vielleicht sogar auf verschiedenen iPads zusammenspielen sollen, müssen sie nicht nur im selben Tempo laufen, sondern auch denselben Taktzählzeiten gehorchen. Zur Synchronisation gibt es zwei Möglichkeiten: MIDI Sync und Ableton Link. MIDI Sync ist ein uraltes Protokoll, das nahezu von jeder MIDI-fähigen Software unterstützt wird. Doch es gleicht nur das Tempo in Beats per Minute (BPM) ab und gibt gemeinsame Starts und Stops vor: Ein „Master“ übernimmt die Leitung und die „Slaves“ folgen ihm. MIDI Sync weiß allerdings nicht, wo die erste Zählzeit im Beat ist. Wenn alle Apps gleichzeitig starten, ist das kein Problem. Soll eine weitere App jedoch später einsteigen, dann spielt sie möglicherweise nicht im Takt.

Das Problem löst Ableton Link, mit dem beliebig viele Apps Tempo- und Beat-Zählzeiten austauschen. Es gibt hier keinen Master, sondern jede App kann das Tempo für alle ändern. Andere Apps können später ein- und wieder aussteigen und finden immer die richtige erste Zählzeit. Das funktioniert auch über mehrere Apps verteilt, die auf verschiedenen Geräten im gleichen WLAN laufen – die Desktop-Software Ableton Live ist dazu nicht notwendig.

Wegen des unkomplizierten Einsatzes und der lizenzfreien Verfügbarkeit hat sich Ableton Link binnen kurzer Zeit zum Synchronisationsstandard etabliert und wird allein unter iOS von über 120 Apps

unterstützt. Eine App ohne Ableton Link spielt mit dem Rest zumindest im richtigen Tempo, indem man sie in eine Host-Software einklinkt, die Ableton Link unterstützt und das Tempo an ihre Plug-ins per MIDI Sync weitergibt. Solche Hosts sind beispielsweise Audiobus 3, Studio-mux, Beatmaker 3 und ModStep.

Bluetooth-Controller

Wer eine Musik-App nicht nur über den Touchscreen, sondern mit einem richtigen Keyboard steuern will, kann einen solchen Hardware-Controller entweder per USB oder per Bluetooth anbinden. So spielen Sie beispielsweise eine Melodie weiter, während Sie zwischendurch zu einer anderen App schalten, um dort einen Effekt zu steuern. Für die USB-Anbindung benötigt man Apples Lightning-USB-Camera-Adapter (35 Euro). Wenn das Keyboard iOS offiziell unterstützt, dann ist sichergestellt, dass es keinen zusätzlichen Treiber und nicht zu viel Strom aus der USB-Buchse benötigt. Andernfalls müssen Sie es über Batterien, ein Netzteil oder einen aktiven USB-Hub speisen.

Die Kabelverbindung blockiert jedoch den einzigen Lightning-Port. Benötigen Sie ihn für ein Audio-Interface oder zur direkten Verbindung zu einem PC, dann empfiehlt sich ein Bluetooth-Keyboard. Diese funktionieren nach unseren Erfahrungen zuverlässig und ohne spür-

bare Verzögerungen. Praktische Batteriemodelle mit 25 Tasten findet man beispielsweise bei Akai, CME, Korg, Misel und Roland (A-01K Bundle) zu Preisen zwischen 70 und 200 Euro.

Die Bluetooth-Verbindung ist etwas knifflig zu konfigurieren: Entgegen der Intuition dürfen Sie zum Koppeln nicht die Bluetooth-Einstellungen unter iOS bemühen, sondern müssen das ungekoppelte (!) Keyboard im Setup einer Bluetooth-fähigen Musik-App mit einem MIDI-Port verknüpfen. Das klappt beispielsweise mit der kostenlosen App AC Central von Air Craft. Fortan sehen auch alle nicht-Bluetooth-fähigen Apps den MIDI-Port des Keyboards und lassen sich mit ihm verbinden. In unseren Tests haben wir allerdings festgestellt, dass manche Synthesizer noch über das Bluetooth-Keyboard weiterspielen, wenn sie bereits geschlossen wurden. Wenn dieses Problem auftritt, sollte man die Bluetooth-Verbindung der App zum Keyboard vor dem Schließen kappen und beim Wechsel zur nächsten Synthesizer-App wieder aktivieren.

Per Bluetooth lässt sich auch eine direkte MIDI-Verbindung zwischen mehreren iPads und zu einem Mac-Rechner einrichten. Auf dem iOS-Gerät muss man dazu eine Musik-App wie Cubasis aufrufen und in deren Bluetooth-MIDI-Setup den Punkt „Advertise as MIDI-Service“ aktivieren. Anschließend lässt sich das iPad



Studiomux verbindet über Lightning-USB-Kabel iOS-Geräte mit Windows- und Mac-Rechnern. Bis zu acht iPads spielen jeweils bis zu acht Instrumente und Effekte und senden sie an eine DAW.



Audiobus 3 verknüpft spezielle MIDI-Spielhilfen wie Navichord mit Synthesizern, sodass sich Akkorde sehr leicht auf der Touch-Oberfläche spielen lassen.

als MIDI-Ein- und Ausgangs-Gerät wie ein sonstiger Bluetooth-Controller finden und einbinden. Auf einem Mac öffnet man dazu im Audio-MIDI-Setup im Fenster-Menü das MIDI-Studio und klickt dort auf das Bluetooth-Symbol. In der aufpoppenden Eingabemaske tippt man auf „ankündigen“, woraufhin die iOS-Geräte den Mac finden. Zudem werden hier die iOS-Geräte aufgelistet, die sich selbst per Bluetooth bewerben. Die Bluetooth-Geräte lassen sich fortan als normale MIDI-In/Out-Verbindungen von Musikprogrammen auf dem Rechner ansprechen.

Ein genereller Tipp: Deaktivieren Sie alle MIDI-Verbindungen und Kanäle, die Sie nicht tatsächlich benötigen. So verringern Sie den MIDI-Datenverkehr und damit verbundene Übertragungsprobleme.

Produktion unter iOS

Mit Cubasis 2 und Auria Pro gibt es für das iPad zwei empfehlenswerte DAWs, mit denen man komplette Songs aufnehmen und arrangieren kann. Zu Preisen von jeweils 55 Euro bringen sie eine gute Grundausstattung durchaus auf dem Niveau günstiger Desktop-Programme mit. Auria Pro bietet sogar professionelle Plug-ins von Fabfilter als In-App-Kauf an. Allerdings ist die Bedienoberfläche so kleinteilig, dass sie sich erst auf einem 12,9"-Bildschirm eines iPad Pro mit einem Stift einigermaßen komfortabel steuern lässt.

Mit bloßen Fingern ist Cubasis 2 wesentlich leichter zu bedienen und läuft ebenso zuverlässig. Beide Programme können per IAA und AUv3 andere Apps einbinden und selbst wiederum in andere Hosts wie Audiobus 3 oder Studiomux eingebunden werden. Über eine solche Host-Kaskade lassen sie sich etwa mit Ableton Link synchronisieren oder um MIDI-Effekte ergänzen. Mit Apples Garageband klappt das leider nicht.

Konzert mit dem Mac

Auch wenn die iPad-DAWs alle Grundaufgaben abdecken, für größere Song-Projekte sind ausgewachsene Desktop-DAWs vorzuziehen – nicht zuletzt, weil man am großen Bildschirm leichter den Überblick behält. Eine gute Kombination ist es deshalb, das iPad als Musikinstrument zu nutzen und mit einer großen Desktop-DAW zu verknüpfen. Sehr leicht klappt das unter macOS. Dazu muss man das iPad einfach mit dem mitgelieferten USB-Lightning-Kabel an den Mac anschließen, dort unter „Audio-MIDI-Setup“ im Menü „Fenster“ die „iOS-Geräteübersicht“ einblenden und das iOS-Gerät aktivieren. Das iPad erscheint dann als Audio-Gerät mit zwei Eingängen (44,1 kHz), die sich in jeder DAW einbinden lassen.

macOS kann von Haus aus sogar mehrere iPads und Audio-Interfaces parallel betreiben. Dazu schließt man alle iPads

per Lightning-USB-Kabel an, aktiviert sie in der iOS-Geräteübersicht und erstellt nun unten links über den Plus-Knopf im Audio-MIDI-Setup ein neues Hauptgerät. Das ist ein virtuelles Interface, das die Ein- und Ausgänge mehrerer iOS-Geräte und Audio-Interfaces zusammenfasst. In der Liste wählt man alle Geräte aus und aktiviert noch die „Drift-Korrektur“, damit es nicht zu Störgeräuschen aufgrund von unterschiedlichen Clock-Signalen kommt. Das iPad kann in dieser Konfiguration nur Audiosignale senden, aber nicht empfangen. Eine MIDI-Verbindung stellt man wie zuvor beschrieben über Bluetooth her. MIDI per Lightning-Kabel zu übertragen wird erst ab dem kommenden iOS 12 und macOS 10.13 möglich.

Im Test haben wir per Lightning und Bluetooth problemlos mit einer DAW auf dem Mac verschiedene Synthesizer auf mehreren iPads angesteuert und deren Klänge aufgezeichnet. Wenn einem die mitgelieferten Lightning-Kabel zu kurz sind, findet man im Handel auch längere Kabel mit bis zu 3 Metern. Dabei sollte man dringend auf das Zertifikat „Made for iPhone“ (MFI) achten. Mit MFI-Kabeln von Amazon Basics (11,30 Euro) klappte das, mit billigeren No-Name-Strippen ohne MFI-Auszeichnung jedoch nicht.

Bei dieser Mac-iPad-Verbindung muss man vom Senden eines MIDI-Signals vom Rechner bis zum Empfang des Tons jedoch eine recht lange Verzögerung in Kauf nehmen, die je nach eingestellter Puffergröße zwischen 40 und 60 ms liegt. In der DAW lässt sich dieser konstante Versatz per Latenzausgleich beheben, oder man verschiebt die Spur nach der Aufnahme um die entsprechende Zeit.

Auf einem Mac lässt sich die Puffergröße direkt im Setup der DAW einstellen. Auf dem iPad bestimmt die zuerst geöffnete Musik-App die Größe des Puffers. 256 Samples sind hier eine gute Wahl. Kleine Puffer verkürzen zwar die Latenzen, belasten aber die CPU stärker. Wenn es bei prozessorhungrigen Apps zu Aussetzern und Störgeräuschen kommt, sollte man also den Puffer vergrößern.

Konzertmeister Studiomux

Komfortabler ist die Verbindung per Studiomux. Diese iOS-App verbindet bis zu acht iPads parallel mit einem Mac- oder Windows-Rechner, sodass diese Audio- und MIDI-Daten austauschen. Jedes iPad kann bis zu acht verschiedene Instrumente und Effekte steuern – allerdings stemmen

nur die neuesten iPad Pro-Modelle so viele Apps. Schwächere iPads sind meist schon mit zwei bis drei Apps gut ausgelastet. So lässt sich gemeinsam jammen und das Ergebnis gleich von einer DAW im Rechner aufzeichnen, ohne dass man große und teure Audio-Interfaces benötigt.

In den acht Kanälen von Studiomux kann man beliebige Instrumente und Effekte im IAA- und AUv3-Format einsetzen. Der Hersteller stellt eine kostenlose Software für Windows und macOS bereit, die automatisch eine Verbindung zu Studiomux auf dem iPad per Lightning-USB-Kabel herstellt. Über zwei mitgelieferte Desktop-Plug-ins im AU- und VST-Format lassen sich die Instrumente und Effekte direkt in eine DAW einbinden. Mit dem Plug-in wählt man das iOS-Gerät und den jeweiligen Kanal aus, schon werden MIDI- und Audiodaten von der DAW automatisch durch das iPad geroutet.

Die Verzögerungen sind hier deutlich niedriger als bei einer direkten Verbindung über Apples Audio-MIDI-Setup. Mit einem Puffer von 256 Samples betrug die Roundtrip-Latenz lediglich 13 ms, die die Latenzkompensation der DAW automatisch ausgleicht. So ist es sogar möglich, die iPad-Instrumente live mit einem am Rechner angeschlossenen Controller zu steuern.

Die automatische MIDI-Verbindung klappt zwar mit allen AUv3-Apps, aber leider nicht mit allen IAA-Plug-ins, denn nur wenige von ihnen unterstützen auch IAA-MIDI. Man erkennt sie am Eintrag „Int. MIDI“ im Kanalsymbol von Studiomux. Erscheint dies nicht, benötigen Sie wie beschrieben eine separate MIDI-Verbindung per Bluetooth zum Rechner. Um zwischen AUv3-Apps in Studiomux hin und her zu schalten, muss man zwischendurch zur MIDI-Anzeige wechseln, sonst verdeckt das Plug-in-Overlay die Anzeige.

Im Test verhielt sich Studiomux etwas fragil. Die Verbindungen funktionierten gut, solange wir nicht zwischendurch an der Puffergröße herumfummelten oder zwischen allzu vielen Musik-Apps wechselten. Brach die Verbindung einmal zusammen, dann mussten wir mitunter das iPad neu starten und die Studiomux-Verbindung zum Desktop-Server erneuern. In Studio-Sessions kann man damit arbeiten, für Live-Auftritte ist Studiomux mit Vorsicht zu genießen.

MIDI per Audiobus 3

Studiomux kann zwar einen Audio-Effekt direkt hinter ein Instrument in einem

Kanal einfügen, jedoch keine zusätzlichen MIDI-Programme vor dem Instrument platzieren. Hierzu benötigt man Audiobus 3, das man in einzelne Kanäle von Studiomux einsetzt. Audiobus 3 ist eine Host-Software, die auf dem iPhone oder iPad verschiedene MIDI-Programme, Instrumente und Effekte miteinander verknüpft. Das funktioniert mit IAA- und AUv3-Apps, die Audiobus direkt unterstützen. Eine Liste findet man auf der Webseite des Herstellers.

Über Audiobus 3 lassen sich beispielsweise Arpeggiatoren und Spielhilfen für Akkorde einklinken, die die Steuerung von Synthesizern erleichtern. In **Navi-chord** lassen sich etwa komplexe Akkorde auf dem Touchscreen spielen und Akkordfolgen mit einem einfachen Sequencer programmieren. **StepPolyArp** ist ein ausgefeilter Arpeggiator, dessen Sequenzen man direkt auf dem Touchscreen programmiert, sodass man sie auf dem Keyboard leicht transponieren kann.

Für komplexere Song-Sequenzen ist Audiobus jedoch nicht zwingend nötig, dazu klinkt man die App besser in eine DAW (Auria, Cubasis) oder in **ModStep** ein. ModStep ist ein überaus komplexer MIDI-Sequencer, der zwar nicht hübsch aussieht, aber viele Mappings für Hardware-Synthesizer bereithält, sodass er diese komfortabel vom iPad aus steuert.

Für unsere Liste auf Seite 140 haben wir weit über hundert verschiedene

Musik-Apps ausprobiert und die wichtigsten in ihren jeweiligen Kategorien ausgewählt. Ausschlaggebend waren eine möglichst reibungslose Einbindung in Studiomux, die Unterstützung der neuen Formate, eine übersichtliche Bedienung und natürlich der Sound.

Beats

DM1 und **DM2** gehören zu den am bequemsten steuerbaren Drum-Apps. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Programmen ist, dass DM1 mit Samples von verschiedenen Drum-Sets arbeitet, während DM2 Drum-Synthesizer nutzt, mit denen man den Sound elektronischer Kicks, Snares und Hihats selbst einstellt. Ein leicht bedienbarer Sequencer und eine Effektsektion runden beide Apps ab.

Etwas kruder zu bedienen, dafür aber mit wesentlich flexibleren Drum-Synths als DM2 ausgestattet, ist **Elastic Drums**. Schade nur, dass man Tonhöhen der Oszillatoren nicht so genau einstellen kann. Die umfangreichsten Programmierfunktionen für Drums bietet Waldorfs **Attack Drums**. Die iOS-App ist sogar mächtiger als die Desktop-Version. Das jüngste Update stammt jedoch von 2015 und neuere Schnittstellen wie Audiobus 3, AUv3 und IAA-MIDI werden nicht unterstützt. Hier muss man für die MIDI-Kanäle der App gegebenenfalls eine Bluetooth-MIDI-Verbindung zum Rechner manuell aufbauen.



Auf dem iPad findet man viele günstige und hervorragend klingende Synthesizer wie den Moog Animoog, den es auf keinem anderen Betriebssystem gibt.



Hinter die Instrumente lassen sich Effekte wie DFX von Fingerlab einbinden, deren Parameter man per Touchscreen steuert.

Synthesizer

Unter den Synthesizern ist es schwer, bei all der Vielfalt bestimmte Modelle hervorzuheben. Platzhirsch ist der Moog **Ani-moog**, der sowohl mit seinem lebendigen Sound, dem Onscreen-Keyboards und der Format-Unterstützung Bestmarken setzt und seinen vergleichsweise hohen Preis mehr als rechtfertigt. Moogs **Modell 15**

klingt noch fetter, seine Modularmatrix ist jedoch etwas umständlich zu bedienen – selbst auf einem großen iPad Pro.

Tüftlern, die gerne mit Modulen eigene Sounds basteln, sei der **zMors Modular** von Mobile Only empfohlen. Mit ihm kann man einzelne Module ähnlich wie in Native Instruments Reaktor frei verschalten. Der Clou: Als Module lassen sich auch andere Plug-ins im AUv3- oder IAA-

Format einbinden. Eine ebenso großartige Wunderkiste für experimentelle Musik ist der **iVCS3** von ApeSoft. Die Bedienung ist zwar komplex, dafür wartet er mit einem überaus druckvollen Sound auf, speziell seine Drogen überraschen immer wieder. Zudem lassen sich seine Oszillatoren und Filter auch extern per AUv3 von anderen Apps nutzen.

Bislang gibt es nur wenige Modelle, die auch AUv3 unterstützen, Herauszuheben sind hier der aggressiv klingende **Redshrike** von **Iceworks**, sowie der Yonac Kaspar, dessen Sounds sich über verschiedene Layer zusammenstellen lassen, sodass er auf Knopfdruck ganze Passagen abfeuert.

Effekte

Unter den Effekt-Apps stechen zwei heraus: **DFX** und **Turnado**. Beide Programme bringen zahlreiche Effekte von Verzerrern über Modulationen und Reverbs mit, von denen sich vier gleichzeitig in Reihe schalten lassen. Die Parameter steuert man über vier XY-Pads – sehr gut für Live-Auftritte. Per MIDI lassen sich die Parameter aber auch extern steuern.

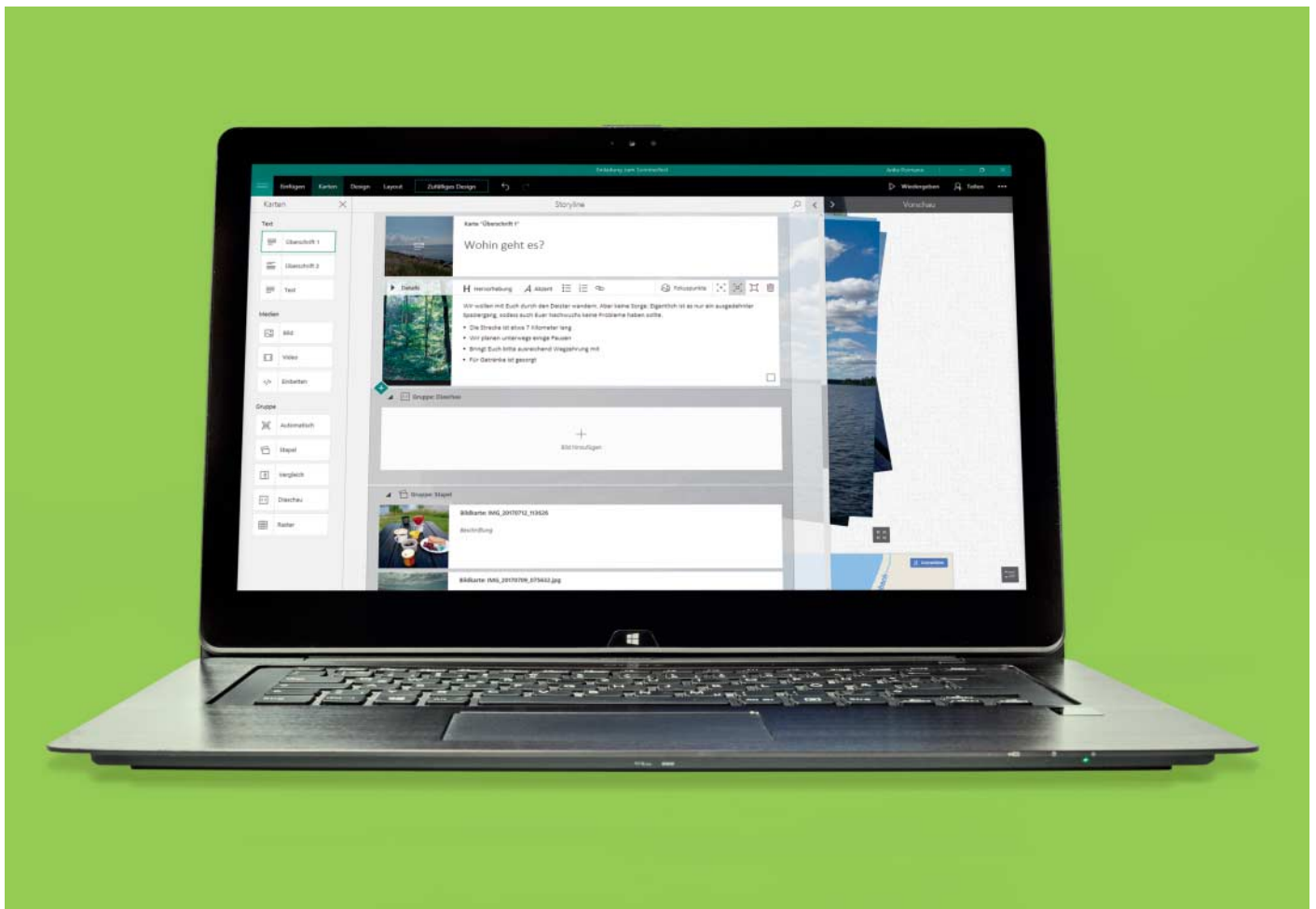
Das Angebot an AUv3-Plug-ins kommt nur langsam in Schwung. Vorreiter ist hier Audio Damage, der nahezu all seine Desktop-Apps für iOS auf AUv3 portiert hat, darunter viele gut klingende Verzerrer, Kompressoren oder Echos wie etwa **Dubstation 2**, das mit atmosphärischen Tape-Delays aufwartet. (hag@ct.de) **ct**

Empfehlungen Musik-Apps für iOS

Name	Hersteller	Typ	Systeme	MIDI	Formate	Preis
Studiosumux	AppBC	Host	iPhone/iPad, ab iOS 7.0	In, Out (IAA, AUv3)	AL, IAA, AUv3, AB3	7,99 €
Audiobus 3	Audiobus	Host	iPhone/iPad, ab iOS 10.2	In, Out	AL, IAA, AUv3, AB3	10,99 €
Cubasis 2	Steinberg	DAW	iPad, ab iOS 8.3	In, Out (BT)	IAA, AUv3, AB3	54,99 €
Auria Pro	WaveMachine Labs	DAW	iPad, ab iOS 6.1	In, Out (BT)	IAA, AUv3, AB3	54,99 €
Modstep	AppBC	Sequencer, Host	iPad, ab iOS 8.0	In, Out (IAA, AUv3)	AL, IAA, AUv3, AB3	21,99 €
Navichord	Denis Kutuzov	Chord-Sequencer	iPhone/iPad, ab iOS 8.0	In, Out (IAA, BT)	AL, IAA, AB3/R	8,99 €
StepPolyArp	Laurent Colson	Arpeggiator	iPad, ab iOS 8.0	In, Out (BT)	AL, IAA, AUv3, AB3	13,99 €
DM1	Fingerlab	Drums	iPad, ab iOS 8.0	In, Out (IAA)	AL, IAA, AB3	5,49 €
DM2	Pascal Douillard	Drums	iPad, ab iOS 8.0	In, Out (IAA)	AL, IAA, AB3	5,49 €
Elastic Drums	O-G-Sus	Drums	iPhone/iPad, ab iOS 8.1	In, Out (IAA)	AL, IAA, AUv3, AB3	10,99 €
Attack Drums	Waldorf Music	Drums, Synthesizer	iPad, ab iOS 7.0	In, Out	IAA, AB2	21,99 €
Animoog	Moog Music	Synthesizer	iPad, ab iOS 8.2	In, Out (IAA, BT)	IAA, AB3	32,99 €
Model 15	Moog Music	Synthesizer	iPhone/iPad, ab iOS 9.3	In, Out (IAA, BT)	AL, IAA, AB3	32,99 €
zMors Modular	mobile only	Synthesizer, Host	iPhone/iPad, ab iOS 8.1	In, Out, (IAA, BT)	AL, IAA, AUv3	10,99 €
iVCS3	apeSoft	Synthesizer, Effekt	iPhone/iPad, ab iOS 8.0	In (IAA, BT)	AL, IAA, AUv3, AB3	16,99 €
Kaspar	Yonac	Synthesizer	iPad, iOS ab 10.0	In (AUv3)	AL, IAA, AUv3, AB3	21,99 €
Redshrike	iceWorks	Synthesizer	iPhone/iPad, ab iOS 9.0	In (IAA, AUv3, BT)	AL, IAA, AUv3, AB3	8,99 €
DFX	Fingerlab	Effekt	iPad, ab iOS 8.0	In, Out	IAA, AB2	4,49 €
Turnado	Sugar Bytes	Effekt	iPad, ab iOS 8.0	In, Out	AL, IAA, AB2	21,99 €
Dubstation 2	Audio Damage	Effekt	iPhone/iPad, ab iOS 9.3	In (Sync, AUv3)	IAA, AUv3	5,49 €

AL = Ableton Link, IAA = Inter App Audio, AUv3 = Audio Units, AB3 = Audiobus 3, BT = Bluetooth

Anzeige



Alle mal hinschauen!

Leichter Einstieg in Microsoft Sway

Mit dem kostenlosen Sway erstellt man innerhalb kürzester Zeit ansprechende Präsentationen: Inhalte reinkippen und ein paar Einstellungen vornehmen – den Rest macht das Programm. Das Ergebnis gleicht einer endlosen Papierrolle, die man nach und nach abwickelt – perfekt für alle Storytelling-Fans.

Von Anke Poimann

Sway gehört zu den weniger bekannten Programmen in Microsofts Office-Familie. Dabei lohnt es sich, die schlanke Anwendung auszuprobieren. Sie läuft auf jedem Rechner im Browser und

als App unter Windows 10. Außerdem gibt es eine iOS-App, deren Bedienung sich jedoch unterscheidet. Sway nimmt dem Anwender viel Layout-Arbeit ab und ermöglicht schicke, moderne Design-Ergebnisse, die der Empfänger in jedem modernen Browser ansehen kann. Man hat zwar nur begrenzten Gestaltungsspielraum, kommt aber blitzschnell von der vagen Idee zum fertigen Werk. Erfreulich: Die Ergebnisse verfügen über ein responsives Design, sodass Inhalte auch auf Smartphone-Displays gut erkennbar sind. Multimediale Newsletter, Hochzeitszeitungen oder Reiseberichte setzt man mit Sway auch dann gekonnt in Szene, wenn man kein Design-Profi ist.

Man benötigt ein Microsoft-Konto, da die Sway-Dateien automatisch auf den Microsoft-Servern gespeichert werden. Lokal lassen sich die Dateien weder si-

chern noch abspielen. Manche Funktionen bleiben bestimmten Versionen vorbehalten. So lassen sich in der Web-Variante Audio-Dateien einfügen, in der Desktop-App jedoch nicht. Wir haben uns die Desktop-App genauer angesehen. Office-365-Abo-Nutzer können in einer Sway-Datei, kurz: in einem Sway, mehr Elemente unterbringen als Anwender ohne ein Office-Abo. Für die meisten Zwecke reicht die Basis-Version jedoch völlig aus.

Das Programm startet in der Ansicht „Meine Sways“. Hier sind alle bisher bearbeiteten, angezeigten und gelöschten Dateien gelistet. Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein neues Sway zu beginnen: Entweder wählt man eine Vorlage zum Weiterbearbeiten aus. Oder man verwendet ein fertiges Dokument im Format doc, docx, pdf, ppt oder pptx und bearbeitet

das daraus erstellte Sway. Das lohnt jedoch nur bei sehr textlastigen Dokumenten, um sich Tipparbeit zu ersparen. Sonst ist es ratsamer, direkt bei null anzufangen. Dazu klicken Sie auf „Neu erstellen“.

Das Fenster ist vertikal in drei Bereiche unterteilt: links die menüabhängigen Optionen, mittig das Hauptfenster – die sogenannte „Storyline“ – und rechts die Vorschau. Alle Bereiche lassen sich minimieren beziehungsweise schließen. Um den Hauptarbeitsbereich zu vergrößern, blenden Sie einfach die Vorschau aus.

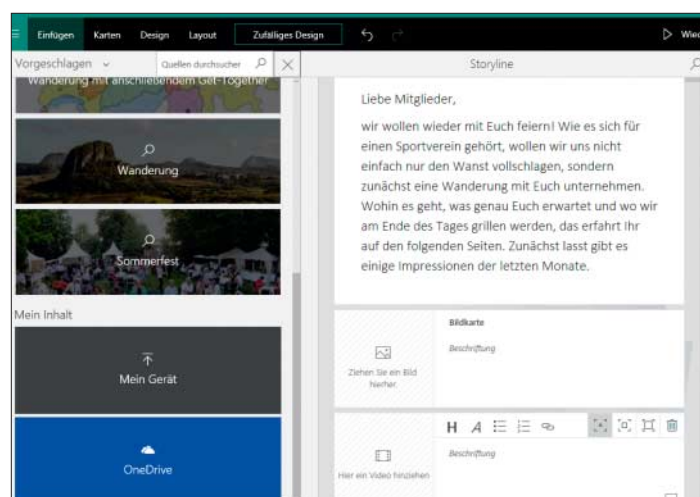
Kartenzauber

Sways Konzept sieht es vor, für jedes Element eine „Karte“ in die Storyline einzufügen. Per Drag & Drop lassen sie sich in der Geschichte verschieben. Vor dem eingefügten Video soll doch zuerst der Text erscheinen? Klicken Sie die Video-Karte an und ziehen Sie sie mit gedrückter Maustaste hinter die Text-Karte.

Ein neues Sway beginnt immer mit dem Titel. Ein Klick auf die Fläche „Hintergrund“ fügt ein Bild hinzu, auf dem später der Titel zu sehen ist. Das Programm schlägt zum Titel passende Bildersuchen vor. Zwar lässt sich die Suche auf Bilder mit Creative-Commons-Lizenzen beschränken, den exakten Lizenztyp erfährt man aber nicht. Mit eigenen Fotos und Videos sind Sie auf der sicheren Seite. Um ein Bild einzufügen, klicken Sie im Menü oben links auf „Vorgeschlagen/Mein Gerät“ oder „Vorgeschlagen/OneDrive“. Das gewünschte Bild ziehen Sie mit gedrückter Maustaste auf die Karte in der Storyline.

Das Entstehen einer Einladung zur Vereins-Sommerparty zeigt im Folgenden Schritt für Schritt die Details der Arbeit mit Sway. Die Einladung soll mehr enthalten als nur die reinen Fakten „wer, was, wann und wo“ – sonst hätten es auch das gute alte Papier oder eine E-Mail getan.

Jedes Element platziert Sway auf einer separaten Karte, die sich frei in der Storyline verschieben lässt.



Eine Gliederung schafft mehr Übersicht. Fügen Sie daher eine Überschrift ein. In unserem Beispiel, „2 Jahre Kanusparte – das wird gefeiert“. Wählen Sie im linken Menü das Element „Überschrift 1“ aus und ziehen Sie es in den freien Bereich unter der Titel-Karte. Alle weiteren Karten ordnet Sway automatisch diesem Abschnitt zu. Um später einen neuen Abschnitt zu beginnen, fügen Sie ein weiteres Überschriften-Element ein.

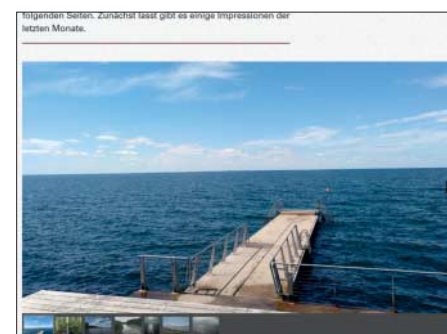
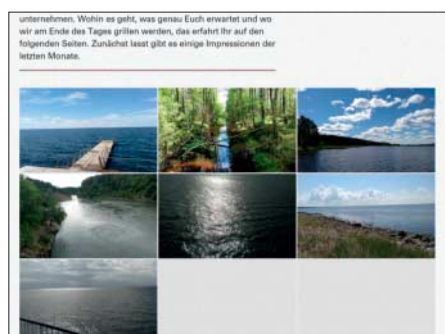
Ziehen Sie als nächstes ein Text-Element in die Storyline, beispielsweise um die Gäste mit Informationen über den Anlass der Feier zu versorgen. Im Menüband der Text-Karte finden Sie die Option „Überschrift“. Vorsicht: Ein Klick hier formatiert mitnichten einen Textabschnitt als hervorgehobene Überschrift. Stattdessen wandelt Sway den markierten Text – oder die gesamte Karte – in ein Überschriften-Element um. Um den Text auf einer Text-Karte zu strukturieren, wählen Sie Fett- beziehungsweise Kursivdarstellung.

Bilder braucht der Mensch

Bei Bildern und Videos kann man entscheiden, wie groß sie später dargestellt werden sollen. Die Einstellungen befin-

den sich am oberen rechten Rand: „Hervorhebung auf dieser Karte auf schwach/mittel/intensiv festlegen“. Da Sway Inhalte automatisch an unterschiedliche Bildschirmgrößen anpasst, kann es passieren, dass Bilder an den Rändern beschnitten werden. Wenn man sicherstellen will, dass alle Personen auf dem Gruppenfoto erkennbar sind, markiert man sie mithilfe der Option „Fokuspunkte“. Alternativ setzt man das Häkchen bei „Das Gesamtbild ist wichtig“. Dann verkleinert Sway das Bild bei Bedarf. Videos passt das Programm immer an; hier lassen sich keine Fokuspunkte festlegen.

Die Funktion „Gruppe“ fügt Mini-Fotoalben in ein Sway ein. Dazu stehen mehrere „Gruppentypen“, also Ansichten, zur Wahl. Die Rasteransicht zeigt verkleinerte Vorschaubilder neben- und untereinander an. Ein Klick auf eines von ihnen vergrößert es. In der Diashow zeigt das Programm immer ein Bild in der festgelegten Größe an. Über die Schaltflächen rechts und links blättert man sich durch alle Fotos. Der Stapel-Typ erzeugt einen Foto-stapel, bei dem alle Bilder übereinanderliegen. Klickt man das obere an, verschwindet es hübsch animiert unter dem Foto-



Mehrere Fotos ordnet Sway als Album an. Drei unterschiedliche Ansichten stehen dabei zur Wahl.



In Sway lassen sich viele externe Quellen einbinden, zum Beispiel eine Straßenkarte, auf der man den Treffpunkt markiert.

haufen. Auch nachträglich lassen sich Bilder zu einer Gruppe zusammenfassen: Markieren Sie dazu die gewünschten Bilder. Klicken Sie dann auf den Punkt „Gruppe“ über der ersten markierten Karte.

Ein Sonderfall in Sway ist der Vorher-nachher-Vergleich zweier Bilder mit einem Schieberegler. Wurde zum Beispiel in Gemeinschaftsarbeit ein Bootshaus gebaut, fügt man ein Foto der leeren Wiese und eins vom fertigen Schuppen ein.

Da geht noch was

Nachdem alle Details zum Anlass der Feier notiert und bebildert wurden, geht es weiter mit dem nächsten Abschnitt: Ort und Ablauf. Der Eingang des Restau-

rants liegt ein wenig versteckt? Kein Problem! Ziehen Sie eine Video-Karte in die Storyline und fügen Sie ein zuvor gedrehtes Video hinzu, das den Weg vom Parkplatz bis zum Eingang dokumentiert. Als nächstes fügen Sie zusätzlich zur Anfahrsbeschreibung eine Straßenkarte mit markiertem Lokal ein. Verwenden Sie dazu ein „Einbetten-Element“. Den Code für die Karte holen Sie sich zum Beispiel bei Google Maps. Auf diese Weise lassen sich auch weitere Fremdquellen einbinden, beispielsweise Infografiken via Infogram.

Manche Gäste wollen eventuell vor Ort übernachten. Als besonderen Service listet man in der Nähe befindliche Hotels

in der Einladung auf. Auf deren Buchungsseiten gelangen die Gäste über eingebundene Links in den zugehörigen Text-Kästen. Das funktioniert allerdings nur bei rein textbasierten Karten, also solchen mit Überschriften und Textkästen. Bild- und Video-Elemente bieten zwar die Möglichkeit, hier eingefügte Links zeigt das Programm aber nur in der Storyline und nicht im fertigen Sway an.

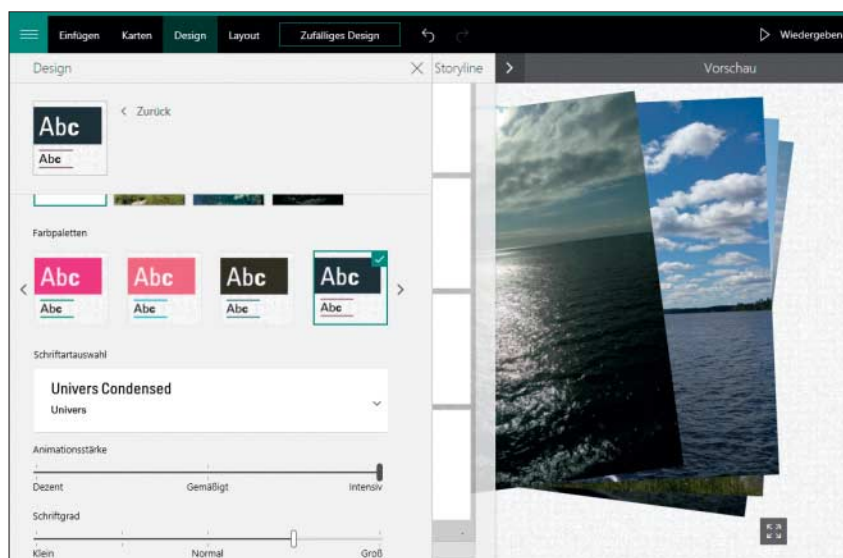
Farbzauber

Sobald die Inhalte stehen, geht es ans Design. Jedes Sway kann man mit einem Hintergrund versehen, um Bereiche zu füllen, die ansonsten leer bleiben würden. Schrifttypen, Schriftgrad und einiges mehr lassen sich über die Schaltfläche „Anpassen“ einstellen. Alle, die sich nicht entscheiden können, wählen ein „Zufälliges Design“ aus. Klicken Sie dann so lange auf die Schaltfläche im oberen Menüband, bis Ihnen das Design gefällt. Die Feinjustierung erfolgt im Design-Menü. In der Vorschau überprüfen Sie das Ergebnis. Es empfiehlt sich, sein Sway während der Arbeit daran hin und wieder auf dem vollen Bildschirm zu überprüfen. Im oberen Menüband klicken Sie dazu auf „Wiedergabe“.

Verteilzentrum

Am Ende soll das fertige Werk unter die Leute gebracht werden. Das Menü nennt sich „Teilen“; es befindet sich rechts im oberen Menüband. Die Standard-Einstellung sieht vor, dass eingeladene Personen Inhalte anschauen, aber nichts verändern können. Sollen weitere Personen mitarbeiten, aktivieren Sie vor dem Verschicken des Links die Option „Bearbeiten“. Außerdem lässt sich das Sway direkt aus der Anwendung heraus auf Facebook, Twitter oder LinkedIn posten. In den „Erweiterten Optionen“ setzen Sie die Freigabeeinstellungen zurück. Das Programm generiert dann eine neue Webadresse. Das ist immer dann sinnvoll, wenn sich die Zielgruppe ändert. Aufrufe mit der bisherigen Adresse laufen anschließend ins Leere.

Herunterladen und offline abspielen kann man Sways nicht. Lokal speichern lässt sich ein Sway über einen Umweg: Dazu ruft man es im Webbrowser auf und wählt dort „Exportieren/Word“ beziehungsweise „Exportieren/PDF“. Die so erzeugte Datei verliert allerdings ihre dynamischen und interaktiven Eigenschaften und damit jeglichen Charme, den ein Sway ausmacht. (apoi@ct.de) **ct**



Das Programm bietet eine Auswahl an vorgefertigten Designs. Für Unentschlossene gibt es die Möglichkeit, per Zufall eines davon auswählen zu lassen.

Anzeige



Schlaue Vorfahrtsregelung

Fritzbox: Datenverkehr optimal priorisieren

Spätestens wenn Video-Streams ruckeln, Downloads plötzlich lahmen oder der First-Person-Shooter nach den ersten Schritten ins Gras beißt, sollten Sie im Router die Funktionen für Quality of Service einrichten. Wir haben gemessen, was die Technik auf der Fritzbox bringt und erklären, welche Einstellungen empfehlenswert sind.

**Von Florian Klan
und Dušan Živadinović**

Per Quality of Service regeln moderne Router den ausgehenden Internet-Verkehr, sodass mehrere Internet-Anwendungen parallel und flüssig laufen. Weil die

meisten Internetanschlüsse asymmetrisch ausgelegt sind (Downlink schneller als Uplink), ist die Übertragungsrate in Senderrichtung ein knappes Gut. QoS dient dazu, diese knappe Ressource möglichst geschickt für alle Internetanwendungen aufzuteilen. Die Technik wirkt sich nur auf Pakete aus, die der Router selbst versendet.

Ab Werk ist der Großteil der QoS-Funktionen inaktiv. Das ist bei fast allen Routern der Welt so – sinnvollerweise, denn die Hersteller wissen bis auf Ausnahmen nicht, welche Anwendungen an Ihrem Anschluss bevorzugt und welche nachrangig behandelt werden sollen.

In der Grundeinstellung kümmert sich die Fritzbox nur darum, dass TCP-Quittungen (Acknowledge, ACK), DNS-, IGMP- und TR-069-Pakete sowie VoIP-Daten bevorzugt gesendet werden. Einstellungen für die eigenen Anforderungen muss man per Hand eintragen. Mit etwas

Know-how fällt das nicht weiter schwer.

Zunächst zu den Grundeinstellungen: Die Fritzbox bringt Filter für ausgehenden IP-Verkehr und hält dafür drei Sendewarteschlangen mit drei Prioritäten bereit (QoS-Klassen): „Echtzeitanwendungen“ haben höchste Priorität, danach folgen nacheinander „Priorisierte Anwendungen“ und „Hintergrund-Anwendungen“.

Pakete der Internet-Telefonie (VoIP), die die Fritzbox selbst generiert, sind den Echtzeitanwendungen zugeordnet. Die übrigen Rubriken sind ab Werk leer. Einstellungen für die Priorisierung von TCP-, DNS-, IGMP- und TR-069-Paketen gibt es in der Fritzbox nicht.

QoS-Priorisierung braucht man nur in Konkurrenzsituationen, wenn also mehrere Anwendungen um die Sendebandbreite rangeln – wenn den Uplink nur eine Anwendung belegt, erhält sie ja schon die gesamte Übertragungsrate, braucht also

keine Regeln. VoIP- und ACK-Pakete brauchen möglichst kurze Signallaufzeiten (Latenzen), sie werden anderen Paketen also vorgezogen. Kurze Latenzen sind bei VoIP für die schnelle Sprachwiedergabe erforderlich. Bei Latenzen über 200 ms fallen sich die Teilnehmer ins Wort, weil sie Sprechpausen nicht mehr erkennen. Und wenn die Pakete erst dann ankommen, wenn der Empfangspuffer leer ist, treten Aussetzer auf. Kommen zu viele Pakete zu spät an, bricht die Verbindung ab.

TCP-ACK-Pakete sind Quittungen, die für viele Anwendungen essenziell sind. Wenn die Quittungen zum Beispiel bei Downloads verzögert abgeschickt werden, weil die Senderichtung gerade anderweitig belegt ist (Mail-Versand, Cloud-Synchronisierung, etc.), drosselt der Server den Download. Bleiben Quittungen zu lange aus, bricht der Download ab. Nur mit QoS kann ein Download trotz gleichzeitigem Upload mit maximaler Geschwindigkeit laufen.

Es ist aber nicht immer sinnvoll, ACK-Pakete mit höchster Priorität abzuschicken. Das ist an stark asymmetrischen Anschlüssen der Fall, also wenn der Uplink um ein Vielfaches langsamer ist als der Downlink (z. B. an Kabelanschlüssen). Dann können die sehr schnellen Downloads den Uplink indirekt, nämlich mittels der vielen ACK-Pakete, verstopfen. So bleibt unter Umständen für VoIP- oder andere Echtzeitanwendungen zu wenig Sendekapazität. Die TCP-ACK-Pakete steckt die Fritzbox immer zu den priorisierten Anwendungen.

Drei Stufen

Sendezeit ist nicht beliebig verfügbar. Wenn man sie in Konkurrenzsituationen der höchsten Prioritätsklasse zuschlägt, muss man sie den niedrigeren abzwacken. Kandidaten für die niedrigeren QoS-Klassen sind Surfen, Mail- oder Cloud-Synchronisierungen. Solchen Anwendungen schaden hohe Latenzen wenig bis gar nicht – es dauert lediglich etwas länger, bis die Web-Seite aufgebaut, die Mail verschickt oder die Cloud-Synchronisierung abgeschlossen ist.

Pakete der Echtzeitkategorie dürfen kurzfristig die gesamte Sendekapazität belegen und die beiden anderen Klassen ausbremsen. Wenn Pakete verschiedener Anwendungen zur selben Klasse gehören, teilt die Fritzbox die Sendekapazität gleichmäßig unter ihnen auf.

Pakete, die zu der zweiten Klasse gehören („Priorisierte Anwendungen“) dür-

fen auf den Fritzbox-Modellen 7580, 7590 und 6890 LTE bis 90 Prozent der Upload-Datenrate belegen. Bei den Modellen 7490, 5490 und 7360 sind es bis zu 100 Prozent. Sie werden den Hintergrundanwendungen vorgezogen.

Priorisieren – so geht's

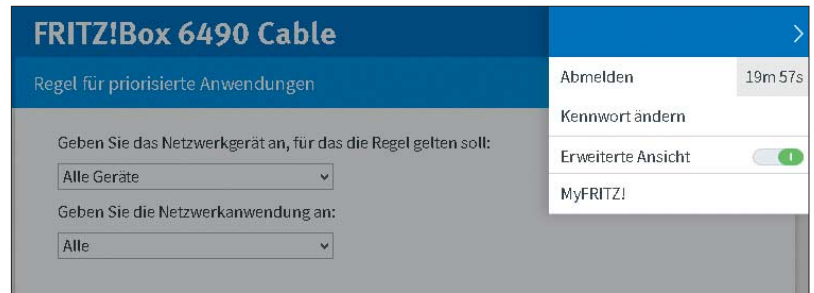
Um QoS-Regeln für Ihre Anforderungen zu erstellen, öffnen Sie fritz.box im Browser und melden Sie sich an. Schalten Sie im Menü rechts oben die erweiterte Ansicht ein. Die QoS-Einstellungen finden Sie im Menü „Internet/Filter/Priorisierung“.

Für eine Handvoll gebräuchlicher Anwendungen hat AVM schon Paket-Filter definiert, sodass man diese nur noch zu

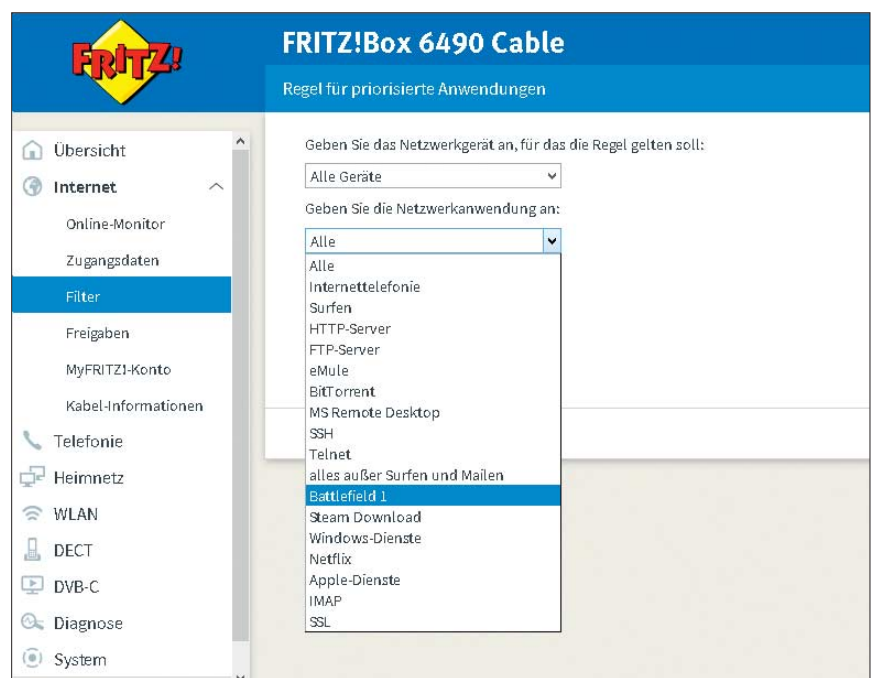
einer Prioritätsklasse hinzufügen muss. Außer dem VoIP-Verkehr sind das Surfen, HTTP-Server, FTP-Server, eMule, BitTorrent, MS Remote Desktop, SSH, Telnet und „alles außer Surfen und Mailen“.

Um einen der fertigen Paket-Filter einer Prioritätsklasse zuzuordnen, klicken Sie bei der gewünschten Prioritätsstufe auf „Neue Regel“. Im nächsten Fenster wählen Sie im oberen Dropdown-Menü, für welche Netzwerkgeräte die Einstellung gelten soll, also entweder für alle, für einzelne oder für eine bestimmte IP-Adresse. Im unteren Menü wählen Sie die Netzwerkanwendung aus.

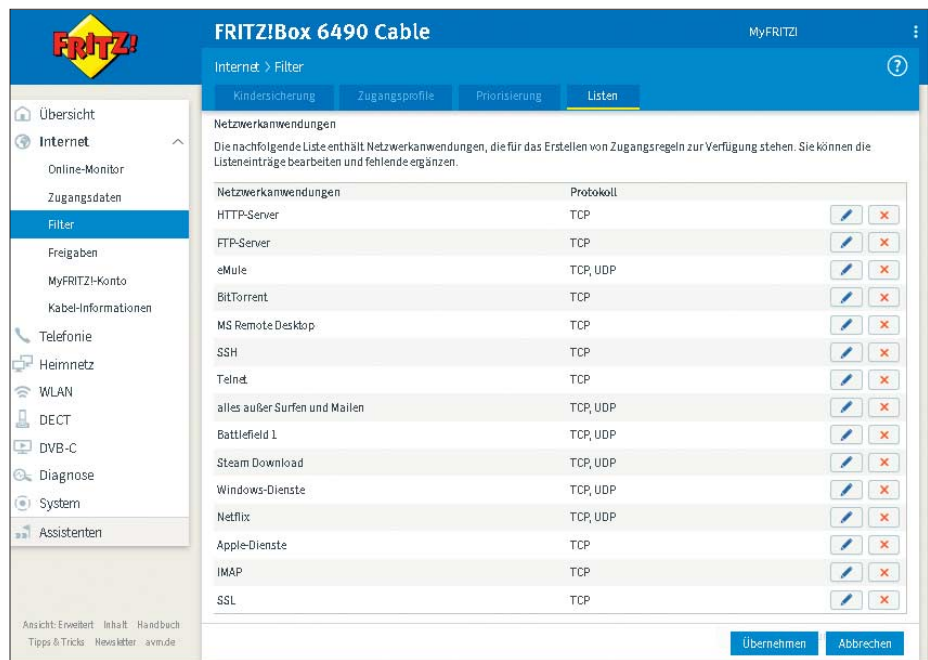
Nach einem Klick auf „OK“ taucht die Anwendung für das gewünschte Gerät in



Die vollständigen QoS-Einstellungen zeigt die Fritzbox nur, wenn man die „Erweiterte Ansicht“ aktiviert – Sie finden diese Option im Menü in der rechten oberen Ecke.



Über den Knopf „Neue Regel“ lassen sich IP-Pakete einer von drei QoS-Klassen zuordnen. Die mit der höchsten Priorität werden grundsätzlich umgehend versendet, auch wenn gerade Andrang herrscht, die übrigen mit etwas Verzögerung.



Das Menü „Netzwerkanwendungen“ ist das Herzstück der Fritzbox-QoS-Einstellungen. Nur die Pakete, für die Filter angelegt worden sind, lassen sich priorisieren.

der Kategorie auf. Wenn Sie Filesharing-Dienste wie BitTorrent und eMule verwenden, empfiehlt es sich, diese zu den Hintergrundanwendungen hinzuzufügen und eine Regel für alle Netzwerkgeräte zu erstellen.

Wenn Sie SSH-Verbindungen nutzen, ist es sinnvoll, diese hoch zu priorisieren. So werden Tastatureingaben auch dann mit maximaler Geschwindigkeit wiedergegeben, wenn andere Anwendungen fleißig senden.

Falls Sie einen Web-Server im Internet zugänglich machen, beispielsweise, um selbst aus der Ferne auf Bilder Ihrer Web-Cam zuzugreifen, fügen Sie „HTTP-Server“ zu „Priorisierte Anwendungen“ hinzu und schränken Sie die Regel auf die IP-Adresse ein, unter der die Web-Cam erreichbar ist.

Strategien

Bei Anwendungen, die AVM nicht berücksichtigt hat, kann man in vier Schritten vorgehen: Legen Sie eine Liste von Anwendungen an, die in Ihrem Heimnetz üblicherweise laufen und teilen Sie sie in drei Klassen ein. Legen Sie für jede einen Filter an. Fügen Sie den Filter der Klasse zu, die Sie festgelegt haben.

Identifizieren Sie zunächst sämtliche zeitkritischen Anwendungen, die Sie nutzen. Legen Sie für möglichst jede einen Filter an. Sortieren Sie dann alle Filter für Pa-

kete von zeitkritischen Anwendungen in die Klasse der Echtzeitanwendungen ein.

Die beiden übrigen Klassen kann man nach Gutdünken verwenden: Wenn für Sie zum Beispiel Browsen wichtig ist, sortieren Sie den HTTP-Verkehr bei „Priorisierte Anwendungen“ ein; so gehen auch HTTP-Anfragen bevorzugt auf die Reise. Mail-Versand, VPN-Verkehr, Cloud-Synchronisierungen, das sind Kandidaten für die Klasse „Hintergrundanwendungen“. Wenn Sie im Home-Office arbeiten, wird VPN für die Anbindung zur Firma wichtig und ge-

hört dann zu „Priorisierte Anwendungen“. Das gilt auch für den Fall, dass im VPN-Tunnel Pakete zeitkritischer Anwendungen übertragen werden. Dann kann man den VPN-Filter den Echtzeitanwendungen zuschlagen. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn Sie übers VPN SSH- oder Remote-Control-Verbindungen aufbauen.

Auch der Empfang von hochauflösenden Video-Streams gehört zu „Priorisierte Anwendungen“ (Amazon Instant Video, Netflix, YouTube & Co.). Für Streams ist eine gleichmäßige Wiedergabe wichtig. Dafür ist eigentlich eine hohe und zugleich gleichbleibende Übertragungsgeschwindigkeit erforderlich. Die kann das Internet nicht gewährleisten. Deshalb stattdessen Programmierer Video-Stream-Apps mit großen Empfangspuffern aus. Je größer der Puffer, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass der Empfangspuffer die schwankende Übertragungsgeschwindigkeit glättet, sodass der Stream ruckelfrei wiedergegeben wird. Durch die Priorisierung des ausgehenden Streaming-Verkehrs gehen die Anforderungspakete so schnell raus, dass der Stream mit maximaler Geschwindigkeit ankommen kann (sofern die Strecke zu Ihrem Router nicht verstopft ist).

Downloads von Updates, Online-Spiele auf Plattformen wie Steam, Origin und Uplay sowie Filesharing brauchen weder kurze Latenzen noch hohe oder konstante Datenraten. Das sind Beispiele für Hintergrundanwendungen. Deren Pakete gibt die Fritzbox nur dann umgehend auf den Weg, wenn sie keine Pakete der ersten beiden Klassen zu befördern hat. Andernfalls müssen solche Programme

Application	TCP Ports	UDP Ports
1 vs. 100 Xbox 360	3074	3074
11 Eyes Cross Over Xbox 360	3074	3074
1942 Joint Strike Xbox 360	3074	3074
1942 Joint Strike Playstation 3	5223	5223, 3478, 3479, 3658
1AVStreamer PC	80, 8070	80, 8070
1st SMTP Server PC	25	
1XR Xbox 360	3074	3074
2 Days to Vegas Xbox 360	3074	3074
2006 FIFA World Cup Xbox 360	3074	3074
2014 FIFA World Cup Brazil Xbox 360	3074	3074
2014 FIFA World Cup Brazil Playstation 3	5223	5223, 3478-3479, 3658
21 Ball Snooker Champion Xbox 360	3074	3074

Wer den IP-Verkehr von Spielen priorisieren möchte, findet Infos zu den Port-Konfigurationen beispielsweise auf der Seite Portforward.com.

warten, bis Sendezeit frei ist. Und wenn die Leitung dauerhaft anderweitig ausgelastet ist, „verhungert“ der Hintergrund-Traffic.

Falls Sie dieselbe Anwendung für verschiedene Rechner unterschiedlich behandeln wollen, legen Sie für diese eigene Filter an. So kann man dem SMTP-Mailverkehr eines geschäftlich genutzten PC hohe Priorität einräumen und allen übrigen SMTP-Verkehr als Hintergrundanwendung behandeln.

Grundsätzlich bringt es nichts, alle Anwendungen hoch zu priorisieren. Die, die nur bei kurzer Latenz gut funktionieren, werden durch andere ausgebremst und die übrigen rangeln miteinander. Es geht vielmehr um eine ausgewogene Aufteilung der Sendekapazität an Ihrem Anschluss. Berücksichtigen Sie beim Anlegen der Filter nur solche Geräte in Ihrem LAN und WLAN, die Internet-Verbindungen aufbauen.

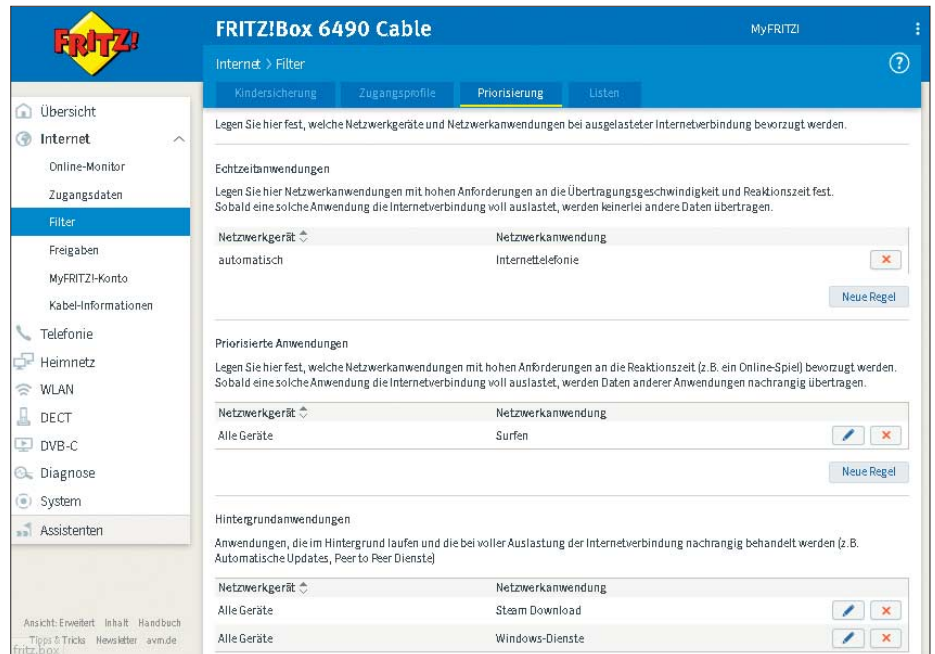
Neue Filter

Paket-Filter für Anwendungen, die AVM nicht berücksichtigt hat, legt man unter „Internet/Filter/Listen“ an. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Netzwerkanwendung hinzufügen“ und vergeben Sie der neuen Anwendung einen eindeutigen Namen, am besten den des Programms oder der Art des Datenverkehrs.

Klicken Sie auf „Neues Protokoll“, wählen Sie das Trägerprotokoll aus (meist TCP oder UDP) und tragen Sie die Quell- und Zielports ein. Diese Angaben finden Sie normalerweise in der Anleitung der jeweiligen Anwendung. Außerdem haben wir für viele Anwendungen, die auf Windows und macOS gängig sind, Links unter ct.de/yfpc zusammengefasst. Falls auch die nicht weiterhelfen, bringt Sie vielleicht ein Suchmaschine weiter. Beispiele für sinnvolle Suchworte sind „Ports Protocol“ und der Name der Anwendung, zum Beispiel „Ports Protocol OpenVPN“ oder „Ports Protocol Battlefield“.

Mit der Einstellung „Port“ lässt sich genau eine Portnummer eintragen. Über die Von-bis-Option kann man Portbereiche festlegen. Bestätigen Sie Ihre Einträge mit „OK“ und wiederholen Sie den Vorgang, bis Sie alle Protokolle und Ports eingetragen haben.

Einige Beispiele: Wenn Sie einen IMAP-Mail-Server hinter Ihrer Fritzbox betreiben, empfiehlt es sich, IMAP-Pakete hoch zu priorisieren, damit der Server die Mails schnell ausliefert. Tragen Sie im



Richtig priorisiert, lässt sich beispielsweise auch der Zugriff per Browser auf Content-Management-Systeme beschleunigen.

IMAP-Filter das Protokoll TCP und die Quell- und Zielports 993 ein (SSL-verschlüsseltes IMAP). Ähnlich sieht ein Filter für einen PC aus, der hinter der Fritzbox steht und per SSH aus der Ferne gewartet wird, nur dass anstatt Port 993 der Port 22 gefiltert wird. Für Netflix legen Sie einen Filter für die TCP-Ports 22 und 33001 sowie die UDP-Ports 33001 bis 33010 an.

Speichern Sie den neuen Filter, damit er im Bereich „Internet/Filter/Priorisierung“ aufgeführt wird. Anschließend können Sie ihn einer Prioritätsklasse zuordnen.

Wenn Sie neue Filter anlegen, gehen Sie möglichst detailliert vor und legen Sie für jede einzelne Anwendung einen eigenen Filter an. Filter für große Port-Bereiche, die viele Anwendungen auf einmal betreffen, sind unpraktisch, weil sie undokumentierte Betriebssystemdienste bremsen können. Außerdem fallen im Laufe der Zeit Anwendungen weg und neue kommen hinzu, sodass sich weit gefasste Filter leicht auf Anwendungen auswirken, die man nicht bedacht hat.

Welchen Effekt eine bestimmte QoS-Regel hat, muss man durch Ausprobieren ermitteln.

Wenn es trotz sinnvoller QoS-Einteilung knirscht, helfen nur zwei Dinge: Kurzfristige Abhilfe schaffen Sie, indem Sie immer nur eine der zeitkritischen Anwendungen ausführen und die anderen auf später verschieben. Dauerhaft lässt sich das Problem nur mit Geld lösen:

Indem man einen schnelleren oder einen zusätzlichen Anschluss einrichtet.

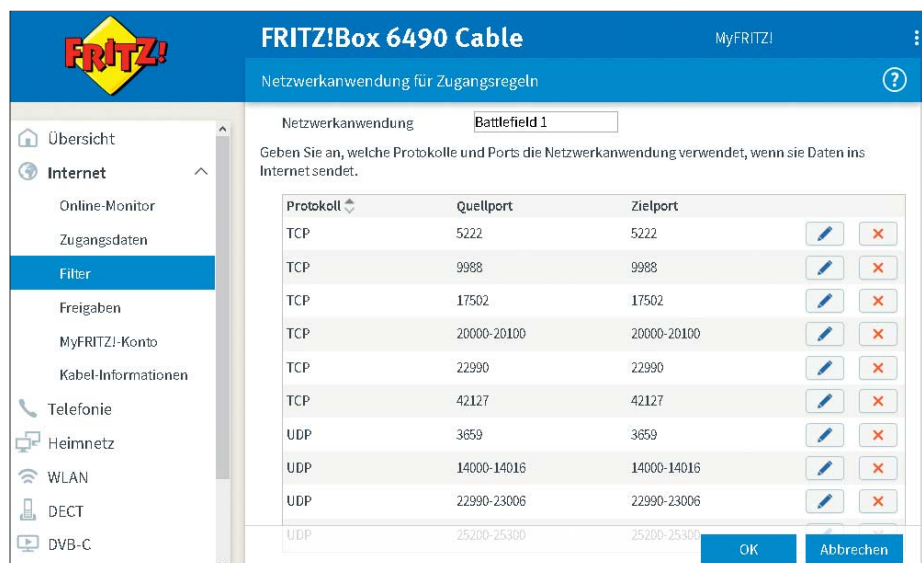
Dafür ist wichtig, die Uplink-Leistung eines Anschlusses richtig einzuschätzen. Zum Beispiel belegt ein einzelnes VoIP-Telefonat rund 100 KBit/s der Uplink-Kapazität. Die Telefonie-Module von WhatsApp, Signal, FaceTime & Co komprimieren Sprachsignale stärker. Die besten Apps dieser Klasse kommen mit der Hälfte an Sendekapazität aus [1].

Messungen

In Tests funktionierte die VoIP-Übertragung ohne Aussetzer – dafür ist QoS auf der Fritzbox grundsätzlich eingeschaltet. Auch wenn wir mehrere gleichzeitige VoIP-Telefonate parallel zu großen Downloads führten, traten keine Aussetzer auf.

Spiele und Datenbankzugriffe über HTTP oder HTTPS gehören zu den zeitkritischen Anwendungen, an denen QoS-Effekte schnell sichtbar werden. Von Datenbankzugriffen kann man zum Beispiel bei Content-Management-Systemen sprechen. Eine hohe Priorisierung des CMS-Verkehrs bewirkt, dass Tastatureingaben auch dann umgehend im Browser-Fenster erscheinen, wenn parallel andere Daten versendet werden.

Online-Spiele benötigen nur wenig Sendekapazität, aber möglichst geringe und möglichst konstante Latenzen (Jitter). Niedriger Jitter und kurze Latenzen (oft gemessen mit dem Ping-Befehl) verbes-



Um IP-Pakete von Battlefield 1 zu priorisieren, muss man im QoS-Filter viele TCP- und UDP-Ports eintragen.

sern zum Beispiel bei First-Person-Shootern die Aktualisierung der Spielfigurposition und die Treffsicherheit des Schützen. AVM empfiehlt, solche Spiele mindestens als „Priorisierte Anwendung“ zu behandeln. Wenn an Ihrem Anschluss keine Echtzeitanwendungen laufen, können Sie solche Spiele auch in die erste QoS-Klasse einsortieren.

Wir haben den QoS-Effekt am Verhalten von Battlefield 1 untersucht. Das Spiel erfasst die Position aller Spieler 60-mal in der Sekunde (Tick-Rate = 60 Hz). Wenn Battlefield den Internetanschluss allein und ohne Priorisierung nutzte, betrug die Latenz rund 30 ms mit kleinen Ausreißern bis 40 ms hinauf. Mit parallelem Download oder Videostream-Empfang stieg die Latenz auf rund 85 ms und der Jitter auf ± 30 ms.

Ein QoS-Filter für Battlefield enthält viele Einträge (TCP 5222, 9988, 17502, 20000 bis 20100, 22990 und 42127 sowie UDP 3659, 14000 bis 14016, 22990 bis 23006 und 25200 bis 25300). Fügten wir diesen Filter den Echtzeitanwendungen hinzu, sank die Latenz auch bei parallelem Download von 85 auf 70 ms und Latenzschwankungen waren deutlich seltener. Die Steuerung des Spiels fühlte sich direkter an, weniger hakelig.

Downloads liefen dadurch nur wenig langsamer, was im Umkehrschluss bedeutet, dass die Fritzbox den Versand von ACK-Paketen kaum drosselte. Ohne parallelen Download oder Stream nahm der Jitter bei eingeschaltetem QoS-Filter deutlich ab.

Weitere Kniffe

Außer der reinen QoS-Priorisierung bietet die Fritzbox weitere Möglichkeiten, um den Datendurchsatz im LAN und WLAN für bestimmte Anwendungen zu optimieren. IPTV-Streams werden im Internet im Multicast-Modus übertragen. So spart der Netzbetreiber Ressourcen. Wenn das Ziel des IPTV-Streams im LAN liegt, werden sie weiterhin mit maximaler Geschwindigkeit übertragen. Wenn das Ziel nur über WLAN erreichbar ist, werden Multicast-Pakete wie Broadcasts übertragen. Doch Broadcasts sind auf brutto 1 oder 6 MBit/s beschränkt; netto bleibt kaum die Hälfte übrig. Das ist für hoch-

aufgelöste IPTV-Streams zu wenig. Deshalb wandeln bessere Router IPTV-Multicasts zu Unicasts. So steht die maximale WLAN-Datenrate des jeweiligen Funkmoduls zur Verfügung. Diese Funktion sollte auf Fritzboxen ab Werk aktiviert sein. Um die Einstellung zu überprüfen, öffnen Sie das Menü „WLAN/Funkkanal/Funkkanaleinstellungen anpassen“, klicken Sie auf „Weitere Einstellungen“. Bei „WLAN-Übertragung für Live TV optimieren“ sollte der Haken gesetzt sein.

Außerdem kann man mittels der Kindersicherung die Datenmenge reduzieren, die ins Internet geschickt wird. So können Sie etwa Filesharing-Dienste wie eMule am PC der Kinder oder für Gäste sperren.

Unter „Internet/Filter/Zugangsprofil“ klicken Sie auf „Neues Zugangsprofil“, vergeben dem Profil einen Namen, wählen bei „Netzwerkanwendungen sperren“ die unerwünschten Anwendungen aus einem Dropdown-Menü und bestätigen die Auswahl mit OK. Weisen Sie das Profil anschließend über das Menü „Internet/Filter/Kindersicherung“ einzelnen Clients zu. Die Fritzbox filtert dann den IP-Verkehr dieser Clients und lässt nur ungesperrte Daten ins Internet.

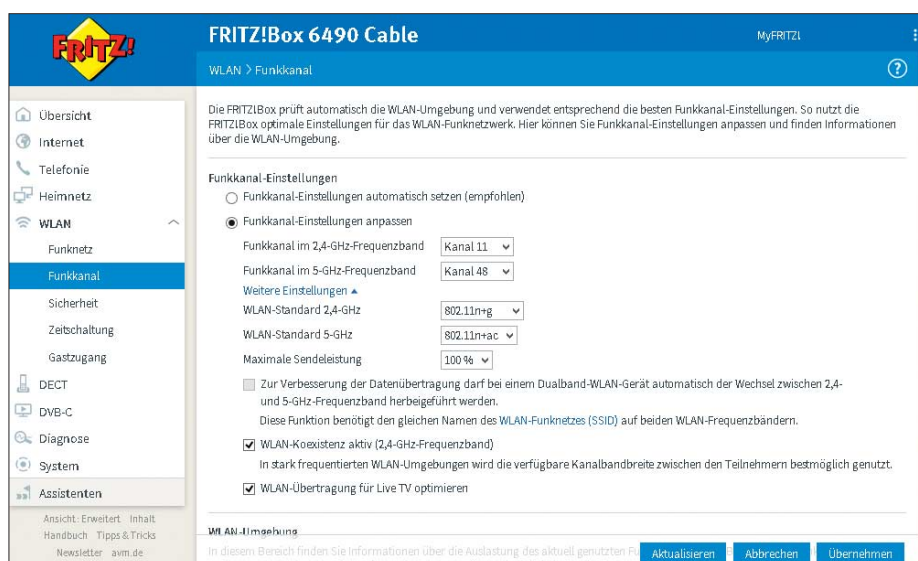
(dz@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Ernst Ahlers, Andrijan Möcker, Wahlhilfe, Apps mit Internet-Telefonie im Vergleich, c't 5/17, S. 114

TCP- und UDP-Port-Belegungen:

ct.de/yfpc



Nur mit der Einstellung „WLAN-Übertragung für Live TV optimieren“ nutzen IPTV-Streams auf der Fritzbox den schnellsten WLAN-Übertragungsmodus.

Anzeige

Schnellzugang

An Windows 10 mit PIN statt Kennwort anmelden

Es ist vertrackt: Je mehr Zeichen ein Kennwort enthält, umso schwerer lässt es sich knacken, doch umso nerviger ist es auch, es nach jeder Bildschirmsperre erneut einzutippen. Unter Windows 10 hilft das Verwenden einer zusätzlichen PIN aus dem Dilemma.

Von Axel Vahldiek

Egal, ob Microsoft-Konto oder herkömmliches lokales Benutzerkonto: Für beide Arten können Sie unter Windows 10 zum lokalen Anmelden an das System eine PIN statt eines Kennworts verwenden. Sie brauchen also nur ein paar selbst gewählte Ziffern einzutippen und schon sind Sie drin. Das Kennwort ist nur noch selten erforderlich, etwa bei Zugriffen übers Netzwerk oder wenn Sie Ihre PIN vergessen haben. Wenn das Upgrade auf Windows 10 Version 1703 installiert ist (Creators Update), spielt bei der Eingabe der PIN via Ziffernblock nicht mal mehr der Status der Numlock-Taste eine Rolle. Geeignet ist der Einsatz der Ziffernfolge überall dort, wo Ihnen beim Eintippen niemand über die Schulter schauen kann.

Sicher?

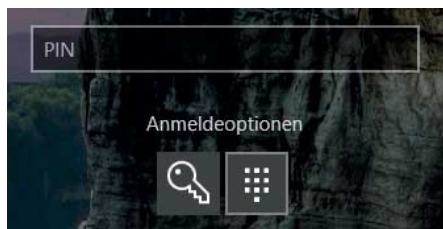
Ob der Einsatz einer PIN sicher ist, hängt vor allem davon ab, welche Ziffernkombination Sie wählen. Klassiker wie 0000 oder 1234 verbieten sich von selbst, aber auch andere aufeinanderfolgende Zahlen sowie Geburtsjahre sollten Sie meiden. Verwenden Sie eine möglichst zufällige Zahl. Die PIN wird noch sicherer, je mehr Ziffern sie enthält, doch je länger sie ist, umso näher sind Sie auch wieder am Ausgangsproblem der Mühsal des Eintippens. Ein simpler Weg zum Verlängern: Geben Sie die einzelnen Ziffern oder die gesamte PIN jeweils zweimal hintereinander ein. So brauchen Sie sich nur vier Ziffern zu merken, um eine achtstellige PIN nutzen zu können.

Ein simples Durchprobieren aller denkbaren Kombinationen verhindert

Windows. Ein Angreifer hat vier Versuche, dann muss er eine angezeigte Passphrase abtippen. Nach dem fünften Versuch ist ein Neustart fällig. Versucht der Angreifer es danach weiter, muss er nach weiteren vier Versuchen 30 Sekunden warten, bevor nach erneuter Passphrasen-Eingabe und dem fünften Versuch wieder ein Neustart fällig wird. Setzt er das Spiel fort, verlängert Windows die Wartezeit immer weiter, erst auf 1 Minute, dann auf 2, 5, 10 und 30 Minuten, danach gehts bereits um Stunden. Die Wartezeit wird also immer mindestens verdoppelt und überschreitet schnell die Dauer eines Menschenlebens. Sofern ein Angreifer also nicht gleich am Anfang einen Zufallstreffer landet, wird er Ihre PIN nicht knacken können.

Einrichten

Den Dialog zum Einrichten einer PIN finden Sie in den Einstellungen unter „Konto/Anmeldeoptionen“. Der Dialog fordert zuerst die Eingabe Ihres Kennworts, anschließend können Sie eine beliebige Zahlenfolge eingeben, die Sie wiederholen müssen. Die minimale Länge beträgt 4, die maximale 127 Ziffern. Erlaubt sind wirklich nur Ziffern, also weder Buchstaben oder Sonderzeichen. Die PIN gilt ab sofort, ein Neustart ist nicht nötig. Beim Anmelden können Sie sich den bislang obligatorischen Druck auf die abschließende Enter-Taste übrigens sparen, Sie sind schon nach Eintippen der letzten Ziffer „drin“.



Bei Bedarf können Sie sich jederzeit statt mit PIN wieder mit Ihrem Kennwort anmelden. Dazu einfach unterhalb des PIN-Eingabefeldes erst auf den Link „Anmeldeoptionen“ und dann auf den Schlüssel klicken.

Die PIN gilt nur für diese Windows-Installation, selbst wenn Sie deren Einstellungen per Microsoft-Konto auf andere Installationen synchronisieren.

Das Kennwort brauchen Sie wie erwähnt trotzdem noch. Es kann nun aber deutlich länger und damit sicherer ausfallen, weil Sie es ja nicht mehr ständig eintippen müssen. Sollten Sie also bislang aus Bequemlichkeit ein pragmatisch kurzes Kennwort verwendet haben, ist nun ein guter Zeitpunkt, es in ein sicheres langes zu ändern. Der Dialog dafür ist auf der gleichen Seite der Einstellungen. Doch Obacht: Wenn Sie es nicht mehr täglich mehrfach eintippen, könnte es irgendwann in Vergessenheit geraten. Schreiben Sie es also besser auf einen Zettel und verwahren Sie diesen an sicherer Stelle, am besten in einem Tresor.

PIN-Komplexität

Unter Windows 10 Pro und Enterprise lassen sich einige Einstellungen für die PIN-Eingabe mit Gruppenrichtlinien steuern. Sie finden sie im Gruppenrichtlinien-Editor gpedit.msc unter „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/System/PIN-Komplexität“. Dort können Sie beispielsweise die minimale und maximale Länge der PIN beeinflussen, zusätzlich zu Ziffern auch Groß-, Kleinbuchstaben oder Sonderzeichen erzwingen sowie Ablauf-Daten festlegen.

Für den heimischen Einsatz dürfte das aber alles unnötig sein und auch im Unternehmen sollten Sie nur mit Bedacht eine erhöhte Komplexität erzwingen. Denn sonst sind Sie schnell wieder beim Ursprungsproblem.

Wenn alle gucken ...

Falls Ihnen jemand beim Anmelden an Windows zuguckt, gilt das Gleiche wie am Geldautomaten: Schirmen Sie die Eingabe mit der anderen Hand ab. Alternativ können Sie, statt die PIN einzugeben, darunter auf „Anmeldeoptionen“ klicken. Dort finden Sie in der Standardeinstellung zwei Symbole, das rechte führt Sie zur altbekannten Kennwort-Eingabe. Sie haben also stets die Wahl, ob Sie in diesem Moment die kurze PIN oder das lange Kennwort nutzen wollen. Tipp: Verwenden Sie für das Kennwort abwechselnd Zeichen rechts und links auf der Tastatur, das erschwert fremden Augen das Mitlesen. Üben Sie zudem das Eintippen, bis es so schnell geht, dass fremde Augen nicht mehr folgen können. (axv@ct.de) **ct**

Anzeige

Fernzugriff per Doppelklick

VPN- und Remote-Desktop-Verbindungen mit wenig Aufwand aufbauen

Warum sollte man zum Einwählen in ein VPN unter Windows eigentlich jedes Mal an diversen Stellen rumklicken, wenn ein einziger Doppelklick auch reicht? Oder sich die Sache gar automatisieren lässt? Haben wir uns auch gefragt, und hier sind die Skripte, die dabei herauskamen. Sie stellen auf Wunsch gleich noch eine Remote-Desktop-Verbindung her.

Von Axel Vahldiek

Dieser Beitrag stellt verschiedene Skripte vor: Eines reduziert den Aufwand zum Herstellen einer VPN-Verbindung auf einen Doppelklick, ein anderes automatisiert den Verbindungsaufbau vollständig. Zudem zeigen wir Ihnen, wie sich gleich noch eine Remote-Desktop-Verbindung aufbauen lässt. Die Skripte

funktionieren mit allen aktuellen Windows-Versionen von 7 bis 10.

Der erste Schritt beim Automatisieren ist, das Kennwort für die VPN-Verbindung nicht mehr jedes Mal eintippen zu müssen. Dazu lassen Sie die Anmeldedaten von Windows speichern. Wichtig dabei: Um Missbrauch zu vermeiden, sollten Sie das Konto, mit dem Sie sich an Windows anmelden, mit einem Kennwort schützen, das sonst niemand kennt. Ein Notebook sollten Sie verschlüsseln. Sofern Sie eine der teureren Windows-Versionen nutzen, geht das mit dem Bordmittel Bitlocker [1], Home-Nutzer greifen alternativ zum kostenlosen TrueCrypt-Nachfolger VeraCrypt [2].

Damit Windows das VPN-Passwort speichert, rechtsklicken Sie auf das Netzwerksymbol in der Taskleiste und wählen „Netzwerk- und Freigabecenter öffnen“. Dort links oben auf „Adaptoreinstellungen“ klicken und aus dem Kontextmenü der VPN-Verbindung „Eigenschaften“ auswählen. Setzen Sie unter „Optionen“

ein Häkchen vor „Anmeldedaten speichern“. Bauen Sie nun die Verbindung auf; dabei speichert Windows die Kennwörter. Danach können Sie die Verbindung wieder beenden.

Per Doppelklick ins VPN

Mit dem ersten Skript reicht für den Aufbau der VPN-Verbindung künftig ein Doppelklick. Die entscheidende Zutat ist das bordeigene Kommandozeilenprogramm Rasdial.exe, dem Sie nur den Namen der VPN-Verbindung übergeben müssen. Im Prinzip reicht folgender Einzeiler, wobei VPN durch den Namen Ihrer Verbindung zu ersetzen ist:

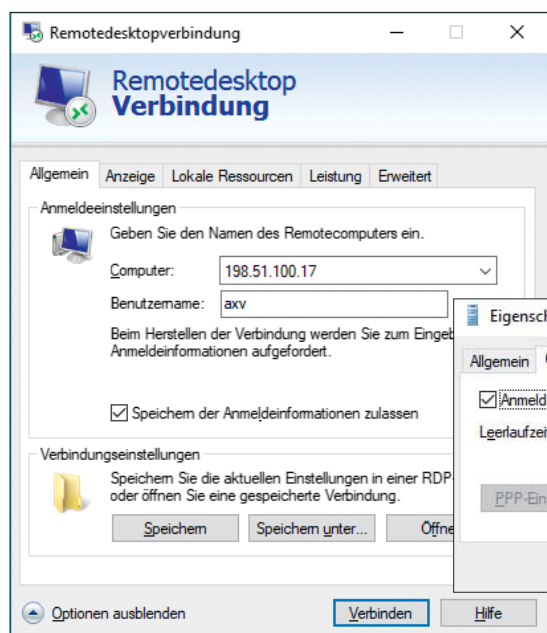
```
rasdial VPN
```

Wenn Rasdial.exe die Verbindung beenden statt aufbauen soll, hängt man an diese Zeile /d an („disconnect“). Beide Befehle haben wir mit etwas Drumherum in das Skript VPN-Connect.bat gegossen, welches beide Jobs erledigt (siehe ct.de/yb36): Ein Doppelklick darauf baut die Verbindung auf, ein weiterer Doppelklick beendet sie. Das Skript nutzt aus, dass ein Aufruf von rasdial ohne Argumente den Namen der gerade aktiven VPN-Verbindung ausgibt. Passen Sie bitte „VPN-Name“ in der ersten Zeile des heruntergeladenen Skripts an.

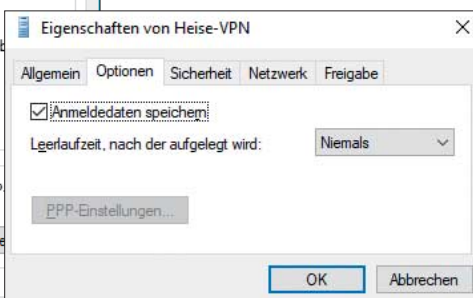
Unter Windows 7 kam es bei unseren Tests vor, dass der Aufbau der VPN-Verbindung per Skript mit der Fehlermeldung 800 abbrach, obwohl es auf dem herkömmlichen Klick-Weg klappte. Dann half es, in den Einstellungen der VPN-Verbindung unter „Sicherheit“ den „VPN-Typ“ von automatisch auf den der VPN-Verbindung umzustellen. Welcher das ist, zeigt die Verknüpfung (siehe Screenshot oben rechts, dort ist es „IKEv2“).

Automatisch ins VPN

Damit Windows die VPN-Verbindung beim Hochfahren automatisch aufbaut, genügt es im Prinzip, einen passenden Au-



Damit sich Windows die Passwörter merkt, müssen Sie in den Einstellungen der VPN-Verbindung und in den Optionen der Remote-Desktopverbindung jeweils ein Häkchen setzen.



tostart einzutragen. Die Idee, eine Batch-Datei mit dem passenden `rasdial`-Befehl kurzerhand in den Autostart-Ordner zu kopieren, ist zwar an sich richtig, wird aber keinen Erfolg haben. Windows erledigt nämlich während des Hochfahrens diverse Sachen gleichzeitig, weshalb es das Skript möglicherweise ausführt, wenn die dafür benötigte Internet-Verbindung noch gar nicht steht – der Aufbau der VPN-Verbindung scheitert.

Der Trick besteht darin, den `rasdial`-Befehl hinauszuzögern, bis die Internet-Verbindung steht. Dazu lässt man das Skript so lange einen Ping auf eine Website ausführen, bis der Erfolg hat. Auch das können Sie als fertige Batch-Datei namens `„VPN-Startup.bat“` von ct.de/yb36 herunterladen. Ersetzen Sie im Skript „VPN-Name“ wieder durch den Namen Ihrer Verbindung. Das Skript verwendet `ct.de` als Ping-Ziel; falls Sie ein anderes verwenden wollen, tragen Sie eine beliebige andere Web-Adresse ein. Nun kopieren Sie das Skript in den Autostart-Ordner. Der öffnet sich, wenn Sie `Windows+R` drücken und dann `shell:startup` eintippen.

Remote Desktop

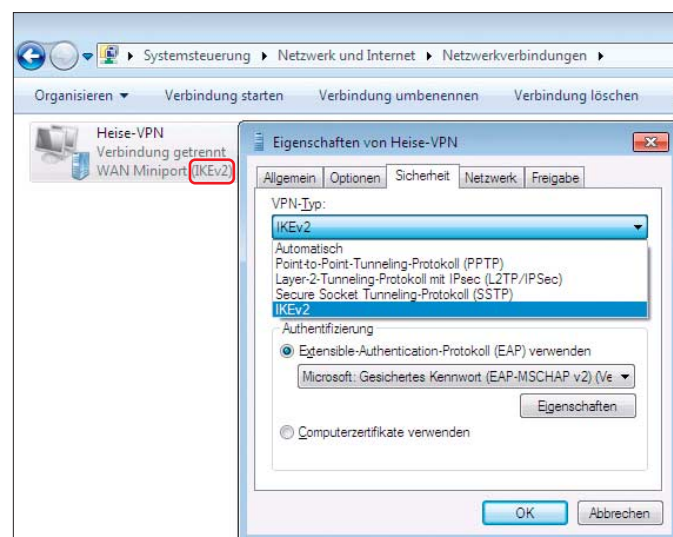
Wenn Sie die VPN-Verbindung aufbauen, um per Remote-Desktop-Verbindung einen Server fernzusteuern, können Sie das gleich mitautomatisieren. Lassen Sie zuerst Windows den Nutzernamen und das Passwort für die Verbindung speichern. Starten Sie via Startmenü die „Remotedesktopverbindung“ und klicken Sie in dem Dialog, der von Ihnen die IP-Adresse oder den Rechnernamen wissen will, auf „Optionen einblenden“. Setzen Sie das Häkchen vor „Speichern der Anmeldeinformationen zulassen“ und tragen Sie Ihren Benutzernamen ein. Bauen Sie die Verbindung einmal auf und beenden Sie sie wieder, dann hat Windows die Daten gespeichert.

Auch bei der Remote-Desktop-Verbindung gilt es zu unterscheiden, ob Sie sie vollautomatisch oder per Doppelklick aufbauen wollen. Für die Vollautomatik ergänzen Sie unser Skript „VPN-Startup.bat“ am Ende um eine weitere Zeile:

```
mstsc /v:Server
```

Bei `Mstsc.exe` handelt es sich um die Anwendung, die unter der Haube startet, wenn Sie „Remotedesktopverbindung“ aus dem Startmenü aufrufen – nur bekommen Sie die sonst üblichen Dialoge beim Aufruf via Skript nicht zu sehen. Die Bezeichnung „Server“ ersetzen Sie entweder

Unter Windows 7 kann es passieren, dass die voreingestellte Automatik die VPN-Einwahl via Skript verhindert. Dann stellen Sie den Typ der Verbindung von Hand ein.



durch dessen Namen oder durch seine IP-Adresse. Bei Bedarf können Sie an diese durch einen Doppelpunkt getrennt die Port-Nummer anhängen.

VPN und RDP per Doppelklick

Zum letzten Skript: Ein Doppelklick darauf baut zuerst die VPN- und dann die Remote-Desktop-Verbindung auf. Anschließend wartet das Skript, bis Sie das Fenster der Remote-Sitzung schließen, dann beendet es die VPN-Verbindung und anschließend sich selbst. Wir stellen dieses Skript nicht zum Download bereit, denn Sie müssen ohnehin jede der drei kurzen Zeilen anpassen. Tippen Sie die Zeilen also kurzerhand ab, an sich kennen Sie sie bereits. In der ersten ersetzen Sie „VPN-Name“ durch den Namen Ihrer VPN-Verbindung:

```
rasdial VPN-Name
```

In der zweiten Zeile ersetzen Sie „Server“ wie erwähnt durch den Namen oder die IP-Adresse Ihres Servers (bei Bedarf plus Port-Nummer):

```
mstsc /v:Server
```

Ein kurzes Batch-Skript automatisiert Auf- und Abbau von VPN und Remote-Desktop-Verbindung. Die hässliche Farbe ist Absicht.

Die dritte Zeile ist eine Kopie der ersten mit einem angehängten `/d`:

```
rasdial VPN-Name /d
```

Als Datei mit beliebigem Namen und der Endung `.bat` speichern, beispielweise auf dem Desktop, fertig. Noch ein kosmetischer Tipp zum Schluss: Wenn Sie am Anfang des Skripts die Zeile

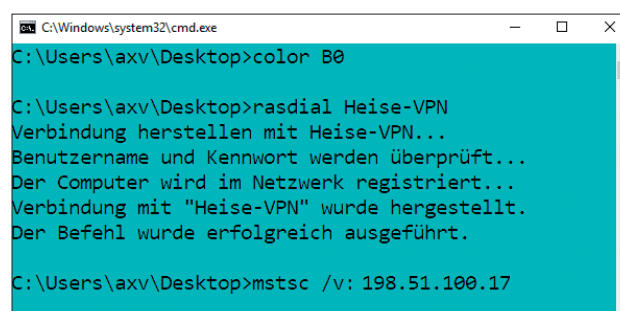
```
color b0
```

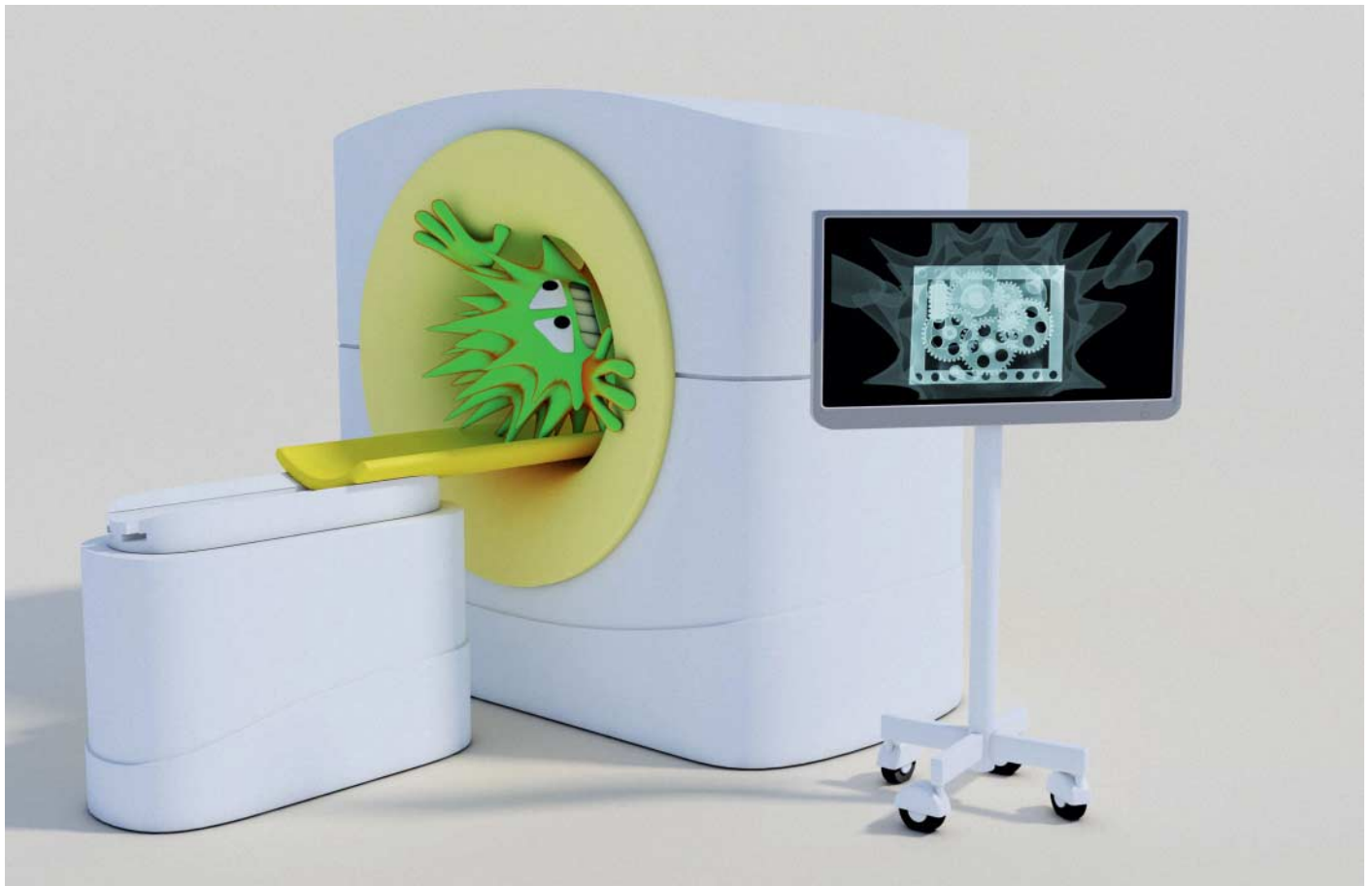
einfügen, erhält die Eingabeaufforderung, in der es läuft, die auf dem Screenshot zu sehende Farbgebung. So lässt es sich leichter von anderen lokal laufenden Eingabeaufforderungen unterscheiden. Andere Farben gehen auch, Details spuckt `color /?` aus. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Schübler, Verschlusssache, Windows-Laufwerke mit Bitlocker schützen, c't 14/15, S. 160
- [2] Dennis Schürmacher, Matthias Mett, Der Universal-Verschlüssler, Mit VeraCrypt Festplatten, Ordner oder Sticks verschlüsseln, c't 14/16, S. 140

Skripte: ct.de/yb36





Blick hinter die Kulissen

Schädlingsanalyse mit Cuckoo Sandbox

Sei es zweifelhafte Herkunft, ein möglicher Fehlalarm des Viren-Scanners oder einfach nur Neugier: Manchmal will man genauer wissen, was ein Programm wirklich treibt. Die kostenlose Sandbox Cuckoo liefert da innerhalb von Minuten aufschlussreiche Einblicke. Und das Beste: Man kann sie ganz einfach als Online-Dienst nutzen.

Von Olivia von Westernhagen

Die Cuckoo Sandbox führt Dateien in einer virtuellen Umgebung aus, analysiert ihr Verhalten und liefert viele nützliche Informationen zurück, die die Einschätzung potenzieller Gefahren erleichtern. Das Open-Source-Projekt wurde

bereits 2010 ins Leben gerufen. Dank kontinuierlicher Weiterentwicklung durch ein vierköpfiges Team sowie der Beiträge einer engagierten Community hat es sich in den letzten Jahren zu einem stabilen und leistungsfähigen Malware-Analyse-System entwickelt, das auch im Werkzeugkasten kommerzieller AV-Hersteller seinen festen Platz hat.

Wer sich privat mit Malware beschäftigt oder in der Unternehmens-IT öfter mal mit verdächtigen Dateien konfrontiert wird, kann sich mittels lokaler Cuckoo-Installation völlig kostenlos eine sichere und anpassbare Analyseumgebung zusammenbasteln. Cuckoo ist aber auch für den Gelegenheitsnutzer verfügbar: Auf malwr.com kann man verdächtige Dateien einfach hochladen und testen lassen. Den generierten Report präsentiert der Dienst wenig später direkt im Browser.

Für die Analyse führt Cuckoo das zu untersuchende Programm tatsächlich aus und sammelt dabei alle möglichen Informationen. Das Zentrum der Infrastruktur samt Programmlogik bildet der Cuckoo-Host. Dieser Computer stellt das Interface für die Dateiübergabe bereit und ist folglich auch der Ort, an dem (Malware-)Samples, Berichte, Log- und Konfigurationsdateien verwaltet werden.

Aufbau und Funktionsweise

Bei einer lokalen Installation fungiert der eigene Rechner als Host, auf dem logischerweise kein Schadcode ausgeführt werden soll. Hier kommen die Guests ins Spiel, bei denen es sich entweder um virtuelle Maschinen – etwa VirtualBox oder VMWare – oder um separate physische Systeme handelt.

Die Guests sind über ein virtuelles isoliertes Netz mit dem Host verbunden

(Host-only). Der Host kann dabei als Internet-Router seiner Guests agieren und deren Verbindungen etwa ins Internet weiterleiten (via IP Forwarding und Masquerading/NAT). Optional kann er dabei auch ein VPN oder Tor nutzen.

Im ersten Schritt der Analyse verpackt der Cuckoo-Host das Sample zunächst in ein ZIP-Archiv – und zwar zusammen mit der vorgefertigten Analyse-Komponente (Analyzer) und einigen Konfigurationsdateien. Anschließend nimmt er Kontakt zu einer Agent-Komponente auf, die auf dem Guest-System auf eingehende Verbindungen wartet. Der Agent nimmt das Zip-File entgegen, entpackt es und startet dann den enthaltenen Analyzer. Dieser wählt auf Basis der Config-Informationen sowie des Typs der übergebenen Datei ein Analyse-Paket aus, welches für die Dateiausführung zuständig ist.

Ausführbare Dateiformate startet das zuständige Python-Skript einfach direkt; Word-Dokumente, PDF-Dateien oder DLLs öffnet es mit einer passenden Hilfsanwendung. Aktuell kann man mit Cuckoo mehr als 20 Dateitypen analysieren, darunter außer herkömmlichen EXE-Dateien (PE32) auch Office-Dokumente, PDFs und JavaScript.

Während der Ausführung überwacht der Analyzer alle relevanten Funktionsaufrufe des gestarteten Samples. Dazu injiziert er nach dessen Laden, aber noch vor dem Start eine Monitor-DLL in den Prozess und leitet alle überwachten Systemaufrufe auf deren Funktionen um. Techniker sprechen dabei von Instrumentierung via DLL Injection und Inline Hooking.

Die Monitorfunktionen führen dann vor und nach dem Aufruf der eigentlichen Systemfunktionen fleißig Buch, welche Dateien oder Registry-Einträge das Sample anfasst und über vieles mehr. Beispielsweise verrät ein Hook auf der Funktion RegCreateKey dem Monitor nicht nur, dass das Programm einen neuen Registry-Eintrag erstellen wollte und ob das geklappt hat: Aus den Parametern des Funktionsaufrufs entnimmt er auch den Pfad, die Bezeichnung sowie den Inhalt des neuen Schlüssels.

Kapert oder startet das Programm einen anderen Prozess, sorgt die Monitor-DLL dafür, dass der dann ebenfalls „instrumentiert“ wird. Insgesamt überwacht Cuckoo etwa 300 verschiedene Systemaufrufe unter anderem aus den Bereichen Prozess-Management, Datei-, Registry-Netzwerk- und GUI-Operationen.

Der Cuckoo-Monitor verzichtet zugunsten der Stabilität auf das Anlegen einer Logdatei auf dem Guest. Stattdessen schickt er die protokollierten Aktivitäten per TCP/IP direkt an den Host, wo sie in einem speziell für die aktuelle Analyse angelegten Ordner gespeichert werden. Dort wird später auch der abschließende Report hinterlegt.

Netzwerkverkehr

Ein wichtiger Bestandteil der Analyse ist die Auswertung des Netzwerk-Traffics. Nahezu jede Malware kommuniziert zu irgendeinem Zeitpunkt ihrer Ausführung mit einem entfernten Server, um gesammelte Informationen zu übermitteln, Befehle zu empfangen oder weitere Komponenten nachzuladen.

Da alle Pakete der Guests ohnehin beim Host vorbeikommen, kann dieser den kompletten Netzwerkverkehr einfach mitschneiden. Cuckoo macht dies mit tcpdump, das eine PCAP-Datei im Analyse-Ordner erstellt. Aus dieser Kopie lässt sich der komplette Netzwerkverkehr rekonstruieren. Im gleichen Verzeichnis legt Cuckoo übrigens auch Kopien aller neu erstellten Dateien ab.

Will man auch via TLS verschlüsselte Daten etwa aus HTTPS-Verbindungen analysieren, muss man den Cuckoo-Host als „Man in the Middle“ einrichten. Dazu kann man eine Root-CA des Hosts in den Guests als vertrauenswürdigen Zertifikats herausgeber installieren. Ein Tool wie mitmproxy kann sich damit dann in die TLS-Verbindungen einklinken. Außerdem

extrahiert Cuckoo seit Version 2.0 die sogenannten TLS Master Secrets seiner Windows Guests in eine Datei namens tlsmaster.txt, die im gleichen Verzeichnis wie die PCAP-Datei landet. Damit kann dann etwa Wireshark auch die verschlüsselten HTTPS-Daten dechiffrieren.

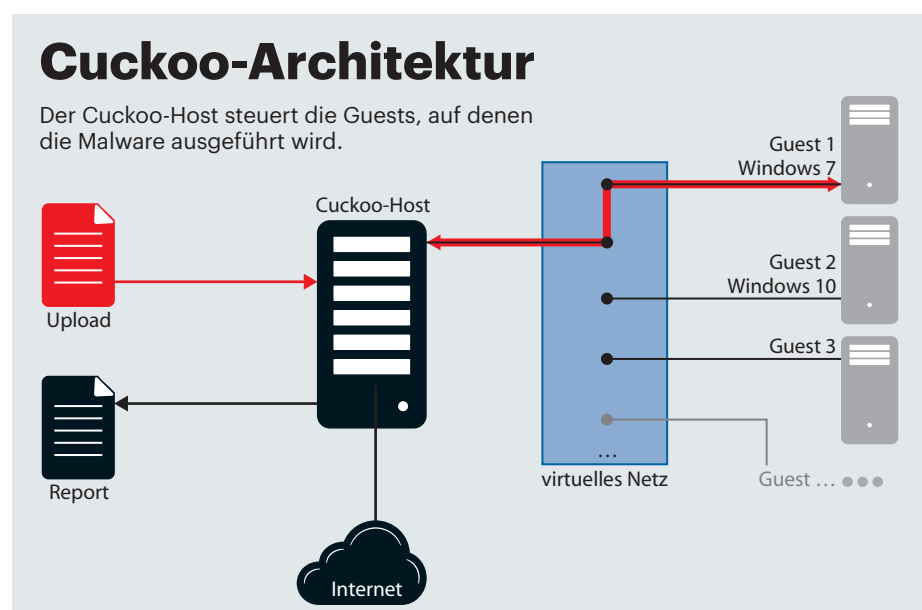
Oft sagt ein Bild mehr als 1000 Worte. So lässt ein Fenster mit Erpresser-Botschaft nebst verschlüsselten Dateien auf dem Desktop wenig Zweifel an den Absichten der analysierten Datei. Cuckoo gewährt im Rahmen jedes Reports Einblicke in die Sandbox – und zwar anhand mehrerer Screenshots, die ein Hilfsmodul während der Dateiausführung anfertigt.

Standardmäßig lässt Cuckoo die zu testende Anwendung zwei Minuten laufen. Anschließend beendet der Analyzer sowohl das Programm als auch das Guest-System. Reagiert der Analyzer oder sogar die VM nicht mehr, erzwingt der Host nach weiteren 60 Sekunden deren Ende.

Anti- und Anti-Anti-Analyse

Malware kann folglich der Analyse entgehen, wenn sie zunächst zwei Minuten nur virtuelle Däumchen dreht. Der Analyst kann jedoch die Laufzeit global in der Cuckoo-Konfiguration oder temporär etwa durch einen Kommandozeilenparameter für einen Analyselauf beliebig verlängern.

Auch gegen andere Anti-Analyse-Techniken hat die Sandbox Strategien auf Lager. So simuliert ein Modul namens human.py menschliche Interaktionen wie Mausbewegungen oder Tastatureingaben. Außerdem kann es auch beschriftete But-



tons anklicken und so etwa Nachfragen vor dem Ausführen von Makros „beantworten“.

Nach dem Abschluss der dynamischen Analyse wertet Cuckoo die gesamten Daten aus und bereitet sie zu einem übersichtlich strukturierten Analysebericht auf. Außerdem versetzt der Host nach jedem Scan das Guest-System wieder in den Ursprungszustand zurück, um für jede weitere Analyse unverfälschte Resultate auf einem sauberen System zu gewährleisten. Bei VMs geht das über Wiederherstellungspunkte; bei physischen PCs kommt dazu Software wie FOG, Clonezilla oder Deep Freeze zum Einsatz. Da werden dann zumeist SSDs genutzt, mit denen auch das Zurückspielen eines komplett-Images nur noch Minuten und nicht mehr Stunden dauert.

ZLoader im Online-Check

Wer so schnell wie möglich sehen will, wie eine Analyse aussieht, kann ein (Schad-) Programm beim Online-Service malwr.com hochladen. Wie bei Cuckoo handelt es sich hier um ein nichtkommerzielles

Projekt, das von zwei Cuckoo-Entwicklern in ihrer Freizeit betrieben und regelmäßig auf den neuesten Entwicklungsstand gebracht wird.

Beim Übermitteln einer Datei kann man übrigens durch Entfernen des Häkchens bei „Share the sample“ erklären, dass man die Datei nicht an Dritte weitergeben möchte. Belässt man es bei der Standard-Einstellung, versieht der Dienst die auf dem Server dauerhaft verfügbaren Reports mit einem Download-Link für andere. Nach dem Upload erhält man einen Link zum Report; typischerweise dauert es einige Minuten, bis die Ergebnisse vorliegen.

Die rohen Daten eines Analyse-Laufs sind wirklich harte Kost für Insider. Doch Cuckoo bemüht sich nach Kräften, die ermittelten Informationen mit Kontext zu versehen und damit eine Bewertung zu erleichtern. Dazu gehören unter anderem sogenannte „Signatures“, die man nicht mit den Signaturen einer Antiviren-Software verwechseln darf. Sie besagen, dass das untersuchte Programm auffällige Verhaltensweisen an den Tag legt.

Wichtig für die Interpretation ist, dass auch diese Signaturen keinen eindeutigen Beweis für Schadhaftheit darstellen. Besonders gelbe Hinweise wie „Performs HTTP requests“ sind wenig aussagekräftig. Auch wenn beim von uns für Tests ausgewählten ZLoader-Sample mindestens ein AV-Programm von Virustotal anspringt und das Programm Ressourcen in Russisch nutzt, kann es dafür harmlose Erklärungen ergeben.

Rot markiert der Report deutlich verdächtige Aktivitäten wie das Anlegen eines Autorun-Eintrags oder – wie bei ZLoader – den Versuch, sich der Analyse durch das Hooking zu entziehen. Besonders wertvoll sind konkrete Informationen wie „Contacts C&C server HTTP check-in (Banking Trojan)“, die das ZLoader-Sample schon recht deutlich als Banking-Trojaner klassifizieren. Schließlich gibt es wenig legitime Gründe für ein Programm, mit dem bekannten Command & Control-Server einer Betrügerbande zu reden.

Die Übersichtsseite verrät auch gleich, dass es sich dabei um die Domain tohinwithec.com handelt, sodass man weitere Nachforschungen dazu anstellen kann. In einem eigenen Reiter zu „Network Analysis“ finden sich mehr Details zu den Netzwerkaktivitäten, also etwa die komplette Liste der kontaktierten Hosts und die einzelnen HTTP-Requests.

Wichtige Informationen für die weitere Bewertung versammelt der Reiter „Behavioural Analysis“. Hier verbergen sich, getrennt nach Prozessen, die aus dem API-Hooking gewonnenen Informationen. Dazu gibt es auch eine nach Kategorien sortierte grafische Übersicht über Events wie Prozess- und Service-Starts, Datei- und Registry-Zugriffe sowie Netzwerkaktivitäten.

Zur Interpretation der Verhaltensinformationen benötigt man mitunter einiges an Hintergrundwissen oder alternativ Zeit für eine zusätzliche Online-Recherche. So kann man den dokumentierten Funktionsaufrufen des ZLoader-Samples dann etwa entnehmen, dass es eine Instanz von explorer.exe im Suspended State startet, in den es eine DLL mit eigenem Code injiziert. Das ist eine bekannte Technik, um Schadcode unter dem Deckmantel eines legitimen Programms auszuführen.

Interessant ist übrigens auch der Reiter „Static Analysis“. Dort listet Cuckoo alle importierten Windows-Funktionen

Sandbox im Eigenbau

Die Installation der aktuellen Cuckoo-Version 2.0.3 ist sowohl unter Linux und macOS als auch unter Windows möglich, auch wenn die Installationsanleitung für Windows im offiziellen Manual bislang noch fehlt. Unabhängig vom Betriebssystem besteht der erste Schritt im Herunterladen und Installieren diverser Pakete und Bibliotheken sowie (teilweise optionaler) Zusatzkomponenten wie MongoDB, PostgreSQL und tcpdump.

Auf Linux-Systemen muss anschließend ein neuer User hinzugefügt werden, um Cuckoo das eigenständige Starten der Guest-VM(s) zu ermöglichen. Die eigentliche Cuckoo-Installation funktioniert am bequemsten mit dem Python-eigenen Installationsmanager PIP. Daran schließen sich Anpassungen in mehreren Cuckoo-Konfigurationsdateien an, um Rahmenbedingungen der Kommunikation zwischen Host und Guest, des Analysevorgangs sowie der Speicherung der Ergebnisse festzulegen.

Die Installation der gewünschten Virtualisierungssoftware erfolgt unabhängig von der Cuckoo-Installation. Im

Manual werden VirtualBox als Standard-VM und die Nutzung von Windows 7 (64 Bit) oder alternativ Windows XP als Analyseumgebung empfohlen. Um unverfälschte Ergebnisse zu erhalten, sollte man in den Guests User Account Control (UAC), Firewall und automatische Updates deaktivieren. Die Verknüpfung von Host und Guest(s) erfolgt mittels Installation der Agent-Komponente und der Konfiguration des verbindenden Netzes.

Nach Erstellen eines Sicherungspunkts und dem Klonen der VM ist Cuckoo im Wesentlichen einsatzbereit. Um wirklich von der Installation zu profitieren, sollte man die Sandbox allerdings noch um Signaturen und optionale Zusatzmodule erweitern. Des Weiteren gibt es eine ganze Reihe beliebter Analysewerkzeuge wie YARA oder Volatility, die sich in die Sandbox und teilweise auch ins grafische Interface integrieren lassen. Einen guten Startpunkt für die Suche nach möglichen Erweiterungen bietet das GitHub-Repository der Cuckoo-Community und das detaillierte Handbuch – beides finden Sie über ct.de/ycyy.

auf. Das ist nützlich, weil das dynamische API-Hooking nur die während des Testlaufs genutzten Funktionen zeigt. Die statische Liste gibt hingegen einen schnellen Überblick über den kompletten Funktionsumfang des Programms. Praktisch auch, dass Cuckoo weniger versierten Analysten die weitere Recherche durch passende Links zu Microsofts Dokumentation der Funktionen erleichtert. So erfährt man mit wenigen Mausklicks, dass und wie etwa VirtualProtect Speicher-schutz-Optionen ändert.

Schon dieses kurze Beispiel mit ZLoader zeigt, wie sich eine Analyse mit Cuckoo von einem Check beim bekannten Online-Dienst Virustotal unterscheidet. Letzterer lieferte lediglich ein wenig aussagekräftiges Ergebnis. Ob sich etwa hinter McAfees „BehavesLike.Win32.Bad-File.ch“ eine echte Gefahr verbirgt, kann man nur spekulieren. Mit der konkreten Analyse des Verhaltens, die malwr.com liefert, ist der Befund jedoch recht eindeutig: Das Sample führt ziemlich sicher Böses im Schilde. Auf Basis der präsentierten Informationen und etwas weiterer Recherche kann man das dann auch beliebig konkretisieren.

Eigener Nestbau

So komfortabel die Analyse des Online-Dienstes ist, hat sie doch einige Nachteile, die für den Betrieb einer eigenen Sandbox sprechen. Das beginnt mit dem oft nicht erwünschten Upload des Samples in die Cloud. Es geht weiter über die vielfältigen Erweiterungen, mit denen man die Analyse weiter verfeinern könnte – etwa zusätzliche Memory-Dumps mit dem Forensik-Tool Volatility.

Außerdem versuchen natürlich die Malware-Autoren immer wieder mit neuen Tricks, eine Analyse ihrer Machwerke zu verhindern. Profis pflegen deshalb ihre mit Anti-Anti-Analyse-Tricks handoptimierte Sandbox, die im Zweifelsfall dann auch auf echter Hardware und nicht in einer virtuellen Maschine läuft.

Zu den größten Stärken einer lokalen Cuckoo-Installation zählt die Individualisierbarkeit der Guest-Systeme. So kann man einen Schädling auf vordefinierte Umgebungen loslassen, um sein Verhalten besser zu verstehen oder sogar die Wirksamkeit bestimmter Schutzvorkehrungen zu testen. Man kann dazu auch ein ganzes virtuelles Netz hochfahren und dann etwa WannaCry bei der Ausbreitung beobachten. Für das Einrichten eines

funktionsfähigen Basissystems sollte man etwa einen Arbeitstag veranschlagen; diverse Erweiterungen können dann beliebig mehr Zeit beanspruchen.

Antiviren-Software und Sandboxes wie Cuckoo stellen sich letztlich der gleichen Frage: „Ist dieses Programm böse?“ Doch die Art der Antworten unterscheidet sich fundamental. AV-Software beschränkt sich letztlich auf ein schlichtes „Ja“ oder „Nein“. Das ist in vielen Fällen ausreichend, doch man läuft damit natürlich immer Gefahr, dass der AV-Wächter auch mal falsch liegt. Kommen Zweifel auf, steht man ziemlich ratlos da. Denn selbst Experten können den Meldungen

der AV-Software nicht entnehmen, was zu dieser Einschätzung führte.

Cuckoo hingegen versucht erst gar nicht, solch eindeutige Antworten zu geben, sondern liefert lediglich Indizien, die der Sandbox-Nutzer selbst interpretieren muss. Das ist nicht immer einfach und überfordert reine Computeranwender in vielen Fällen. Doch Cuckoo bemüht sich nach Kräften, die weitere Recherche zu unterstützen und ist damit durchaus auch für ambitionierte Noch-nicht-Experten ein toller Einstieg in die Analyse von Malware. (ju@ct.de) **ct**

Download und Doku: ct.de/ycyy

Der Dienst malwr.com liefert einen schnellen Einblick in das Verhalten eines Programms. Im Hintergrund arbeitet Cuckoo.

Eine lokale Cuckoo-Installation erlaubt gezieltere Analysen, etwa mit maßgeschneiderten VMs.

Anzeige

Anzeige

Personenbeziehbar

BGH-Urteilsbegründung zur IP-Adress-Speicherung

Der Bundesgerichtshof verbietet es Website-Betreibern, die IP-Adressen von Besuchern zu loggen. In seiner Urteilsbegründung gibt das Gericht Hinweise, welche Ausnahmen gelten können. Fest steht: IP-Tracking zu Marketingzwecken ist nun untersagt.

Von Joerg Heidrich

Gewonnen! Aber doch auch verloren. Dieses Zwischenfazit lässt sich zu einem langjährigen Rechtsstreit ziehen, den der ehemalige Piraten-Abgeordnete in Schleswig-Holstein, Patrick Breyer, seit 2008 gegen die Bundesrepublik Deutschland führt. Es geht um die Frage, ob IP-Adressen mitsamt Zeitstempeln auf Web-Portalen des Bundes gespeichert werden dürfen oder nicht. Weil die Auseinandersetzung grundsätzliche Bedeutung hat, wirkt sie sich auf jede in Deutschland angebotene Website aus.

Breyer vertritt die Ansicht, dass IP-Adressen – egal ob statisch oder für einen begrenzten Zeitraum dynamisch vergeben – datenschutzrechtlich geschützt sind. Deshalb dürften Website-Betreiber diese

Informationen nicht längerfristig aufbewahren – oder besser noch: gar nicht erst speichern. Der Bund als beklagter Website-Betreiber hält dagegen, es sei bei einigen Seiten erforderlich, alle Zugriffe in Protokolldateien festzuhalten, um „Cyber-Angriffe abzuwehren“ und die strafrechtliche Verfolgung der Angreifer zu ermöglichen. Außerdem schreke die Protokollierung mögliche Täter ab.

Der Auseinandersetzung liegt eine seit rund zwei Jahrzehnten strittige Frage zugrunde, mit der sich IT-Juristen in vielen Verfahren beschäftigt haben: Sind vom Provider dynamisch vergebene IP-Adressen personenbeziehbar oder gar personenbezogene Daten? Nach einem Umweg über den Europäischen Gerichtshof (EuGH) hat Breyers grundsätzlicher Rechtsstreit im Mai 2017 wieder den Bundesgerichtshof (BGH) erreicht (Az. VI ZR 135/13). Und tatsächlich beantwortet der BGH die entscheidende Frage in der mittlerweile veröffentlichten schriftlichen Urteilsbegründung eindeutig: Auch eine dynamische IP-Adresse, die beim Zugriff einer Person auf eine Webseite gespeichert wird, stellt ein personenbezogenes Datum im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) dar.

Der BGH folgt in seiner im Juli veröffentlichten Begründung den Vorgaben des

Europäischen Gerichtshofs, dem er zentrale Fragen des Verfahrens zur europarechtlichen Beurteilung vorgelegt hatte. Auch für den EuGH ist eine dynamische IP-Adresse schützenswert. Das gilt dann, wenn die speichernde Stelle über rechtliche Mittel verfügt, um eine Person beziehungsweise einen Internet-Anschluss anhand von Zusatzinformationen bestimmen zu lassen. Es sei nicht erforderlich, dass sich alle zur Identifizierung der Person erforderlichen Informationen in den Händen des Website-Anbieters befänden. Die Möglichkeit, den Anschluss zur dynamischen IP-Adresse beim Zugangsanbieter zu erfahren, reicht demnach aus.

Hilfe von Dritten

Grundsätzlich erlaubt es das deutsche Recht einem Zugangsanbieter nicht, den Anschlussinhaber zu einer IP-Adresse direkt an einen Website-Betreiber zu übermitteln. Allerdings gibt es laut EuGH „rechtliche Möglichkeiten“, sich insbesondere bei Cyber-Attacken an die zuständige Behörde zu wenden. Diese könne dann vom Zugangsanbieter Auskunft verlangen und die Strafverfolgung einleiten. Hieraus ergebe sich ein legales Mittel für den Website-Betreiber mit Hilfe Dritter, „die betreffende Person“ anhand der gespeicherten IP-Adressen bestimmen zu lassen. Dem stehe auch nicht entgegen, dass die zu ermittelnde Person immer der Anschlussinhaber und damit nicht notwendigerweise der tatsächliche Nutzer ist, so der EuGH.

Diese nun vom BGH übernommene Einschätzung des EuGH entspricht der Position, die hierzulande Datenschutzbehörden bereits seit geraumer Zeit vertreten. Auch die EU-Datenschutzgrundverordnung, also das neue europäische Datenschutzrecht, stellt in Erwägungsgrund 30 klar, dass IP-Adressen als „Online-Kennungen“ und damit als personenbezogene Daten zu betrachten sind. Die rechtliche Situation wird sich also mit der 2018 in Kraft tretenden Verordnung nicht ändern.



Patrick Breyer klagte unter anderem gegen das Bundesjustizministerium, weil es IP-Adressen der Website-Besucher gespeichert hat. Nach dem Urteil prangt nun ein Hinweis auf bmj.bund.de.

Allerdings: Auch wenn es sich bei IP-Adressen um datenschutzrechtlich geschützte Informationen handelt, ist deren Erfassung, Speicherung und Auswertung nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Für den Betrieb von Websites erlaubt das Telemediengesetz (TMG) einem Diensteanbieter, IP-Adressen zu speichern, soweit der Nutzer eingewilligt hat. Alternativ kommt eine Erlaubnis nach Paragraph 15 TMG in Betracht. Dieser Norm zufolge darf der Website-Anbieter personenbezogene Daten eines Nutzers nur erheben und verwenden, soweit dies erforderlich ist, um die Inanspruchnahme seines Online-Angebots zu ermöglichen und abzurechnen.

Genau dieser Paragraph stellt den Knackpunkt im Rechtsstreit dar: Können die TMG-Vorgaben auch dadurch erfüllt sein, dass die Maßnahmen des Diensteanbieters über den konkreten Nutzungsvorgang hinaus erforderlich sind, um Angriffe abzuwehren und damit die Inanspruchnahme des Dienstes allgemein zu ermöglichen?

Auch diese Frage legte der BGH dem EuGH zur Entscheidung vor, der sie bejahte. Daraus folgt für den BGH nun, dass die Anbieter von Online-Mediendiensten IP-Adressen auch ohne Einwilligung erheben und verwenden dürfen, soweit dies erforderlich ist, um „die generelle Funktionsfähigkeit der Dienste zu gewährleisten“. Dabei bedürfe es allerdings einer Abwägung mit dem Interesse sowie den Grundrechten und -freiheiten der Nutzer.

Nachsitzen fürs Gericht

Um diese auch für künftige Verfahren entscheidende Abwägung treffen zu können, fehlen dem BGH allerdings entscheidende Feststellungen der Vorinstanz, also des Landgerichts (LG) Berlin als Berufungsgericht. Das LG hat dem BGH zufolge nicht geklärt, ob die Speicherung der IP-Adressen über das Ende eines Nutzungsvorgangs hinaus erforderlich ist, um im konkreten Fall die generelle Funktionsfähigkeit der Website *bmj.bund.de* zu gewährleisten. Insbesondere fehlen dem BGH Hinweise, wie hoch das Gefahrenpotenzial bei den jeweiligen Online-Angeboten des Bundes ist. Dazu gehören etwa Feststellungen zu Art, Umfang und Wirkung von bereits erfolgten und drohenden Cyber-Angriffen wie DDoS-Attacken. Auch der Gesichtspunkt der Generalprävention sei dabei „gebührend zu berücksichtigen“.

Auf der anderen Seite der Abwägung steht der Eingriff in das allgemeine Per-

The screenshot shows the Google Analytics documentation for the `_anonymizeIp()` function. It explains that this function tells Google Analytics to anonymize information by removing the last octet of the IP address. It also provides an 'Async Snippet (recommended)' code block for implementation.

```
var _gaq = _gaq || [];
_gaq.push(['_setAccount', 'UA-XXXXXX-YY']);
_gaq.push(['_gat._anonymizeIp']);
_gaq.push(['_trackPageview']);
```

Um Besucher-IP-Adressen vor der Speicherung zu anonymisieren, muss man beispielsweise den eingebetteten Code fürs Tracking-Tool Google Analytics um den „`_anonymizeIp()`“-Parameter erweitern.

sönlichkeitsrecht von Website-Nutzern. Diesen Schutz – in seiner Ausprägung als Recht auf informationelle Selbstbestimmung – wertet der BGH in der Urteilsbegründung „eher gering“. Denn anders als es bei statischen IP-Adressen der Fall sein kann, lässt sich „die Zuordnung dynamischer IP-Adressen zu bestimmten Anschlüssen keiner allgemein zugänglichen Datei entnehmen“. Vielmehr geht der BGH im konkreten Fall davon aus, dass beim Bund als Betreiber der fraglichen Websites keine Informationen vorlagen, die eine Identifikation des Klägers Breyer ermöglichen könnten.

Auch Breyers Zugangsanbieter durfte keine Auskunft über seine Identität erteilen, weil es dafür keine gesetzliche Grundlage gibt. Lügen die Voraussetzungen für eine Herausgabe der Nutzerdaten vor, insbesondere im Rahmen eines strafrechtlichen Ermittlungsverfahrens, müsse das Interesse des Nutzers an der Wahrung seiner Anonymität ohnehin zurücktreten.

Praktische Auswirkungen

Der BGH hat das Verfahren ans Landgericht Berlin zurückgegeben. Dieses muss nun auf Basis der Vorgaben von BGH und EuGH im Detail klären, zu welchem Zweck die Speicherung der IP-Adressen auf den Websites des Bundes erfolgt. Zulässig ist die Speicherung nur, wenn sie hilft, die technische Funktionsfähigkeit zu gewährleisten. Deshalb muss das Gericht feststellen, welche konkreten Gefahren im Bereich der IT-Sicherheit den Angeboten drohen und ob die dauerhafte Erfassung von IP-Adressen hier unabdingbar oder wenigstens nützlich ist. Mit den daraus folgenden Erkenntnissen erfolgt dann die Abwägung mit den Interessen der Nutzer.

2014 hatte der BGH in einem anderen Urteil eine Frist von sieben Tagen für die Speicherung bei einem Zugangsanbieter für zulässig erachtet (Az. III ZR 391/13). Ein Zeitraum zwischen einer und zwei Wochen ist sicher auch für einen Website-Betreiber angemessen. Zusätzlich muss der berücksichtigen, ob im konkreten Einzelfall die Interessen der Nutzer seine eigenen nicht doch überwiegen. Vorstellbar wäre das etwa bei medizinischen Blogs oder Foren. Hier könnten im Fall einer Identifikation des Nutzers höchst private und damit geschützte Daten zugeordnet werden, was sicher nicht in seinem Interesse ist.

Das Urteil bedeutet aber auch: Unabhängig von einer expliziten Einwilligung der Website-Besucher ist die Speicherung ihrer IP-Adressen für Zwecke jenseits der IT-Sicherheit nicht zulässig. Dies gilt insbesondere für den kompletten Bereich der Online-Werbung und des Marketings, aber auch für Prozesse wie Geolokation.

Hier sind die Anbieter und Website-Betreiber schon angesichts der nahenden EU-Datenschutzgrundverordnung in der Pflicht, auf die Privatsphäre schonende Prozesse umzustellen. Eine adäquate Möglichkeit für das IP-Logging ist dabei die Kürzung von IP-Adressen. Analyse-Tools, einige Webhoster und auch Tracking-Dienste wie Google Analytics bieten diese Option. Dadurch entfällt der Personenbezug, während die gekürzten Daten zugleich für die meisten Zwecke weiter nutzbar sind. (hob@ct.de) **ct**

Joerg Heidrich ist Justiziar und Datenschutzbeauftragter von Heise Medien und als Fachanwalt für IT-Recht in Hannover tätig.

Tipps & Tricks

Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

unsere Kontaktmöglichkeiten:

☒ hotline@ct.de

f & c't magazin

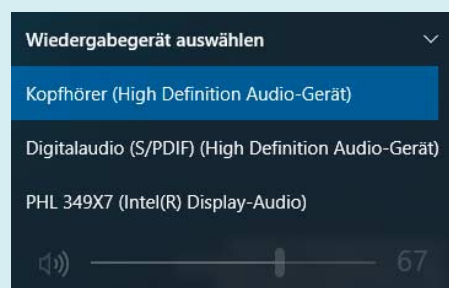
🐦 @ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Wiedergabegerät unter Windows auswählen

? Ich habe bei meinem Windows-10-Rechner an die vorderen Anschlüsse Kopfhörer und an die hinteren Lautsprecher angeschlossen. Wie kann ich möglichst einfach zwischen den beiden Ausgabegeräten umschalten?

! Der schnellste Weg führt über das Lautsprechersymbol unten rechts in der Taskleiste: Auf einen Linksklick hin öffnet sich zunächst die Lautstärkeregelung. Darüber klappen sie mit dem Pfeilsymbol oben rechts die Liste der verfügbaren Ausgabegeräte aus. Dort wählen Sie das gewünschte Gerät aus; Windows leitet den Audiostrom daraufhin umgehend um. (chh@ct.de)



In Windows 10 schaltet man schnell zwischen Wiedergabegeräten um.

IrfanView-Diaschau zeigt zu große Bilder

? Als Bildbetrachter nutze ich unter Windows 10 gern das kostenlose IrfanView. Doch in der Vollbild-Diaschau zeigt das Programm auf meinem 4K-Display die Bilder zu groß an: Ich sehe immer nur einen Ausschnitt, egal welche der zahlreichen Einstellungen für die Größenanpassung ich unter „Ansicht/Vollbild-Optionen“ wähle. Was läuft schief?

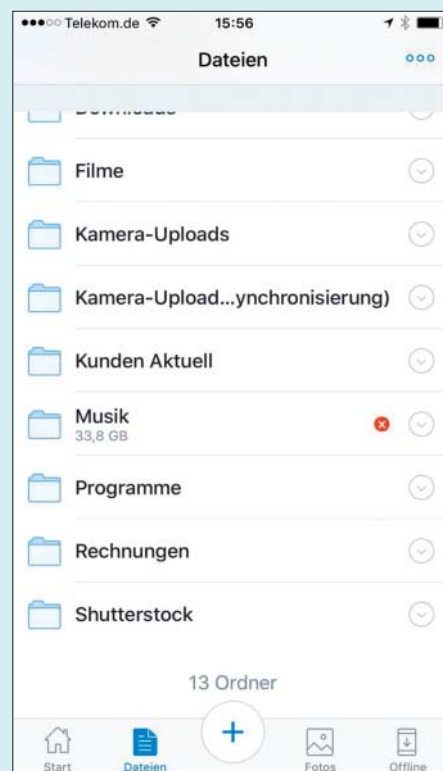
! Anscheinend kann IrfanView nicht richtig mit der eingebauten Skalierung von Windows 10 für hochauflösende Displays umgehen. Vermutlich hat das System automatisch eine Skalierung von beispielsweise 150 oder 200 Prozent für den 4K-Bildschirm gewählt. Über einen Rechtsklick auf den Windows-Desktop erreichen Sie die „Anzeigeeinstellungen“. Wählen Sie dort unter „Skalierung und Anordnung/Größe von Text, Apps und anderen Elementen ändern“ einfach wieder „100%“.

Falls Sie mehrere Displays angeschlossen haben, achten Sie darauf, dass im Feld darüber die richtige Anzeige ausgewählt ist: Windows 10 verwaltet für jeden Schirm separate Skalierungsfaktoren. (ciw@ct.de)

Dropbox-Ordner auf Smartphone oder Tablet

? Ein Freund erzählte mir, dass man in der Dropbox-App auf Smartphones ganze Ordner zur Offline-Nutzung herunterladen kann. Das funktioniert bei mir aber nicht. Warum?

! Damit das klappt, müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein: Als Grundvoraussetzung benötigen Sie ein kostenpflichtiges Dropbox-Plus-Abo, das im Monat knapp 10 Euro kostet. Dann können Sie über den Pfeil neben einem Ordner den Inhalt auf Android- oder iOS-Smartphones und -Tablets herunterladen. Zweitens müssen mehr als 500 MByte auf dem Gerät frei sein. Zu-



Das Warnsymbol zeigt an, dass der Dropbox-Ordner zu groß zum Download ist. Das Limit dafür liegt bei 10 GByte.

dem darf ein Ordner nicht mehr als 10.000 Dateien enthalten und maximal 10 GByte groß sein. (des@ct.de)

Display für Raspi-TV: Matt oder spiegelnd?

? Ich möchte einen Raspi mit Monitor als Smart-TV-Ersatz nutzen. Bringt ein spiegelndes Display, wie es inzwischen alle aktuellen Fernseher haben, Vorteile bei Kontrast und Farbwiedergabe oder sollte ich doch lieber ein mattes nehmen?

! Auf den ersten Blick wirken die Bilder auf einem spiegelnden Display zwar kräftiger und kontraststärker. Allerdings spiegeln sich darin auch sämtliche Lichtquellen in der Umgebung, also helle Fenster und Lampen, im hellen Zimmer auch Bilderrahmen oder glänzende Möbelstücke. Dadurch bricht der Kontrast ein: An den spiegelnden Stellen erkennt man keinen Bildinhalt mehr. Im hellen Wohnzimmer müssen Sie deshalb zum Beispiel die Vorhänge zuziehen, wenn Sie etwas auf dem spiegelnden Schirm erkennen möchten. Dadurch relativiert sich der vermeintlich höhere Kontrast. Auch die Farben sind

nur scheinbar leuchtender. Ihre Sättigung ist unabhängig von der Display-Entspiegelung, der Effekt derselbe wie beim Kontrast: dunkles Zimmer – schick, heller Raum – flau. (uk@ct.de)

Bruchzahlen in Excel-Tabellen eingeben

? Ich muss öfter Bruchzahlen in Excel-Tabellen eintippen. Diese interpretiert Excel aber als Datum und konvertiert zum Beispiel 2/6 in „02. Jun“. Gebe ich die Daten mit vorangestelltem Hochkomma ein, tastet Excel sie nicht an. Das ist für mich aber keine Lösung, da ich dann mit den Zahlen nicht weiterrechnen kann.

! Das Problem lässt sich dadurch lösen, dass Sie der Bruchzahl eine Null und ein Leerzeichen voranstellen. Wenn Sie zum Beispiel „0 2/6“ eingeben, übernimmt Excel den Bruch als Zahl. (db@ct.de)

Verwirrung um Schlüssel ControlSet

? Mein Windows-PC hat ein Hardware-Problem und der Hersteller hat mir gesagt, dass ich in der Registry unter HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\ControlSet001 einen Eintrag erzeugen soll. Diesen Schlüssel gibt es bei mir aber gar nicht, sondern nur ControlSet002 und ControlSet003 sowie einen namens CurrentControlSet.

! In den ControlSet-Schlüsseln mit den Nummern speichert Windows diverse Einstellungen von Treibern und Diensten. Es gilt dabei immer nur ein ControlSet, Windows spiegelt ihn zur Laufzeit unter CurrentControlSet. Welcher das ist, steht auch in der Registry: Unter HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\Select legt der Inhalt des Eintrags Current die Nummer fest.

Der andere ControlSet dient als Backup. Bei einer frischen Installation ist der ControlSet mit 001 der standardmäßige, 002 hingegen die Sicherungskopie. Die Zahlen können hochzählen, wenn Sie bei Problemen Windows „in der zuletzt als funktionierend bekannten Konfiguration“ starten. Dann verwirft Windows den bislang geltenden ControlSet001, erzeugt vom Backup eine weitere Kopie (eben 003) und setzt 002 als neuen Standard.

Letztlich hat der Hersteller Ihnen also eine unpräzise Anleitung gegeben: Eigent-

lich sollen Sie den Eintrag nicht unter ControlSet001 erzeugen, sondern unter CurrentControlSet. (axv@ct.de)

Formeln in Excel löschen, aber Ergebnisse behalten

? Ich möchte eine Excel-Tabelle mit vielen komplizierten Formeln weitergeben. Die Empfänger sollen nur die Ergebnisse sehen, nicht die Formeln. Die Daten sollen auch nicht neu berechnet werden.

! Dazu müssen Sie nur mit Strg+A die komplette Tabelle markieren, den Inhalt mit Strg+C in die Zwischenablage kopieren und ihn anschließend in den nach wie vor markierten Bereich der Tabelle wieder einfügen, wobei Sie nur die Werte übernehmen. Die entsprechende Option finden Sie im Kontextmenü als Symbol mit dem Schriftzug „123“. Nach dem Einfügen bleiben nur die Werte erhalten, die Formeln verschwinden. (db@ct.de)

Robuste Alternative zu kaputten Lightning-Kabeln

? Noch nie hielt ein Lightning-Kabel mehr als ein paar Monate bei mir – egal, ob von Apple oder von Zubehörherstellern, weder mit noch ohne Made-for-iPhone-

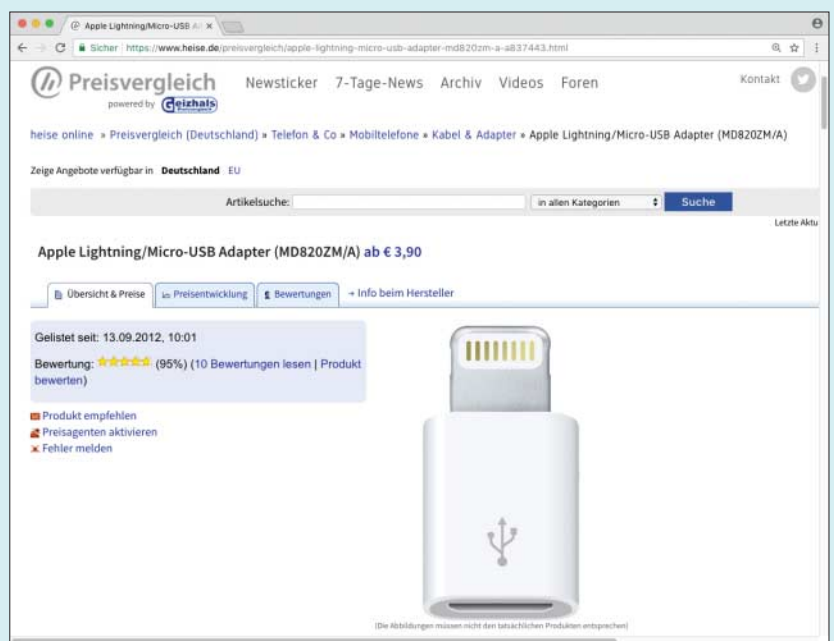
Logo. Oft sind Beschädigungen äußerlich noch nicht einmal zu sehen. Wo erhalte ich besonders robuste Lightning-Kabel?

! Ihr Problem ist uns gut bekannt, wirklich robuste Kabel haben wir aber auch noch nicht gefunden. Gut funktioniert eine Behelfslösung aus Micro-USB-Kabel und Lightning-Adapter. Der ist sehr widerstandsfähig, sitzt ziemlich fest auf den kleinen Micro-USB-Steckern und kostet bei vielen Online-Händlern weniger als 10 Euro. Eher geht das USB-Kabel kaputt, das sich aber günstig ersetzen lässt. Verloren haben wir auch noch keinen Adapter. (jra@ct.de)

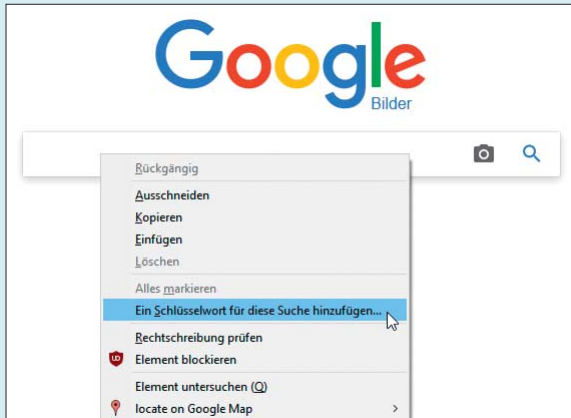
Schneller suchen im Web-Browser

? Wenn ich etwas mit Firefox im Internet suche, dann immer wieder mit anderen Suchmaschinen: mal Google, mal die Google-Bildersuche, mal Wikipedia, mal das firmeneigene Adressbuch. Das bedeutet jedes Mal viel Klickerei. Geht das nicht auch per Tastenkürzel?

! Ja, in Firefox lassen sich sogenannte Schlüsselwörter für den Zugriff auf verschiedene Suchmaschinen einrichten. Entgegen der Bezeichnung müssen das nicht einmal Wörter sein, ein oder zwei Buchstaben reichen aus. Am einfachsten erzeugen Sie ein Schlüsselwort, indem Sie



Offiziell kostet der Lightning-Adapterstecker saftige 25 Euro, in Online-Shops bekommt man hochwertige Nachbauten für einen Bruchteil des Preises.



Öffnet man in Firefox das Kontextmenü des Eingabefeldes einer Suchmaschine, kann man für die Seite ein Schlüsselwort festlegen, zum Beispiel „gb“ für die Google-Bildersuche.

im Kontextmenü des Eingabefeldes der Suchmaschinen-Website den Menüpunkt „Ein Schlüsselwort für diese Suche hinzufügen“ auswählen. So erzeugen Sie eigene Tastenkürzel, beispielsweise g für Google, gb für die Google-Bildersuche, fa für das Firmenadressbuch, wiki für Wikipedia und so weiter. Solange Sie kein Kürzel mehrfach vergeben, haben Sie freie Wahl.

Schlüsselwörter sind nicht nur für Suchmaschinen möglich, sondern auch für jede andere Website. Erzeugen Sie dazu ein passendes Lesezeichen und tragen Sie in dessen Eigenschaften eines ein. Dann reicht künftig beispielsweise zum Aufruf von „heise.de/newsticker“ das simple Eintippen von h in die Adressleiste.

In Chrome finden sich die betreffenden Einstellungen in den Optionen unter „Suchmaschinen verwalten“. Unter „Andere Suchmaschinen“ listet Chrome dort alle Suchdienste auf, die man im Laufe seiner Surfsitzungen bereits benutzt hat. Jeder dieser Suchmaschinen hat Chrome auch bereits ein „Suchkürzel“ zugewiesen – in der Regel den Second-Level-Domainnamen. Durch einen Klick auf die drei Punkte hinter einem Eintrag der Liste und dann auf „Bearbeiten“ können Sie einer Suchmaschine ein individuelles Kürzel vergeben. (axv@ct.de/jo@ct.de)

Router und DSL-Modems vor Blitzschäden schützen

! In c't 15/17 haben wir auf Seite 156 Tipps zum Schutz vor Schäden durch Überspannung im Stromnetz bei Gewittern veröffentlicht. Doch Blitze können auch hohe Spannungen auf Telefon- und Datenleitungen verursachen. Das gilt besonders in ländlichen Gegenden, wo solche Leitungen überirdisch verlegt sind, etwa auf Masten.

Mehrere Leser wiesen uns darauf hin, dass Router und DSL-Modems besonders häufig von Blitzschäden betroffen sind. Leider sind uns keine einfach nachrüstbaren und zuverlässigen Überspannungsableiter für solche Leitungen bekannt. Einfache Zwischenstecker bringen nur trügerische Sicherheit: Sie können die Energie hoher Spannungsimpulse nur bis zu gewissen Grenzen sicher ableiten. Bei einem „nahen Treffer“ drohen dann trotz Zwischenstecker teure Schäden.

Sofern nicht von einem Fachmann Ableiter gegen Überspannung auch an den Telefon-, DSL- oder anderen Datenleitungen angebracht wurden, bleibt daher nur der Rat, auch die Stecker dieser Leitungen abzuziehen, wenn ein Gewitter naht. (ciw@ct.de)

Ruhezustand und Energiesparen unter Windows

? Können Sie mir erklären, was unter Windows der Unterschied zwischen „Ruhezustand“ und „Energie sparen“ ist? Und was hat der „Hybride Standby“ damit zu tun?

! Wenn Windows nicht herunterfährt, sondern sich nur schlafen legt, muss es den aktuellen Inhalt des Arbeitsspeichers irgendwo speichern. Sofern Strom vorhanden ist, kann es den im RAM selbst halten und den Rest des Rechners schlafen legen (Suspend to RAM). Windows nennt das dann „Energie sparen“. Es geht aber auch ohne Strom: Im „Ruhezustand“ speichert Windows den RAM-Inhalt in einer versteckten Systemdatei namens Hiberfil.sys im Wurzelverzeichnis der Systempartition (Suspend to Disk). Da das Speichern genauso wie das Auslesen Zeit kostet, braucht Einschlafen und Aufwachen beim Ruhezustand mehr Zeit als bei „Energie sparen“.

Der „Hybride Standby“ ist eine Kombination aus beidem: Der Inhalt des Arbeitsspeichers wird im RAM gehalten, aber zusätzlich in Hyberfil.sys gesichert. Solange Strom vorhanden ist, wacht Windows aus dem schnellen Energiesparmodus wieder auf, war der Akku hingegen irgendwann alle, wacht Windows später aus dem Ruhezustand auf. (axv@ct.de)

PC bootet nicht vom USB-Stick

? Ich will von einem USB-Stick booten, doch sobald ich den PC anschalte, fährt umgehend Windows 10 hoch, ohne dass ich ein BIOS-eigenes Bootmenü oder das BIOS-Setup aufrufen kann.

! Dann haben Sie Windows vermutlich zuvor nicht richtig heruntergefahren. Seit Windows 8 stimmt nämlich die Beschriftung des entsprechenden Menüpunkts nicht mehr, denn dabei beendet Windows zwar alle laufenden Anwendungen, legt sich selbst aber nur in den Ruhezustand schlafen. Die Firmware Ihres PC wiederum bemerkt den Schlafzustand und lässt beim Einschalten Windows umgehend wieder aufwachen, ohne Ihnen weitere Optionen anzubieten. Der Ausweg ist meist ganz trivial: Veranlassen Sie Windows zu einem Neustart. Anders als beim Herunterfahren fährt es dabei nämlich vollständig herunter, und die Firmware sollte Ihnen die sonst fehlenden Optionen anbieten. (axv@ct.de)

Randbemerkungen in Writer einfügen

? Ich möchte in einem Textdokument, das ich mit LibreOffice Writer bearbeite, Randbemerkungen einfügen. Wie kann ich das erledigen?

! Zunächst stellen Sie über „Format/Seite“ den Seitenrand so breit ein, dass für Randbemerkungen genügend Platz frei bleibt. Mit „Einfügen/Rahmen/Rahmen interaktiv“ erzeugen Sie dann an der gewünschten Position einen neuen Rahmen mit gedrückter linker Maustaste. Diesem weisen Sie dann noch die Rahmenvorlage „Marginalie“ zu, die Sie nach Drücken der F11-Taste aus dem Formatvorlagenfenster mit einem Doppelklick auswählen können. (db@ct.de)

Anzeige

Fernwartung per IPMI und AMT

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Christof Windeck

Wozu Fernwartung?

? Einen Server oder PC erreiche ich per SSH, Remote-Desktop-Verbindung, TeamViewer oder auch RealVNC – wozu brauche ich Fernwartungsfunktionen wie Intel AMT oder einen BMC?

! Mit Out-of-Band-(OOB)-Fernwartung erreichen Sie den Computer auch, wenn es Probleme gibt oder um ihn erstmalig einzurichten. OOB-Fernwartung funktioniert auch im BIOS-Setup und kann schlafende Systeme wecken. Schon einfache Funktionen sparen Zeit: der ferngesteuerte Neustart eines abgestürzten Systems, das Starten in der Nacht zum Einspielen von Updates, das Auslesen von Gerätenummern für die Inventarisierung oder von Konfigurationsinformationen zu CPU, RAM und Massenspeicher, um Entscheidungen über Upgrades zu fällen.

Ausgewachsene Remote-Management-Systeme „orchestrieren“ und überwachen ganze Horden von Servern und

verteilen BIOS- und Firmware-Updates. Großunternehmen automatisieren Admin-Aufgaben: Das Fernwartungssystem spielt das Betriebssystem auf fabrikneue PCs (Deployment, Rollout).

Baseboard Management Controller

? Was tut ein Baseboard Management Controller (BMC)?

! Auf den meisten Serverboards sitzen BMC-Chips, die dort auch als Grafikprozessor dienen: Sie binden eine simple VGA-Buchse an, damit ein Admin vor Ort am Server arbeiten kann – für eine Textkonsole oder den Windows-Server-Desktop reicht VGA.

Die integrierte 2D-GPU im BMC – oft die Embedded-Version einer uralten Matrox G200 – läuft mit Standardtreibern. Außer dem VGA-Signal liefert sie vor allem ein digitalisiertes Bild, das der BMC über seinen Ethernet-Controller an die Admin-Konsole schickt. Damit der Admini-

nistrator umgekehrt Befehle ans System schicken kann, enthält der BMC einen USB-Controller, der Tastatur, Maus und Boot-Laufwerke emuliert: IDE Redirection (IDE-R) für Platte oder CD, USB-R als USB-Stick. Der Inhalt dieser emulierten Laufwerke kommt dabei von einem ISO-Image, welches der Admin im Netz bereitstellt: etwa das Abbild der Windows-Setup-DVD.

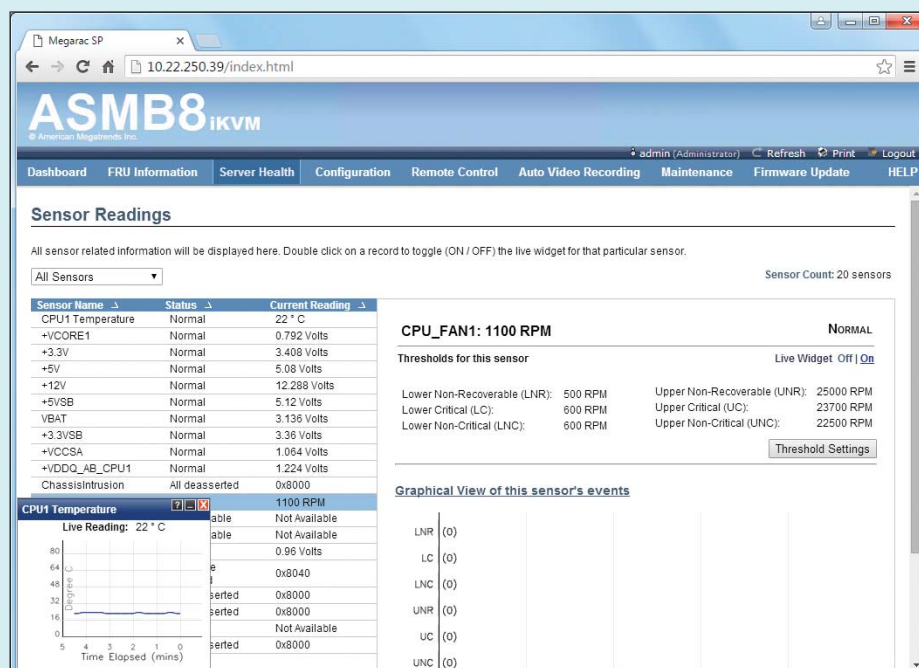
Der BMC liest Sensoren aus (Lüfterdrehzahlen, Betriebsspannungen, Temperaturen, Leistungsabgabe des Netzteils, Case-Open-Sensor) und kann eine LED am Gehäuse blinken lassen, damit ein Techniker die Maschine im Rack schneller findet. Üblicherweise läuft auf dem BMC auch ein Webserver, der Sensordaten und Schaltknöpfe für Steuerfunktionen (An/Aus/Reboot) präsentiert.

AMT versus IPMI

? Was unterscheidet Intels Active Management Technology von IPMI-Fernwartung für Server?

! In allen Rechnern mit Intel-Prozessoren steckt seit ungefähr 2006 die sogenannte Management Engine (ME). Das ist ein Mikrocontroller, der unabhängig von der CPU eine signierte ME-Firmware ausführt. Die ME erledigt unterschiedliche Aufgaben, bei vPRO-Systemen eben auch die Fernwartung.

Intel vPRO bezeichnet Business-Notebooks und Bürocomputer mit einer Kombination aus „Q“-Chipsätzen wie Q87 oder Q170, Prozessoren der Reihen Core i5 oder Core i7 sowie bestimmten Intel-Netzwerkchips für Ethernet und WLAN. Die AMT-Funktionen muss man per BIOS-Setup oder über spezielle Server aktivieren. Anschließend kann ein Administrator aus der Ferne beispielsweise den Rechner neustarten, Inventarnummern und CPU-Bezeichnung auslesen oder auf den grafischen Desktop zugreifen, sofern das System die „Intel HD Graphic“ in der CPU nutzt. Dieser Fernzugriff auf den PC nennt man Remote KVM (Keyboard, Video, Mouse).



Der BMC dieses Asus-Serverboards liefert eine Webseite aus, die Sensordaten anzeigt.

Das Intelligent Platform Management Interface (IPMI) bezeichnet Protokolle für die Fernwartung. Dabei haben sich eine Reihe von Standardfunktionen etabliert, die über AMT hinausgehen. So werden per IPMI Sensordaten übertragen, etwa Drehzahlen von Ventilatoren und die CPU-Temperatur – das fehlt bei AMT. IPMI-taugliche Fernwartung läuft meistens auf einem separaten Controllerchip auf dem Mainboard, dem sogenannten Baseboard Management Controller (BMC, siehe oben). Er enthält typischerweise einen einfachen 2D-Grafikern, einen USB-Controller sowie ein Ethernet-Interface: In Servern erfolgt die Fernwartung üblicherweise über ein separates LAN und wird nicht mit dem Nutz-Netzverkehr vermischt wie bei Intel AMT. Die BMC-Fernwartung nennt HPE integrated Lights-out Management (iLO) und Dell Remote Access Card (DRAC).

Fallback

? Ich habe ein Server-Mainboard mit BMC und separatem Ethernet-Port. Seltsamerweise erreiche ich die Webseite der Fernwartung aber auch an einem der beiden anderen (Gigabit-)Ethernet-Ports – warum?

! Die BMC-Firmware beziehungsweise das BIOS vieler Serverboards besitzen eine Fallback-Automatik: Wird der separate Netzwerkport für die Fernwartung nicht benutzt (Kabel vergessen, Kabelfehler, Routerdefekt), dann meldet sich der BMC stattdessen auf einem der anderen Onboard-Netzwerkports. Er verwendet dabei eine eigene MAC-Adresse und bekommt via DHCP auch eine eigene IP-Adresse.

Da der Zugriff auf den BMC oft mit Standardpasswörtern wie admin/admin gelingt, ist die Fallback-Option ein Sicherheitsrisiko – man sollte sie unbedingt im BIOS-Setup oder in den Setup-Optionen der Fernwartung abschalten. Nach BIOS-Updates oder nach dem Laden der BIOS Setup Defaults kann es passieren, dass Remote Management Fallback wieder aktiv ist.

Risiko IPMI

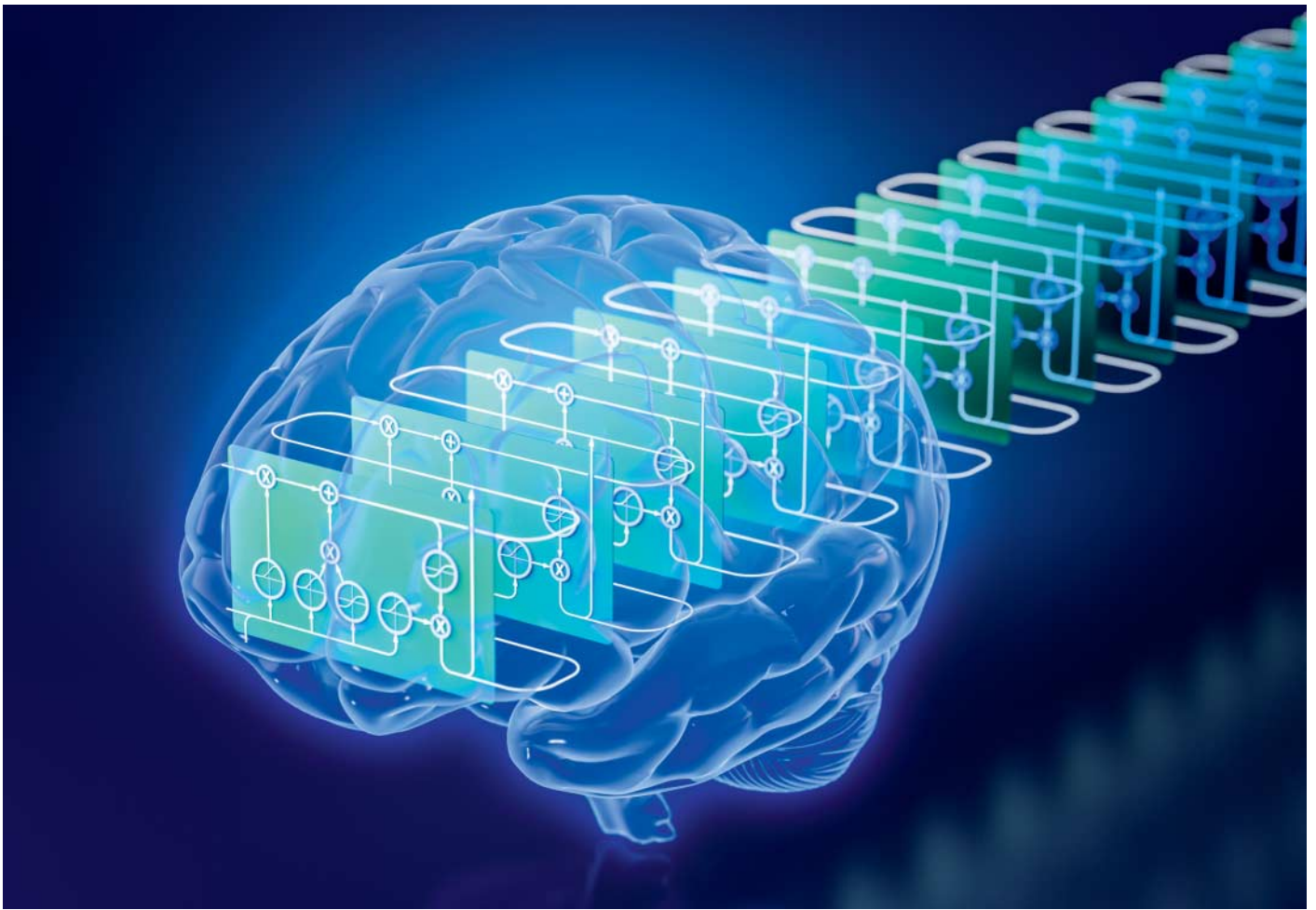
? Funktioniert IPMI-Fernwartung sicher?

! Nein! Einerseits gibt es prinzipielle Schwächen in älteren IPMI-Versionen, andererseits finden Sicherheitsforscher immer wieder Bugs und Lücken in der IPMI-Firmware vieler Serverboards. Ein Angreifer steuert per Remote KVM die gesamte Maschine, als säße er davor.

Fernwarten sollte man in einem separaten, geschützten Netz, mindestens per VLAN abgetrennt. Vergeben Sie sichere Passwörter und schalten Sie nur unbedingt nötige Funktionen der Fernwartung frei. Falls möglich, verlegen Sie den Zugriff von den Standard-TCP-Ports auf andere: Portscans suchen meistens nach den „üblichen Verdächtigen“. Man sollte außerdem ein Passwort für den Zugriff aufs BIOS-Setup vergeben, damit ein Angreifer die Einstellungen für die Fernwartung nicht so leicht aus der Ferne ändern kann. Auch Festplatten-Verschlüsselung ist sinnvoll.

(ciw@ct.de)

Anzeige



Langes Kurzzeitgedächtnis

Mit rekurrenten neuronalen Netzen Texte verschlagworten

Normale neuronale Netze kennen keine Zeit und können daher keine Sequenzen lernen. Rekurrente neuronale Netze dagegen versorgen sich selbst mit Hinweisen zum nächsten Schritt. Wirklich gut funktioniert das aber erst mit Long Short-Term Memory. Wir verschlagworten heise online und zeigen, wie Sie selbst ein LSTM trainieren.

Von Sebastian Stabinger

Auf heise online gibt es aktuell 48.777 Meldungen, die mit mindestens einem der 100 häufigsten Tags verschlagwortet wurden. Ein guter Leser schafft

etwa 400 Wörter pro Minute und müsste zumindest 1000 Wörter jeder Meldung lesen, um sinnvoll aus den 100 häufigsten Schlagwörtern wählen zu können. Er bräuchte also mehr als 2000 Stunden, um die Meldungen zu lesen, was ihn über 254 Tage beschäftigen würde (er liest 8 Stunden pro Tag). Das will keiner machen.

Anhand der Häufigkeit bestimmter Wörter oder der Abfolgen von Wörtern ließe sich in vielen Fällen auch automatisch entscheiden, ob ein Schlagwort zum Artikel passt. Bevor man aber einen Entwickler gefunden hätte, der diese Zusammenhänge per Hand – beispielsweise als reguläre Ausdrücke – programmiert, hat man auch sämtliche Texte gelesen.

Liegen genügend Beispiele vor, kann der Computer auch per Machine-Learning aus den Beispielen lernen, welche Schlagwörter zu einem Text passen. Fürs

klassische Machine-Learning müsste der Regex-Programmierer aber dennoch Code zum Erzeugen eines Feature-Vektors schreiben – die Arbeit will er sich sparen. Also fällt die Wahl auf Deep Learning, das direkt mit den Texten als Eingabedaten arbeitet.

Im Trend liegen da neuronale Netze, da sie gut skalieren und sich auf Grafikkarten schnell berechnen lassen. Texte haben aber eine für neuronale Netze unangenehme Eigenschaft: Sie sind unterschiedlich lang und die Bedeutung ergibt sich durch die Abfolge der Wörter, nicht ihre absolute Position. Ein einfaches Feed-Forward-Netz müsste einen Zusammenhang für das gleiche Wort mehrmals erlernen, nur weil das Wort mal an zweiter und mal an fünfter Stelle im Text steht. Im Prinzip könnte es das. Es bräuchte dafür aber riesige Mengen an

Trainingsdaten und hätte so viele Parameter, dass es nicht in den Speicher von Grafikkarten passt.

Rekurrente Netze

Rekurrente neuronale Netze (RNNs) versuchen dieses Problem zu lösen, indem sie die Eingabesequenz schrittweise verarbeiten. Ein rekurrentes Netz liest von den Texten im Beispiel immer ein Wort und erzeugt daraus eine Ausgabe, die es im folgenden Schritt als zusätzliche Eingabe neben dem nächsten Wort verwendet. Aus beidem erzeugt es dann die Ausgabe für das nächste Wort. Es berechnet in dieser Weise weitere Schritte, bis es das letzte Wort „gelesen“ hat. Die letzte Ausgabe dient als Gesamtergebnis, das der Optimierungsalgorithmus während des Trainings mit der gewünschten Ausgabe vergleicht.

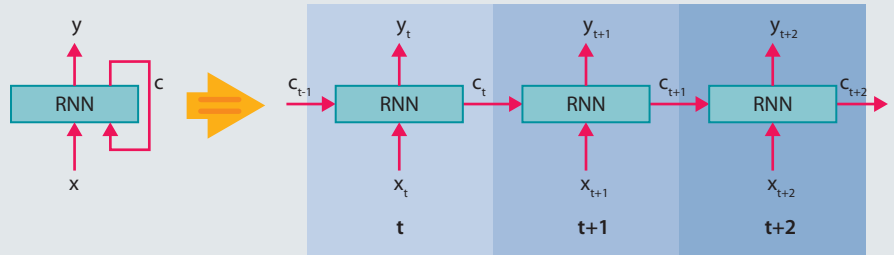
Rekurrente Netze sind dank ihres schrittweisen Vorgehens in der Lage, Sequenzen variabler Länge zu verarbeiten. Außerdem verwenden sie für jeden Schritt die gleichen Parameter, was deren Anzahl auf ein erträgliches Maß reduziert. Die für alle Schritte gleichen Parameter sorgen auch dafür, dass die Position keine Rolle mehr spielt und es stattdessen nur auf die Reihenfolge ankommt. Folgt beispielsweise „gut“ auf „nicht“, kann das Netzwerk lernen, sich selbst die nötigen Hinweise mitzugeben, um die Verneinung korrekt zu berücksichtigen. Die Hinweise für nachfolgende Schritte stellen das Gedächtnis des Netzwerks dar.

Die rekurrenten Netze eignen sich für Probleme mit einer zeitlichen Dimension wie Bewegungserkennung, Audio oder Handschrifterkennung. Daher wird die Auswertung einer Eingabe durch das Netzwerk üblicherweise als Zeitschritt bezeichnet, auch wenn es wie beim Textlesen nicht wirklich um einen zeitlichen Ablauf geht.

Da sich RNNs selbst beeinflussen, fällt es schwer sich vorzustellen, was wann passiert. Die Selbstbezogenheit löst sich aber auf, wenn man die rekurrente Verbindung entlang der Zeitachse abrollt. Dann stehen mehrere neuronale Netze nebeneinander, die sich die gleichen Parameter teilen. Die gemerkten Daten fließen über die rekurrente Verbindung von einem Zeitschritt zum nächsten. Das so entrollte Netz trainiert man wie alle neuronalen Netze mittels Backpropagation, der Ableitung der durch das Netzwerk definierten Funktion, die Auskunft darüber gibt,

Rekurrente neuronale Netze

Das RNN erzeugt aus den Eingaben x_t und c_t die Ausgaben y_t und c_{t+1} . Rollt man die Darstellung für mehrere Zeitschritte ab, wird erkennbar, dass sich jeder Schritt wie ein Feed-Forward-Netz berechnet.



welche Parameter wie stark zum Fehler beigetragen haben.

Long Short-Term Memory

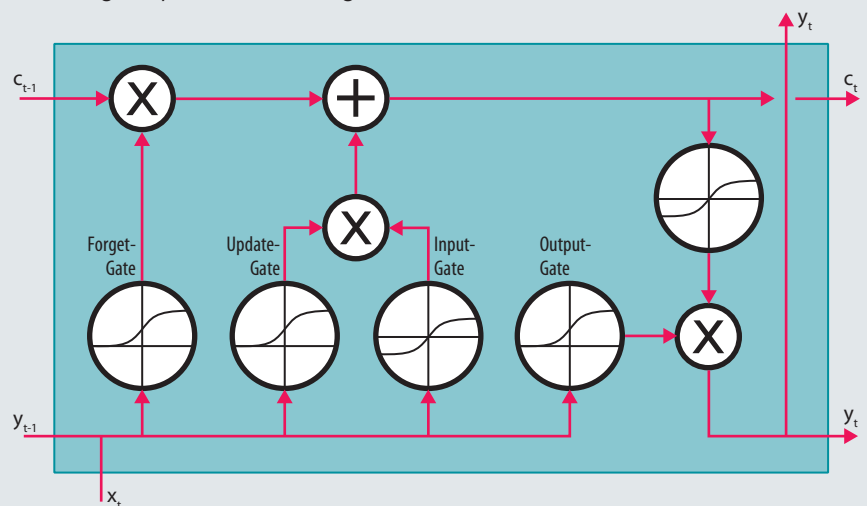
Leider haben einfache RNNs Probleme damit, Informationen zu berücksichtigen, die mehr als ein paar Schritte in der Vergangenheit liegen. Das Problem liegt darin, dass eine Information aus der Vergangenheit in jedem Zeitschritt wieder durch Teile des neuronalen Netzes muss. Die Backpropagation erlaubt zwar bei jedem Schritt Rückschlüsse, welche Gewichte zum Fehler beigetragen haben. Wenn der Anteil aber nicht extrem groß ist, berechnet sie über mehrere Zeitschritte trotzdem nur ganz kleine Zahlen. Die nutzt der Optimierungsalgorithmus und

passt die Gewichte an – stets viel zu wenig, wenn eine wichtige Information nicht kurz zuvor auftauchte. Mathematisch ausgedrückt wird der Gradient zu klein für den gewünschten Lernerfolg. Man bezeichnet dies als das Problem der verschwindenden Gradienten (vanishing gradient problem). Aufgrund dieser Limitierungen werden gewöhnliche RNNs in der Praxis wenig eingesetzt.

Zur Lösung dieses Problems haben Hochreiter und Schmidhuber 1997 sogenannte LSTM (Long Short-Term Memory) Netze entwickelt. Diese umgehen das Problem der verschwindenden Gradienten durch eine raffinierte innere Struktur. Um größere Gradienten zu bekommen, drehen Hochreiter und Schmidhuber den

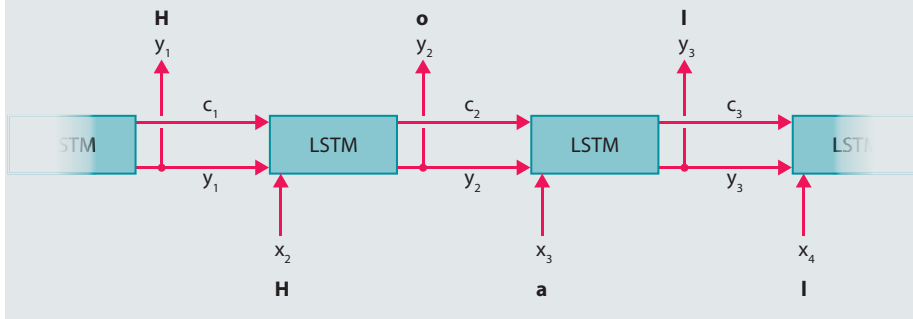
Struktur einer LSTM-Einheit

In LSTMs arbeiten mehrere Neuronen mit unterschiedlichen Aktivierungsfunktionen zusammen, um den inneren Zustand c anzupassen und danach eine Ausgabe y daraus zu erzeugen.



Training von LSTMs

Ein entlang den Zeitschritten abgerolltes LSTM. Nach dem Abrollen kann man das LSTM wie ein normales (allerdings sehr großes) neuronales Netz trainieren.



Spieß um und brachten den LSTMs bei, Informationen im Normalfall unverändert von Zeitschritt zu Zeitschritt weiterzugeben. Sie zu vergessen oder neue Informationen einzuspeisen wird zu einer Entscheidung, die Neuronen für den aktuellen Zeitschritt treffen müssen.

Um das zu erreichen, erhält das LSTM einen inneren Zustand c_{t-1} vom letzten Zeitschritt, den es am eigentlichen neuronalen Netz vorbeischiebt und an den nächsten Zeitschritt weitergibt (c_t). Die Information muss dadurch nicht durch feuernde Neuronen erhalten bleiben, was das Problem der verschwindenden Gradienten verhindert. Wie viel Information ein LSTM-Netz speichern kann, hängt direkt von der Anzahl der Werte in c_t ab.

Das System benötigt einen Mechanismus, um diesen internen Zustand verändern zu können. Hochreiter und Schmidhuber orientierten sich dafür an Flip-Flops, ersetzten die Logikgatter aber durch Neuronen, sogenannte Gates. Diese Neuronen nutzen die Sigmoid-Funktion, um Aktivierungen zwischen 0 und 1 zu erzeugen. Um Informationen zu vergessen, multipliziert das LSTM den internen Zustand mit der Aktivierung des Forget-Gate. Zu dem so bereinigten Zustand addiert das LSTM anschließend die Aktivierungen des zweiten Gatters. Das besteht aber eigentlich aus zwei verschiedenen Neuronen: Ein Neuron erzeugt mit dem Tangens-Hyperbolicus eine Aktivierung, die gespeichert werden könnte (Input-Gate). Ob das passiert, entscheidet ein zweites Neuron (Update-Gate) mit Sigmoid-Aktivierungsfunktion. Das LSTM multipliziert die Aktivierungen, bevor es sie zum internen Zustand addiert. Input- und Update-Gate arbeiten sehr eng

zusammen und es gibt LSTM-Varianten, wo beide Gates durch ein gemeinsames Gate ersetzt werden (z.B. Gated Recurrent Units).

Seine eigentliche Ausgabe (y_t), die es auch an höhere Schichten weitergibt, erzeugt das LSTM über ein Neuron mit Tangens-Hyperbolicus als Aktivierungsfunktion aus dem internen Zustand nach dem Update (c_t). Diese Aktivierung geht aber auch nicht ungefiltert in den nächsten Zeitschritt und die nächste Aktivierung ein, da vorher noch das Output Gate entscheidet, welchen Teil der Aktivierung das LSTM weiterreicht.

Heute sind LSTMs in unterschiedlichen Ausprägungen die Standardarchitektur für RNNs und werden zur Lösung vieler praktischer Probleme eingesetzt. So basieren zum Beispiel Google Translate und Apple Quicktype auf LSTMs. Amazons Alexa, Apples Siri und Googles Allo nutzen alle LSTMs für die Spracherkennung. Die richtigen Tags zu heise-online-Artikeln zu finden, stellt eine typische Anwendung dar.

Training

Ein LSTM wird generell immer auf Sequenzen von Daten trainiert, indem das Netzwerk entlang der rekurrenten Verbindungen abgerollt wird. Der Optimierungsalgorithmus trainiert das LSTM im Anschluss genau wie ein gewöhnliches Feed-Forward-Netz, mit dem Unterschied, dass für alle Zeitschritte die gleichen Gewichte für das Netzwerk verwendet werden. Entscheidet der Algorithmus also, dass das Gewicht g_1 in Zeitschritt t_1 verkleinert und in Zeitschritt t_2 vergrößert werden muss, wird der Wert von g_1 alles in allem unverändert bleiben.

Letztlich lernt das Netzwerk durch das Training auf ganzen Sequenzen, nützliche Informationen im aktuellen Zeitschritt in den internen Zustand aufzunehmen, da sie zu einem späteren Zeitpunkt zu einer besseren Ausgabe des Netzes führen. Speichern und Nutzen der Information müssen dafür innerhalb einer Sequenz stattfinden, damit sich die Anpassung der dafür gebrauchten Gewichte in der Summe lohnt. Das Netz entscheidet daher eigenständig anhand der Trainingsdaten, welche Informationen in welcher Situation wichtig sind und wie diese im internen Zustand repräsentiert werden sollen. Man sollte bei dieser Interpretation allerdings nie vergessen, dass letztlich auch bei einem LSTM nichts anderes gemacht wird, als die Parameter einer riesigen Formel so zu verändern, dass die Resultate dieser Formel besser zu gewünschten Resultaten passen als vor dem Training. Alle „cleveren“ Tricks und Kniffe, die ein LSTM nach dem Training verwendet, um das gewünschte Problem zu lösen, entstehen quasi von selbst aus dem gegebenen Datensatz.

Das führt zur vermutlich wichtigsten Erkenntnis über künstliche Intelligenz der letzten zehn Jahre: Mithilfe großer Datenmengen, viel Rechenleistung und simplen Algorithmen können intelligente Systeme scheinbar aus dem Nichts entstehen.

Ein LSTM selbst gebaut

Mit Frameworks wie TensorFlow haben Sie ein eigenes LSTM erstaunlich schnell in Python programmiert. Noch schneller geht es mit Keras, das auf TensorFlow oder Theano aufsetzt. Keras abstrahiert die üblichen Schritte zum Aufsetzen neuronaler Netze, sodass Sie mit ein paar Zeilen Python-Code Ihr eigenes LSTM aufsetzen – einschließlich Nutzung der GPU.

Fürs Training haben wir die Newsmeldungen aus heise online bereits in Listen aus Wortnummern konvertiert. Die Wörter haben wir nach Häufigkeit sortiert, sodass Sie das Training leicht auf die 10.000 häufigsten Wörter eingrenzen können. Satzzeichen gelten als Wörter und die Zahl 0 steht für ein Nicht-Wort. Die 10.000 häufigsten Wörter stellen einen Kompromiss dar: Unter den 100 häufigsten Wörtern tummeln sich zwar sämtliche Artikel, Präpositionen und schwache Verben, die wenig darüber aussagen, welche Schlagwörter zum jeweiligen Text passen. Kommen im Artikel allerdings zu oft seltene Wörter vor, die in

den Trainingsdaten nur im Zusammenhang mit einem einzigen Schlagwort stehen, lernt das Netz diesen Zusammenhang auswendig und versagt anschließend, wenn das Wort bei unbekannten Texten in einem anderen Zusammenhang vorkommt. Wenn sich ein neuronales Netz wie ein fauler Schüler verhält, nennt man das Overfitting, da es nur lernt, was zu den Trainingsdaten passt, ohne allgemeine Muster zu verstehen.

Um viele Texte parallel verarbeiten zu können, haben wir sie mit Nullen auf die gleiche Länge aufgefüllt und Gzip-Komprimiert in eine hdf5-Datei geschrieben, die Sie zusammen mit dem Quellcode im GitHub-Repository zum Artikel unter ct.de/y8e9 finden.

Daten vorbereiten

Das Beispiel geht von TensorFlow als Backend in Keras aus und nutzt Numpy, um die Daten vorzubereiten. Außerdem kommt Sacred zum Einsatz, um die Konfiguration zu verwalten. Installieren Sie diese Frameworks mit pip:

```
pip install wheel
pip install numpy tensorflow-gpu keras
pip install sacred
```

Um den Erfolg des Trainings zu prüfen, lohnt es sich, einen Teil der Daten zur Validierung abzuschneiden und sie nicht während des Trainings zu verwenden. Vorher sollte man die Daten durchmischen, damit das Netzwerk nicht nur mit News vor 2016 trainiert und auf neueren Artikeln validiert. Wir haben die Vorverarbeitung in ein Sacred-Ingredient gepackt, das Sie nutzen können, um gleich zum Wesentlichen zu kommen:

```
from sacred import Experiment
from heise_online_dataset import ↵
    heise_online_ingredient, ↵
    load_data, get_word_count
ex = Experiment('LSTM_Classification',
ingredients=[heise_online_ingredient])
```

Sacred kümmert sich darum, die Konfigurationsvariablen zu verwalten und ein Kommandozeilen-Interface zur Verfügung zu stellen. Die Variablen stehen dafür in der mit `@ex.config` dekorierten Funktion `my_config()`. Was dort definiert wurde, übergibt Sacred automatisch an die mit `@ex.automain` dekorierte Funktion `train_network()`. Die Struktur erleichtert das systematische Ausprobieren der in `my_config()` definierten Hyperparameter. Wenn Sie das verwirrend finden, schrei-

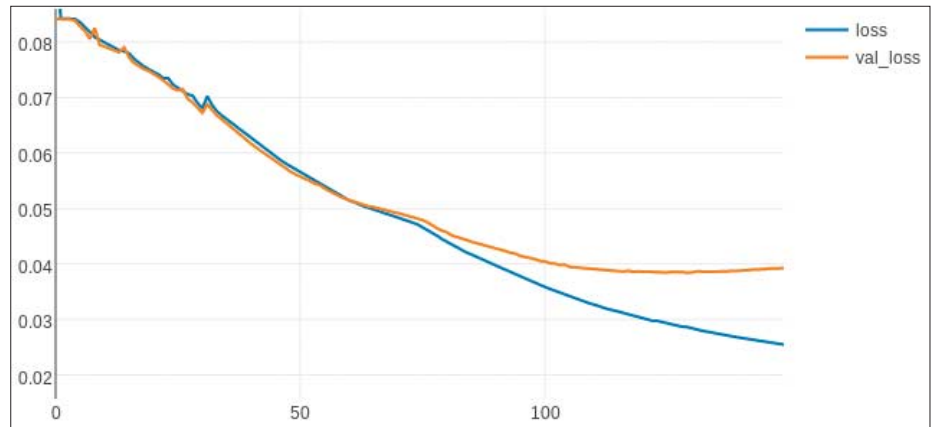


Diagramm der Loss-Funktion beim Training mit zu wenig Dropout:

Während der ersten 70 Epochen schneidet das Netzwerk auf Trainings- und Testdaten gleich gut ab. Danach lernt es Beispiele aus den Trainingsdaten auswendig, was dazu führt, dass es auf unbekannten Daten ab Epoche 120 schlechter abschneidet als zuvor.

ben Sie stattdessen den Inhalt von `my_config()` an den Anfang von `train_network()`.

Laden Sie zuerst den vorbereiteten Datensatz:

```
X_train, y_train, X_test, y_test = ↵
    load_data()
```

In `X_train` und `X_test` stehen anschließend die Listen mit Wortnummern, während in `y_train` und `y_test` die Vektoren mit den korrekten Schlagworten dazu stehen. Diese Vektoren sehen wie Wahrscheinlichkeitsverteilungen aus: Passende Schlagwörter haben eine „Wahrscheinlichkeit“ von 1,0, unpassende eine von 0,0. Welche Schlagwörter zu diesen Zahlen gehören, verrät die Funktion `get_category_list()` aus `heise_online_dataset.py`.

Netzwerk definieren

Keras enthält die Klasse `Sequential()`, die neuronale Netze verwaltet, bei denen eine Schicht ihre Ausgaben immer als Eingaben an die nächste Schicht übergibt. Diese Struktur kommt bei den allermeisten neuronalen Netzen zum Einsatz.

```
from keras.models import Sequential
model = Sequential()
```

Schichten fügen Sie dem `model` mittels `add()` hinzu. Die erste Schicht nimmt eine Sonderrolle ein, da sie aus den Integer-Wortnummern in den Trainingsdaten Vektoren mit Gleitkommazahlen berechnet. Neuronale Netze können nämlich nur mit Gleitkomma-Tensoren rechnen. Die Konvertierung übernimmt eine `Embedding()`-Schicht, für die Sie mit dem Parameter `embedding_vector_dimensionality`

einstellen können, wie breit der entstehende Vektor wird. Wir haben mit 128 Dimensionen gute Ergebnisse erzielt. Die `Embedding`-Schicht enthält Parameter, die zusammen mit den Parametern der Neuronen trainiert werden:

```
from keras.layers.embeddings import ↵
    Embedding
model.add(Embedding(get_word_count(),
embedding_vector_dimensionality,
input_length=X_train.shape[1]))
```

Nach ihr haben wir eine `Dropout`-Schicht eingefügt, die keine trainierbaren Parameter enthält. Sie setzt einen über `embedding_dropout_factor` festgelegten Anteil zufälliger Werte im Tensor auf 0,0, was es dem Netzwerk schwerer macht, einzelne Trainingsbeispiele auswendig zu lernen. `Dropout` ist neben dem Verzicht auf seltene Wörter eine zweite Möglichkeit, gegen Overfitting vorzugehen. Neuronale Netze stürzen sich sofort auf Korrelationen zwischen einzelnen Zahlen und einer gewünschten Klasse. Steht die Zahl manchmal nicht zur Verfügung, lohnt es sich für das Netzwerk, sich eher auf abstrakte Muster zu verlassen, was auf lange Sicht zu einem erfolgreicherem Training führt. Das Training dauert mit `Dropout` jedoch länger.

```
from keras.layers import Dropout
model.add(Dropout(
embedding_dropout_factor))
```

Anschließend folgen eine oder mehrere Schichten mit `LSTM`-Einheiten:

```
from keras.layers import LSTM
model.add(LSTM(units=100,
```



```
return_sequences=True,
recurrent_dropout=0.1,
dropout=0.1))
```

Der Parameter `units` bestimmt die Dimensionalität des internen Zustands und damit auch der Ausgabe dieser LSTM-Schicht. Der Wert 100 bedeutet, dass dem Netzwerk als Gedächtnis 100 Werte dienen und dass die Schicht für jede Eingabe auch 100 Werte als Ausgabe erzeugt. Je höher Sie die Dimensionalität wählen, desto mehr kann sich das Netzwerk merken. Dadurch steigt allerdings auch die Anzahl an Neuronen, die Sie trainieren müssen, rapide an. Wählen Sie den Wert größer als nötig, dauert das Training länger und bei zu großen Werten wird das Netzwerk größer als Ihr Arbeitsspeicher.

Keras unterstützt LSTM-Schichten in zwei Varianten. Im Standardfall (`return_sequences=False`) wird eine ganze Sequenz an Daten durch die LSTM-Schicht geschleust und nur die letzte Ausgabe des Netzes wird an die nächste Schicht weitergegeben. Das brauchen Sie für die letzte LSTM-Schicht in Ihrem Netzwerk. Alle vorherigen Schichten müssen mit `return_sequences=True` auch Zwischenwerte ausgeben, damit die darüberliegenden LSTM-Schichten damit arbeiten können.

Die beiden `dropout`-Parameter setzen ähnlich wie die `Dropout()`-Schicht den angegebenen Anteil an zufälligen Werten auf 0. Hier geht es aber um den Anteil der von Schritt zu Schritt weitergegebenen Informationen, die eine `Dropout()`-Schicht nicht beeinflusst.

Um das Netzwerk zu trainieren, vergleicht Keras die Ausgabe des Netzes mit der erwarteten Ausgabe. Die Ausgaben müssen daher die gleiche Größe haben und dürfen nur Werte zwischen 0,0 und 1,0 enthalten. Am leichtesten erreichen Sie das mit einer voll verbundenen Schicht aus 100 Neuronen mit Sigmoid-Aktivierungsfunktion:

```
from keras.layers import Dense
model.add(Dense(y_train.shape[1],
activation='sigmoid'))
```

Damit enthält `model` das neuronale Netz. Um seine Parameter zu trainieren, wählen Sie einen Optimierungsalgorithmus für den Gradientenabstieg:

```
from keras.optimizers import Adam
optimizer = Adam(lr=0.001, decay=0.00)
```

Keras setzt auf TensorFlow oder Theano auf, die beide aus dem Netzwerk, seiner Ableitung und dem Optimierungsalgorithmus einen Graphen aufbauen und kompilieren. Bei diesem Schritt geben Sie an, welche Loss-Funktion Adam minimieren soll und welche Metriken Keras zusätzlich berechnet, um den Erfolg des Trainings abzuschätzen:

```
model.compile(
    loss='binary_crossentropy',
    optimizer=optimizer,
    metrics=['binary_accuracy', c_score])
```

Die `binary_accuracy` steigt schnell auf fast 98 Prozent, da das Netzwerk zunächst lernt, für alle Tags zu raten, dass sie nicht passen. Der interessante Teil passiert aber bei den letzten zwei Prozentpunkten, was man an der Zahl nur schwer ablesen kann. Wir haben uns daher den „Critics Score“ (`c_score`) ausgedacht, bei dem das Netz für jedes richtig geratene Schlagwort einen Punkt gewinnt und für jedes falsch geratene einen abgezogen bekommt. Damit der Wert bei mehreren richtigen Schlagwörtern nicht über 1 steigt, teilt der `c_score` die Punktzahl durch die Anzahl der korrekten Schlagwörter. Das Netzwerk startet zu Beginn des Trainings mit stark negativen Werten, erreicht dann recht schnell 0, wenn es alle Schlagwörter ablehnt, und arbeitet sich im Erfolgsfall anschließend langsam bis auf Werte zwischen 0,3 und 0,4 vor.

Das Training starten Sie mit `model.fit()`. Der Funktion übergeben Sie die Datensätze für Training und Validierung, die Anzahl an Epochen, die Keras trainieren soll, und eine `batch_size`, die festlegt, wie viele Datensätze Keras parallel bearbeitet:

```
model.fit(X_train, y_train,
validation_data=(X_test, y_test),
epochs=epoch_no,
batch_size=batch_size)
```


Je größer die Batches, desto besser lastet das Training die Grafikkarte aus. Wenn Sie den Parameter zu groß wählen, passt das Netzwerk jedoch nicht mehr ins RAM und das Training bricht ab. Auf einer Tesla P100 konnten wir sehr gut mit einer Batchgröße von 512 trainieren, mussten der Wert für eine ältere GTX 970 aber auf 256 senken. Ob Ihre Karte gut ausgelastet ist, sehen Sie mit dem Tool `nvidia-smi`.

Auch auf einer schnellen Grafikkarte dauert das Training einige Stunden. Mit nur einer Schicht aus 100 LSTM-Einhei-

ten brauchten wir bereits über sechs Stunden auf der P100. Wenn Sie weitere Schichten einfügen, mit mehr als 500 Wörtern aus jedem Datensatz oder für mehr als 150 Epochen trainieren, brauchen Sie noch länger. Unser Code schreibt die aktuell besten Gewichte nach jeder Epoche in die Datei `weights.hdf5` und sichert die auch in der Sacred-Datenbank. Bei jedem neuen Experiment wird `weights.hdf5` überschrieben.

Inferenz

Nach dem Training könnten Sie mit dem Netzwerk eigene Texte verschlagworten. Füttern Sie dafür die Funktion `model.predict()` mit Daten. Als Ausgabe erhalten Sie dann die Wahrscheinlichkeitsverteilung zu den 100 Schlagwörtern. Den Text müssen Sie dafür vorher in eine Liste aus Ganzzahlen verwandeln. Die Liste der Wörter bekommen Sie über die Funktion `get_word_list()` aus `heise_online_data_set.py`. Kommt ein Wort darin nicht vor, setzen Sie es auf 0.

Falls Sie wie wir lieber nach dem perfekten Netzwerk für die Aufgabe suchen, reicht es, die Einstellungen in `my_config()` in `train_lstm.py` anzupassen. Wir haben auch Experimente mit einem voll verbundenen neuronalen Netz gestartet, das zu jedem Wort eine Wahrscheinlichkeitsverteilung berechnet, die wir für den gesamten Text gemittelt haben (`train_fc.py`). Dieses Netz kam über einen `c_score` von 0 nie hinaus. Mit einem einfachen rekurrenten Netz (`train_simpleRNN.py`) kamen wir immerhin auf einen leicht positiven Score von 3 Prozent. Mit den richtigen Parametern schneidet das LSTM aber mit 39 Prozent am besten ab. Möglicherweise finden Sie noch bessere Parameter als unsere Vorgaben. Wenn Sie einen `c_score` von über 0,39 bei der Validierung erreichen, schreiben Sie uns, was Sie eingestellt haben. Wir passen dann die Voreinstellungen im Repository an und erwähnen, wer die Parameter gefunden hat. (jme@ct.de) 

Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 06/16, S. 130
- [2] Johannes Merkert, Ziffernerlerner, Ein künstliches neuronales Netz selbst gebaut, c't 06/16, S. 142
- [3] Johannes Merkert, Superresolution, Bilder skalieren mit neuronalen Netzen und TensorFlow, c't 11/17, S. 90

Repository, Dokumentation: ct.de/y8e9

Anzeige



Zappelphilipp

Der eigene Fidget Spinner aus dem 3D-Drucker

Kaum eine Kinderhand, in der sich in diesem Jahr noch kein Fidget Spinner drehte. Ganz klar: Die Handkreisel sind das Trend-Spielzeug des Jahres. Man kann sie ganz einfach nachbauen: Mit der 3D-Anwendung Tinkercad konstruieren Sie Ihr eigenes Modell direkt im Browser.

Von Matthias Mett

Eltern und Kinder drehen durch: Überall rotieren kleine Kreisel namens Fidget Spinner. Dabei handelt es sich um ein kleines Spielzeug mit Flügeln. Die Kunst ist es, den Fidget Spinner zwischen zwei Fingern möglichst lange drehen zu lassen oder ihn auf einem Finger zu balancieren, während er rotiert. Klingt profan, macht aber einen Riesenspaß. Längst hat sich ein Wettlauf um die besten Tricks entwickelt: Fidget-Spinner-Profis übergeben das Spielzeug bei voller Drehung von einem Finger auf den nächsten und vollführen Wurftricks.

Das Äußere des Fidget Spinner ähnelt einem Propeller, bei dem in der Mitte ein Kugellager sitzt. Dieses ist mit zwei

Kappen versehen und wird beim Spielen zwischen Zeigefinger und Daumen einer Hand gehalten. Fertige Modelle verkauft der Einzelhandel für wenig Geld. Deutlich mehr Spaß macht es, in einem kleinen Bastelprojekt seinen ganz eigenen Spinner zu konstruieren und mit verschiedenen Formen und Materialien zu experimentieren. Das ist zwar etwas teurer, dafür erhält man am Ende ein einzigartiges Modell. Im Beispiel entsteht ein Spinner mit drei Flügeln und vier Kugellagern.

Kugellager

Für unser Bastelprojekt haben wir vier Mini-Kugellager vom Typ 608 gekauft. Diese Kugellager mit der Abmessung

8 mm × 22 mm × 7 mm werden oft für Inlineskates und Skateboards verkauft, mittlerweile aber auch direkt für Fidget Spinner angeboten. Die folgende Anleitung funktioniert ausschließlich mit diesen Kugellagern. Wenn Sie größere oder kleinere Kugellager wählen, müssen Sie die Bemaßungen der Konstruktion anpassen. Im Spielzeug landet später ein Kugellager im Zentrum, damit sich das Gadget dreht, die drei anderen erhöhen als Gewichte in den Flügeln das Drehmoment, womit der Kreisler länger rotiert.

Achten Sie beim Kauf der Kugellager auf die Qualitätseinheit ABEC; je höher die ABEC-Stufe, desto reibungsärmer läuft das Kugellager. Für das Bastelprojekt empfehlen wir Kugellager vom Typ ABEC 9. Bei billigen, geschlossenen No-Name-Kugellagern kann es vorkommen, dass diese über den Innenring Öl verlieren. Trocken laufende Kugellager, beispielsweise mit Keramikugeln, sind daher die deutlich bessere Wahl.

Tinkercad

Für die Konstruktion des Handkreisels bietet sich die kostenlose 3D-Webanwendung Tinkercad an. Sie ermöglicht einfache Konstruktionen mithilfe von 3D-Körpern, die man per Drag & Drop zum fertigen Fidget Spinner kombiniert.

Im ersten Schritt legen Sie auf der Homepage von Tinkercad ein Benutzerkonto an. Anschließend gelangen Sie in die Projektübersicht. Hier finden Sie später alle Ihre Modelle mit drehbarer Mini-Vorschau wieder. Eine neue Zeichnung legen Sie durch einen Klick auf „Neuen Entwurf erstellen“ an. Sie landen in der Bearbeitungsansicht: In der Mitte finden

Sie die gerasterte Arbeitsfläche, die an Millimeterpapier erinnert. Am rechten Bildrand tummeln sich allerhand dreidimensionale geometrische Objekte wie Quader, Zylinder, Kugel und Pyramide. Aus diesen entstehen alle Konstruktionen in Tinkercad; freies Zeichnen wie man es etwa vom 3D-Modeller Vectary kennt, unterstützt Tinkercad nicht. Über Symbole in der Leiste am oberen rechten Bildrand können Sie mehrere Objekte automatisch ausrichten und gruppieren. Auf der linken Seite finden Sie die Ansichtswerkzeuge, der praktische ViewCube dreht die Ansicht.

Der Grundkörper






Zoomen Sie mit dem Scrollrad der Maus etwas in die Zeichnung hinein, sodass das virtuelle Millimeterpapier gut zu sehen ist. Ziehen Sie von der rechten Seite unter dem Menüpunkt „Einfache Formen“ ein Rohr auf die Zeichenfläche. Drehen Sie die Ansicht, sodass Sie leicht schräg auf das Objekt schauen. Das klappt entweder mit dem ViewCube oder indem Sie die linke Maus- und die Steuerungstaste gedrückt halten und die Maus bewegen.

Markieren Sie das Objekt mit einem Mausklick. Hinter den aufklappenden kleinen weißen Vierecken verstecken sich die Maßangaben. Wenn Sie mit dem Mauszeiger darüber navigieren, blendet Tinkercad Breite, Länge oder Höhe des Rohres ein. Die Werte lassen sich millimetergenau anpassen: Führen Sie einen Doppelklick auf das Viereck für die Höhe aus und tippen Sie in das kleine Fenster als neuen Wert 7 mm ein.

Den Radius des Rohres ändern Sie im Eigenschaften-Fenster auf der rechten

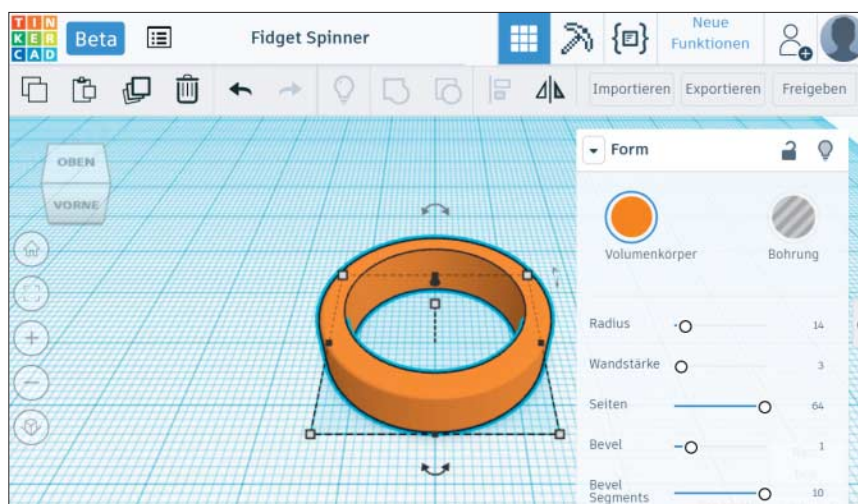
Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

Fidget Spinner Marke Eigenbau

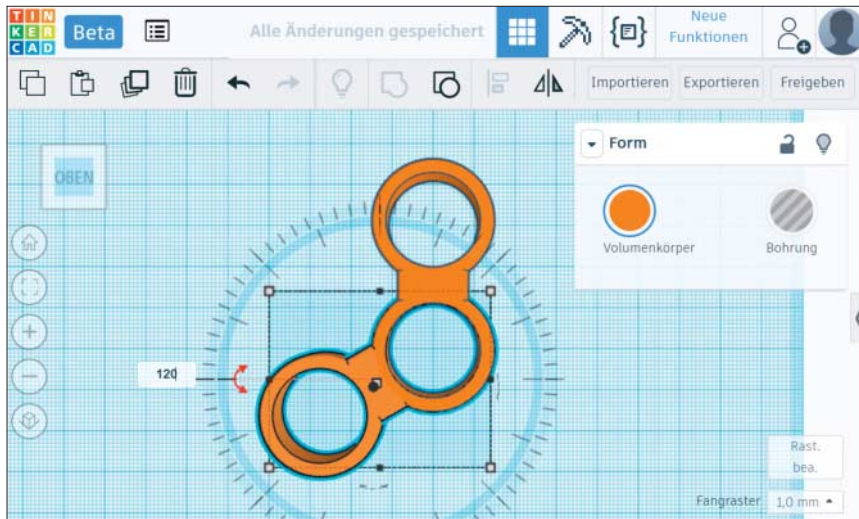
-  Computer, Internetzugang, optional Zugang zu einem 3D-Drucker, Kugellager
-  grundlegende Computerkenntnisse, etwas handwerkliches Geschick
-  Die Konstruktion erledigt man in rund 45 Minuten, den Zusammenbau in wenigen Minuten.
-  Kinder ab acht Jahren konstruieren mit der Hilfe der Eltern; Jugendliche ab circa 14 Jahren schaffen das allein.
-  Tinkercad nutzt man kostenlos. Für den Druck bei einem 3D-Druckdienstleister sollte man je nach Modellgröße und -material rund 25 Euro einplanen. Im Makerspace um die Ecke kostet der Druck meist weniger. Für die Kugellager sollten Sie rund 6 Euro einplanen.

Seite auf 14 mm. Erstellen Sie eine Fase, indem Sie bei „Bevel“ 1 mm eintippen. Mit der Einstellung „Bevel Segments“ auf den Wert 10 runden Sie die Fase ab. Passen Sie die Wandstärke der Form auf 3 mm an. Setzen Sie die Einstellung für „Seiten“ auf den Maximalwert von 64; dadurch erhält die Form optimale Rundungen. Wechseln Sie in die Draufsicht. Kopieren Sie die erstellte Form mit dem Tastenkürzel Strg+C in die Zwischenablage und fügen Sie sie oberhalb der bestehenden mit Strg+V ein. Der Abstand der beiden Rohre sollte 7 mm betragen.

Um den Abstand exakt festzulegen, helfen Ihnen sowohl das Raster der Arbeitsfläche als auch das Lineal-Werkzeug. Ziehen Sie ein L-Lineal auf die Arbeitsfläche. Sie finden es rechts oben über der Objektverwaltung. Richten Sie die Stirnseite eines Rohres an der X-Achse des L-Lineals aus. Platzieren Sie jetzt darüber das zweite Rohr im Abstand von 7 mm an der Y-Achse. Achten Sie darauf, dass die Mittelpunkte der beiden Rohre auf einer Linie liegen. Tinkercad hilft beim Ausrichten, indem es den Abstand der beiden Objekte



Ein flaches Rohr legt den Grundstein für den Fidget Spinner.



Der Fidget Spinner entsteht durch Kombination von Knochenformen. Das virtuelle Millimeterpapier hilft bei der optimalen Anordnung der Formen.

zueinander in Echtzeit und Hilfslinien einblendet.

Als Nächstes verbinden Sie die beiden Rohre mit einem Quader, sodass eine Knochenform entsteht. Dazu ziehen Sie einen Quader auf die Arbeitsfläche und justieren dessen Höhe wieder auf 7 mm. Im Eigenschaften-Fenster können Sie unter „Volumenkörper“ außerdem dessen Farbe ändern. Damit erhalten Sie einen Farbkontrast zu den Rohren, der das Verbinden der Objekte erleichtert. Auf den späteren Ausdruck hat die Farbgebung in Tinkercad keinen Einfluss – Sie wird einzig durch das Druckmaterial bestimmt.

Die Länge des Quaders beträgt im Beispiel 9 mm, die Breite 12 mm. Schieben Sie den Quader der Breite nach so zwischen die beiden Ringe, dass er ein kleines Stück weit in beide Ringe hinein-

ragt. Markieren Sie anschließend alle drei Formen und fassen Sie diese mit dem Gruppieren-Werkzeug zu einem zusammenhängenden Objekt zusammen. Kopieren Sie die frisch entstandene Knochenform zweimal. Eine Kopie drehen Sie um 120 Grad, die andere um -120 Grad. Anschließend schieben Sie die innen liegenden Ringe aller drei Knochenformen übereinander, sodass eine Form mit vier Ringen entsteht. Achten Sie beim Verschieben darauf, dass die Ringe in der Mitte exakt übereinander liegen – das virtuelle Millimeterpapier hilft Ihnen dabei.

Die Kappen

Die Grundform ist fertig, als Nächstes konstruieren Sie die Abdeckung für den Mittelteil des Fidget Spinner. Der Mittel-

teil entsteht aus zwei Kappen, die man später ineinandersteckt. Eine Kappe konstruieren Sie aus drei Zylindern, die andere aus vier.

Ziehen Sie für die erste Kappe einen Zylinder auf die Arbeitsfläche neben die Grundform des Fidget Spinner und passen dessen Länge und Breite auf 22 mm an. Ändern Sie in der Objektverwaltung den Wert von „Seiten“ auf 64. Stellen Sie „Bevel“ auf 1 und „Segmente“ auf 10, um die Kanten abzurunden. Die Höhe legen Sie mit 1,5 mm fest. Erstellen Sie einen weiteren Zylinder und geben Sie eine Länge und Breite von 10 mm sowie eine Höhe von 2 mm an. Dieser Zylinder dient innerhalb der Kappe als Abstandsring und sorgt dafür, dass das Kugellager später frei läuft.

Markieren Sie die beiden Zylinder und klicken Sie auf das Ausrichten-Werkzeug in der Symbolleiste. Füttern Sie die Funktion per Mausklick mit den beiden Zylinder-Mittelpunkten – dann platziert Tinkercad den kleineren Zylinder mittig auf dem größeren. Beide Kappen teilen sich diese Grundform: Kopieren Sie das bisherige Ergebnis und fügen Sie es auf der Arbeitsfläche ein.

Im nächsten Schritt ziehen Sie einen neuen Zylinder auf die Arbeitsfläche. Ändern Sie dessen Abmessungen auf 7,8 mm in Breite und Länge und 8 mm in der Höhe. Anschließend findet der Zylinder mithilfe des Anordnen-Werkzeugs seinen Platz mittig auf einer der beiden Kappen-Grundformen. Damit ist die erste Kappe fast fertig, es fehlt nur noch eine Aussparung. Die konstruieren Sie mit einem weiteren Zylinder mit folgenden Abmessungen: Länge und Breite



So sehen die Einzelteile aus, wenn sie aus dem 3D-Drucker kommen.



Mit Hammer und Nuss klopft man die Kugellager vorsichtig in die Halterungen.

6 mm, Höhe 7 mm. Weisen Sie ihm im Eigenschaften-Fenster den Typ „Bohrung“ zu, kopieren Sie ihn und platzieren Sie ihn in 2 mm Höhe in der Mitte des zuletzt gezeichneten Zylinders.

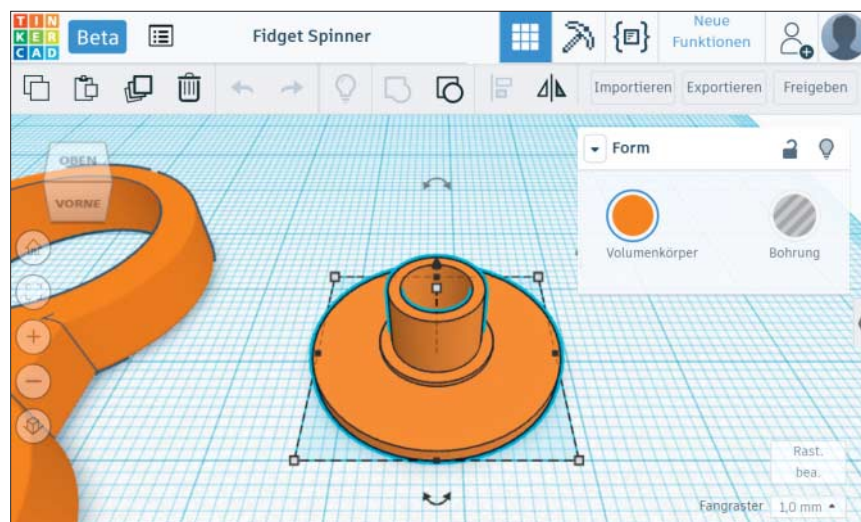
Die Kopie der Bohrung landet mittig auf dem Boden der zweiten Kappen-Grundform. Ändern Sie ihren Typ in den Eigenschaften auf „Volumenkörper“. Gruppieren Sie alle Bauteile jeder Kappe für sich und Sie haben die Konstruktionsarbeit in Tinkercad bereits erledigt.

Ausdrucken

Wenn Sie einen 3D-Drucker besitzen oder Kontakt zu einem lokalen Makerspace haben, exportieren Sie eine STL- oder OBJ-Datei und lassen sie vor Ort ausdrucken. Alternativ schicken Sie das Ergebnis direkt aus Tinkercad zu einem 3D-Druckdienstleister. Dazu wechseln Sie in die Modellverwaltung und öffnen die Vorschauansicht Ihres Fidget Spinner. Ein Klick auf „3D-Druck bestellen“ stellt Sie vor die Auswahl: Sie können die Daten an Ponoko, Sculpteo, Shapeways oder i.materialise weiterleiten. Um einen Bestellvorgang abzuschließen, müssen Sie ein Benutzerkonto beim Anbieter Ihrer Wahl anlegen. Die Preise variieren mit Anbieter, Material und Versandkosten. Für einen einfarbigen Ausdruck in robustem Kunststoff und guter Druckqualität sollten Sie inklusive Versandkosten rund 25 Euro einplanen.

Zusammenbau

Die vier Kugellager klopfen Sie mit einer 15-mm-Nuss und einem Hammer nach und nach vorsichtig in die vier Ringe hinein. Sie halten von allein – selbst bei



Die beiden Kappen entstehen aus mehreren Zylindern. Eine Kappe erhält eine Aussparung, in die man das Gegenstück später von oben hineinsteckt.

versehentlichen Unfällen fallen sie nicht aus ihren Halterungen. Zum Schluss bauen Sie die Kappen ein. Falls diese noch Überstände an den Kanten haben sollten, glätten Sie sie mit feinkörnigem Schleifpapier oder einer Feile. Drücken Sie die Kappen im mittleren Kugellager zusammen. Diese sind so passgenau, dass sie ohne zusätzlichen Kleber halten. Der Fidget Spinner ist fertig und die Jungferndrehung steht an. Wenn alles passt, sollte er sich butterweich und ohne große Anstrengung drehen lassen.

Weitergedacht

Bei der Konstruktion des Fidget Spinner sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Sie können etwa den Abstand der Ringe variieren, indem Sie die Größe des Quaders anpassen. Um die Größe vor

dem 3D-Druck auszuprobieren, können Sie in Tinkercad eine 2D-SVG-Datei exportieren, die sich im Browser öffnen lässt. Diese drucken Sie dann auf einem Papierdrucker und schneiden das Bauteil aus; der Ausdruck ist mit der Grundfläche des 3D-Bauteils identisch.

Sie können auch die Abrundung der Kanten vergrößern, um das Bauteil runder zu machen. Oder Sie verändern die Außenringe in Form und Anzahl und ersetzen die äußeren Kugellager durch andere Gewichte. Ein weiterer Reiz liegt darin, den Fidget Spinner in außergewöhnlichen Materialien bei einem Druckdienstleister drucken zu lassen – Metall und Sandstein sind nur zwei mögliche Optionen. Oder Sie versehen das Modell in Tinkercad mit 3D-Schriftzügen als persönliches Geschenk. (mre@ct.de) **ct**



Die Kugellager passen, jetzt fehlen nur noch die Kappen für die Mitte.



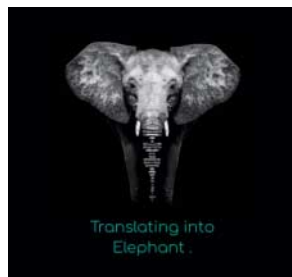
Et voilà: Der Fidget Spinner Marke Eigenbau ist fertig. Zeit zum Durchdrehen.

Bilder: Matthias Mett

Wie Elefanten sprechen

<https://www.helloinelephant.com>

Elefanten sind nicht nur die größten noch lebenden Landtiere auf der Erde – ihr Gehirn ist auch etwa dreimal so groß wie das von Menschen. Untereinander kommunizieren die Rüsseltiere vor allem über Bewegungen und Gesten, die Gefühlszustände wie Spiellust, Aufmerksamkeit oder Aggression ausdrücken. Aber Elefanten sprechen auch miteinander. Wie sich zum Bei-



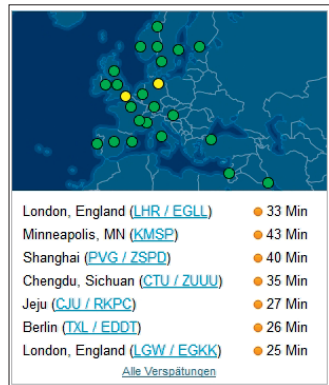
spiel „Das macht mir Spaß“ auf Elefantisch anhört, können Besucher der Webseite **Hello in Elephant** abrufen.

Dazu tippen Sie im Textfeld auf der Webseite zunächst einzelne Wörter oder auch Zeichenfolgen von Emojis ein. Hat das System die Eingabe erkannt, erscheint das Video eines animierten Elefanten, der die entsprechende Audiosequenz herausposaunt. Zwar sind Texteingaben bislang nur auf Englisch möglich und auch der Sprachschatz ist recht rudimentär – das Kommunizieren mit den Dickhäutern macht aber trotzdem Spaß. Ziel des Projekts ist die Sensibilisierung für das Schicksal der Elefanten, von denen es weltweit nur noch etwa 450.000 gibt. (pmz@ct.de)

Wo ist mein Flieger?

<http://de.flightaware.com/live/airport/delays>
www.flightradar24.com

Zwischen Abflug und Ankunft eines Fluges können viele Stunden vergehen. Da ist es beruhigend zu wissen, wo sich eine Maschine zu einem bestimmten Zeitpunkt konkret befindet. **FlightAware** und **flightradar24** nutzen die Daten von Tausenden ADS-B-Empfängern (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) weltweit, um die Position und Geschwindigkeit von Flugzeugen zu bestimmen und anzuzeigen.



Diese Daten werden von den meisten (Verkehrs-) Flugzeugen nämlich frei gesendet. So kann man leicht überprüfen, ob ein Flug voraussichtlich pünktlich ankommen wird – die Meldelisten der Flughäfen schalten oft erst sehr spät den Status um. FlightAware hat dabei die größere Datenbasis und

Alle Links dieser Seite
 unter ct.de/yt44



bietet außerdem Infos zu generellen Verzögerungen an Flughäfen. Teils sehr beeindruckend sind auch die Fotos, die Plane-Spotter beisteuern. Nachrichten rund um Flugzeuge und Flughäfen komplettieren das Angebot. (Tobias Engler/jo@ct.de)

78 Umdrehungen pro Minute

<https://archive.org/details/georgeblood>

Das in San Francisco beheimatete Internet Archive hat seine Audiosammlung um mehr als 25.000 Aufnahmen erweitert, die größtenteils von Schellackplatten, dem Vorläufer der Vinylschallplatte, stammen. Die ältesten Aufnahmen, die der Audio-Archivierungsspezialist **George Blood L.P.** im Rahmen des **The Great 78 Project** digitalisiert hat, reichen bis ins Jahr 1902 zurück und geben Musik mit der damals für Grammophone üblichen Abspieldrehzahl von 78 Umdrehungen pro Minute wieder.

Im 78rpm-Katalog finden sich auch rund hundert Aufnahmen, die deutschen Ursprungs sind – darunter beispielsweise „Rummelplatz“ von Hans Albers oder „Der Tiroler und sein Kind“ von Emil Münch und Orchester aus dem Jahr 1906. Zu den großen Namen im Fundus zählen Duke Ellington, Édith Piaf und Glenn Miller. Wer tiefer stöbert, findet zudem einige Kuriositäten – wie den 1943 in Großbritannien veröffentlichten Song „Don't Let's Be Beastly To The Germans“. (pmz@ct.de)



Hype-Videos

Ein Video der US-amerikanischen Business-Website CNN-Money zeigt, wie aus 350 Baumwollbüscheln zunächst 90 Kilometer Garn gesponnen werden und daraus dann ein **Hemd entsteht**. Gefilmt wurde in einer Fabrik in Indien, die rund 1,5 Millionen Hemden pro Jahr fertigt.

https://youtu.be/1Cy5DJB24_s (01:50, Englisch)

Der Kabarettist Dieter Nuhr wartet mit einer einfachen Erklärung auf: Glaubt nur ein Mensch an absurde Sachen, nennt man das Irrsinn. **Glauben** viele Menschen den Quatsch, nennt man das Religion.

<https://youtu.be/96F6U08j1Io> (44:08, Deutsch)

Anzeige

Jeder der großen Schauplätze bei Lawbreakers weist einen freien Platz mit reduzierter Schwerkraft auf. Hier finden die spannendsten Kämpfe statt.



Wenig Schwerkraft, keine Gnade

Nur noch wenige Sekunden, bis die Daten übertragen sind – da brechen die Feinde durch. Ein Phantom rutscht funkensprühend unter dem schnell hochgezogenen Schild durch und stiehlt den Datenkern! Der Dieb rennt zur Antigravitationszone, springt 50 Meter hoch – doch ein Elektroseil holt ihn auf den Boden zurück. Gleich darauf zerfetzt ihn der Kugelhagel der Guerilla-Kämpfer.

Hart geht es zu bei **Lawbreakers** von Cliff Bleszinski, dem Schöpfer der „Gears of War“-Reihe. Der Multiplayer-Shooter wirkt auf den ersten Blick wie eine exzessive Variante von Blizzards „Overwatch“. Es gibt keine Solospieler-Kampagne; das Ganze ist voll auf Online-Kämpfe nach dem Muster „5 gegen 5“ ausgelegt. Jede der abwechslungsreich angelegten Spielfiguren hat zwei Sonder-Skills sowie eine ultimative Fähigkeit, die sich während des Spiels auflädt. Viele Talente aus Overwatch finden sich auch bei Lawbreaker. Dennoch spielt sich Bleszinskis Shooter anders.

Die Waffen sind auf mittlere bis nahe Distanzen ausgelegt. Es gibt keine Scharfschützen, dafür einige echte Nahkämpfer und nur wenige Heiler. Geradezu notge-

drungen entsteht so eine aggressive Spielweise, bei der sich das Zentrum des Kampfes ständig verschiebt.

Außerdem weist jede der sieben Maps in ihrer Mitte ein freies Gebiet mit reduzierter Schwerkraft auf. Hier kann man in alle Richtungen springen, schießen und treten. Dass der Überblick dabei nicht verloren geht, ist dem vorzüglichen Level-design zu verdanken.

Im Bereich geringer Schwerkraft relativieren sich Vorteile einzelner Spielfiguren; schnelle Kämpfer sind schweren Kriegerern nicht mehr so überlegen. Nur die Assassinenfrau brilliert in jeder Umgebung: An einem Elektroseil schwingt sie sich durch Gänge und Tempelanlagen. Obgleich sie schwach gepanzert ist und nur vergleichsweise geringen Schaden anrichtet, ist ihre Akteursklasse vom Spaßfaktor her die reizvollste unter den neun, die zur Auswahl stehen.

Jeder Klassenaufstieg wird mit Zufallsgeschenken belohnt. Mit neuer Kleidung, Waffenmustern oder Spieler-Icons lassen sich die Figuren individualisieren. Besonders stilvoll wirkt der individuelle Trittabdruck, der auf dem Bildschirm

eines Kontrahenten verbleibt, nachdem dessen Figur mit einem Kick ins Jenseits befördert worden ist.

Lawbreakers bietet fünf Spielmodi. Entweder gilt es, ein Gebiet zu erobern und zu halten, oder man muss ein Objekt zu einem bestimmten Ort bringen. Diese Variante des klassischen „Capture the Flag“ wird durch die Abklingzeit erschwert, nach der ein stibitzter Datenkern wieder aufgenommen werden kann.

Am besten lässt sich Lawbreakers mit Unreal Tournament von 1999 vergleichen, an dem Bleszinski ebenfalls beteiligt war: Die Kämpfe sind schnell und brutal; sie nutzen die vertikale Bewegung. Präzision und Reaktionsschnelligkeit werden belohnt. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Lawbreakers

Vertrieb	Nexon America Inc., http://lawbreakers.nexon.net/de/landing
Systeme	Windows (getestet); PS4
Hardwareanf.	3 GHz-PC, 12 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ⊕⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕
10 Spieler online • Englisch • USK 16 • 30 €	

Magisches Rugby

Ausgestoßen aus dem Reich, selbst dem Tode nahe, retten drei Geächtete das Leben einer Fremden. Diese besitzt eine seltene Fähigkeit: Sie kann lesen! Damit hat sie den Schlüssel zu den magischen Kämpfen in der Hand, die das Leben im Niemandsland der „Downside“ bestimmen. Siegern winken Weisheit und Macht. Die kleine Gruppe wächst weiter, während sie die ebenso geheimnisvolle wie farbenfrohe Fantasiewelt von **Pyre** bereist.

Das kleine Studio Supergiant Games aus San Francisco hat bereits 2011 mit dem Fantasy-Adventure „Bastion“ und 2014 mit dem Science-Fiction-Rollenspiel „Transistor“ Aufsehen erregt. Auch bei **Pyre** bleiben die Macher ihrer besonderen Note treu: Eine bittersüße Schwermut liegt über der originellen Spielwelt, die der Spieler in der Rolle der „Leserin“ erkundet. Außerhalb der Kämpfe wird die Geschichte mit Hilfe minimal animierter Szenenbilder erzählt. Angenehme Klänge unterstreichen die fremdartige Pracht der Bilder.

Die Geheimnisse der Welt und der Gefährten lassen sich durch Gespräche und das Blättern im Zauberbuch schrittweise enthüllen. Von Kampfplatz zu Kampfplatz zuckelt der Planwagen der Helden. Im Zentrum des Spiels steht der

„Ritus“, eine Art magisches Rugbyspiel. Jedes Team wählt drei Spieler aus, die auf dem übersichtlichen Feld gegeneinander kämpfen – das Geschehen ist hierbei in Seitenansicht zu sehen. Das Ziel besteht darin, eine große Kristallkugel in den Feuerkelch des Gegners zu befördern.

Am besten spielt sich **Pyre** per Maus und Tastatur. In jedem Fall ist die Steuerung aber gewöhnungsbedürftig. Wie bei Point-and-Click-Adventures wählt man per Linksklick die Position, auf die sich die aktive Spielfigur zu bewegen soll. Geschützt wird sie durch ihre Aura, einen magischen Kreis – der erlischt jedoch, sobald die Figur die Kugel aufnimmt. Dann ist sie leicht angreifbar für die Gegner. Sie können den Kugelträger mit einer Berührung ihrer Aura töten. Falls das geschieht, muss das Team des Getöteten bis zu dessen automatischer Wiederbelebung in Unterzahl weiterkämpfen.

Große Figuren besitzen größere Auren, bewegen sich aber langsamer als kleine. Man kann Feinde auch auf die Entfernung vernichten, indem man per Rechtsklick die eigene Aura auflädt und dann gezielt schleudert. Per Leertaste wechselt man zwischen den aktiven Figuren oder reicht die Kugel von einer Figur zur anderen weiter. Die W-Taste lässt Akteure

springen, um Hindernisse zu überwinden oder Angriffen auszuweichen. Die Kampfhandlungen finden in Echtzeit statt; die ungewöhnliche Steuerung führt im Eifer des Gefechts schnell zu Fehlschüssen.

Das ist auch schon alles, was es zu bemängeln gibt, denn das Spielprinzip funktioniert gut. Man kann sich durch aggressives, temporeiches Agieren durchsetzen – aber auch durch geschicktes Stellungsspiel. Jede der 21 Figuren hat eigene Varianten von Bewegung, Aura und Fernangriff. Zu den Menschen, Dämonen und sprechenden Hunden gesellen sich im Verlauf des Spiels auch Baumwesen, Harpyen und andere Monster. Auf alle kann man auch im Duell-Modus zugreifen, der das Training gegen einen Mitspieler oder gegen den Computer erlaubt.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Pyre

Vertrieb	Supergiant Games, www.supergiantgames.com/games/pyre/
Systeme	Windows (getestet), macOS, Linux; PS4
Hardwareanf.	3-GHz-PC, 4 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
2 Spieler am selben Gerät · Englisch · USK nicht geprüft, red. Empf.: ab 12 · 20 €	

Zentrale Bedeutung hat bei **Pyre** der „Ritus“, eine sportlich-magische Begegnung zweier dreiköpfiger Teams. Man muss eine Kugel ins gegnerische Feuer werfen, um Punkte zu machen.



Taffe Dschungelköniginnen

Ursprünglich war **Uncharted: The Lost Legacy** als Erweiterung zum PS4-Hit „Uncharted 4“ von 2016 geplant. Sony veröffentlicht das neue Action-Adventure jedoch als eigenständiges Spiel – zu Recht. Statt des Charmeurs Nathan Drake begibt sich die Diebin Chloe Frazer auf die Suche nach dem legendären Stoßzahn des Gottes Ganesha. Dazu reist sie in den indischen Dschungel, begleitet von der Söldnerin Nadine Ross. Spieler der Uncharted-Teile 2 und 4 kennen beide Frauen: Die gerissene Chloe bündelte mit Nathan an, wohingegen sich Nadine Ross mit Sam Drake zoffte, der in der neuen Folge aber eine Chance zur Versöhnung bekommt.

Die zwei müssen heftigste Strapazen aushalten, denn ein klischeehafter Bösewicht durchstößt mit seinen Schergen ebenfalls die Tempelanlagen und verwirrt Chloe und Nadine immer wieder in wilde Schießereien. Die fünf Schwierigkeitsgrade wirken sich vor allem auf die Feuergefechte aus: Im einfachsten ist Chloe fast unverwundbar, im schwierigsten muss jeder Schuss sitzen. Die Gegner schleichen sich von hinten an und schleudern Handgranaten. Die per KI gesteuerte Nadine ist hingegen unsterblich. Mitunter läuft sie durchs Sichtfeld argloser Wachsoldaten, ohne von ihnen entdeckt zu werden.

Abwechslungsreiche Kletterpassagen nehmen gut die Hälfte der rund neunstündigen Spielzeit in Anspruch. Kraxeln, schwingen, rutschen, krabbeln, schwimmen – die meisten Hindernisse meistert Chloe im ersten Anlauf. Das Abenteuer ist weitgehend linear aufgebaut. Ein riesiges Tempelareal darf man jedoch zwei bis drei Stunden frei per Jeep erkunden. Die beiden Frauen müssen hier eine Handvoll Tempel abklappern. Eine optionale Zusatzaufgabe schickt sie im gesamten Abschnitt herum, um besondere Schmuckstücke zu suchen. Das Einsammeln läuft aber nach dem immer gleichem Schema ab: Wenn Chloe zugreift, tauchen plötzlich ihre Häsher auf und nehmen die beiden unter Beschuss. Trotz der versprochenen Belohnung brachen wir die Schnitzeljagd denn auch alsbald ab, um den Garesha-Zahn zu finden und die Story voranzutreiben. Es ist eine der schwächeren Passagen im Spiel, da die eigentliche Handlung hier wenig vorankommt.

In den Tempeln gilt es, originelle Kombinationsaufgaben zu lösen. Mal muss man Spiegel ausrichten, ein anderes Mal Schattenelemente arrangieren oder in der richtigen Reihenfolge über Steinplatten hüpfen.

Die Spielwelt sieht grandios aus. In den Urwäldern fliegen Vogelschwärme und an den Felswänden rauschen riesige Wasserfälle. Das kommt besonders gut auf der PS4 Pro in 4K mit HDR zur Geltung. Die fabelhafte Mimik der Frauen spiegelt Misstrauen, Zuneigung und andere Gefühle wieder und setzt ihre Beziehung filmreif in Szene. Nur ihr flapsiges Dauergeplapper nervt nach einiger Zeit. Der Mehrspielermodus ist weitgehend identisch mit dem von „Uncharted 4“.

Die Story gewinnt zwar keinen Blumenpott und die Spielelemente sind alt bekannt. Spaßige Rätsel, packende Kletterparcours und actionreiche Verfolgungsjagden machen das souverän inszenierte The Lost Legacy aber trotzdem zu einer sehr spiels- und sehenswerten Indiana-Jones-Kopie. Wer unbeschwerte Popcorn-Action auf höchstem technischen Niveau sucht, ist hier genau richtig.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

Uncharted: The Lost Legacy

Vertrieb	Sony, www.unchartedthegame.com
System	PS4 (Pro)
Idee ○	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕⊕
1 bis 8 Spieler · Deutsch · USK 16 · 40 €	

In The Lost Legacy reisen die beiden Heldinnen durch den indischen Dschungel und stoßen dort auf Wasserfälle, Tempelruinen und schießwütige Söldner.



Die gequälte Kriegerin Senua geht für ihren Geliebten in Hellbalde buchstäblich durch die Hölle.



Wahnsinn mit Methode

Die Titelheldin des Action-Adventures **Hellblade: Senua's Sacrifice** ist nicht bei Sinnen: Geplagt von inneren Stimmen und der Sehnsucht nach ihrem toten Liebhaber reist sie durch die nordische Unterwelt und bekämpft die Dämonen ihres eigenen zerrütteten Gemüts.

Auf ihrer Reise stößt Senua auf riesige verschlossene Tore. Um sie zu öffnen, kämpft sie mit Schwert und Axt gegen übermächtige Gegner. Wie in der „Dark Souls“-Serie muss Senua deren Angriffen geschickt ausweichen, Hiebe blocken und im richtigen Moment schnell oder hart zuschlagen. Die Kämpfe gehorchen einem guten Rhythmus und die Gegner verhalten sich immer wieder überraschend, sodass man wachsam bleiben muss.

Wenn Senua scheitert, breitet sich die sogenannte Fäulnis in ihren Armen aus und sie muss den Kampf wiederholen. Es gibt nur einen einzigen Slot für automatische Speicherpunkte, sodass man einzelne Szenen nicht mehrfach ausprobieren kann. Von den drei Schwierigkeitsstufen erreicht der mittlere in etwa das Niveau von Dark Souls 3 – Hellblade erfordert also viel Geschick und gutes Timing, um in den anspruchsvollen Kämpfen zu bestehen.

Der Schwierigkeitsgrad passt sich aber dynamisch an, sodass auch weniger geübte Spieler nicht frustriert werden.

Das Team von Ninja Theory (Heavenly Sword) erzählt eine außergewöhnliche Geschichte um das Thema Geistesstörungen. Senua hört in ihrem Kopf das Flüstern und Raunen von Stimmen, die sie warnen oder verspotten und von ihrer Vergangenheit erzählen. Besonders eindrucksvoll klingt das mit Kopfhörern und Surround-Anlagen, wenn die Stimmen aus allen Richtungen zu kommen scheinen. Die düstere Unterwelt spiegelt mit ihren Toren und Dämonen offenbar den Geisteszustand der Kriegerin wider, die sich dort ihren Ängsten vor Feuer und Dunkelheit stellen muss.

Dass sich der Spieler bereitwillig auf diesen Psychotrip einlässt, ist der exzellenten Inszenierung geschuldet. Die von der Schauspielerin Melina Juergens superb gespielte Senua wirkt unvergleichlich lebensecht, gleichzeitig verletzlich, furchtsam und trotzig. Der Spieler meint, den Irrsinn der jungen Frau selbst zu erleben. Die wunderschöne Wikinger-Landschaft wurde in der Unreal Engine 4 inszeniert und zeigt gestrandete Drachenboote, Scheiterhaufen und verkohlte Leichen. Es blitzt und

donnert, mitunter kriecht fahl die Sonne durch graue Wolken, sodass man sich verloren fühlt in dieser düsteren Umgebung.

Der Spieler erfährt so manches über Orte wie Muspellsheim, über Götter wie Hel sowie den Feuerriesen Surt, ein fürchterlicher Endgegner. Ninja Theory haben jedoch etwas zu viele Wiederholungen und Audio-Informationen in ihr Abenteuer gesteckt, das ruhig ein wenig kürzer hätte ausfallen dürfen; mit der Zeit stellt sich Routine ein.

Rund neun Stunden dauert die Reise voller Entbehrungen, Schmerzen und Verzweiflung. Nur wenige Spiele wirken so faszinierend und betörend wie dieses eindrucksvolle Werk von Ninja Theory.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

Hellblade: Senua's Sacrifice

Vertrieb	Ninja Theory, www.hellblade.com
Systeme	Windows ab 7, PS4
Hardwareanforderungen	Intel i5 3570K / AMD FX-8350, 8 GByte RAM, GTX 770 mit 2 GByte oder Radeon R9 280X mit 3 GByte
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕

1 Spieler • Deutsche Untertitel • USK 16 • 30 €



Tariq Rashid
**Neuronale Netze
 selbst programmieren**
 Ein verständlicher Einstieg mit Python

dpunkt, Heidelberg 2017
 ISBN: 978-3-9600-9043-4
 216 Seiten, 27 €
 (PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 22 €)

Erkenntnisfragen für Pythonisten

Neuronale Netze spielen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Merkmalen künstlicher Intelligenz. Tariq Rashid vermittelt die Prinzipien dieser Technik. Er startet niedrigschwellig, ohne Code, mit anschaulichen Diagrammen und simpler Mathematik. Allerdings werden die Beispiele rasch komplizierter; man handelt sich über die Matrixrechnung bis zum Backpropagation-Algorithmus, den Rashid mit dem Gradientenverfahren optimiert. Spätestens hier wird es richtig kompliziert; Kenntnisse in der Differentialrechnung sind dann für die Lektüre sehr hilfreich.

Erst nach dieser kalten mathematischen Dusche darf der Leser in die Hände spucken und sich selbst der Implementierung neuronaler Netze widmen. Zum Einsatz kommt dabei Python 3 mit der Entwicklungsumgebung IPython. Diese ermöglicht eine interaktive Entwicklung und bringt alle Bibliotheken mit, die man im weiteren Verlauf benötigt.

Das praktische Projektziel besteht in der Erkennung handgeschriebener Ziffern. Als Grundlage dient die MNIST-Datenbank mit ihren 60.000 Datensätzen. Hier kommen die Stärken von IPython schnell zum Tragen; schon wenige Zeilen Code lassen aus den zunächst undurchsichtigen Zahlenkolonnen konkrete Bilder entstehen.

Die MNIST-Daten dienen als Trainingsmaterial für ein neuronales Netz, das sukzessive aufgebaut und verbessert wird. Der Autor verfeinert dieses Netz mit vielen kleinen Tricks. Unter anderem variiert er die Testdaten durch Rotation und experimentiert auch mit der Anzahl der Neuronen. So erreicht er eine Erkennungsrate von fast 98 Prozent und übertrifft damit nicht nur viele vorhandene Implementierungen, sondern auch manchen menschlichen Ziffernleser.

Rashid ermuntert seine Leser, eine Erkennung für ihre eigene Handschrift aufzubauen und das Trainingsergebnis durch Rauschen und gezielte Fehler in den Trainingsdaten zu verbessern. Grob erklärt er, wie sich bereits trainierte Netze analysieren lassen, und visualisiert den Rückwärtslauf („Hirscan“) durch das Netz.

Ein kurzer Anhang erläutert die Grundlagen der Analysis, die für das Verständnis des Textes notwendig sind. Außerdem erfährt man, wie sich das neuronale Netz auf dem Raspberry Pi umsetzen lässt.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Sprechend(es) vermarkten

Wo es früher um Themen, Aussagen, Fakten ging, ist heute speziell im Online-Bereich nur noch von „Content“ die Rede. Ganz gleich, ob Nachrichtenportale, Unternehmens-Websites oder Online-Shops: Content ist King, aber Content ist auch eine Ware und Mittel zu verschiedenen Zwecken – hier kommt Marketing ins Spiel.

Sepita Ansari und Wolfgang Müller vermitteln eigene Erfahrungen zu Content-Marketing-Strategie und Content-Planung. Zusätzlich lassen sie vier Experten zu Wort kommen; diese sprechen für die Bereiche Content-Produktion, Content-Distribution, Aufbereitung von Content für Suchmaschinen sowie Content-Marketing-Analyse.

Dabei sorgen die beiden Federführer für inhaltlichen Zusammenhang und Begriffserläuterungen. Anglizismen und Marketing-Fachjargon gehören erwartungsgemäß dazu. Glücklicherweise verwenden Ansari und Müller dergleichen selbst möglichst sparsam und schlüsseln die gängigen Buzzwords auf. Viele Schlüsselbegriffe aus dem Online-Marketing wie beispielsweise KPI (Key Performance Indikator) sind für ein tieferes Verständnis der vorgestellten Lösungen notwendig und dienen hier nicht – wie leider sonst oft in der Marketing-Welt – als Worthüllen zum Verschleiern allzu dünner Zusammenhänge.

Von der Zielgruppendefinition bis zur Kampagnenplanung und praktischen Umsetzung von Content-Angeboten stellen die Autoren das gesamte Spektrum des Content Marketing vor. Jeder Themenblock beginnt mit einer Problem- oder Fragestellung; die Antwort macht sich meist an einem konkreten Beispiel aus der Unternehmenspraxis fest. Die Kapitel des Buchs sind in sich abgeschlossen, lassen sich also in beliebiger Reihenfolge lesen und verstehen. Im Zentrum steht immer der Dialog mit dem Rezipienten beziehungsweise Kunden. Dabei nehmen technische Aspekte wie Auswertung und Analyse von Benutzerzugriffen eine Schlüsselrolle ein.

Die Autoren richten sich mit „Content Marketing“ in erster Linie an konzipierende Manager und Redakteure, die sich mit Online-Angeboten im Unternehmen beschäftigen. Die Lektüre ist aber beispielsweise auch für Blogger geeignet, die ihre Informationen professionell aufbereiten und vermarkten möchten. Marketing-fremden IT-Profis bietet das Buch wertvolle Einblicke in erprobte Online-Marketing-Strategien und -Methoden.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Sepita Ansari, Wolfgang Müller
Content Marketing

Das Praxis-Handbuch für Unternehmen:
 Strategie entwickeln, Content planen,
 Zielgruppe erreichen

mitp, Frechen 2017
 ISBN 978-3-9584-5044-8
 248 Seiten, 26 €
 (PDF-/Epub-E-Book: 23 €)

Anzeige



NUR EINE KLEINE WUNDE

VON ARNO ENDLER

Den Eingang des Charleston versperrte ein Schrank von einem Kerl. Seine Miene verhieß nichts Gutes; die Ausbeulung an seiner linken Seite, knapp unterhalb der Achselhöhle, ließ auf eine Waffe schließen.

Zwei wie Girlies gekleidete junge Frauen standen vor ihm, hüpfen wie aufgedrehte Spielfiguren umher. Dabei präsentierten sie ihre Dekolletés wie zufällig. Doch der Wachmann schüttelte nur sanft den Kopf, hielt sein Pad vor sich und sagte etwas zu ihnen, das ich nicht verstand.

„Mhm, Otto. Sicherheitskontrolle?“, murmelte ich leise, während ich mich dem Eingang näherte.

„Aber ja, Bürger Mayer“, erklang die Stimme Ottos umgehend und beruhigend. „Diese ganz speziellen Partys sind nicht für jedermann bestimmt. Allerdings habe ich vorgesorgt.“

„Aha.“ Ich beobachtete, wie die beiden Girlies abzogen. Die eine hatte ihren japanischen Schulmädchen-Look durch ein sehr intensives Make-up ergänzt, sodass sie wirklich wie eine Anime-Figur wirkte. Die andere sah natürlicher aus, präsentierte aber einen Schmollmund, der beinahe das gesamte Gesicht einnahm.

Ich versuchte, nicht allzu verzagt auszusehen, als ich mich vor dem Wachmann zu meiner vollen Größe aufrichtete, den Kopf in den Nacken legte und sagte: „Gänseblümchen schmecken nach Zucker.“ Was für ein Passwort!

„ID?“, fragte er humorlos zurück und schaute auf den Pad-Monitor.

„Darum kümmert sich mein E-Fam“, entgegnete ich.

„Dein was?“

„Mein elektronischer Famulus“, erklärte ich. Mal von der Tatsache abgesehen, dass die gewaltigen Muskelmassen wahrscheinlich den Großteil des Blutes benötigten, schien sein Gehirn noch unterentwickelter zu sein, als ich es für möglich gehalten hätte. Kannte er keinen E-Fam? Oder stellte er sich nur dumm?

„Ich habe mich darum gekümmert, Bürger Mayer“, sprach Otto in meinem Kopf.

„Worum?“, subvokalisierte ich.

Da pingte es leise. Und der Wachmann trat beiseite.

„Das Einlass-Kennwort ist nur Teil eins der Identifikation“, verkündete Otto.

„Das muss ja ne Party sein.“

„Lassen Sie sich überraschen.“

Die Tür öffnete sich und ich betrat eine Art Schleuse. Dicker Vorhangstoff bedeckte die Wände und schluckte beinahe jedes Geräusch. Ich spürte einen unangenehmen Druck auf den Ohren. Das Ende des Raumes bildete eine weitere Tür, die erst zur Seite fuhr, als ich mich auf sie zu bewegte.

Ich glitt hinüber in eine andere Welt: ein gewaltiger Saal im Stile eines antiken Hotelspeiseraumes mit Tanzfläche und Bar. Zu dieser frühen Stunde am Abend verloren sich vielleicht vier Dutzend Männer und Frauen im Charleston. Ein leises Murmeln, untermalt von Swing-Musik, die nur stückweise an mein Ohr drang, verstärkte den Eindruck eines Theaterstücks.

Ich sah zur sicherlich zehn Meter langen Theke, hinter der eine verspiegelte Regalwand von hunderten Flaschen verziert wurde. Gleich drei Barkeeper bedienten einige männliche Gäste, die in edle, historische Smokings gekleidet waren.

„Jetzt verstehe ich auch mein Kostüm, Otto“, subvokalisierte ich. „Das ist wohl Vorschrift?“

„Korrekt, Bürger Mayer. Es ist eine Retroparty. Menschen kommen zusammen, um der Hektik der Mega-City zu entkommen. Ein Platz historischer Kultur und feinen Benehmens. Bitte bedenken Sie dies.“

„Otto!“

„Ja, Bürger Mayer?“

„War das eine Ermahnung?“

Mein elektronischer Famulus schwieg, der Schlingel.

Ich verschaffte mir einen Überblick, denn die Bar war nicht das einzige Highlight. Vor dem Tresen hatte man einige kreisrunde Tische platziert, um die je drei Clubsessel aus dunkelbraunem Leder standen. Sie wirkten äußerst bequem. Ich beobachtete zwei Männer, die aus Tumblern tranken. Sie versanken beinahe in den hüfthohen Sesseln. Genau wie an der Bar waren auch hier die männlichen Besucher des Charleston unter sich.

An der linken Seite der Bar gab es eine wenig frequentierte Tanzfläche, auf der sich drei Pärchen im Takt drehten. Rund um die Fläche waren zahlreiche Tische gruppiert, an denen paarweise Frauen und Männer saßen. Die Frauen trugen allesamt knielange, eng geschnittene Kleider und flache Hüte.

„Im Stil der zwanziger Jahre des 20. Jahrhunderts, Bürger Mayer“, beantwortete Otto meine ungestellte Frage.

„Danke. Wo ist unser Kunde?“

„Er sitzt an der Bar. Der dritte Mann links von Ihnen.“

Ich bemerkte einen gekrümmten Rücken und einige Knitter in dem Smoking. Bürger Karollu vermittelte den Eindruck eines unglücklichen Menschen. Das Sinnbild eines Trinkers, der versuchte, seinen Kummer in großen Mengen Alkohol zu ertränken.

Ich näherte mich meinem Auftraggeber und setzte mich ohne ein Wort auf den Barhocker neben ihm.

„Der Herr?“ Vor mir tauchte der Barkeeper auf, lächelte, während er unentwegt ein Glas mit einem weißen Tuch putzte. Sein Gesicht wirkte künstlich. Entweder deutlich zu viel Make-up oder eine Living-Doll.

„Was empfehlen Sie?“, fragte ich.

„Wir verfügen über eine breite Auswahl an alkoholischen und antialkoholischen Getränken.“

Eine zentralgesteuerte Living-Doll, so viel war sicher.

„Was trinken Sie?“, wandte ich mich an Bürger Karollu.

„Was?“ Er zuckte zusammen. „Ähm, entschuldigen Sie, der Herr, aber ich warte hier auf jemanden und möchte mich nicht mit Fremden unterhalten.“

„Das wäre bedauerlich. Schließlich bin ich der, den Sie erwarten. Banzai, Bürger Karollu, ich bin Bürger Mayer.“

Seine Augen weiteten sich, er atmete kräftig aus und eine Wolke aus Mundgeruch und scharfem Alkohol hüllte mich ein. „Sie sind ...?“

„Ja. Zu Diensten, wie mein E-Fam immer sagt. Sie hatten bislang nur Kontakt zu Otto.“

„Otto. Oh, ja.“ Karollu starrte mich einen Moment lang an. Dann fuhr ein Ruck durch seinen Körper. „Verzeihen Sie. Ich bin unhöflich.“ Er streckte mir seine Hand entgegen. „Guten Tag, Herr Mayer. In dieser Umgebung ist es unüblich, mit Banzai zu grüßen.“

Ich begaffte die rechte Hand. „Sie müssen sie schütteln, Bürger Mayer“, soufflierte Otto.

„Ich weiß“, subvokalisierte ich zurück und ergriff die Hand. „Guten Tag, Bürger Karollu. Sie wollten mich treffen. Hier bin ich. Was genau kann ich für Sie tun?“

„Whisky.“

„Wie bitte?“

„Ich trinke Whisky. Genau gesagt, amerikanischen Bourbon. Vierzehn Jahre im Eichenfass gelagert und in Fassstärke.“

„Nun. Dann nehme ich auch einen.“

„Vorsicht. Er ist stark. Vielleicht sollten Sie ein wenig Wasser dazugeben.“

„Ich schaffe das schon“, entgegnete ich Karollu und nickte dem Living-Doll-Barkeeper zu. Der glitt davon.

„Bürger Karollu. Erzählen Sie mir bitte mit eigenen Worten, was Ihnen zugestoßen ist.“

„Hat Ihnen Ihr E-Fam nicht erzählt ...?“

„Selbstverständlich. Aber ich möchte es noch einmal direkt von Ihnen hören.“

„Gut.“ Er nickte, griff nach seinem Glas und stürzte den kläglichen Rest in seinen Mund. Als der Barkeeper zurückkam und mir meinen Tumbler auf einem Stoffstück servierte, bestellte Karollu einen weiteren Bourbon.

„Zum Wohl, der Herr“, wünschte der Barkeeper und ging wieder.

„Bürger Karollu?“

„Schon gut! Bitte!“ Er hob beide Hände, stützte sich danach mit den Ellenbogen auf dem Tresen ab und starrte irgendwohin.

Ich beobachtete sein Gesicht in der Spiegelfläche gegenüber. Er wirkte wie ein gebrochener Mann.

„Es war letzte Woche“, sagte mein Klient. „An einem Abend genau wie diesem. Ich besuchte das Charleston wie jeden Mittwoch. Es ist ein Refugium der Ruhe. Nur hier kann ich Mensch sein. Wir pflegen alte Sitten, nicht diesen verrohten universell-globalisierten Umgang miteinander. Es treffen Gentlemen auf Ladys.“

Ich nippte an meinem Bourbon. Er brannte wie Hölle auf meiner Zunge. Mit Tränen in den Augen stellte ich das

Glas ab. Wie konnte man sich nur mehr von diesem Gesöff einverleiben? Mein Kunde musste eine Mundhöhle aus Edelstahl besitzen. Ich blinzelte die Tränen weg und konzentrierte mich wieder auf die Erzählung Karollus.

„Der Abend war wundervoll. Ich tanzte. Ich genoss zwei Glas Champagner mit einer schönen Frau. Seit Wochen besuche ich diesen Ort und niemals fühlte ich mich wohler. Es ergaben sich gleich mehrere neue Bekanntschaften, die mit einem Händedruck besiegelt wurden. Alles lief wunderbar.“ Karollu stockte, als ein frisch gefüllter Tumbler vor ihm auftauchte. Er trank ihn zur Hälfte leer. Beim Zurückstellen des Glases schwappte ein wenig des bernsteinfarbenen Alkohols über und endete als Tropfen auf der glänzenden Fläche des Tresens. Die Living-Doll war sofort zur Stelle und wischte die Flüssigkeit auf.

„An den meisten Abenden habe ich mich so gegen Mitternacht verabschiedet. Doch an jenem verging die Zeit wie im Flug. Als ich einen Anruf meiner Apartment-KI erhielt, dass es bereits zwei Uhr nachts wäre und ich am nächsten Morgen einen dringenden beruflichen Termin im Kalender stehen hätte, erwachte ich wie aus einem Traum. Ich verließ das Charleston und wollte zurück zu meiner Wohnung.“

„Wo Sie nicht ankamen“, ergänzte ich, als er nicht weitersprach. Er schüttelte den Kopf, trank das Glas vor sich leer.

ICH SAH EIN QUADRATZENTIMETER GROSSES VIERECK, ROTSCHORFIG, EINE KLEINE OBERFLÄCHLICHE WUNDE.

„Genug getrunken, Bürger Karollu“, sagte ich und schickte den Barkeeper mit einer Handbewegung weg.

„Ja, Sie haben sicherlich recht, Herr Mayer.“ Er wandte sich zu mir um, senkte jedoch den Kopf. „Ich kam erst zwei Tage später dort an, ohne Erinnerung an rund 36 Stunden. Der Medizinalcheck ergab, dass mir ...“ Er brach ab.

„Ihnen wurde Samen entnommen.“ Ich sprach es aus, wollte, dass die Angelegenheit für ihn erträglicher wurde, wenn er es aus meinem Mund hören musste.

„Ja“, flüsterte er unter Tränen. „Man hat mich vergewaltigt. Irgendwo ist jemand im Besitz meines Samens und vermutlich meiner DNA – und ich kann nichts dagegen unternehmen.“

„Hat der medizinische Check noch etwas anderes ergeben?“, hakte ich nach.

Karollu nickte und hielt mir seine rechte Hand wieder hin. Ich war zunächst irritiert, aber er wollte nicht, dass ich sie erneut schüttelte; vielmehr deutete er auf die Innenseite seiner Handfläche. Ich sah ein Quadratzentimeter großes Viereck, rotschorfig, eine kleine oberflächliche Wunde.

„Mhm.“ Gedankenverloren nippte ich an dem Bourbon und bereute es augenblicklich. Ich hustete. „Wollen Sie meinen?“, fragte ich Karollu und streckte ihm meinen Tumbler entgegen. „Ich hätte auf Sie hören sollen.“

Während der Bürger, ohne darüber nachzudenken, den Inhalt meines Glases in seines umfüllte, subvokalisierte ich Otto: „Das mit der Wunde ist neu, nicht wahr.“

„Korrekt, Bürger Mayer. Unser Auftraggeber erwähnte dies nicht, als ich ihn dazu befragte.“

„Überwachungskameras gibt es an diesem exklusiven Ort nicht?“

„Doch, jedoch werden die Daten innerhalb von rund zwei Tagen wieder gelöscht. Es scheint, dass Politiker und hohe Tiere bei Capital Crime hier ein- und aus gehen, Bürger Mayer. Offenbar legt man Wert auf Diskretion. Daher kann ich nicht feststellen, wer alles Kontakt mit unserem Auftraggeber hatte.“

Ich dachte schweigend nach, sah mich im Saal um und beobachtete einige Männer, die von den Sitzen aufgesprungen waren, sich gegenseitig die Hände schüttelten und dabei angeregt miteinander plauderten. Nach dem Händeschütteln setzten sie sich wieder. Ein Ritual, das sich mir nicht erschloss.

Nach den großen Epidemien, die in der Mega-City Neun die Bevölkerung nahezu halbiert hatten, war die Verbeugung nach japanischem Vorbild Standard geworden. Man vermied Körperkontakt, so weit es möglich war. Hier jedoch nicht – das Charleston katapultierte die Besucher in eine längst vergangene Zeit.

„Befanden sich neben dem Alkohol, den Sie an diesem Abend tranken, noch andere Substanzen in Ihrem Blutkreislauf?“, fragte ich Karollu.

„Ja, Reste eines leichten Betäubungsmittels. Es hat mich wahrscheinlich die Erinnerung an diese eineinhalb Tage gekostet. Die Ärzte meinten, es könnte die Kombination in Zusammenhang mit dem Alkohol gewesen sein.“

„Gut. Versuchen wir, die Ereignisse vor der Entführung zu rekonstruieren. Ist die Frau hier, mit der Sie an jenem Abend etwas getrunken haben?“

„Ja, Herr Mayer. Warum wollen Sie das wissen? Ich habe bereits die CapCops darauf angesetzt. Diese sagten mir, dass die Dame nichts damit zu tun hatte. Deswegen suchte ich ja nach einem Ermittler, da Capital Crime die Sache zu den Akten gelegt hat.“

„Nun, mein Interesse gilt insbesondere der Frau, weil ...“ Ich stockte kurz. „Mein E-Fam hat Sie kontaktiert, nicht wahr?“

„Ja, stimmt. Das hat mich auch gewundert. Außerdem verlangte er keine Bezahlung für die Übernahme des Auftrags.“

„Otto!“, subvokalisierte ich vorwurfsvoll. Doch er antwortete nicht.

Ich verkniff mir einen Seufzer. „Nun, abseits Ihres Falles sind mein elektronischer Famulus und ich einem bestimmten Täter auf der Spur.“

„Oh!“ Karollus Augen weiteten sich. Er trank.

Ich fragte mich, wie viel er vertrug, bevor er vom Stuhl kippte. „Es handelt sich um eine Frau, die speziell designte Mordmethoden verwendet, für die sie zunächst die DNA des Opfers benötigt. Aus den genetischen Informationen produziert sie Design-Toxine, die nur diesen einen Menschen töten.“

Bürger Karollu erbleichte. „Ich soll getötet werden?“

Beschwichtigend hob ich die Hände. „Nein, nein. Bitte! Wir suchen lediglich diese Auftragsmörderin. Dabei filtert

Otto alle News und Auffälligkeiten aus den Netzwerken heraus, die im weitesten Sinne mit Genetik zu tun haben könnten. Daraus treffen wir dann eine Auswahl, um vielleicht eine neue Spur auf den Prosekutor zu erhalten.“

„Prosekuwas?“ Karollu lallte ein wenig.

„Prosekutor. Das ist der Künstlernamen, unter dem sie bekannt ist. Was ist jetzt mit der Frau von jenem Abend? Wo ist sie?“

Mein betrunkenes Gegenüber wandte sich um und fiel dabei beinahe vom Hocker. „Da, an der Spitze der Tanzfläche. Sie will mich nicht mehr sehen, sagt sie. Ich sei ein trauriger Trinker, sagt sie.“

SEIN BLICK WAR STUR AUF DIE JUNGE FRAU IN DEM CREMEWEISSEN, MIT GLITZERPAILLETEN VERSEHENEN KLEID GERICHTET.

Obwohl ich der Bürgerin insgeheim zustimmte, versuchte ich meinen Auftraggeber ein wenig aufzumuntern. Doch er hörte mir gar nicht zu. Sein Blick war stur auf die junge Frau in dem cremeweiß, mit Glitzerpailletten versehenen Kleid gerichtet, die mit jemandem auf der Bühne tanzte.

„Otto?“, subvokalisierte ich.

„Ich analysiere bereits, Bürger Mayer. Doch weder Größe noch Gewicht passen zu unseren bisherigen Beobachtungen.“

„Bitfucking!“

„Herr Mayer?“ Karollu sah mich mit glasigen, weit offenen Augen an.

„Verzeihen Sie bitte den Ausbruch. Ich habe mit meinem E-Fam konferiert. Zeigen Sie mir bitte die Hand mit der Wunde.“

Bürger Karollu fügte sich in sein Schicksal und reichte mir seine Hand.

„Kannst du das sehen, Otto?“

„Selbstverständlich.“

„Müsste das nicht ausreichen, um einen Gentest vorzunehmen?“

„Ja, Bürger Mayer.“

„Warum dann der Samenraub?“

Otto schwieg.

Ich ließ Karollus Hand los und sagte: „Was ist mit den Männern, denen Sie an dem bewussten Abend begegnet sind. Können Sie mich bitte vorstellen?“

Er nickte, glitt vom Hocker, aber ich musste ihn zunächst stützen.

„Geht schon, geht schon. Kommen Sie, mein Herr. Wir sind eine verschworene Gemeinschaft. Wir sind regelmäßig hier. Fangen wir mit Herrn Kussmuss an.“ (bb@ct.de)

Letzter Teil im nächsten Heft

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Die Super-SSDs“: Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), „So werden Sie wählen“: Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteure: Achim Barczok (*ach@ct.de*), Axel Kossel (*ad@ct.de*), Jürgen Kuri (*jk@ct.de*), Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Gerald Himmelein (*ghi@ct.de*), Oliver Lau (*ola@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*)

Ressort Software & Internet

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

Redaktion: Bernd Behr (*bb@ct.de*), Holger Bleich (*hob@ct.de*), Dieter Brors (*db@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Lea Lang (*lel@ct.de*), Anke Poimann (*apoi@ct.de*), Martin Reche (*mre@ct.de*), Peter Schmitz (*psc@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*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. Duboway (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Johannes Merkert (*jme@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Merlin Schumacher (*mls@ct.de*), Jan Schüssler (*jss@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Andreas Stiller (*as@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

Redaktion: Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*muc@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 (*hcz@ct.de*), Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Ulrich Hilgefört (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Portek (*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.*, *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*)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg.*, *rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

Dokumentation: Thomas Masur (*tm@ct.de*)

Korrespondenten Verlagsbüro München: Heins-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Frankfurt: Volker Weber (*vowe@ct.de*), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

Nordamerika: Daniel AJ Sokolov (*ds@ct.de*),

91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 778 300 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 Krempf, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peck, 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 Wanner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurheiden

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns, Hea-Kyoung Kim

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Maurer

Tablet-Producerin: 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 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Tippgeber: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tippgeber>
via Tor: sq4lecqyx4izcpk.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

DVD-ROM-Herstellung: Klaus Ditzte (Ltg.), Nicole Tiemann

Druck: Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,70 €; 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); ermäßigtes 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. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 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 Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

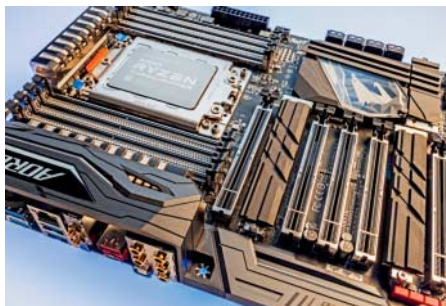
Vorschau 20/17

Ab 16. September 2017 am Kiosk und auf ct.de



Zukunft des Autos

Die digitale Revolution verändert unser Verhältnis zum privaten PKW nachhaltig: Vernetzung, Automation, Elektroantrieb und Sharing-Konzepte – wir stehen in Sachen Mobilität vor einer Zeitenwende. Ein Blick auf das Auto der Zukunft.



Mainboards für AMD Ryzen Threadripper

AMDs neuer 16-Kerner für High-End-Desktop-PCs verlangt Mainboards mit dem Chipsatz X399. Viele davon sind ziemlich teuer und opulent ausgestattet, etwa mit 60-GHz-WLAN und 10-Gbit-Ethernet. Im c't-Labor testen wir aber auch günstigere Varianten.

Außerdem:

Windows einfach absichern

Viele Sicherheitsprobleme lassen sich abstellen, wenn man kleine Veränderungen am System vornimmt und zum Beispiel ungenutzte Funktionen deaktiviert. Der Komfortverlust ist gering, der Sicherheitsgewinn dagegen sehr groß.

Das neue Radio

Der analoge UKW-Rundfunk wird eines Tages auch in Deutschland abgeschaltet werden. Wir schauen uns an, was moderne Kombi-Radios für UKW, dessen Nachfolger DAB+, Internet-Radio und Streaming-Dienste wie Spotify leisten – und hören, wie sie klingen.

Raw-Fotografie unter Android

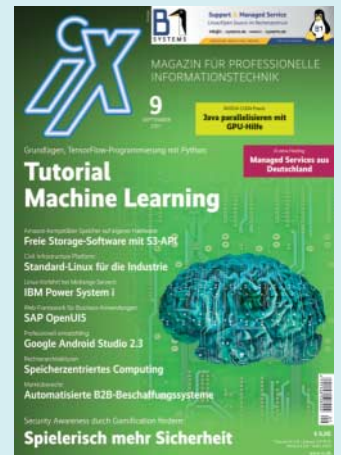
Viele Android-Handys speichern Fotos auch im Raw-Format, das mehr Spielraum für die Bildbearbeitung bietet als JPEG. Und es gibt viele Apps, die Raw-Fotos anzeigen, bearbeiten und konvertieren. Sie sind aber nicht alle gleich gut.

Neue Preise ab c't 20/17

Ab Ausgabe 20/17 erhöht sich der Preis für eine c't-Ausgabe in Deutschland von 4,70 Euro auf 4,90 Euro. Das Print-Abonnement kostet dann 111,80 Euro. Das PDF-Abo kostet 106,60 Euro. Unser Digital-Abo (PDF zum Runterladen, mobilen Lesen mit iOS/Android & Kindle Fire, überall online Lesen auf heise.de/select) beläuft sich auf 111,80 Euro.

Das Plus-Abo enthält für 130 Euro alles: 26 Ausgaben im Jahr c't, Zugriff auf das Artikel-Archiv sowie das Digital-Abo. Weitere Informationen wie zum Beispiel die Preise für Studenten- und Auslands-Abos finden Sie im Impressum der nächsten Ausgabe. (jr@ct.de)

Noch mehr Heise-Know-how:



ix 9/2017 jetzt im Handel



Make 4/2017 jetzt im Handel