



**magazin für
computer
technik**

4. 3. 2017 **6**

14
NERDIGE
STICKER
IM
HEFT



Frische Raspi-Projekte

**Smart Mirror, Auto-Computer,
Internet-Radio, WLAN-Drohne ...**

Core-i7-Leistung zum halben Preis

AMD Ryzen im Test

Test: Nintendo Switch

Profi-Farblaser ab 130 Euro

Notebook-PC-Handy HP Elite x3

Photoshop-Ebenen ausreizen

Online-Verträge richtig kündigen

Schärfer als Sat und Kabel

DVB-T2: Das ändert sich

So klappt der Umstieg, Receiver im Test, Empfang am PC



€ 4,70

AT € 5,00

LUX, BEL € 5,50

NL € 5,70

IT, ES € 6,00

CHF 6,90

DKK 52,00



Anzeige

W e g v o n D V B - T

Jetzt ist es also so weit: DVB-T wird abgeschaltet. Millionen funktionsfähiger Receiver werden von einem Tag auf den anderen zu Elektroschrott; allein ich steuere vier Geräte dazu bei. 1967 machte man sich bei der Umstellung von Schwarz/Weiß- auf Farb-TV noch mehr Gedanken um Kompatibilität.

2004 wurde DVB-T in Hannover eingeführt und nach einigen Experimenten mit der selbstgebastelten Antenne war der Empfang zufriedenstellend. Das Bildrauschen des Analogfernsehens verschwand. An seine Stelle traten bei schnellen Kameranähen und Bewegungen kleine Ausflüge ins Legoland. Kein Wunder bei der niedrigen Bitrate. Zur damals schon langsam aussterbenden, bildvermatschenden Röhrentechnik passte DVB-T recht gut.

Auf den in den Startlöchern stehenden großen HD-Panels zeigten sich die Schwächen hingegen deutlich. Ich steckte nach dem Ableben meiner TV-Röhre also viel Geld in ein HD-TV mit aufwendiger Signalaufbereitung und eingebautem T-Modul. Endlich hatte auch das Fernbedienungschaos ein Ende.

Seit einigen Wochen weisen mich nun aber Laufschrifteinblendungen beim Fernsehen darauf hin, auf DVB-T2 umzusteigen. Das sei aber kein Problem: Zum einfachen Anschluss an den Fernseher gibt es Settop-Boxen. Toll! Endlich darf ich wieder mit zwei Fernbedienungen hantieren, um die Tagesschau zu sehen. Hatte in den letzten Jahren fast vergessen, wie viel Spaß das macht.

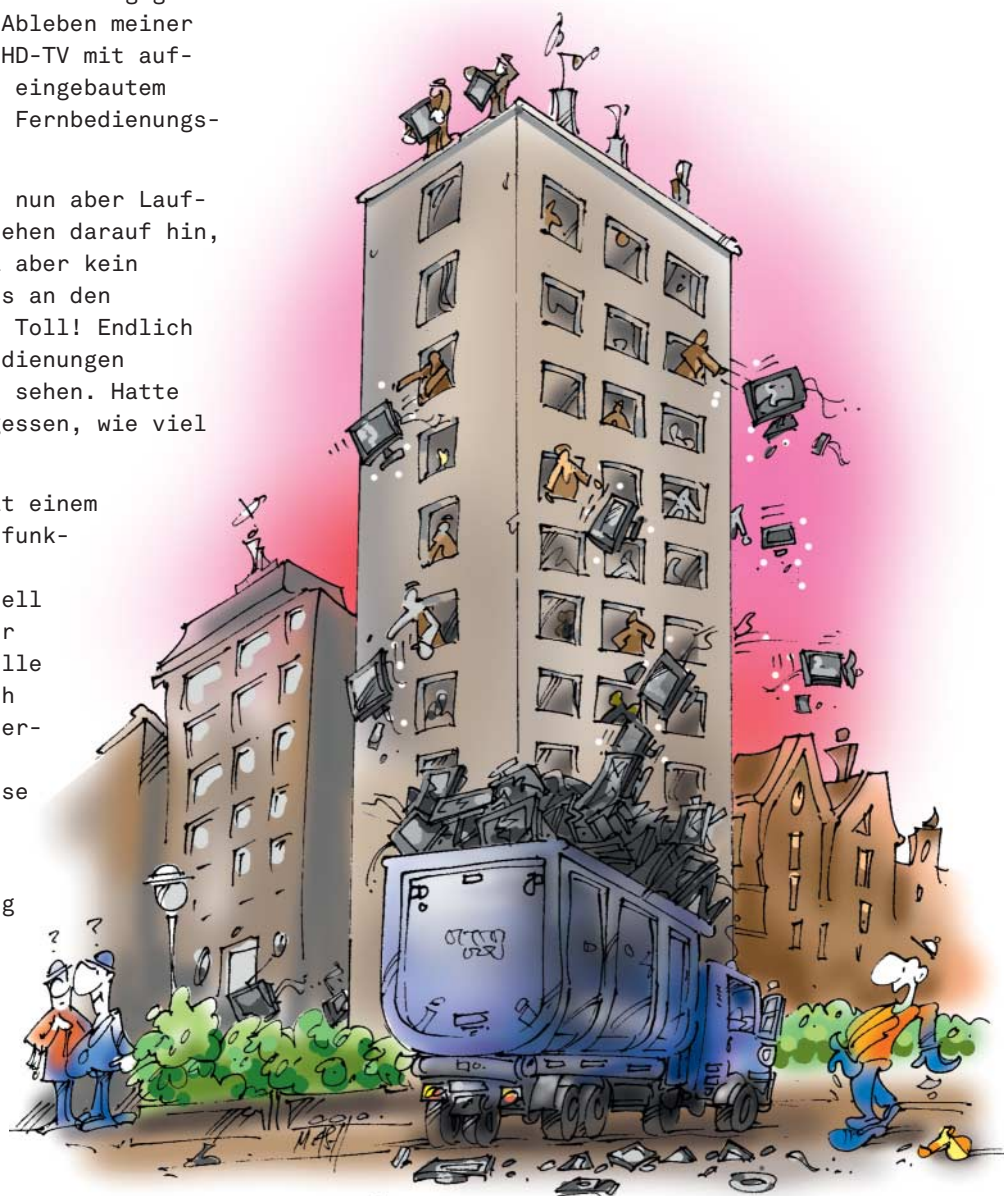
Doch es geht auch einfacher: Mit einem schönen Gruß an die Umwelt das funktionsfähige TV-Gerät gleich mit entsorgen und ein aktuelles Modell mit eingebautem DVB-T2 Empfänger kaufen. Aber Vorsicht: Nur Modelle mit dem grünen Logo liefern auch ein Bild (siehe Seite 118). Unterschiedliche Codecs machen hier fatale Fehlkäufe möglich – klasse Erfindung, super durchdacht.

Der neue Standard bietet dem Kunden eine höhere Bildauflösung und ermöglicht den Privatsendern, ihre Dienste verschlüsselt und für eine monatliche Gebühr freischaltbar anzubieten. Für mich ist der Verzicht auf dieses Angebot schmerzfrei, doch für andere Zielgruppen dürfte er nicht in Frage kommen.

Bis mein derzeitiger Fernseher den Geist aufgibt, werde ich jedenfalls auf DVB-T2 verzichten. Alternativen gibt es genug, etwa die Mediatheken: Vielleicht gewöhne ich mich bei dieser Gelegenheit an die Vorteile des nichtlinearen Fernsehens. Und wahrscheinlich reduziere ich den TV-Konsum weiter. Es wird ja schon lange beklagt, dass das Fernsehen immer mehr an Bedeutung verliere. Dieser Trend wird durch die Abschaltung eines nur wenige Jahre lang verwendeten Standards sicherlich gefördert.

Jens Nohl

Jens Nohl



Anzeige

Anzeige

Inhalt 6/17

Trends & News

- 16 Neue Smartphones von LG, Huawei, Sony, BlackBerry & Co.
- 20 Tablets, Wearables
- 21 Sicherheit
- 22 Prozessorgeflüster: Von Rap und Rock
- 24 Apple
- 26 Hardware
- 27 Peripherie
- 28 Embedded Systems
- 29 Server & Storage
- 30 Netze
- 31 Linux
- 35 Internet
- 36 c't zockt: Indie-Spiele
- 37 Unternehmens-Anwendungen
- 38 Anwendungen
- 39 Technische Software
- 40 Audio/Video
- 41 Updates für Sysinternals-Suite
- 42 Gesetzentwurf zu automatisiertem Fahren
- 118 **DVB-T2: Das ändert sich**
- 174 Web-Tipps

Test & Kaufberatung

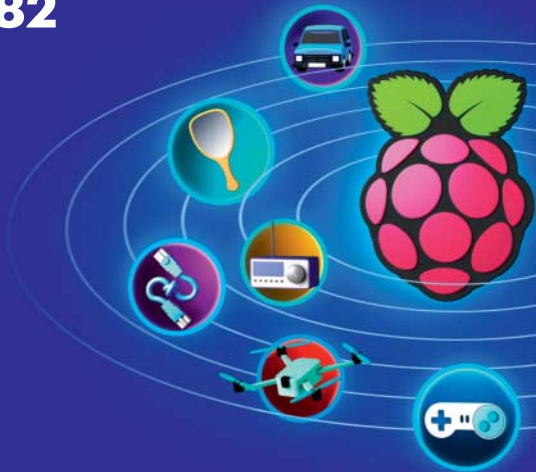
- 32 **Test: Nintendo Switch**
- 34 Legend of Zelda für Nintendo Switch
- 44 Kompaktes Gaming-Notebook: Dell Alienware 13 R3
- 46 Fahrrad-Navi: Beeline
- 46 24"-Gaming-Monitor: Iiyama G-Master GB2488HSU
- 46 Hybrid-Uhr: Misfit Phase
- 48 WLAN-Repeater Edimax Gemini RE11 im Roaming-Versuch
- 49 Action- und Rundum-Kamera: Nikon KeyMission 360
- 50 xDSL-Modem: Netgear DM200
- 50 USB-Speicher mit WLAN: Promo-U Airdisk

- 50 Media-Player für 4K und HDR: Chromecast Ultra
- 52 Mehrraum-Musiksystem Silvercrest von Lidl
- 54 Tastatur für Galaxy S7 und S7 Edge: Samsung Keyboard Cover
- 54 Luftfeuchtemelder: Devolo Thermo-Hygrometer
- 55 Browser für Streamingdienste: Streamtuner2
- 55 3D-Modellier-Software: Vectary
- 56 Bitwig Studio 2.0 mit neuen Plug-in-Modulatoren
- 64 **AMD Ryzen im Test**
- 70 AMD Ryzen: Spieleleistung
- 92 Kabellose Gamepads fürs Retro-Gaming am Raspi
- 106 **Profi-Farblaser ab 130 Euro**
- 112 **Notebook-PC-Handy HP Elite x3**
- 116 OCR-Spezialist: Abbyy FineReader bearbeitet jetzt auch PDF-Dokumente
- 124 DVB-T2 HD: 15 Receiver im Test
- 142 Workstation-Grafikkarten von AMD und Nvidia
- 146 USB-C: Vier Steckernetzteile im Vergleich
- 176 Spielekritik
- 180 Buchkritik



AMD Ryzen im Test

Mit dem Ryzen meldet sich AMD nach längerer Abstinenz eindrucksvoll bei den High-End-Prozessoren zurück. Wir zeigen, wie sich der Octo-Core-Chip bei 3D-Spielen und Anwendungen im Vergleich zu Intels i7 schlägt, werfen einen Blick auf Ryzens neue CPU-Architektur Zen und geben einen Ausblick auf kommende CPUs.



Frische Raspi-Projekte

Zum fünften Geburtstag des beliebten Raspberry-Pi-Kleincomputers stellen wir sechs spannende Projekte vor. Lassen Sie sich von unseren überraschenden, verrückten und nützlichen Basteleien zum Nachbauen und zu eigenen Projekten anregen.

Wissen

- 58** Vorsicht, Kunde: Roaming-Kosten trotz Sperre bei O2
- 60** 25 Jahre Michelangelo-Virus
- 72** AMD Ryzen: Die Zen-Mikroarchitektur
- 78** Welche Zen-Prozessoren AMD plant und was bei Intel kommt
- 140** Virtual Reality: Ökosysteme im Vergleich
- 158** **Online-Verträge richtig kündigen**
- 170** Layout-Grids mit CSS

Praxis & Tipps

- 82** **Frische Raspi-Projekte**
- 84** Raspi als Internet-Radio mit Touch-Bedienung
- 88** Raspi Magic Mirror: Infos hinterm Spiegel
- 94** Quadrocopter mit Pi Zero zum Selberdrucken
- 98** CarPi: Raspi als Infotainment-System
- 102** Raspi begrenzt Datenrate und simuliert Netzzunzuverlässigkeit

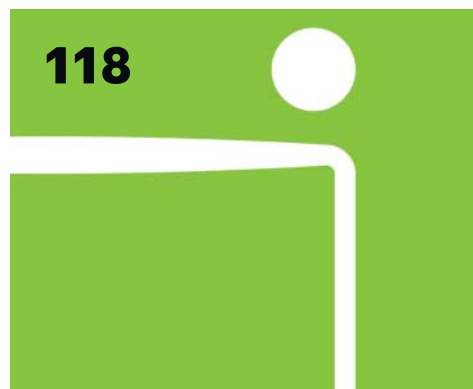
Wie gefallen Ihnen unsere Hardware-Tests?

Wir freuen uns auf Ihre Meinung zu unseren Testberichten: Online-Fragebogen unter ct.de/HWtests

- 130** DVB-T2 HD am PC empfangen
- 134** DVB-T2-Aufnahmen schneiden und optimieren mit TS-Doctor
- 136** Legetrickfilme mit dem Smartphone produzieren
- 150** Filmbibliothek für Kodi vorbereiten
- 152** **Photoshop-Ebenen ausreizen**
- 162** Tipps & Tricks
- 166** FAQ: Basiswissen zum Linux-Kernel

Rubriken

- 3** Editorial: Weg von DVB-T
- 10** Leserforum
- 15** Schlagseite
- 182** Story: Plug'n'Play von Tom Turtsch
- 196** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau



DVB-T2: Das ändert sich

Das digitale Antennenfernsehen der ersten Generation wird abgeschaltet. Gleichzeitig startet DVB-T2 und verspricht ein breites Programmangebot in bester Full-HD-Qualität. Lohnt sich der Umstieg? Wie schaut es mit Alternativen aus? Im Test: DVB-T2-Empfangslösungen für TV und PC.

Anzeige

Anzeige

Leserforum

Alter berücksichtigt

Editorial: Die Geier warten schon, c't 5/17, S. 3

Da ist was dran ... Unlängst erhielt ich noch E-Mail-Werbung für die hellblauen Potenzpillen. Irgendwie müssen die mitbekommen haben, dass ich inzwischen älter geworden bin, denn neuerdings finde ich vermehrt Spam-Mails im Postfach, die mir Treppenlifte feilbieten.

Herbert Heuberger ✉

Alles Gewöhnungssache

Ich habe einen wirksamen Werblocker. Die Vorschläge von Amazon sehe ich kaum noch. Ich habe mir schon lange angewöhnt, meine Wahrnehmung auf das Wesentliche zu trainieren. Auch auf Webseiten lese ich den Hauptartikel, und was da sonst noch alles an den Rändern erscheint, kriege ich kaum mit. Alles eine Sache der Gewöhnung.

???888

Datenschutz auf Durchzug

Die Privacy-Checklisten, Mehr Datenschutz mit wenig Aufwand, c't 5/17, S. 70

Vielen Dank für Ihre Anleitungen zur Verteidigung der Privatsphäre. Aber sollte Privatsphäre nicht auch unbedarften Menschen zustehen und somit der Job der Datenschutzgesetzte sein? „Personengebundene Daten verdienen einen besonderen Schutz.“ So hört man es. Für deren Nutzung sei „Opt-in“ erforderlich. Die diesbezüglichen Voreinstellungen stehen hingegen fast alle auf Durchzug. Wie passt das zusammen?

Für die elendige Vorratsdatenspeicherung versucht sich die Regierung mal wieder an einem neuen Gesetz. Die Internet-Firmen speichern das hingegen einfach so. Stehen die über dem Gesetz? Warum geht das alles so? Ich kapiere das nicht! Auch den Begriff „Datenschutzerklärung“ halte ich für irreführend. Tatsächlich geht es darin um Datenverwertung. Nur die Abwesenheit einer „Datenschutzerklärung“ zeugt für Datenschutz. Ist das nicht grotesk? Bleibt uns wirklich nur die Selbstverteidigung wie im Wilden Westen? Fragen über Fragen!

Ralf Neuthe ✉

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.

Mails und Browser in der VM

Erneute Diskussion über die Daseinsberechtigung von Anti-Viren-Software, c't 5/17, S. 16

Egal wie nun Pro und Kontra für einen Virens Scanner ausfallen – dass Virens Scanner sich gelegentlich störend auf das System auswirken, ist wohl nicht von der Hand zu weisen. Alternativ hatte ich mir überlegt, die Virensoftware vom Rechner zu verbannen und stattdessen E-Mails und Browserbetrieb über den VM-Ware Player in einer virtuellen Linuxumgebung zu nutzen – das dürfte erstens nicht weniger sicher sein, zum anderen ist man diesen Störfaktor los.

Johanna_600

Schwierigkeitsgrade

Ron Gilbert veröffentlicht Thimbleweed Park, c't 5/17, S. 26

Zur Aussage im Text: „Neu ist auch die Möglichkeit, zu Beginn des Spiels zwischen zwei Schwierigkeitsgraden zu wählen.“

Na ja, neu ist das aber nicht: das ging in Monkey Island 2 auch schon.

Max Horn

Gummistifte empfehlenswert

Neun große Android-Smartphones im Test, c't 5/17, S. 90

Ich war die Stifteingabe noch von meinem MDA V gewohnt und fand das sehr prak-

tisch. Das hat aber seinen Geist aufgegeben, beziehungsweise war nicht mehr so richtig zeitgemäß. Als Ersatz habe ich auf das Samsung Note 7 gewartet und das Desaster mitverfolgt.

Nachdem das Note 7 definitiv nicht mehr zu kaufen war, habe ich einen Stift von Adonit an einem Samsung S7 ausprobiert und war überrascht, wie gut das funktioniert, beispielsweise mit Microsoft OneNote zusammen. Der Stift von Adonit kostet so ab 20 Euro, aber es gibt (mechanisch nicht so präzise) Alternativen für 3 Euro aus China. Er lässt sich mit allen Apps verwenden, die das Malen mit dem Finger unterstützen, auch auf iPhones und Laptops mit Touchscreen.

Albert Winter ✉

Beschießen nicht zulässig

Tipps & Tricks, Festplatte entsorgen, c't 5/17, S. 162

Leider ist das Beschießen von Festplatten auf einem Schießstand nicht zulässig. Es handelt sich bei Festplatten nicht um ein zugelassenes Zielobjekt nach den erlaubten Schießsportordnungen, vgl. § 9 AWaffV.

Auch werden durch den Beschuss der Festplatten Flüssigkeiten und andere Stoffe freigesetzt, die teilweise gesundheitsgefährdend beziehungsweise umweltgefährdend sind. Gerade auf Schießständen, die keine Böden haben, die ein Eindringen von Flüssigkeiten verhindern, kann dies in der Folge zur Schließung der Stände führen mit zum Teil hohen Entsorgungskosten. Dies ist aber nicht das einzige Problem für den Schützen. Dadurch, dass dieser in nicht zulässiger Art und Weise seine Sportwaffe verwendet, kann dies zum Verlust des Bedürfnisses, also der Berechtigung zum Erwerb und Besitz seiner Schusswaffen, führen, vgl. § 8 WaffG.

Aus meiner Sicht, auch als Sport-schütze, bietet es sich an, dass die Festplatten, wie von Ihnen vorgeschlagen, überschrieben werden und im zweiten Schritt einem Datenvernichter übergeben werden. Diese zerkleinern die Festplatten ebenfalls und das Ziel der Datenvernichtung ist auch erreicht, obwohl es weniger Spaß macht. ;)

Boris Segmüller ✉

Anzeige

Rechtlose Vertragssklaven

Der Streit um die Scheinselbstständigkeit von IT-Experten, c't 5/17, S. 24

Ja, die Konstruktion der Scheinselbstständigkeit ist eine radikale Einschränkung der bürgerlichen Freiheiten, insbesondere der Vertragsfreiheit. Dem steht allerdings keineswegs eine Eindämmung von Missbrauch, also ein moralischer Nutzwert entgegen. Tatsächlich wurde nicht das Auslagern verhindert, sondern die Ausgelagerten flächendeckend in eine doppelte Ausbeutung gedrängt. Sie haben nicht die Arbeitsplätze zurückerhalten, sondern finden sich nun in den Händen von Arbeitsverleihern mit Sklavenverträgen, Geheimhaltungsklauseln und Vertragsstrafen. Alle Risiken werden hier auf die neuen Abhängigen geschoben. Von Selbstständigen mit Risiko sind sie zu rechtlosen Vertragssklaven mit Totalrisiko abgestiegen.

Lothar Köster

Dilemma Sozialversicherung

Vieles in dem Artikel kann ich aus eigener Erfahrung bestätigen. Manche Bewertung sehe ich aber anders.

Für vermittelte Einzelkämpfer im IT-Bereich, die in Vollzeit bei einem Endkunden und mit dessen Hard- und Software arbeiten und die Aufträge verschiedener Kunden nur zeitlich nacheinander annehmen können, lässt sich meines Erachtens die gewünschte Abgrenzung zwischen selbstständiger Tätigkeit und sozialversicherungspflichtiger Beschäftigung objek-

tiv niemals zweifelsfrei durchführen. Deshalb wird im Antrags- beziehungsweise Streitfall immer eine Einzelfallbeurteilung mit hohem Aufwand notwendig. Weil die Arbeit als IT-Spezialist eine hohe Qualifikation und insbesondere für selbstständig Tätige eine andauernde qualifizierte Akquise neuer Aufträge erfordert, kann man sie zwar nicht mit Tätigkeiten „in der Taxibranche, bei Speditionen oder in Schlachthöfen“ (wie es in dem Artikel heißt) in einen Topf werfen. Aber dieses Merkmal allein ist andererseits kein einleuchtender Grund, das gesetzliche Sozialsystem an einer willkürlichen Qualifikationsgrenze enden zu lassen.

Aus diesem Dilemma gibt es nach meiner Überzeugung nur einen sinnvollen Ausweg: die Einbeziehung auch der als Einzelne selbstständig Tätigen in das gesetzliche System der Sozialversicherung (SV). Der politisch-polemische Begriff der „Zwangsvorsorge“ wäre schon angesichts des Vorteils der Rechtssicherheit im Hinblick auf die SV-Beiträge nicht angebracht. Allerdings wären über diese SV-rechtliche Lösung hinaus noch weitere gesetzliche Klärungen notwendig, um auch die rein arbeitsrechtlichen Unsicherheiten für den hier betrachteten Personenkreis deutlich zu mindern.

Name ist der Redaktion bekannt

Kampf gegen Scheinselbstständigkeit

Wie in Ihrem Artikel bereits erwähnt wurde, finde auch ich, dass der Kampf gegen Scheinselbstständige in bestimmten

Bereichen geführt werden muss, wie im Taxi- oder Speditionsgewerbe. Bei gut bezahlten Tätigkeiten, wo Ausbeutung und Umgehung von Mindestlöhnen ausgeschlossen werden kann, sollte man frei und uneingeschränkt tätig sein können. Ansonsten steigt das Risiko weiter, dass Deutschland mehr und mehr an Spitzenpositionen und den Anschluss verliert und Innovationen unterdrückt werden.

Jürgen Rümmler

Signal kann jetzt WebRTC

Apps mit Internet-Telefonie im Vergleich, c't 5/17, S. 114

Signal kann jetzt WebRTC, was einerseits bessere Sprachqualität mitbringt (Opus statt Speex) und zusätzlich Videotelefonie ermöglicht. Das Ganze kam wohl leider zu knapp vor Redaktionsschluss: <https://whispersystems.org/blog/signal-video-calls-beta/>

DJ-Chol

Ergänzungen & Berichtigungen

Ziffer fehlt in Benchmark-Tabelle

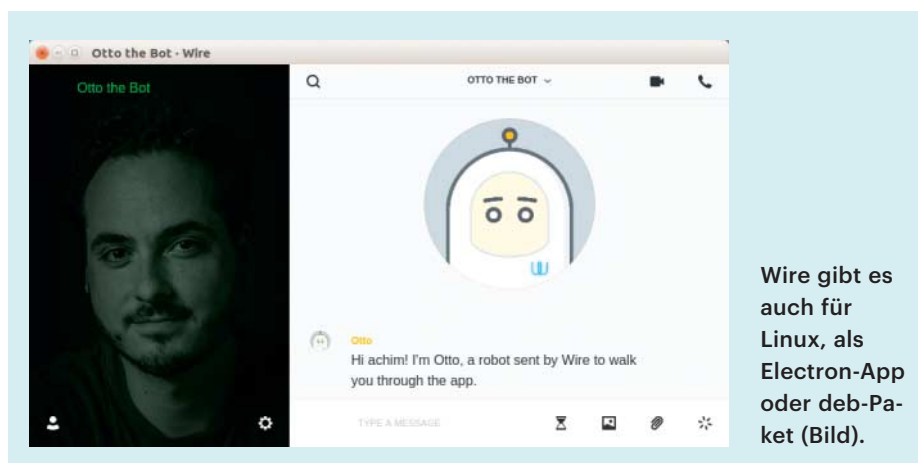
Neun große Android-Smartphones im Test, c't 5/17, S. 90

Beim Coremark Multi-Thread ist uns eine Ziffer des Samsung Galaxy S7 edge entfallen: Es erzielt dort nicht 4873 Punkte, sondern 44873. Damit ist es nicht das deutlich langsamste, sondern eines der schnellsten Geräte.

Wire auch für Linux

Apps mit Internet-Telefonie im Vergleich, c't 5/17, S. 114

Anders als in der Tabelle dargestellt gibt es den Messenger Wire auch für Linux, und zwar als Electron/node.js-App (<https://github.com/wireapp/wire-desktop>) sowie als Ubuntu-.deb-Paket und als direkt ausführbares Binary (<https://wire.com/de/download/>). Ebenfalls lassen sich vom Smartphone aus beliebige Dateien damit übertragen, nicht nur bestimmte wie Fotos oder Videos.



Wire gibt es auch für Linux, als Electron-App oder deb-Paket (Bild).

Anzeige

Anzeige



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Frühjahrskollektion

Neue Smartphones von Sony, LG, BlackBerry & Co.

Mit teurem Schnickschnack und soliden Mittelklasse-Modellen stemmen sich die Hersteller gegen den Abwärtstrend des Smartphone-Marktes. Gleichzeitig überraschen totgesagte Marken wie Nokia und BlackBerry mit Nischengeräten. Sogar von Windows Phone gibt es noch Lebenszeichen.

Von Volker Briegleb, Hannes A. Czerulla und Alexander Spier

Die ernüchternde Nachricht kam kurz vor der großen Branchenparty, dem Mobile World Congress (MWC) in Barcelona: 2016 wurden in Deutschland zum ersten Mal weniger Smartphones verkauft als im Vorjahr, meldeten Marktforscher. Die Stückzahl ging um 8 Prozent zurück, der Umsatz um 3 Prozent. Offenbar lassen sich die Kunden nicht mehr von mehr CPU-Kernen und mehr Pixeln beeindrucken – weil die bisherigen Modelle ihnen schon schnell und scharf genug sind.

Der MWC zeigte nun, wie die Branche auf diese Zwickmühle reagiert: Ingenieure und Designer dürfen auch wilde Ideen umsetzen. Neue High-End-Phones haben zum Beispiel eine Hardware-Tastatur (BlackBerry), eine Zeitlupen-Kamera (Sony) oder ein Display im schmalen 18:9-

statt im gewohnten 16:9-Format (LG). Die Geräte unterscheiden sich also endlich wieder stärker voneinander.

High-End-Phones mit drei Kameras

Das Funktions-Wettrüsten gewann auf dem MWC Sony: Das neue **Xperia XZ Premium** hat ein extrem leuchtstarkes 5,5-Zoll-Display mit voller 4K-Auflösung (3840 × 2160) und „dynamischer Kontrastverstärkung“, die für hohen Dynamikumfang und Farbtiefe sorgen soll. Wie das genau funktioniert, ließ Sony offen. Ein Smartphone mit 4K-Display brachte Sony schon vor anderthalb Jahren, aber dieses Mal dürften dank der neuen High-End-CPU Snapdragon 835 mehr Inhalte auch wirklich in 4K angezeigt werden.

Weiteres Highlight des Gerätes ist die Kamera mit Zeitlupenfunktion. Sie dreht bis zu 5 Sekunden lange Videos mit bis zu 960 Bildern pro Sekunde. Bei Fotos sollen kürzere Belichtungszeiten möglich sein als bisher, da die Sensorpixel größer sind und mehr Licht aufnehmen. Auch bei der restlichen Hardware-Ausstattung bleiben keine Wünsche offen: Geladen wird über USB-Typ-C, Daten fließen mit USB-3.1-Geschwindigkeit – die meisten Konkurrenten nutzen noch USB 2.0. Das Gehäuse ist vor Staub und Wasser geschützt. Als UVP gibt Sony 750 Euro an.

Das **Xperia XZs** für 650 Euro besitzt ebenfalls die Zeitlupenkamera. Das Display misst „nur“ 5,2 Zoll, zeigt Full-HD-Auflösung und soll ebenfalls 600 cd/m² hell sein.

Der chinesische Konzern Huawei hält mit dem **P10 und P10 Plus** dagegen. In den Modellen stecken je drei Kameras, die gemeinsam mit Leica entwickelt wurden: auf der Vorderseite eine Selfie-Kamera mit 8 MPixel, auf der Rückseite eine 12-MPixel-Kamera sowie eine 20-MPixel-Schwarzweißkamera. Dank der Kombination der beiden Rück-Kameras soll man ohne Qualitätsverlust zoomen können; beim Vorgänger P9 klappt das ganz gut.

In beiden Geräten rechnet der Achtkern-Prozessor Kirin 960 aus Huawei's Chipschmiede HiSilicon. Laut Hersteller soll seine Leistung sogar die des Qualcomm-Topmodells Snapdragon 835 übertreffen. Wahrscheinlich trifft das aber nur auf die Multi-Core-Performance zu. Wann Huawei's neues Spitzen-Duo auf den Markt kommt, ist noch nicht bekannt; die Preise dürften bei 600 (P10) beziehungsweise 750 Euro (P10 Plus) liegen.

Das **LG G6** hat zwei Rückkameras: Beide liefern 13 MPixel, eine schießt Weitwinkelaufnahmen. Auffällig ist das Display im 18:9-Format. Da der Display-Rand ebenfalls schmal ausfällt, soll das Gerät trotz der Displaygröße von 5,7 Zoll handlich bleiben. Laut LG beherrscht die Anzeige HDR 10 und Dolby Vision, hat also einen hohen Dynamikumfang und satte Farben. Der Fingerabdrucksensor befindet sich traditionsgemäß auf der Rückseite. Der Gehäuserahmen besteht aus Metall, die Rückseite aus Glas. Das Gehäuse ist staub- und wassergeschützt. Als Prozessor dient der etwas ältere, aber rasend schnelle Snapdragon 821.

Solide Mittelklasse

Die Moto-G-Modelle von Motorola beziehungsweise Neu-Eigentümer Lenovo gelten als Preis/Leistungs-Meister. Die Neuaufgaben **Moto G5** und **Moto G5 Plus** sollen diesen Ruf verteidigen: Das G5 kostet nur 200 Euro, kommt aber mit Fingerabdrucksensor, 5-Zoll-Full-HD-Display, 16 GByte Speicher, Speicherkarten-Slot und Wechsel-Akku. Das G5 Plus bietet für voraussichtlich 300 Euro eine schnellere CPU, einen größeren Akku und ein 5,2-Zoll-Display. Wie gewohnt sieht die Oberfläche fast genau so aus wie bei Google's Referenzgeräten. Beide haben ein Metallgehäuse, anders als ihre Vorgänger.

Auch Sony mischt in der Mittelklasse mit: Das **Xperia XA1 Ultra** ist ein 6-Zoll-Phablet mit Full HD, MediaTek-Prozessor und 4 GByte RAM für 400 Euro; das **Xperia XA1** ist ein 5-Zöller mit derselben CPU und 3 GByte RAM für 300 Euro. Wie auf



Volker Briegleb

Mehr Mitte

Vier K, acht Gigabyte, zehn Kerne: Die Smartphone-Hersteller drehen verzweifelt an der Technikschraube. Mit irgendwas muss man sich ja von der Konkurrenz absetzen. Doch wer gibt alle ein, zwei Jahre 700 Euro für ein Telefon aus, wenn er für nicht mal 300 Euro eins bekommt, das kaum weniger gut ist? Während Android-Handys in der mittleren Preiskategorie früher sehr anstrengend sein konnten, gibt es heute richtig gute Geräte.

Mittelklasse heißt mittlerweile: Achtkerner, genug Speicher, Full-HD-Display. Nicht mal bei den Kameras, bei denen die Spitzen-Smartphones noch die sichtbarsten Fortschritte machen, muss man allzu große Nachteile hinnehmen. Wer „smart“ ist, gibt deshalb nicht mehr als 300 Euro aus.

Auf einem 5,5-Zoll-Display braucht kein Mensch 4K. Nur der neue Superprozessor, der mit ein bisschen Messenger nicht ausgelastet ist, freut sich über die Herausforderung. Im Winter kann man sich bei 4K-Streams immerhin schön die Hände wärmen.

Zugegeben: Wir Medien sind mitschuldig an dem Irrsinn. Der neue Snapdragon hat zwölf Punkte mehr im Gedöns-Benchmark? Wahnsinn. Und das neue Dingens-Phone hat den aktuellen SoC noch nicht? Fail! Der Vorgänger ist doch schon ein halbes Jahr alt!

„Specs“ lassen sich auch schön in Tabellen vergleichen. Dann sieht ein Phone mit 3 GByte RAM und Full HD neben aktuellen Super-Handys schnell ein bisschen alt aus. Davon sollte man sich aber nicht täuschen lassen.



Das LG G6 hat ein Display im 18:9-Format statt dem üblichen 16:9.



Das Nokia 6 von HMD mit Android und Metallgehäuse kostet 230 Euro.



Das Lenovo Moto G5 kostet nur 200 Euro, steckt aber im Metallkleid.



Der BlackBerry KeyOne kombiniert Android mit einer Hardware-Tastatur.



HMD Global legt das Nokia 3310 neu auf – inklusive Snake.

den High-End-Geräten läuft auch auf den günstigen Modellen Android 7.0 oder 7.1.

Comebacks von BlackBerry und Nokia

Wie sehr Nutzer nach Abwechslung gieren, zeigte sich bei der Vorstellung des **BlackBerry KeyOne**: Das Smartphone im Retro-Look erzeugte mehr Trubel als die Spitzen-Smartphones von Sony & Co. Das vom neuen Markeneigentümer TCL in China entwickelte Gerät ist das einzige aktuelle Modell mit Hardware-Tastatur unter dem Display, spricht also auch die Fans der Klassiker von BlackBerry an.

Ansonsten ist die Technik auf dem aktuellen Stand: Android 7.1, Qualcomm Snapdragon 625, QuickCharge 3.0, USB-Typ-C mit USB-3.1. Außerdem verspricht TCL monatliche Sicherheitsupdates. BlackBerrys Messaging- und Sicherheits-Software ist installiert. Ab April soll das Smartphone für 600 Euro erhältlich sein.

Wenn es so etwas wie ein Kult-Handy gibt, dann hat BlackBerry allerdings keine

Chance gegen das **Nokia 3310** aus dem Jahr 2000. Genau das legt HMD Global, Käufer der Mobiltelefonsparte der Finnen, neu auf – nicht als Smartphone, sondern nur behutsam modernisiert. An Bord sind ein 2,4-Zoll-Display, eine 2-MPixel-Kamera, MicroSD, zwei SIM-Slots und Nokias Series-30-Betriebssystem samt Snake-Spiel. Der interne Speicher fasst nostalgische 16 MByte. Mehr als das GSM-Netz (2G) wird nicht unterstützt. Der Akku soll im Standby-Modus einen Monat durchhalten. Ab dem zweiten Quartal soll es für rund 50 Euro erhältlich sein. Außerdem zeigte HMD Einstiegs- und Mittelklasse-Smartphones unter der Marke Nokia mit Standard-Android-Oberfläche und dem Versprechen schneller Updates: Das Nokia 3 für 140 Euro, das Nokia 5 für 190 Euro und das Nokia 6 für 230 Euro.

Windows Phone

Auch von Windows Phone gibt es ein Lebenszeichen: Ab Juni soll das gut ausgestattete **Alcatel Idol 4 Pro** in Deutschland er-

hältlich sein. Für 600 Euro bekommt der Kunde ein Smartphone mit dem Oberklasse-Prozessor Snapdragon 820, 4 GByte RAM und einem 5,5-Zoll-Display mit Full-HD-Auflösung. Auf dem Gerät läuft Windows 10 Mobile mit Continuum. Der Markt für Windows Phones ist übersichtlicher geworden, seit sich Microsoft aus der Massenproduktion zurückgezogen hat und selbst keine Lumias mehr verkauft.

Google kündigte derweil an, seinen „Assistenten“ per Software-Update auf alle „geeigneten“ Smartphones mit Android 6.0 oder jünger zu bringen, sogar in einer deutschsprachigen Variante. Welche Modelle „geeignet“ sind, ließ das Unternehmen offen – die Neuvorstellungen vom MWC dürften aber größtenteils dazugehören. Wie Amazons Alexa, Apples Siri und Microsofts Cortana versucht der Google-Assistent, Fragen nach dem Wetter, Verkehr, Terminen und Allgemeinwissen zu beantworten und dem Nutzer so lästige Display-Wischerei abzunehmen.

(cwo@ct.de) **ct**

Smartphone-Neuvorstellungen

Modell	TCL BlackBerry Keyone	Huawei P10	Huawei P10 Plus	Lenovo Moto G5	Lenovo Moto G5 Plus	LG G6	Sony Xperia XA1	Sony Xperia XZ Premium
Betriebssystem	Android 7.1	Android 7.0 / EMUI 5.1	Android 7.0 / EMUI 5.1	Android 7.0	Android 7.0	Android 7.0 / UX 6.0	Android 7.0	Android 7.0
Display	4,5 Zoll, 1620 × 1080 (433 dpi)	5,1 Zoll, 1920 × 1080 (424 dpi)	5,5 Zoll, 2560 × 1440 (540 dpi)	5 Zoll, 1920 × 1080 (441 dpi)	5,2 Zoll, 1920 × 1080 (424 dpi)	5,7 Zoll, 2880 × 1440 (564 dpi)	5 Zoll IPS, 1280 × 720 (365 dpi)	5,5 Zoll, 3840 × 2160 (997 dpi)
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 625 / 8	HiSilicon Kirin 960 / 8	HiSilicon Kirin 960 / 8	Qualcomm Snapdragon 430 / 8	Qualcomm Snapdragon 625 / 8	Qualcomm Snapdragon 821 / 8	Mediatek Helio P20 / 8	Qualcomm Snapdragon 835 / 8
RAM	3 GByte	4 GByte	6 GByte	2 GByte	3 GByte	4 GByte	3 GByte	4 GByte
Flash-Speicher / MicroSDXC	32 GByte / ✓	64 GByte / ✓	128 GByte / ✓	16 GByte / ✓	32 GByte / ✓	32 GByte / ✓	32 GByte / ✓	64 GByte / ✓
Kameras	2 (12 MP, 8 MP)	3 (12 MP, 20 MP, 8 MP)	3 (12 MP, 20 MP, 8 MP)	2 (13 MP, 5 MP)	2 (12 MP, 5 MP)	3 (2 × 13 MP, 1 × 5 MP)	2 (23 MP, 8 MP)	2 (13 MP, 19 MP)
Akku / wechselbar	3505 mAh / –	3200 mAh / –	3750 mAh / –	2800 mAh / ✓	3000 mAh / –	3300 mAh / –	2300 mAh / k. A.	3230 mAh / –
Fingerabdrucksensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	k. A.	✓
Gewicht	180 g	145 g	165 g	145 g	155 g	163 g	143 g	195 g
Besonderheiten	Hardware-Tastatur, USB-Typ-C (USB 3.1)	USB-Typ-C (USB 2.0)	USB-Typ-C (USB 2.0), wasserdicht nach IP58	–	–	USB-Typ-C (3.1), wasserdicht nach IP68	–	USB-Typ-C mit USB-3.1; Schutzklasse IP 65/68; Motion-Eye-Kamera
vsl. erhältlich ab	April 2017	k. A.	k. A.	März 2017	Frühjahr 2017	April 2017	April 2017	Juni 2017
UVP	600 €	600 €	750 €	200 €	300 €	k. A.	280 €	750 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe						

Anzeige

Stift-Tablets mit Windows und Android

Samsung hat drei hochpreisige Tablets vorgestellt: Das Galaxy Book mit Windows gibt es mit 10,6-Zoll-LCD für 800 Euro und mit 12-Zoll-AMOLED-Display für 1200 Euro. Das Galaxy Tab S3 mit Android kostet rund 700 Euro. Enthalten sind jeweils ein Wacom-Stift und -Digitizer für genaue Stifteingabe. Im großen Galaxy Book rechnet ein lüftergekühlter Intel Core i5-7200U. Es ist damit ein ganzes Stück schneller als das kleinere Modell mit Core-m3-Prozessor ohne Lüfter. Beide haben 4 GByte RAM, das 12-Zoll-Modell gibt es optional mit 8 GByte. Das kleine Modell zeigt 1920 × 1280 Pixel, das große 2160 × 1440.

Die mitgelieferte Tastatur kann auch im Tablet-Modus angesteckt bleiben und wird hinter das Gerät geklappt. Dabei schaltet sie sich automatisch ab. Platz für den im Lieferumfang enthaltenen Wacom-Stift gibt es im Gehäuse nicht, Samsung liefert lediglich eine an die Tastatur anklammernde Schlaufe mit. Das Gewicht liegt bei 640 beziehungsweise 754 Gramm – ohne Tastatur. Beide Modelle sollen voraussichtlich Ende des zweiten Quartals erscheinen.

Samsungs neues Android-Tablet Galaxy Tab S3 mit 9,7-Zoll-Display ist noch leichter, es wiegt nur 430 Gramm. Sein Snapdragon 820 ist zwar nicht die neueste Qualcomm-CPU, gehört aber zu den schnellsten Mobil-Chips. Dazu kommen 4 GByte RAM und 32 GByte interner Speicher sowie ein Micro-SDXC-Slot.

Erstmals in der S-Serie gibt es eine präzise Stifteingabe mit Wacom-Digitizer. Beim Ausprobieren kam das typische Note-Feeling auf: Der Stift war präzise, die Handballenerkennung arbeitete zuverlässig. Gegen Aufpreis gibt es eine Tastatur, die mit Pogo-Pins magnetisch am Tablet haftet und wie beim Galaxy Book auch als Stütze dient.

Ebenfalls neu ist der USB-C-Anschluss mit USB-3.1-Geschwindigkeit. Samsung wird das Gerät mit und ohne LTE-Unterstützung anbieten; mit der Mobilfunkversion kann man auch telefonieren. Android 7.0 ist installiert, die Oberfläche Samsung-typisch leicht verändert. Mit dabei sind diverse Apps für die Stifteingabe wie ein Notizenprogramm und das vom Note bekannte Stiftbefehl-Menü. Ab Ende März soll das Galaxy Tab S3 zu haben sein. (asp@ct.de)



Das Galaxy Book gibt es mit 10- und mit 12-Zoll-Display.

Smartwatch mit 4G, GPS und Pulsmesser

Huaweis „Watch 2“ mit Android Wear 2.0 soll in Kürze auf den Markt kommen. Sie hat ein rundes 1,2-Zoll-OLED (390 × 390 Pixel), das von Gorilla Glass geschützt wird. Als Prozessor dient der Snapdragon Wear 2100 von Qualcomm. Huawei will mehrere Varianten anbieten: Die Einstiegsvariante für 330 Euro funkt nur via Bluetooth und WLAN. Für 50 Euro mehr bekommt man einen Schacht für SIM-Karten im Nano-Format und eine eSIM. So lassen sich die unter Android Wear 2.0 autark laufenden Apps ohne gekoppeltes Smartphone nutzen. Man kann mit der Uhr auch telefonieren.

Empfänger für GPS und Glonass sind in allen Modellen integriert. Darüber hinaus misst ein optischer Sensor die Herzfrequenz. Gehäuse und Armband bestehen aus Kunststoff. Wer lieber Stahl und Leder wünscht, greift zur weniger sportlich aussehenden Watch 2 Classic für 400 Euro, muss aber auf ein Mobilfunkmodul verzichten. (spo@ct.de)



Die Watch 2 von Huawei gibt es optional mit Mobilfunkmodul.

Mobil-Notizen

Das Book One von **Porsche Design** ist eine Tablet-/Notebook-Kombination mit Top-Ausstattung: 13,3-Zoll-Display mit 3200 × 1800 Pixeln, Core i7-7500U, 16 GByte RAM, 512 GByte SSD. Den Tablet-Teil kann man von der Tastatur abnehmen oder einfach nach hinten klappen. Ab April soll es für 2800 Euro erhältlich sein.

Jolla kooperiert mit Sony: Die finnische Firma will ihr Open-Source-Betriebssystem **Sailfish OS** an das Xperia X und weitere Sony-Smartphones anpassen. Bis Mitte des Jahres soll eine erste Version zum Download bereitstehen.

Ab dem Frühsommer sollen alle Produkte von **Withings** – darunter intelligente Waagen, Fitnesstracker, kabellose Blutdruckmessgeräte und Home-Kameras – unter dem Markennamen Nokia vertrieben werden. Nokia hatte die französische Firma im vergangenen Frühjahr übernommen.

Samsung hat eine verbesserte Version seines VR-Headsets für Galaxy-Smartphones vorgestellt. Die neue **Gear VR** wird mit einem kabellosen Hand-Controller ausgeliefert, hat ein vergrößertes Sichtfeld und einen USB-Typ-C-Anschluss. Wann das Headset auf den Markt kommt ist ebenso unklar wie der Preis.

Hash-Verfahren SHA-1 am Ende

Das Hash-Verfahren SHA-1 gilt seit langem als unsicher; Forscher von Google und dem Forschungsinstitut CWI Amsterdam belegten das mit ihrem SHAttered-Angriff nun auch in der Praxis: Sie erstellen zwei PDF-Dokumente mit unterschiedlichem Inhalt, welche den gleichen SHA-1-Hash-Wert ergeben. Mehr als 6500 CPU-Jahre und noch mal 100 GPU-Jahre erforderte die Berechnung dieser Kollision.

Hash-Verfahren wie SHA-1 und dessen Nachfolger SHA-2 kommen immer dann zum Einsatz, wenn es darum geht, eine kompakte Darstellung großer Datenmengen zu finden, um deren Echtheit zu bestätigen. Also etwa bei digitalen Signaturen von Programmen, Updates, Krypto-Schlüsseln, Backups oder E-Mails. Die wichtigste Anforderung ist: Jede noch so kleine Änderung des Datensatzes führt zugleich zu einer Änderung des Hash-Wertes. Darüber hinaus muss es auch praktisch unmöglich sein, dass jemand zwei Datensätze erstellt, die den gleichen Hash-Wert produzieren. Genau das gewährleistet SHA-1 definitiv nicht mehr.

Mancher mag denken, dass die benötigte Rechenzeit die Latte immer noch ausreichend hoch hängt. Doch angesichts von Cloud Computing und dem immer noch gültigen Moore'schen Gesetz zum Wachstum der Rechenleistung kombiniert mit weiteren Fortschritten bei den Angriffen ist das ein gefährlicher Irrtum. So mussten etwa 2008 die Forscher um Marc Stevens noch einen Cluster von über 200 Playstation-3-Konsolen mehrere Tage für eine MD5-Kollision rechnen lassen. Heute schafft das jeder PC in weniger als einer Sekunde.

SHA-1 gilt bereits seit 2005 als geknackt. Damals stellten chinesische Kryptologen einen Angriff vor, der die Zahl der benötigten Berechnungen für das Auffinden einer Kollision deutlich reduzierte. Dieser war zwar immer noch weit von einer praktischen Realisierbarkeit entfernt. Nach dem jetzt von Marc Stevens und Kollegen vorgestellten Angriff auf SHA-1 kann man dieses Hash-Verfahren aber endgültig beerdigen; wer es jetzt noch einsetzt, handelt grob fahrlässig. Der Nachfolger steht auch schon fest: In allen praktischen Belangen kann und sollte man stattdessen SHA256 oder SHA512 verwenden. Diese beiden SHA-2-Varianten gelten als ausreichend sicher; Alternativen sind SHA-3 und Blake. (ju@ct.de)

Weitere Hintergründe zum SHA-1-Angriff: ct.de/ynvh



Erfolgreicher Angriff auf SHA-1: Bei der linken PDF-Datei ist der Hintergrund blau, rechts ist er rot – trotzdem kommt die gleiche SHA-1-Prüfsumme heraus.

Patch-Chaos bei Microsoft

Im Februar ließ Microsoft erstmals seinen Patchday ausfallen. Das Unternehmen erklärte kurz vor dem traditionellen Veröffentlichungstermin am zweiten Dienstag des Monats, dass man in letzter Minute auf ein Problem gestoßen sei. Die vorenthaltenen Patches für Windows & Co. sollen am 14. März erscheinen – also am regulären März-Patchday, der entsprechend umfangreicher ausfallen dürfte.

Unterdessen verschärfte sich die Situation für Windows-Nutzer durch zwei ungepatchte Schwachstellen (sogenannte Zero-Day-Lücken), welche das Google-Sicherheitsteam Project Zero öffentlich gemacht hat. Eine davon klafft in der Grafikbibliothek GDI des Windows-Kernels, die andere in Internet Explorer und Edge. Letztere Lücke kann ein Angreifer offenbar zum Einschleusen von Schadcode missbrauchen. In beiden Fällen hatte Microsoft vor der Bekanntmachung durch Google drei Monate Zeit, zu patchen. Nach wie vor klafft zudem die seit Anfang Februar bekannte Denial-of-Service-Lücke in der SMB-Bibliothek von Windows. Angreifer können sie ausnutzen, um Windows-Clients und -Server zum Absturz zu bringen.

(rei@ct.de)

Details zu den Zero-Day-Lücken: ct.de/ynvh

Erpressungs-Trojaner wohnt im UEFI

Auf der RSA Conference in San Francisco demonstrierten Sicherheitsforscher die Gefahren des Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) anhand eines besonders perfiden Erpressungs-Trojaners: Der zu Anschauungszwecken entwickelte Schädling nistet sich in das UEFI ein, um den Start des Rechners zu blockieren und eine Erpresser-Botschaft anzuzeigen. Nicht mal an die UEFI-Einstellungen kommt man mehr heran. Die Forscher infizierten ein Gigabyte-Mainboard (Intel Skylake), es sollen jedoch auch Mainboards anderer Hersteller angreifbar sein.

Der zur Demonstration verwendete Computer lief den Sicherheitsforschern zufolge mit einem vollständig gepatchten Windows 10 – die Schutzmechanismen Device Guard, Secure Boot und Virtual Secure Mode sollen ebenfalls aktiv gewesen sein. In der Live-Demo begann die Infektion mit einem präparierten Word-Dokument, das per Makros und Powershell einen Dropper herunterlud. Dieser wiederum zog den BIOS-Updater des Mainboard-Herstellers aus dem Netz und installierte ihn. An dieser Stelle wäre es in der Realität aber knifflig geworden, da ein potenzielles Opfer die Installation des Updaters bestätigen muss.

Mit nicht näher genannten Exploits umgingen die Sicherheitsforscher den Schreibschutz des Flash-Speichers und konnten so ihre um die Ransomware erweiterte Variante der Firmware auf das Mainboard flashen. Das funktionierte, weil der Update-Prozess die Firmware laut den Forschern nicht auf Integrität überprüft, keine der Komponenten sei digital signiert.

(Uli Ries/des@ct.de)

Prozessorgeflüster

Von Rap und Rock

AMD Ryzen war das herausragende Prozessor-Event der letzten Jahre, aber auch die Server-Prozessoren Naples und Skylake-EP werfen ihre Schatten voraus.

Von Andreas Stiller

Ob sie denn einen Ryzen-Rap auf Lager hätte, fragte ich AMD-Chefin Lisa Su etwas neckisch bei der Ryzen-Party im Grand Hyatt in San Francisco. Nein, sie wolle die Gäste nicht vergraulen, und lächelte dabei. Meine Frage spielte auf die letzten großen und ähnlich optimistischen AMD-Events an, nämlich diejenigen zur Einführung der 64-Bit-„Hammer“-Prozessoren. Damals im Herbst 2002 rockte AMD-Chef Hector Ruiz mit seiner Gitarre die Bude und spielte zusammen mit Rock-Ikone Slash „Knockin’ on Intel’s Door“ – oder so ähnlich. Auch 2005 bei der Premiere der ersten 64-bitigen Dual-Cores in New York kam man in den Genuss der Ruizschen Rockability. Und Ruiz heizte damit nicht nur den Gästen ein, sondern setzte mit den Athlon-64- und Opteron-Chips den Konkurrenten Intel mächtig unter Druck. Mit 64 Bit, mit integrierten Speicher-Controllern, schnellen HyperTransport-Links und mit Zwei-Kern-Prozessoren war AMD damals technologisch weit voraus. Intel musste wohl oder übel die eigenen 64-Bit-Erwei-

terungen einstampfen und AMD hinterherlaufen.

Weit voraus ist AMD inzwischen allerdings nicht mehr. Vielmehr musste die Firma jahrelang dem zwischenzeitlich in Fahrt gekommenen Konkurrenten hinterhertrotten, und so ging es jetzt erst einmal nicht ums Über-, sondern ums Aufholen. Um nachzuprüfen, ob das gelungen ist, blieben c’t nur zwei, drei Tage Zeit für die Benchmarks samt Artikel, und selbst da purzelten noch neue BIOSse rein. Für solche mehrtägigen Läufe wie bei SPEC CPU2006, etwa mit dem GCC 6.2, der bereits Zen-Optimierung kennt, reichte die Zeit schlichtweg nicht.

Angesichts des bedrohlich nahen Drucktermins dieser letzten verbleibenden großen Print-Computerzeitschrift – ja selbst Computerbild musste unlängst den Disclaimer „Europas Nr. 1“ von der Titelseite streichen, und in China, Indien oder Japan gibts offenbar nichts, was im IT-Bereich überhaupt jenseits der 100.000er Auflage läge – bekam ich von AMD immerhin gleich zwei Ryzen-Systeme vor Ort in die Hand gedrückt.

Nach den ersten Messungen siehts jedenfalls recht ordentlich aus (siehe S. 64), auch wenn längst nicht alles Gold ist. Wenn man die Ergebnisse dann aber in Relation zum Preis sieht, steht AMD in der jetzt vorgestellten Ryzen-7-Oberklasse meist blendend da – wie gut, dass man sich dort mit dem luxuriösen Xeon-Ab-

kömmeling Core i7-6900K mit acht Kernen vergleichen kann. Bei Ryzen 5 und 3 wird es dann wohl gegen den Core i5, i3 sowie Pentium und Celeron ein härterer Preiswettbewerb werden. Intel ist zudem an dem Punkt flexibel, hat bei den Preisen offenbar schon reagiert, wenn auch noch nicht selbst, aber über große Händler in den USA wie Micro Center. Fortan gibts den erwähnten Core i7-6900K für „nur“ noch 1000 US-Dollar. Das Kaby-Lake-Flaggschiff Core i7-7700K geht derweil für 299 US-Dollar über den Micro-Center-Ladentisch, 40 Dollar unter Intels Preisempfehlung.

Nachbarschaftshilfe

Dass der Linpack-Benchmark im Vergleich zu den Intel-Chips mit hochoptimiertem AVX2-Code mager aussehen würde, war klar, aber ganz so mager hatten wir es nicht erwartet – allerdings gibt es auch noch keinerlei Zen-optimierte Bibliotheken.

Intels eigener Linpack-Code schließt rigoros jedwede Nicht-Intel-Prozessoren aus – allerdings nicht bei uns, da hilft ein kleiner Patch, und schon läuft auch mit dem Nachbarn aus Sunnyvale, wenn auch nicht unbedingt optimal. Das mit dem Nachbarn kann man übrigens wörtlich nehmen, denn AMD zieht demnächst von Sunnyvale zum Santa Clara Square Complex um – nicht einmal 800 Meter von Intels Robert-Noyce-Building entfernt.

Zufälligerweise hat Intel just am Tag des Ryzen-Events einen neuen Linpack-Code 2017.2 herausgebracht, der noch ein bisschen fixer ist und etwa meinen Arbeitsplatzrechner mit dem kleinen Vierkerner Haswell Core i5-4570 mit 3,2 GHz auf über 150 GFlops bei 10k Gleichungen hievt. Bei Ryzen 7 1800X konnten wir bislang bei dieser Matrizengröße nur schlappe 85 GFlops bei 64-Bit-Code herauskitzeln, erstaunlicherweise etwas mehr bei altem SSE3-32-Bit-Code, nämlich 96 GFlops. Mit besserem Code ist da wohl noch viel Luft nach oben.



AMD-Chefin Lisa Su hat einen steinigen Weg hinter sich, nun will sie mit Ryzen zu neuen Horisonen.



Damals beim Launch der Hammer-Prozessoren griff AMD-CEO Hector Ruiz frohgemut selbst in die Saiten.

Immerhin sind auch die Zen-Nachfolger schon weit fortgeschritten: Zen 2 wurde parallel zu Zen entwickelt und nähert sich der Prototyp-Phase und Zen 3 ist auch schon längst in Arbeit – da kann man noch allerhand erwarten. Von Intel allerdings auch, und das trifft vor allem für den Serverbereich zu. AMDs für diesen Markt vorgesehener 32-Kerner mit Codenamen Naples soll vor allem mit seiner Speicher-Performance dank seiner acht Speicherkanäle punkten. Offiziell ist es nicht bestätigt, aber vermutlich verteilen sich die Kerne auf vier Dies in einem Multichip-Modul, intern und extern verknüpft über das Infinity-Fabric, das AMD im letzten Jahr auf dem Tech Summit 2016 vorgestellt hatte. Dabei handelt es sich um eine Cache-kohärente Weiterentwicklung von HyperTransport – und sicherlich immer noch mit dem A20-Gate im Protokoll ...

In die Zange

In der zweiten Märzwoche beginnt in San Francisco der Open Compute Summit 2017 – und AMD als Silbersponsor hält mehrere Vorträge über Naples, das lässt auf mehr Informationen hoffen. Herauskommen soll Naples dann irgendwann gegen Ende des zweiten Quartals.

Da wäre etwa die Anfang Juni tagende Computex in Taiwan, aber die ist für Server nicht wirklich die richtige Umgebung – so bietet sich die etwas später stattfindende ISC 2017 in Frankfurt als Premierenplattform an. Vielleicht wird ebendort zudem Cavium seinen ThunderX-2 mit bis zu 54 ARM64-Kernen präsentieren, sodass Intel wie ein Frankfurter Würstchen von zwei Seiten in die Zange genommen wird.

Aber Intel hat mit dem Skylake-EP was Mächtiges zum Kontern. Dessen offizieller Launch als Xeon E5-2600v5 wird zwar noch ein bisschen auf sich warten lassen, aber Intel hat bereits an Großkunden wie Google, Facebook und Microsoft zuhauf Skylake-EP-Hardware ausgeliefert. Der Skylake-EP unterscheidet sich ja nicht nur durch viel mehr Kerne – bis hinauf zu 28, die irgendwo mal kolportierten 32 Kerne sind nur eine Schimäre –, sondern auch durch die Erweiterung auf 512-bittige AVX-Einheiten mit 32 doppeltgenauen Flops (Fused Multiply Add) pro Takt und Kern von dem nur 256-bittigen Desktop-Kollegen (16 Flops/Takt).

Google hat als erster angekündigt, dass man den Skylake-EP mit seiner AVX512-Vektorerweiterung schon im März in der Google Cloud Platform offerieren werde. Mehr dazu soll man in der zweiten Märzwoche auf der Google Cloud Next in San Francisco erfahren – während die Kollegen parallel dazu auf dem Open Compute Summit in Santa Clara die 48-Volt-OpenPower-Plattform vorstellen. Komisch, dass Google dort gar nicht als Sponsor auftritt, ganz im Unterschied zu den anderen Cloud-Giganten Facebook und Microsoft, die neben Intel als Platin-Sponsoren fungieren – und auch die dürften ihre Skylake-EP-Angebote präsentieren, etwa das Projekt Olympus für die Azure-Cloud. Viel los also in der Bay Area, da hätte ich ja gleich dableiben können. (as@ct.de) **ct**



Hübsch und stabil sehen sie aus, die Holzkisten für die Ryzen-Systeme – nur wie kriegt man die ins Handgepäck in die Economy-Class?

Anzeige

Apple wehrt sich gegen Recht auf Reparatur

In einigen US-Bundesstaaten könnten Hersteller verpflichtet werden, Originalersatzteile auch an Endkunden zu liefern. Apple stößt der Plan anscheinend sauer auf.



Nebraska ist einer von acht US-Bundesstaaten, die ein Gesetz in Erwägung ziehen, das Hersteller dazu verpflichtet, ihre Originalersatzteile auch an Endkunden und unabhängige Dienstleister zu verkaufen sowie Diagnose- und Reparaturanleitungen zu veröffentlichen. Nun wurde publik, dass sich Apple zumindest in Nebraska gegen die Gesetzesvorlage für ein „Recht auf Reparatur“ stellt: Laut Medienberichten habe ein Apple-Mitarbeiter versucht, die Parlamentarierin Lydia Brasch umzustimmen, die für die Gesetzesvorlage stimmen will.

Der iPhone-Hersteller behauptet, Nebraska würde durch das „Right to Repair“ zu einem Mekka für Hacker werden, gab Brasch an. Außerdem habe Apple angeführt, eine unsachgemäße Reparatur durch den Nutzer könne Akkus in Brand setzen und es gebe bereits genug autorisierte Orte, die iPhones reparieren. Brasch erklärte, sie habe sich ursprünglich für das Recht auf Reparatur eingesetzt, weil es für Bauern problematisch sei, ihre Traktoren nur noch von autorisierten John-Deere-Händlern reparieren lassen zu können. Aber es sei auch wichtig, Unterhaltungselektronik selbst reparieren zu können. Apple habe jedoch gefordert: „Nehmen Sie einfach den Telefon-Teil aus der Gesetzesvorlage und wir verschwinden“.

Apple gibt Originalersatzteile und Reparaturanleitungen nur an die eigenen Retail Stores sowie autorisierte Händler heraus. Für Anfang März ist eine Anhörung angesetzt, bei der Apple offenbar ebenfalls Stellung gegen die Gesetzesvorlage beziehen will. Den Anstoß zur Gesetzesvorlage gab Repair.org, ein Handelsverband unabhängiger Reparaturläden. Repair.org sieht sich durch die Maßnahmen der Hersteller benachteiligt. Der Verband konnte etliche Parlamentarier von seiner Absicht überzeugen. (dz@ct.de)

Remote Desktop sichert Client-Verbindungen besser ab

Die Admin-App der Fernwartungs-Suite Apple Remote Desktop liegt nun in Version 3.9 vor. Hauptmerkmal ist eine höhere Verbindungssicherheit zu Clients, die mindestens Yosemite einsetzen (OS X 10.10.5), teilte der Hersteller mit. Für den Zugriff auf Macs mit OS-X-Versionen bis zurück zu Mountain Lion (OS X 10.8) gibt es einen neuen Kompatibilitätsmodus.

Administratoren können Listen aller verwalteten Macs mit sämtlicher Anmeldedaten verschlüsselt exportieren und importieren sowie mit einem Hilfszeiger auf Objekte deuten, die auf dem Display des verwalteten Macs zu sehen sind. Die Version 3.9 macht außerdem Gebrauch von der Touch Bar des 2016er MacBook Pro.

Die Admin-App der Fernwartungs-Software verkauft Apple im Mac App Store für 80 Euro, das Update auf Version 3.9 ist für Bestandskunden kostenlos. Ebenfalls auf Version 3.9 wurde der auf Macs ab Werk eingerichtete Remote-Desktop-Client aktualisiert. (dz@ct.de)

Erste Überwachungskamera mit Apple HomeKit

Vom Zubehörspezialisten D-Link stammt die gemäß Apples HomeKit-Spezifikation entwickelte Heimüberwachungskamera. Die Omna 180 Cam HD enthält ein Weitwinkelobjektiv mit 180-Grad-Öffnung, liefert Bilder mit 1920 × 1080 Pixeln und bringt eine Infrarot-LED für den Nachtsichtmodus mit, die bis zu fünf Meter weit ausleuchtet. Audio-Signale nimmt sie stereo auf und Daten speichert sie auf einer optionalen MicroSD-Karte von maximal 128 GByte Kapazität.

Für die Steuerung über WLAN nutzt man entweder eine von D-Link für das iPhone und iPad entwickelte App oder Apples hauseigene HomeKit-Software. Man kann die Kamera mit ihrer Bewegungserkennung in Steuerungsszenen integrieren und so beispielsweise automatisch das Licht einschalten lassen, wenn jemand den überwachten Raum betritt. Die D-Link 180 Cam HD kostet 230 Euro. (dz@ct.de)



Für HomeKit ausgelegt und mit Infrarot-LED an Bord: die Überwachungskamera Omna 180 Cam HD von D-Link

Apple-Notizen

Laut einem von Apple eingereichten **Patentantrag für kleine Stromgeneratoren** könnte man Akkus künftig wahlweise magnetisch oder mechanisch durch Aufziehen laden. In Frage kommen die connector-free magnetic charger/winder laut Apple für Smartwatches, Smartphones und sogar Tablets.

Apples diesjährige Entwicklerkonferenz **WWDC findet vom 5. bis zum 9. Juni** im kalifornischen San José statt. Tickets kosten rund 1600 US-Dollar und sind nur im Losverfahren erhältlich, das Ende März beginnt.

Anzeige

„Killer“-Stick beschädigt Geräte mit USB- und Lightning-Ports

Die Firma USBKill aus Hongkong verkauft für rund 60 Euro ein angebliches Testwerkzeug für Geräte mit USB- oder Apple-Lightning-Buchsen, das Hardware-Schäden verursachen kann. Der Name USBKill v3 deutet schon an, dass böswillige Käufer es zur Beschädigung von IT-Geräten gutgläubiger Besitzer verwenden können. Um das zu erleichtern, gibt es den USBKill v3, der äußerlich einem USB-Stick gleicht, auch ohne Aufdruck oder andere Kennzeichnung.

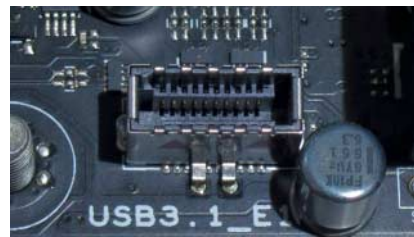
Der Hersteller beschreibt den USBKill v3 auch als ESD-Tester: Derartige Prüfgeräte erzeugen Spannungsimpulse, um Schutzschaltungen gegen elektrostatische Entladungen (Electro-Static Discharge, ESD) zu testen. Externe Schnittstellen wie USB, Lightning oder auch RS-232 müssen gewisse Normen in Bezug auf ESD erfüllen; Firmen wie NXP und TI liefern dazu passende Schutzbausteine.

USBKill v3 erzeugt jedoch negative Impulse mit über 200 Volt Spannung und relativ hoher Energie, um Geräte zu zerstören – sogar solche mit (zu schwachem) ESD-Schutz. Ähnlich wie ein elektronisches Blitzgerät für Fotografen lädt USBKill dazu aus der 5-Volt-Versorgung des USB interne Kondensatoren auf, die der Stick dann schlagartig in die Datenleitungen des USB- oder Lightning-Anschlusses entlädt. Man kann deshalb nur den alten Tipp in Erinnerung rufen, niemals fragwürdige Speichermedien oder andere Peripheriegeräte unbekannter Herkunft an Notebooks, PCs, Smartphones, Tablets anzuschließen. (ciw@ct.de)



Vorsicht: Der vermeintliche USB-Stick namens USBKill V3 kann Geräte mit (Micro-)USB- oder Lightning-Buchsen zerstören.

Mainboard-Buchse für USB-3.1-Frontanschlüsse



Auf aktuellen PC-Mainboards findet man den neuen USB-Frontpanel-Anschluss für USB 3.1 bereits.

Desktop-PC-Mainboards besitzen viele externe Anschlüsse im Bereich des standardisierten ATX-I/O-Bereichs – doch der liegt beim fertigen PC hinten am Gehäuse, das wiederum oft unter dem Schreibtisch steht. USB-Buchsen für Wechselmedien und zum Laden von Smartphones hätte man lieber vorne oder oben am PC-Gehäuse. Diese Buchsen werden über eine Kabelverbindung ans Mainboard angeschlossen.

Für USB 3.0 hatte sich ein simpler Pfostenstecker mit 19 Kontaktstiften etabliert. Der mit USB 3.1 eingeführte Übertragungsmodus SuperSpeedPlus mit 10 GBit/s funktioniert bei diesem Ansatz aber nicht zuverlässig, weil der Pfostenstecker die extrem hohen Signalfrequenzen stört. Daher hat das USB Implementers Forum im „USB 3.1 Front-Panel internal Cable and Connector Implementation Document“ zwei neue Buchsen mit 20 oder 40 Kontakten spezifiziert, die mit Blech abgeschirmt werden können. Eine solche Abschirmung soll vor allem in kleinen PC-Gehäusen helfen, Störungen zwischen den USB-3.1-Signalen und WLAN beziehungsweise Bluetooth zu vermeiden.

Die 20-polige Buchse kommt in zwei Ausführungen vor: in der Version „Key A“ für entweder eine USB-C-Buchse oder eine USB-A-Buchse sowie in der Version „Key B“ für zwei USB-Typ-A-Buchsen. Es hängt also vom jeweiligen Mainboard ab, wie viele Buchsen welchen Typs sich am Frontpanel anschließen lassen. Die 40-polige Buchse hat genügend Kontakte für die Signale zweier Typ-C-Buchsen, lässt sich aber auch für zwei A-Buchsen nutzen.

Es ist schwierig, in der Spezifikation äußerliche Unterschiede zwischen den A- und B-Versionen der 20-poligen Buchse zu erkennen. Anscheinend soll die B-kodierte Buchse an einer Längsseite außen einen Markierpfeil aufweisen, die A-Buchse hingegen nicht. Die im Foto gezeigte Buchse auf einem Asus-Mainboard ist jedoch mit zwei Pfeilen markiert. (ciw@ct.de)

USB-Verriegelung

Um die unerwünschte Nutzung von USB-Buchsen zu erschweren, bieten mehrere Hersteller sogenannte USB-Schlösser an: Das sind Blindstecker, die sich mit passenden Schlüsseln in der Buchse verriegeln lassen. Die Firma Lindy verkauft Sets aus jeweils vier farbkodierten Stopfen und einem Schlüssel, der nur zur jeweiligen Farbe – Rot, Blau, Grün, Orange, Weiß – passt, für 22 Euro. 10 weitere Stopfen ohne Schlüssel kosten jeweils 17 Euro. (ciw@ct.de)

Die USB-Schlösser von Lindy erschweren es, Stecker in USB-Buchsen zu stöpseln.



Epson PaperLab: Europa-Premiere auf der CeBIT



Das Epson PaperLab zerkleinert Altpapier und produziert daraus in einem Trockenprozess pro Minute bis zu 14 A4-Blätter frisches Druckerpapier.

Druckerhersteller Epson will auf der CeBIT 2017 seine Papier-Recycling-Maschine „PaperLab“ erstmals in Europa zeigen. Epson-Präsident Minoru Usui will das kompakte System in Hannover persönlich vorstellen.

Das für Büros und Behörden gedachte PaperLab misst etwa 2,6 Meter in der Breite, 1,2 Meter in der Tiefe und ist 1,8 Meter hoch. Das System vernichtet vertrauliche Dokumente besonders sicher, da sie nicht nur geschreddert, sondern komplett zerkleinert werden. Die Fasern werden anschließend mit einem Bindemittel und weiteren Hilfsstoffen versetzt. Die genaue Zusammensetzung lässt sich einstellen und so Bindungsstärke, Weißgrad, Farbe, Flammbeständigkeit und sogar Duft bestimmen.

Im finalen Verarbeitungsschritt formt das PaperLab daraus neues Papier bis zur Größe DIN A3. Je nach gewählter Papierstärke produziert das System Normalpapier oder dickes Papier etwa für Visitenkarten.

Der komplette Prozess kommt fast ohne Wasser aus. Anders als beim industriellen Papier-Recycling, das viel Wasser verbraucht – für ein A4-Blatt etwa eine Tasse –, setzt Epson auf eine spezielle Trockenfaser-Technik. Das PaperLab braucht nur zur Konstanthaltung der Luftfeuchtigkeit einen kleinen Wassertank.

Der gesamte Prozess verläuft rasch, da längere Trockenzeiten entfallen: Schon drei Minuten nach Befüllen des Altpapierschachts kann das erste wiederaufbereitete Blatt entnommen werden. Pro Minute soll das PaperLab 14 Blatt A4-Normalpapier herstellen; in einem Acht-Stunden-Tag wären das 6720 Blatt.

Ökonomisch und ökologisch bietet Epsons dezentrale Wiederaufbereitungsanlage zahlreiche Vorteile: Vertrauliche Drucksachen brauchen das Unternehmensgelände nicht mehr zu verlassen, Großlager und zahlreiche Transportwege entfallen. Das verbessert besonders die CO₂-Bilanz. Im vergangenen Jahr hatte Epson seinen Umweltplan 2050 vorgestellt, der bis dahin eine Reduzierung der CO₂-Emissionen aller Epson-Produkte um 90 Prozent vorsieht.

Zur Lieferbarkeit des PaperLab hat der Hersteller noch wenig Angaben gemacht: Das System soll marktreif sein und „in Kürze“ auf den japanischen Markt kommen. Wahrscheinlich wird Minoru Usui auf der CeBIT aber mehr zur Strategie für Europa und den Weltmarkt sagen. (rop@ct.de)

Helle OLED-Fernseher, weiterhin 3D

Vor zweieinhalb Jahren stellte Panasonic auf der IFA seinen ersten OLED-Fernseher vor, ein gebogenes Designerstück mit Alcantara-bezogenem Rücken. Inzwischen wurde das Outfit – superschlankes Display mit extrem schmaler Einfassung – dem üblichen Stil angepasst. Den 65-Zöller aus der EZW-Serie hat Panasonic um eine 77-Zoll-Variante mit 1,95 Meter Bild diagonale und 4K-Auflösung (3840 × 2160 Pixel) ergänzt.

Das Besondere an den TVs aus der EZW1004-Serie: Sie decken laut Hersteller den DCI-P3-Farbraum fast vollständig ab und erreichen in der Spitze 1000 cd/m². Bei den ebenfalls aktualisierten EZ9504er-Modellen sind es 450 cd/m². Von den satten Farben und der hohen Spitzenhelligkeit profitiert die Darstellung insbesondere bei der Wiedergabe von Hochkontrastformaten wie HDR10. Das konkurrierende Dolby-Vision-Format beherrschen die OLED-Fernseher von Panasonic indes nicht. Dafür unterstützen sie das HDR-Format Hybrid-Log Gamma (HLG), das TV-Sender wie Sky künftig zur Übertragung kontrast- und farbstarker TV-Videobilder nutzen wollen.

Fans von 4K-HDR-Spielen möchte Panasonic mit einem speziellen Modus beglücken, der den TVs besonders geringe Latenzen beschert – kurze Schaltzeiten sind ohnehin die Spezialität organischer Displays, optimiert werden hier Verzerrungen durch die Bildaufbereitung.

Während die OLED-Fernseher keine 3D-Wiedergabe beherrschen, hält Panasonic der dreidimensionalen Darstellung mit aktiven 3D-Shutterbrillen bei den LCD-TVs die Treue. Damit zählt das Unternehmen zu den ganz wenigen Herstellern, die 3D-TVs anbieten. Zwar würde sich das passive 3D-Format mit billigen 3D-Polfilterbrillen für die OLEDs geradezu anbieten. Doch das dürfte ganz einfach an den Kosten gescheitert sein: Panasonic müsste die ultrahochoauflösenden OLEDs mit einer zusätzlichen Polarisationsfolie beschichten, die pixelgenau aufgebracht werden muss. Diese Folie wäre zum einen sehr teuer und würde zum anderen die Schirmleuchtdichte verringern – was sich im HDR-Zeitalter quasi von selbst verbietet.

Das 65-Zoll-Modell des EZW1004 will Panasonic ab Ende Mai für stolze 7000 Euro anbieten, was das 77-Zoll-Modell kostet und zu wann man es kaufen kann, gab der Hersteller noch nicht bekannt. Die etwas kostengünstigeren Modelle aus der EZ954-Serie sollen ab Juni mit 65-Zoll-Diagonale für 5500 Euro und mit 55 Zoll für 4000 Euro zu haben sein. (uk@ct.de)

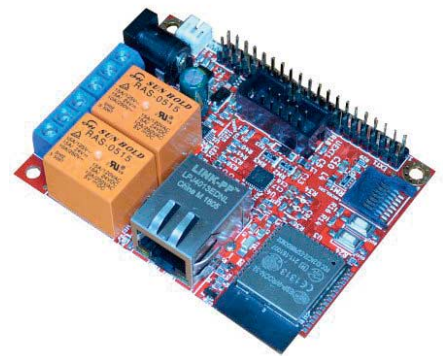
Die OLED-Fernseher aus Panasonics EZW1004er-Reihe sind besonders leucht- und farbstark, allerdings auch besonders teuer.



IoT-Bastelplatine mit Ethernet

Olimex hat eine neue Bastelplatine für IoT-Anwendungen angekündigt. Kern des ESP32-EVB ist der von einem Dual-Core-Prozessor mit 240 MHz getriebene ESP32. Der Mikrocontroller hat neben Schnittstellen wie SPI, UART, I²C, I²S und UART die Funkstandards WLAN und Bluetooth (LE) an Board. Buchsen für externe Antennen fehlen. Alle anderen Schnittstellen sind über einen 40-Pin-GPIO-Header herausgeführt. Der ESP32 ist mit 16 MByte Speicher ausgerüstet und lässt sich mit MicroSD-Karten erweitern. Der erforderliche Slot ist auf der Platine aufgelötet.

Zwei Relais schalten bis zu 10 Ampere bei 250 Volt Wechselspannung. Besonders für IoT-Platinen ist die 100-MBit-Ethernet-Schnittstelle. Um Spannungsausfälle zu überbrücken, hat das Board einen Akkuanschluss mit Lade-



Mit vielen GPIOs, einem Ethernet-Port und zwei Relais bietet der ESP32-EVB vielfältige Möglichkeiten für IoT-Projekte.

regler. Im Online-Shop von Olimex ist das ESP32-EVB für 22 Euro gelistet, jedoch noch nicht verfügbar. Ein Liefertermin steht nicht fest. (amo@ct.de)

Anzeige

Asus Tinker Board bei deutschen Händlern

Der Raspberry-Pi-3-Konkurrent Asus Tinker Board ist jetzt bei hiesigen Online-Händlern ab etwa 60 Euro zu haben. Doch im Vergleich zur Vorankündigung beim Distributor Farnell gibt es einige wichtige Änderungen bei den Funktionen: So liefert das Tinker Board etwa keine HDMI-2.0-Signale, sondern die 4K-Auflösung 3840 × 2160 per HDMI 1.4 mit höchstens 30 Hz Bildwiederholrate. Und diese Auflösung wird von der ARM-Mali-GPU im Rockchip RK3288 auch nicht vollständig berechnet, sondern nur aus einem Full-HD-Bild hochskaliert. Immerhin soll der eingebaute Video-Decoder auch 4K-Videos verarbeiten können.

Einen Treiber für diesen Decoder hat Asus aber noch nicht fertig, sondern will ihn für das hauseigene TinkerOS, ein angepasstes Debian, später nachliefern.

In einer FAQ auf der Support-Webseite zum Tinker Board klärt Asus noch viele weitere Fragen und verspricht, dass die vier Cortex-A17-Kerne im RK3288 im Vergleich zum BCM2837 des Raspi 3 „nahezu doppelte Geschwindigkeit“ liefern. Auch sonst verspricht das deutlich teurere Tinker Board einige relevante Vorteile gegenüber dem Raspi 3: 2 statt 1 GByte RAM, Gigabit- statt Fast-Ethernet, HEVC-Decoder in Hardware und eine stärkere GPU (ARM Mali T760 MP4). (ciw@ct.de)



Das Asus Tinker Board hat doppelt so viel RAM wie der Raspberry Pi 3 und GbE.

Intel bringt Atom C3000 für Server und Netzwerkgeräte

Mit dem Atom S1200 stellte Intel 2012 seine ersten abgespeckten Systems-on-Chips (SoC) für Mikroserver, Business-NAS und Netzwerkgeräte wie Router, Firewalls und Switches vor. Später folgte der Atom C2000 „Avoton“, der zurzeit mit erhöhten Ausfallraten von sich reden macht. Nun ist mit dem Atom C3338 ein erster Vertreter der Familie Atom C3000 alias Denverton aufgetaucht, unter anderem auf dem Supermicro-Mainboard A2SDi-2C-HLN4F im Mini-ITX-Format und im NetGear-Netzwerkspeicher ReadyNAS RN422.

Der Atom C3338 hat lediglich zwei CPU-Kerne und soll OEM-Hersteller nur 27 US-Dollar kosten. Das erst für Mitte 2017 erwartete Flaggschiff Atom C3958 mit 16 CPU-Kernen dürfte wesentlich

teurer werden, doch dafür nennt Intel noch keine Preise. Die Denvertons vereinen CPU-Kerne mit Controllern für SATA (bis zu 16 Ports), USB 3.0 und mehrere PCIe-3.0-Lanes. Der eingebaute Ethernet-Controller hat vier Ports, die sich je nach Denverton-Version mit 1, 2,5 oder 10 GBit/s nutzen lassen. Die CPU-Kerne gehören vermutlich zur „Goldmont“-Generation, die auch in Apollo Lake (Atom E3900, Celeron N3455) steckt und deutlich mehr leistet als frühere Atom-Cores.

Intel hat auch neue Versionen des Xeon D-1500 angekündigt, dessen Broadwell-DE-Kerne mehr leisten als die Kerne des Atom C3000. Die neuen Xeon-D-Typen besitzen vier statt höchstens zwei 10GbE-Ports. (ciw@ct.de)



Außer dem Atom C3000 kündigt Intel auch erweiterte Versionen des Xeon D-1500 an.

Anzeige

Toshibas spaltet Speichersparte ab

Toshiba braucht dringend Geld. Ein Teil seiner Chip-Sparte steht bereits seit einigen Wochen zum Verkauf; Interessenten sind neben Fertigungspartner WD auch andere Chip-Hersteller sowie Finanzinvestoren. Ein Verkauf an WD oder andere Chiphersteller ist jedoch aufgrund kartellrechtlicher Schwierigkeiten unwahrscheinlich, denn Toshiba will das Geschäft bis Ende März abschließen – das dürfte in der kurzen Zeit kaum abzuklären sein.

Nun hat das Unternehmen angekündigt, die Chip-Sparte aus dem Unternehmen auszugliedern. Fast gleichzeitig mehren sich die Gerüchte, dass Toshiba

einen Mehrheitsanteil verkaufen möchte, wenn nicht gar das gesamte Paket. Der Verkauf soll mehr als 8 Milliarden Euro einbringen.

Die Entwicklung geht aber trotz der finanziellen Schwierigkeiten voran. Toshiba hat nach eigenen Angaben erste Muster eines 64-Lagen-Flash-Die mit 512 GBit Speicherkapazität an Partner ausgeliefert. Da solche Dies üblicherweise in 16 Lagen gestapelt werden, erreicht ein einzelner Chip eine Kapazität von 1 Terabyte. Samsung und Micron arbeiten ebenfalls an Dies mit 64 Lagen Flash; SK Hynix will sogar 72 Flash-Lagen auf einem Die unterbringen. (ll@ct.de)

Günstiges NAS mit 10-Gigabit-Ethernet

Das 4-Bay-NAS TS-431X von QNAP drückt den Einstandspreis für Netzwerkspeicher mit 10-Gigabit-Ethernet-Option: Es ist bei manchen Händlern schon für weniger als 400 Euro bestellbar. Bei passender Plattenbestückung soll das Gerät 956 MByte/s über seinen SFP+-Port liefern. Mit AES-256-verschlüsselten Volumes schafft das Gerät laut Hersteller noch 312 MByte/s Leserate.

Den Datenumschlag erledigt ein Annapurna-Labs-Prozessor Alpine AL-212 (Dual-Core mit 1,7 GHz), dem 2 GByte RAM zur Seite stehen. Außer dem SFP+-Slot für Direct-Attach-Kabel oder Glasfaser-Module hat das Gerät noch zwei Gigabit-Ethernet-Ports und drei USB-3.0-Anschlüsse. Die TS-x31X-Serie gibt es auch mit 8 Laufwerksschächten, mit 8 GByte RAM und als XU-Typen auch für Gestellmontage im Serverraum, dann mit maximal 12 Slots. Zum Atom-Bug (siehe unten) erklärt sich QNAP übrigens für nicht betroffen, weil C2000er-Atoms in keinem Modell verbaut werden.



Der Netzwerkspeicher TS-431X soll über seinen SFP+-Port Daten mit knapp 1000 MByte/s liefern – wenn die Platten mitspielen.

Atom-Bug in weiterer Netzwerk-Hardware

Ein Fehler in Intel-Prozessoren der Atom-C2000-Familie sorgte bereits für Ausfälle bei Cisco-Systemen (c't 5/17). Auch Netzwerkkomponenten von HPE (Hewlett-Packard Enterprise) und Juniper sollen betroffen sein. Während HPE sich bedeckt hält, nennt Juniper die Serien (siehe c't-Link unten).

Nun macht sich der Bug in weiteren Gerätetypen bemerkbar: Der NAS-Hersteller Synology gibt für seine mit dem Atom C2538 bestückten Netzwerkspeicher DS415+, DS1515+, DS1815+, DS2415+, RS815(RP)+ und RS2416(RP)+ an, dass der Fehler nur nach „anhaltender hoher Auslastung“ aufträte. Datenverluste oder Sicherheitsrisiken seien nicht zu befürchten. Synology verlängert gleichwohl die Garantie um ein Jahr.

Netgear hat gegenüber c't bestätigt, dass die fehlerträchtigen CPUs in den Netzwerkspeichern ReadyNAS 3130 und ReadyNAS 3138 sowie in den WLAN-Controllern WC7500 und WC7600v2 stecken. Die Firma untersucht noch, wie hoch das Ausfallrisiko ist. Netgear Deutschland geht von einer sehr kulanten Regelung für die Kunden aus. (amo@ct.de, ea@ct.de)

Atom-Bug bei Juniper, PuTTY 0.68: ct.de/y9wu

Netzwerkanalysator für 10/40-GBit-Ethernet

Die Leipziger Allegro Packets GmbH hat ihren portablen Netzwerkanalysator Allegro Network Multimeter in einer Version für 10- und 40-GBit/s-Ethernet herausgebracht. So soll das Gerät im Fotobuch-Format nun auch für große Installationen bis etwa 12.000 Netzwerk-Hosts taugen. Außerdem beherrscht das Network Multimeter jetzt die Analyse von Sprachverbindungen (VoIP). (ea@ct.de)

Gigabit-Firewalls für Unternehmen

Zur Hausmesse Cisco Live, die im Februar in Berlin stattfand, hat der Netzwerkhersteller seine neue Firewall-Serie Firepower 2100 vorgestellt. Die vier Geräte sollen kleine und mittlere Unternehmen schützen, indem sie ihren Datenverkehr in Echtzeit filtern.

Das kleinste Modell 2110 schafft laut Hersteller bis zu 1900 MBit/s, die größte Ausführung namens 2140 dann 8500 MBit/s. Ab der Version 2130 gibt es optional 10-GBit/s-Ports (SFP+). Mit 1 bis 3,5 Millionen gleichzeitiger Verbindungen dürften die 2100er-Firewalls auch für größere Firmen genügen. Dabei läuft die Layer-2- (MAC) und Layer-3-Analyse (IP) auf einem spezialisierten Netzwerkprozessor, während sich eine x86-Multi-Core-CPU um das Aufspüren von Zugriffsmustern kümmert, die typisch für Angriffe sind (Threat Detection). (ea@ct.de)



Die Firewalls der Serie Cisco Firepower 2100 sollen den Datenverkehr von kleinen und mittleren Unternehmen in Echtzeit mit 1,9 bis 8,5 GBit/s kontrollieren.

Netz-Notizen

Der SSH/Telnet-Client PuTTY ist in Version 0.68 erschienen (siehe c't-Link). Damit gibt es erstmals eine 64-Bit-Umsetzung für Windows. Außerdem hat PuTTY Elliptic Curve Cryptography (ECC) dazugelernt. Ferner wurden Bugs behoben.

Zyxel hat sein WLAN-Portfolio mit zwei Repeatern aufgefrischt: Das Modell WRE6606 ist neu, während das WRE6505 eine Revision auf Version 2 erfuhr. Beide arbeiten gleichzeitig auf 2,4 und 5 GHz. Der 6606 funkt mit 2 MIMO-Streams in beiden Bändern (300/867 MBit/s brutto), während der 6505 nur 2 + 1 nutzt (300/433 MBit/s).

TP-Link erweitert die Cloud-Anbindung für einige Router: Zunächst kommt automatische Firmware-Aktualisierung. Im zweiten Schritt folgt Remote-Management per App und der firmeneigene DynDNS-Dienst TP-Link DDNS.

Agenten-Game „Hitman“ auf Linux portiert

Das als Serie veröffentlichte Action-Spiel „Hitman“ des dänischen Entwicklerstudios IO Interactive ist jetzt auch für Linux erhältlich. Die Portierung übernahm der Publisher Feral Interactive, der bereits „Life is strange“ und „Tomb Raider“ auf die Linux-Plattform brachte.

In „Hitman“ gilt es, als Agent 47 unauffällig sein Ziel zu erreichen. Die sechs verschiedenen Episoden spielen dabei an unterschiedlichen Orten, haben eigene Missionsziele und Herausforderungen. Ob frontales Shooter-Vorgehen oder schleichend im Stealth-Modus: Welche Taktik die beste ist, muss der Spieler oder die Spielerin selbst herausfinden.

Als Systemvoraussetzungen empfiehlt Feral Interactive einen Intel Core i7 3770 mit 3,4 GHz, 16 GByte RAM sowie eine Nvidia GeForce GTX 970 (4 GByte) oder eine vergleichbare AMD-Grafikkarte. Für Nvidia-Karten ist der proprietäre Treiber in Version 375.26 notwendig, AMD-Grafikkarten benötigen Mesa 13.0.3 oder neuer. Intel-Grafikkarten unterstützen dieses Release nicht. (lmd@ct.de)



Bild: Feral Interactive

Auch Linux-Anwender können nun als Auftragskiller in „Hitman“ schleichend oder kämpfend die Missionsziele erreichen.

Root-Lücke im Linux-Kernel geschlossen

Die Entwickler des Linux-Kernels haben einen lokalen Root-Exploit geschlossen, der auf einen Speicherverarbeitungsfehler im Netzwerk-Stack zurückgeht (CVE-2017-6074). Der Sicherheitsforscher, der die Lücke entdeckte, hatte sie kurz zuvor öffentlich gemacht. Auf betroffenen Systemen führt ein Speicherverarbeitungsfehler dazu, dass lokale Benutzer sich Admin-Rechte erschleichen können. Die großen Linux-Distributionen beheben das Problem derzeit mit einem Patch, der als Update verteilt wird.

Die Lücke steckt in der Umsetzung des DCCP-Protokolls; Linux-Distributionen sind nur angreifbar, wenn ihr Kernel mit der Option CONFIG_IP_DCCP kompiliert wurde. Das ist bei vielen aktuellen Distributionen der Fall. Ein lokaler Angreifer ohne Admin-Rechte kann die Lücke missbrauchen, um sich Systemrechte zu erschleichen. Das ist zum Beispiel von Interesse, wenn er über eine Lücke von außen in das System eingebrochen ist, aber nur reguläre Nutzerrechte ergattern konnte. (fab@ct.de)

Linux-Notizen

Valve Software hat die offizielle Betaphase für **Steam-VR für Linux** eingeläutet. Zum Test der Entwicklerversion sind der aktuelle Steam-Beta-Client nötig sowie der Nvidia-Treiber 375.27.10 „Developer Beta“ beziehungsweise ein aktueller Build des Open-Source-radv-Treibers (Mesa). Steam-VR für Linux nutzt ausschließlich Vulkan.

Das Wartungs-Release **KDE Plasma 5.8.6 LTS** versorgt die langzeitunterstützte 5.8-Variante des Plasma-Desktops mit einer Reihe von Bugfixes für verschiedene Komponenten und kleinen Verbesserungen.

Anzeige

Der Videospiel-Transformer

Spielkonsole Nintendo Switch getestet



Die Switch will mobile und stationäre Spielkonsole zugleich sein. Wir haben ausprobiert, ob diese Kreuzung gut geht und wie sich die Hybrid-Konsole draußen im Park und auf dem Sofa schlägt.

Von Dennis Schirmacher

Wie schon Nintendos Wii-U-Konsole kommt die Switch als Tablet daher. Anders als der Vorgänger beinhaltet die Switch jedoch die komplette Technik zum Berechnen von Videospielen. So kann man nicht nur zuhause zocken, sondern auch mobil. Bei der Wii U ist die stationäre Basisstation als Recheneinheit zwingend nötig und das Tablet funktioniert nur in einem begrenzten Radius rund um die Station.

Dieses Konzept war durchaus spannend, ist mit weltweit 14 Millionen verkauften Einheiten im Vergleich zur Wii aber gefloppt: Davon hat Nintendo über 100 Millionen Einheiten abgesetzt. Der Erfolg der Ur-Wii geht zu einem großen

Teil auf die Bewegungsteuerung zurück, die Nintendo mit kreativen Spielen salonfähig gemacht hat. Damit hatte der Hersteller gänzlich neue Zielgruppen erschlossen. Ob die Switch abermals mit einem spannenden Konzept an diese Erfolge anknüpfen kann, ist ungewiss. Eins ist aber schon jetzt klar: Erfolgreich wird die Hybrid-Konsole nur, wenn der mobile und stationäre Einsatz keine Kompromisse verlangt und reibungslos klappt. Dabei muss natürlich auch das Spieleangebot stimmen. Titel und Zubehör der Wii und Wii U funktionieren nicht. Derzeit sind zwar bereits mehr als 60 Titel für die Switch angekündigt – die potenziellen Hochkaräter kann man jedoch an zwei Händen abzählen. Dabei handelt es sich meist um von Nintendo entwickelte Titel, wie etwa das zum Launch erhältliche „The Legend of Zelda: Breath of the Wild“ und das für Ende dieses Jahres angekündigte „Super Mario Odyssey“.

Herzstück

Das Tablet ist mit den jeweils an der linken und rechten Seite angesteckten Controllern namens Joy-Con dicker, rund 100

Gramm schwerer und etwas breiter als ein quer gehaltenes iPad mini, ist aber weniger hoch als dieses. Auch wenn die Switch in einem Plastikkleid steckt, fühlt sich die Konsole wertig an und die Controller rasten solide in Metallschienen ein. Die Joy-Cons sind jedoch sehr klein, für Spieler mit großen Händen womöglich ein Problem. Mit den Sticks und Knöpfen lassen sich Spiele präzise steuern, wenngleich etwa das Zielen mit dem Bogen im aktuellen Zelda-Titel über das bewegungs-empfindliche Tablet leichter fällt.

Beim Bildschirm handelt es sich um ein 6,2 Zoll kleines LC-Display mit einer Auflösung von 1280 x 720 Pixeln im 16:9-Bildseitenverhältnis. Dank der Pixeldichte von 237 ppi erscheint das Bild aus einem üblichen Betrachtungsabstand von 30 Zentimetern klar und scharf. Es geht aber noch schärfer: Aktuelle 7,9-Zoll-Tablets stellen Bilder mit mehr als 300 ppi dar. In der Switch ist ein IPS-Panel verbaut. Entsprechend fällt die Darstellung äußerst blickwinkelstabil aus: Man kann das Tablet also ohne Verschlechterung der Bildqualität in den Händen horizontal und vertikal kippen. Das Display ist berüh-

rungsempfindlich und erkennt dank kapazitiver Bauweise Berührungen mit mehreren Fingern gleichzeitig. Das Menü lässt sich so präzise bedienen und Systemeinstellungen sind flink aufgerufen. Bei der Wii U hat das mitunter eine halbe Minute gedauert, nachdem man erst das laufende Spiel beenden musste – bei der Switch läuft es im Hintergrund weiter.

Den Messergebnissen zufolge ist die Leuchtkraft des LC-Displays solide – aktuelle Tablets erstrahlen jedoch rund 20 Prozent heller. Für das mobile Zocken im Park reicht die Helligkeit der Switch nicht aus. Noch problematischer ist der stark reflektierende Bildschirm: Bei Sonnenschein hat man mitunter das Gefühl, in einen Spiegel zu blicken. Auch die im Schnellmenü versprochene automatische Anpassung der Leuchtkraft konnte im Test nicht überzeugen: Trotz auf der Front verbautem Helligkeitssensor passte die Switch die Leuchtkraft bei wechselnden Lichtverhältnissen nicht automatisch an. Punkten kann der Bildschirm wiederum beim Kontrastverhältnis; hier liegt die Switch auf Augenhöhe mit aktuellen Android- und Apple-Tablets. Die Farbdarstellung wirkt satt, aber nicht übertrieben und somit angenehm natürlich. Messungen konnten wir nicht anstellen, da wir keine eigenen Bilder für unsere Messkamera auf die Switch übertragen konnten. Sound gibt das Tablet über Stereo-Lautsprecher aus. Der Klang ist insgesamt etwas hohl, weshalb der Kopfhörerausgang vorzuziehen ist.

Ausdauer

Nintendo gibt eine Akkulaufzeit zwischen drei und sechs Stunden an – das hängt vom Performance-Hunger des jeweiligen Spiels ab. Im Test erreichten wir mit dem an-

spruchsvollen 3D-Titel „The Legend of Zelda: Breath of the Wild“ drei Stunden nur mit der geringsten Bildschirmhelligkeit. Bei mittlerer Helligkeitseinstellung waren es 2:50 Stunden – bei maximaler Leuchtkraft waren nur zweieinhalb Stunden drin. Geht dem Akku die Puste aus, schaltet die Switch automatisch in den Standby-Modus und pausiert ein laufendes Spiel. Neben dem Original-Netzteil von Nintendo kann man das Tablet auch mit handelsüblichen Ladegeräten über ein USB-C-Kabel laden. Befindet sich die Konsole im Standby-Modus, ist der Akku nach rund drei Stunden vollständig geladen. Unterwegs kann man auf eine Powerbank zurückgreifen. Sind die Joy-Cons angesteckt, lädt die Switch deren Akkus automatisch. Das passiert auch, wenn die Konsole gerade nicht selbst lädt. Mittels einer Powerbank mit 20.000 mAh kann man die Switch mit Controllern viermal vollständig aufladen. Ein Wermutstropfen bleibt: Der Akku lässt sich nicht ohne Weiteres wechseln.

Angedockt

Zocken auf dem TV klappt wirklich so einfach wie in Nintendos Werbevideos: Wenige Sekunden nach dem Einstecken der Switch in die per HDMI am TV angeschlossene Docking-Station deaktiviert sich der Bildschirm der Konsole und Spiele erscheinen automatisch in Full HD auf dem Fernseher. Zieht man die Konsole wieder raus, erscheint das Bild nahezu verzögerungsfrei wieder auf dem Tablet-Bildschirm. Damit die Switch Grafik in Full HD berechnen kann, taktet der von Nintendo angepasste Nvidia-Tegra-Prozessor im Dock höher. Das bestätigen die Messergebnisse in Form der Abwärme: Die Konsole wird im Dock-Betrieb auf der Rückseite in einem kleinen Bereich maximal 45 Grad Celsius warm. Im mobilen Einsatz haben wir 39 Grad Celsius gemessen. Den automatisch gesteuerten Lüfter hört man im mobilen Einsatz nur, wenn man ein Ohr direkt an den Lüftungsschlitze hält. Selbst wenn die Konsole in der Dockingstation steckt und höher getaktet ist, fällt in einem stillen Raum aus drei Metern Entfernung nur ein dezentes Säuseln auf.

Eines sollte man nicht vergessen: Auch bei der Switch legt Nintendo das Hauptaugenmerk nicht auf Grafikleistung, sondern Effizienz. So fordert die Switch im Dock halb so viel Strom ein wie die Wii U – 15 Watt. Zum Vergleich: Die Playstation 4 Pro benötigt beim Spielen 155 Watt. Dementsprechend darf man auf der Hybrid-Konsole keine Grafikwunder erwarten. Ninten-

do baut mit der Switch also eine vergleichsweise schwache Heimkonsole, aber einen durchaus leistungsstarken Handheld.

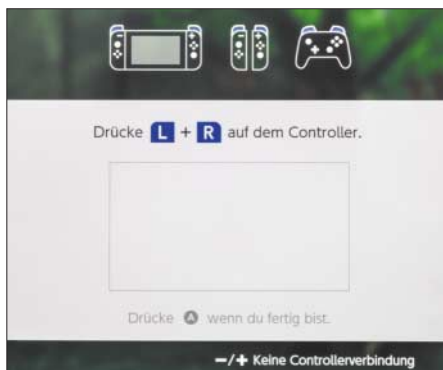
Fazit

Für Besitzer der Wii U ist die Switch in allen Belangen das nächste Level: Der Vorgänger versprüht mit seinem klobigen, schwarz-glänzenden Plastikkleid den Charme eines fast schon billig anmutenden, aber robusten Kinderspielzeugs. Die Switch gibt sich da wesentlich hochwertiger. Auch im technischen Bereich übertrumpft die Switch die Wii U und ist sogar noch effizienter.

Aufgrund der Kreuzung einer stationären mit einer mobilen Konsole konkurriert die Switch jedoch mit gleich zwei Geräteklassen: Wem Grafik wichtig ist, dem bleibt nur der Griff zu einer PS4 oder Xbox One. Wer sich mit einfachen App-Spielen zufrieden gibt, fährt wahrscheinlich mit einem vielseitiger einsetzbaren Android- oder Apple-Tablet besser. Andererseits kann man mit der Switch unterwegs mit echten Knöpfen und Sticks „richtige“ Spiele zocken. (des@ct.de) **ct**

Switch-Tablet und -Dockingstation

Mobile und stationäre Spielkonsole	
Hersteller	Nintendo, www.nintendo.de
Hardware	angepasster Nvidia-Tegra-Prozessor, 4 GByte RAM
Bildschirm	6,2-Zoll-Touchscreen, kapazitiv, 16:9
Helligkeit	bis zu 312 cd/m²
Kontrastverhältnis	1123:1
Speicher Tablet	32 GByte Flash, erweiterbar via microSD, -SDHC, -SDXC (laut Nintendo max. 2 TB)
Modul-Schacht	Speichergröße unbekannt
Akku-Laufzeit Joy-Con	525 mAh, fest eingebaut, ca. 20 h
Akku-Laufzeit Tablet	4310 mAh, fest eingebaut, ca. 2:30 h bis 3 h
Anschlüsse	Dockingstation: HDMI, 2 x USB 2.0, 1 x USB 3.0; Tablet: 1 x USB-C
Video-Ausgabe	Dockingstation: HDMI bis 1080p60; Tablet: 720p (237 ppi)
Audio-Ausgabe	Dockingstation: 5.1-Kanal PCM über HDMI; Tablet: Mono, Stereo
Netzwerk	Tablet: Bluetooth 4.1, WLAN (IEEE 802.11 b/g/n/ac), optional: USB-Ethernet-Adapter für Dockingstation, Joy-Con: Bluetooth 3.0
Laufgeräusche Tablet	In Dockingstation: max. 0,2 Sone; Tablet: ≤ 0,1 Sone
Stromaufnahme	Dockingstation: 15 Watt; Standby: 0,3 Watt
Knöpfe	Joy-Con: 2 Analog-Sticks, 14 Knöpfe, 4 Schultertasten
Sensoren	Joy-Con: Beschleunigung, Gyroskop, Infrarot-Bewegungskamera, NFC; Tablet: Beschleunigung, Helligkeit, Gyroskop
Anwendungen	Mii Maker
Abwärtskompatibilität	-
Sonstiges	Joy-Con: HD-Vibrationsfunktion
Preis	330 €



Im Test verlor der linke Controller häufig den Kontakt zur Switch. Nintendo kennt das Problem und arbeitet an einer Lösung.

Auch wenn das neue Zelda technisch nicht auf der Höhe der Zeit ist, kann man sich dem märchenhaften Look nur schwer entziehen.



Der Hobbykoch als Messias

Die Hauptfigur Link reist in **The Legend of Zelda: Breath of the Wild** durch ein gigantisches offenes Reich, um die Welt vor dem Erzbösen zu retten. Dabei bewegt er sich zu Fuß, mit dem Pferd, auf einem Floß und mit einem Gleitsegel. Zum Überbrücken großer Distanzen gibt es Teleportationspunkte. Der Spielverlauf lässt den Spieler die Quests frei wählen: Im Spiel gibt es so viele Nebenaufträge und darüber hinaus einiges zu entdecken, dass man deutlich mehr als 20 Stunden zum Abschluss der Haupthandlung investieren kann, bis alle Schätze geborgen und alle Liebespaare verkuppelt sind.

Als wichtigstes Werkzeug erweist sich ein Sheikha-Stein genanntes Wunderding, der als Allround-Tool dient und etwa die Karte der Welt anzeigt. Die Dungeons heißen nun Schreine – 100 Stück gibt es davon. Dort findet der Spieler originelle Rätsel, für deren Lösung er sich überlegen muss, welche Spezialkräfte er einsetzt. So verschiebt man etwa Metallobjekte mithilfe der Magnetkraft. Meist streift Link aber durch die Oberwelt, in der zahlreiche Monster lauern. Die Gegner sind zwar tumb, aber äußerst hellhörig und -sichtig. Verliert Link im Nahkampf die Waffe,

greifen sie danach. Waffen zerbrechen generell rasch. Nachschub gibt es aber in Hülle und Fülle; notfalls tuts auch mal eine Mistgabel.

Auf seinen Reisen findet Link zig Pilzsorten, Insektenarten und Wildtiere, die er mit Honig oder Schleimklumpen vermengt in Kesseln kochen kann. Gern verändelt man ein vergnügliches Viertelstündchen, um verschiedene Rezepte auszuprobieren. Neben neuer Lebensenergie spenden kombinierte Zutaten zum Beispiel mehr Ausdauer. Am Anfang des Spiels ist Link noch kurzatmig, was sich bei der Flucht negativ bemerkbar macht.

Fünf Jahre dauerte die Entwicklung des ursprünglichen Wii-U-Exklusivtitels. Uns lag zum Test nur die Switch-Version vor, sodass wir die Performance beider Versionen nicht vergleichen konnten. Laut Nintendo läuft die Wii-U-Version mit einer Auflösung von 720p statt mit 900p beim TV-Einsatz auf der Switch. Grafisch wirken Landschaften und Figuren märchenhaft mit dem Touch eines Ölgemäldes. Dafür setzt Nintendo auf einen Mix aus comicartiger Cel-Shading-Grafik und Real-Look. Viele Texturen wirken allerdings matschig. Umgebungsgeräusche, wie Windrau-

schen, Vogelkrächzen und Bienensummen beleben die Spielwelt zusätzlich. Zudem sorgen dynamische Tag-Nacht-Wechsel und Wettereffekte für Stimmung. Leider haben die Entwickler nur wenige Dialoge vertont – Link spricht zudem immer noch nicht. Das macht der stimmungsvolle Soundtrack aber mehr als wett, der regelmäßig für Gänsehaut-Momente sorgt.

Im TV-Modus der Switch ruckelte die getestete Version gelegentlich. Das fiel uns vor allem in der offenen Welt beim Bewegen der Kamera auf. Die Ruckler traten aber nur selten auf und störten spielerisch kaum. Die naive, doch charmant erzählte Story hält einen auf Kurs, sodass man sich von der atmosphärischen Welt kaum losreißen mag. Neben „The Legend of Zelda: Ocarina of Time“ gehört der aktuelle Teil zu den schönsten Zelda-Abenteuern.

(Peter Kusenberg/des@ct.de)

The Legend of Zelda: Breath of the Wild			
Vertrieb		Nintendo	
System		Switch, Wii U	
Idee	⊕⊕	Umsetzung	⊕⊕
Spaß	⊕⊕	Dauermotivation	⊕⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 65-70 €			

Amazons Maßnahmen gegen Betrüger wirken kaum

Amazon versucht, eine Betrugsmasche auf seinem Marktplatz einzudämmen: Ende Februar deaktivierte der Konzern das Textfeld für „Anmerkungen zum Zustand“ von neuen Produkten. Die Maßnahme soll verhindern, dass Betrüger in diesem Feld zur Kontaktaufnahme auffordern.

Kriminelle kapern seit Jahren wie am Fließband mit Phishing-Mails die Amazon-Konten von seriösen Verkäufern, bieten dann in deren Namen fiktive Produkte zu Lockpreisen an und überreden arglose Interessenten zur Zahlung. Anfang Februar ermittelte ein c't-Leser mit einer selbstentwickelten Software die Dimension des Problems: Die Betrüger übernehmen pro Tag mindestens ein Dutzend Konten und stellen im Schnitt in jedem Shop 80.000 Lock-Angebote ein.

Um Konten besser zu schützen, führte Amazon im Dezember eine Zwei-Faktor-Authentifizierung ein. Diese ist jedoch freiwillig und wird offenbar nur von wenigen Händlern genutzt.

Auch die Deaktivierung des Anmerkungsfelds für neue Produkte wird das Problem wohl nicht lösen, denn für gebrauchte Produkte bleibt das Zustandsfeld aktiv. „Die einzige wirksame Maßnahme wäre eine Begrenzung auf 100 neue Artikel pro Tag“, kommentiert ein Händler gegenüber c't.

Amazon teilte mit: „Wir entwickeln unsere Prozesse kontinuierlich weiter, um jederzeit für eine sichere und geschützte Einkaufsumgebung zu sorgen und kooperieren mit den Behörden, um sie bei ihren Maßnahmen gegen Betrüger zu unterstützen.“ (cwo@ct.de)

Anzeige

Mit Informationsfreiheit gegen „Fake News“

Die Bundesdatenschutzbeauftragte Andrea Voßhoff (CDU) ist gleichzeitig auch Bundesbeauftragte für Informationsfreiheit. In dieser Funktion hatte sie das diesjährige Treffen der europäischen Informationsfreiheitsbeauftragten am 23. Februar in Berlin organisiert. Voßhoff forderte während der Tagung, dass staatliche Stellen auf allen Ebenen so früh und so viele Informationen wie möglich publik machen, die für die öffentliche Beteiligung relevant sind. Transparenz und „Open Government“ würden immer wichtiger für die unabhängige Urteilsbildung.

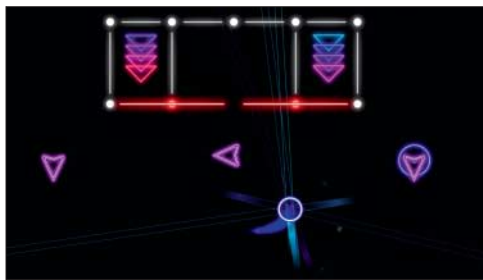
Die Teilnahme am demokratischen Prozess sei ein Gegenmittel zur „Flut von schnellen, sensationellen, aber letztlich trivialen Informationen“, betonte sie mit Blick auf die De-

batte um „Fake News“ und postfaktische Politik. Das Recht auf Akteneinsicht könne als Nadel dienen, um Informationsblasen zum Platzen zu bringen, ergänzte der rheinland-pfälzische Informationsfreiheitsbeauftragte Dieter Kugelmann. Einsicht in Originaldokumente verbreitere den Zugang zu Fakten und könne so gegen „Fake News“ helfen. Voßhoff erkennt in Deutschland diesbezügliche Fortschritte. So habe die Bundesregierung ein Open-Data-Gesetz auf den Weg gebracht; die Bundesländer Hamburg und Rheinland-Pfalz hätten Informationsfreiheitsrechte mit gesonderten Transparenzgesetzen weiterentwickelt. Zudem habe sich Deutschland der „Open Government Partnership“ angeschlossen. (Stefan Krempf/hob@ct.de)

Mit Fingerspitzengefühl

Das Avoid'em Up **Ellipsis** von Salmi (Windows: 10 Euro; iOS, Android: 5 Euro) erfordert viel Fingerspitzengefühl. Ähnlich wie im Arena-Shooter Geometry Wars bewegt sich die Spielfigur in einem Raum mit abstrakten geometrischen Körpern. Statt diese wie im großen Vorbild einfach wegzuballern, muss der Spieler ihnen geschickt ausweichen und Punkte aufsammeln. Das funktioniert am Anfang relativ leicht, doch die Entwickler haben sich ein paar fiese Ideen einfallen lassen. So tauchen plötzlich rotierende Schranken auf, die Bewegungsmuster der Gegner werden komplexer und der Spieler muss gegen Strömungen ankämpfen. Im Vergleich zur mobilen Variante bietet die Windows-Version über 150 Level und einen Editor, der Steam Workshop unterstützt. Leicht zu lernen, schwer zu meistern.

(Andres Müller/hag@ct.de)



Im einfachen wie genialen **Ellipsis** muss man geometrischen Figuren ausweichen.

Rasante Zeitreise

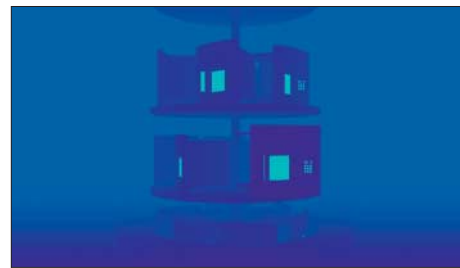
Die Hintergrundstory zum Arcade-Racer **Hyper Time Disruptor** von Laserbrick (Windows, Linux: kostenlos) könnte aus einer Doctor-Who-Episode stammen: Ein Zeitexperiment missglückt, die Menschheit verwandelt sich in eine Horde Mutanten und Professor Mobius setzt sich in seinen Zeitreiseschlitten, um das Chaos in Ordnung zu bringen. Der Trip entpuppt sich als rasanter Geschicklichkeitstest. Der Spieler steuert sein Raumschiff durch eine Röhre, weicht Hindernissen aus und achtet auf die Ideallinie. Der audiovisuelle Stil erinnert an Indie-Klassiker wie Torus Trooper, der hohe Schwierigkeitsgrad an Super Hexxagon. Um das Rennen gegen die Zeit zu gewinnen, sollten die Spieler vor allem einen kühlen Kopf bewahren – ein schneller und herausfordernder Test für Reflexe und Nerven.

(Andres Müller/hag@ct.de)



Hyper Time Disruptor ist ein schneller Zeitreisetrup für eiskalte Piloten.

Kunstvoller Urlaubstrip

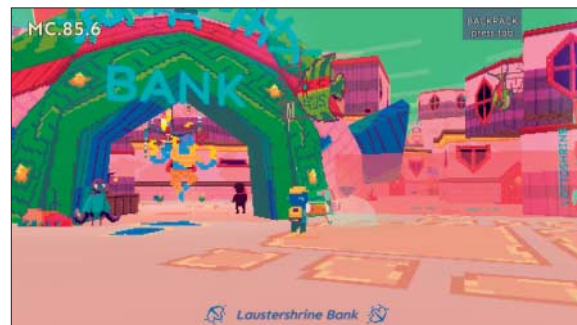


Das geheimnisvolle Islands: **Non-Places** lädt zum Entdecken ein.

Der Künstler Carl Burton führt den Spieler in **Islands: Non-Places** (Windows, macOS: 5 Euro; iOS: 3 Euro) auf einen eigenwilligen Urlaubstrip. Er zeigt ungewöhnliche Perspektiven von alltäglichen Orten, etwa eine Bushaltestelle oder einen Wartesaal. Der Spieler rotiert den Bildausschnitt und klickt auf Lichtquellen, um surreale Animationen zu starten. Palmen fahren eine Rolltreppe hoch, ein Reisebus verschwindet unter der Erde oder ein Haus wächst aus dem Boden heraus. Nach zehn Szenarien und rund 45 Minuten Spielzeit ist es vorbei. Burtons Werk ist interaktive Kunst, die so manchen Spieler ratlos zurücklassen wird. Man kann weder gewinnen noch verlieren. Neugierige Spieler mit Interesse an Kunst und Architektur dürfen sich auf eine minimalistische und surreale Urlaubsreise freuen.

(Andres Müller/hag@ct.de)

Kehrwoche im All



Diaries of a Spaceport Janitor ist laut Entwickler ein „Anti-Abenteuer-Spiel“.

Diaries of a Spaceport Janitor von Sundae Month (Windows, macOS: 10 Euro) ist vermutlich die erste Weltraum-Müll-Simulation der Welt. Der Spieler schlüpft in diesem Open-World-3D-Abenteuer in die Rolle eines Hausmeisters und reinigt eine Raumstation. Dabei muss er sich entscheiden, ob er den Müll einfach verbrennt oder gewinnbringend an Aliens verkauft. Um sich anderweitig abzulenken, kann er aber auch Quests lösen, einen Fluch besiegen, merkwürdige Nahrung kaufen oder die Raumstation erkunden. Die Entwickler haben ein buntes, schrilles und manchmal unübersichtliches Weltraumabenteuer geschaffen, das vieles sein will: Simulation, Rollenspiel und Walking-Simulator. Experimentierfreudige Spieler staunen über dieses kreative Feuerwerk.

(Andres Müller/hag@ct.de)

Downloads und Video: ct.de/yvt5

Kundendienst mit künstlicher Intelligenz

Salesforce hat die Service Cloud Einstein auf den Markt gebracht. In seinem Einstein-Projekt hat der Web-Dienst-Anbieter eine Plattform für künstliche Intelligenz entwickelt. Davon profitierte als Erstes die Salesforce Commerce Cloud mit Vertriebsfunktionen; nun soll die KI auch die Kundendienst-Funktionen aufwerten. Service Cloud Einstein wertet alle verfügbaren Daten aus Marketing, Vertrieb, Handel und weiteren Unternehmensbereichen aus, um schnell Lösungen für Kundenprobleme aufzuzeigen. Eingehende Fragen sollen sich damit automatisch klassifizieren und weiterleiten lassen. Laut Hersteller sucht die Software im Datenbestand nach Mustern zur Ursachenforschung für häufige Störungen.

Auch die Organisation des Kundendienstes soll sich verbessern – einerseits erhalten Außendienstler optimierte Reisewege und fallgerecht zusammengestellte Dokumente, und andererseits wird etwa der Leiter eines Callcenters in Echtzeit über drohende Engpässe einzelner Kommunikationskanäle informiert.

(hps@ct.de)

Anwendungs-Notizen

Seit Mitte Februar wird der **Projekt-Management-Dienst** Inloox Now unter der Datentreuhänderschaft von T-Systems in der Microsoft Cloud Deutschland gehostet.

Unter der Bezeichnung S/4HANA Cloud kann man das Flaggschiff unter SAPs **ERP-Software** nun auch aus einer Public Cloud abonnieren. Anders als das vor Ort installierte oder in einer Private Cloud gehostete S/4HANA lässt sich die Public-Cloud-Variante nicht über Batch-Dateien modifizieren.

Der **Mindmapper** MindManager Enterprise beherrscht in der aktuellen Version eine Funktion, die Microsofts OLE (Object Linking und Embedding) entspricht. Damit kann man in einer zentralen Mindmap ausgewählte Zweige aus anderen Mindmap-Dateien einblenden und automatisch synchron halten.

Registrierkasse für Handwerker

Der Hersteller PDS hat sein gleichnamiges Softwarepaket für Bauhandwerker um die Module „Material“ und „Kasse“ erweitert. Ersteres dient zum direkten Zugriff auf Bestellungen, um Wareneingänge direkt auf der Baustelle zu erfassen und zu prüfen. Außerdem kann man mit der für Smartphones optimierten Android-App Bedarfsmeldungen und Bestellungen anlegen.

Das Bündel PDS Kasse besteht aus einer PC-gesteuerten Kassenlade, einem Windows-Tablet, einem Bon-Drucker mit Mini-Display sowie einem Softwaremodul, das die Kasse nahtlos in die PDS-Umgebung einbindet. Auf Anfrage sicherte PDS zu, das Modul baue auf die Software des Herstellers der Kassenlade auf und dieser könne voraussichtlich auch zukünftige Buchhaltungsvorschriften durch Software-Patches erfüllen (siehe c't 26/16, S. 80 und 154). Auch ein Barcode-Leser soll sich an das System anschließen lassen.

(hps@ct.de)

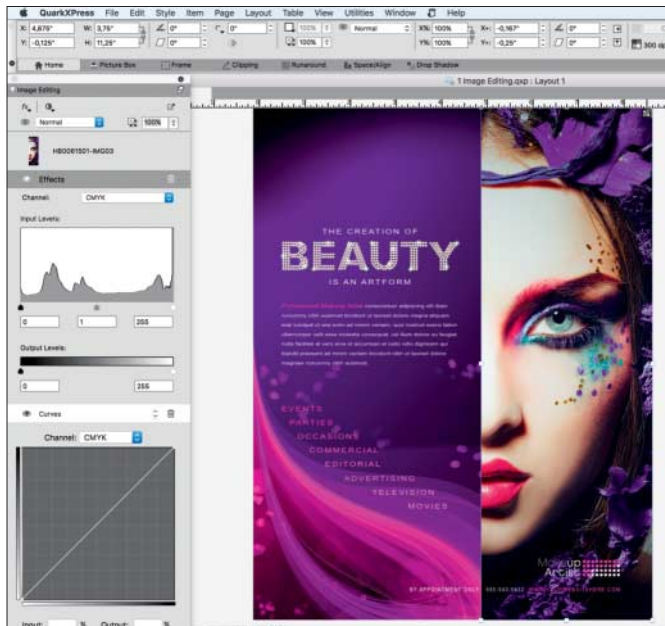
Business Intelligence für das IoT

SolidThinking hat seine Daten-Analyseplattform Envision in Version 4.0 mit besonderem Augenmerk aufs Internet of Things erweitert. Über sogenannte Smart Joins lassen sich Daten aus unterschiedlichen Quellen einfacher kombinieren und korrelieren, ohne dass der Anwender dafür SQL-Kenntnisse bräuchte. So kann er verschiedene Faktentabellen über mehrere Dimensionen – zum Beispiel unterschiedliche Messgrößen – hinweg verknüpfen und Zustandswerte aus verschiedenen Datenquellen in einem einzigen Chart darstellen. Mit erweiterten Aggregationsfunktionen lassen sich mehrstufige Beziehungen zwischen Daten herstellen. Außerdem können jetzt mehrere Anwender parallel mit denselben Daten arbeiten; das System analysiert sie in Echtzeit. Neu ist zudem eine Authentifizierungsoption per O-Auth, ein Salesforce-Konnektor sowie die Unterstützung des Cluster-Frameworks Apache Spark.

(Ralf Steck/hps@ct.de)

Anzeige

QuarkXPress 2017 angekündigt



QuarkXPress 2017 bringt nichtdestruktive Bildbearbeitung, unter anderem mithilfe von Tonwertkorrektur und Gradationskurven.

Version 2017 des Layout-Programms QuarkXPress soll neue Werkzeuge zur Grafik- und Bildbearbeitung sowie verbesserte Typografie-Funktionen bringen. Die Bildbearbeitungsfunktionen umfassen nichtdestruktive Filter für Tonwertkorrektur, Gradationskurven, Helligkeit und Kontrast, unscharf maskieren, Relief und das Nachzeichnen von Konturen.

QuarkXpress verrechnet mehrere Objekte mit Mischmodi ähnlich wie die Ebenenpalette von Photoshop. Mehrfarbige Verläufe lassen sich nun rautenförmig und rechteckig anlegen. Neue Formen-Werkzeuge erstellen Sterne, Rauten, Polygone, Dreiecke und Spiralen. Eine Pipette überträgt Formateinstellungen auf andere Objekte.

Zu den neuen Typografie-Funktionen der aktuellen Version gehören Textkonturen in unterschiedlicher Strichstärke und Optionen zur Schattierung. Spaltenspanner und -trenner ändern den Textfluss etwa für Überschriften. Auf Wunsch erzeugt das Programm automatisch Spaltenzwischenlinien und ändert Zeilenabstände proportional zur Schriftgröße. Es bietet intelligente Textverlinkung, verbesserten Import aus Word sowie Verbesserungen bei Fußnoten. Die Cursortasten lassen sich zum Erhöhen und Verringern von Werten nutzen. Das Programm listet die zuletzt benutzten Schriften auf und hat eine verbesserte Funktion zum Suchen und Ersetzen erhalten.

Version 2017 von QuarkXPress exportiert responsive HTML5-Publikationen sowie unbegrenzt viele Dokumente als nichtperiodische iOS-Apps ohne Zusatzkosten. Außerdem stehen auch zertifiziertes PDF/X4 und EPUB3 für den Export zur Auswahl. QuarkXPress soll als 64-Bit-Programm für macOS ab 10.10 und Windows ab 7 im zweiten Quartal zu einem Preis von 1000 Euro erscheinen. (akr@ct.de)

Papierlose Dokumenten-Workflows von Adobe

Adobe ist Mitglied im Cloud Signature Consortium, das eine offene Spezifikation für die digitale Signatur entwickelt hat. Der Hersteller hat nun eine erste Implementierung der Spezifikation auf Basis der Document Cloud und des Unterschriften-Services Adobe Sign angekündigt, mit der sich Dokumente im Browser oder per Mobil-App digital signieren lassen. Einen Online-Testzugang will Adobe innerhalb der nächsten Wochen einrichten. Mit dieser Lösung verspricht Adobe, auch strengere Vorgaben zur qualifizierten elektronischen Signatur gemäß eIDAS genügen zu können. SharePoint-Nutzer sollen Dokumente künftig direkt in der Anwendung mit Adobe Sign unterschreiben können.

Auch die Adobe-Sign-App wurde erweitert: Eine neue Textfluss-Funktion passt Fließtext beim Zoomen dem Display an. Gescannte Dokumente werden automatisch optimiert, unter anderem beschnitten, geschärft und tonwertkorrigiert. Die Autokorrektur hat Adobe unter dem Dach seines KI-Programms Adobe Sensei entwickelt. Unter diesem Begriff fasst der Konzern sämtliche Techniken zur Bild- und Dokumentenverarbeitung zusammen, die auf maschinellem Lernen basieren.

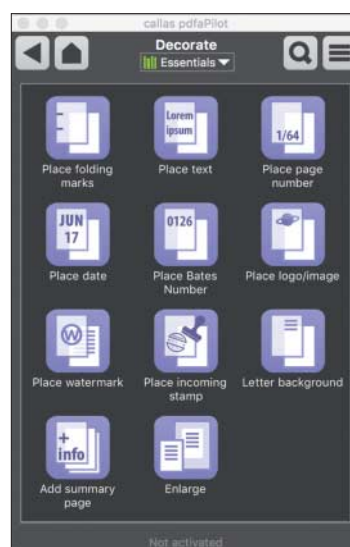
(atr@ct.de)

CeBIT: PDF-Verarbeitung von Callas

Auf der CeBIT will Callas die kommende Version 7 seines pdfaPilot zeigen, der PDFs, native (Office-)Dokumente sowie ganze E-Mail-Konversationen inklusive Attachments als PDF/A-Dateien archiviert (Halle 3, Stand B17). Mit der neuen Version sollen sich variable Inhalte automatisch in PDF-Dokumenten platzieren lassen; Programmierkenntnisse benötigt man dazu nicht. So generiert pdfaPilot beispielsweise fortlaufende Nummerierungen,

Eingangsstempel oder individuelle Barcodes. Der Callas-Partner Actino präsentiert pdfaPilot als Web-service.

Ebenfalls am CeBIT-Stand zu sehen sind optimierte Versionen der pdfToolbox zum automatischen Prüfen und Korrigieren von PDF-Dateien sowie des Kommandozeilen-tools pdfChip, das HTML-Vorlagen in druckfertiges PDF wandelt. Dabei soll es die HTML-Seite mit CSS, JavaScript, SVG und MathML ebenso umfassend beherrschen wie den PDF-Part mit XMP, CMYK und Schmuckfarben. (atr@ct.de)



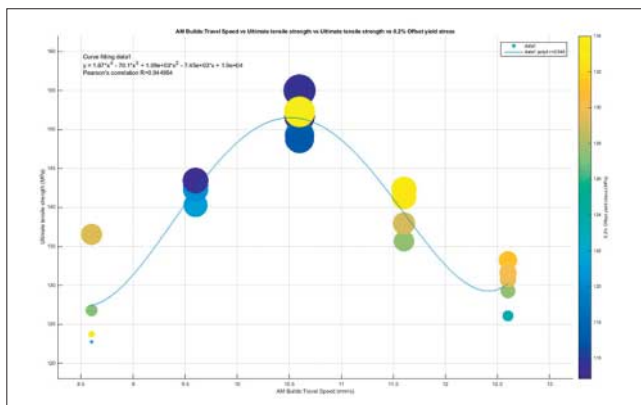
pdfaPilot 7 fügt dynamische Inhalte wie Barcodes oder Posteingangsstempel in PDFs ein.

Materialdaten für additive Fertigung

Mit dem neuen Programmpaket „Additive Manufacturing“ aus der MI-Anwendungsfamilie von Granta lassen sich Werkstoff- und Prozessinformationen additiv hergestellter Bauteile verwalten, analysieren und zur Maschinensteuerung anwenden. Benutzer können auch Versuchs- und Simulationsdaten miteinander vergleichen. Aus dem Programm heraus kann man auch auf die etablierte Werkstoff-Datenbank Senvol zugreifen, um Materialien für einen Prozess anhand allgemeiner Kennwerte, geplantem Maschinentyp und Kompatibilitätsangaben des Drucker-Herstellers auszuwählen. Laut Granta lässt sich die MI-Software nahtlos in Fertigungsanlagen wie die von EOS, Arcam, Renishaw einbinden.

Der ebenfalls neue „Mat Analyzer“ erstellt multidimensionale Beziehungsdiagramme, um die in Granta MI abgelegten Informationen grafisch zu analysieren und Zusammenhänge zwischen 3D-Druck-Parametern und Materialeigenschaften zu verdeutlichen.

(Ralf Steck/hps@ct.de)



„MI:Additive Manufacturing“ visualisiert Abhängigkeiten zwischen Materialdaten und Prozessparametern.

3D-Druck-Hilfe für SolidWorks

Dassault, Hersteller der CAD-Pakete SolidWorks und 3DEXperience/Catia, kooperiert mit Stratasys, einem Entwickler von Software für 3D-Druck und Additive Fertigung. Auch wenn die Zusammenarbeit noch nicht sofort zu marktreifen Produkten führt, haben die Firmen schon erste Ergebnisse der Kooperation präsentiert. Eines davon ist ein Add-in, welches das 3D-Druckprogramm GrabCAD in SolidWorks integriert. Damit entfällt der bislang notwendige Zwischenschritt, CAD-Modelle erst als STL-Dateien zu speichern und dann in die 3D-Druckanwendung zu importieren.

Beim Fused Deposition Modelling (FDM, Schmelzschichtung) lässt sich die Fertigung jetzt so simulieren, dass die Software das Produkt direkt auf Festigkeit analysieren kann. Solche Untersuchungen sollen unter anderem helfen, Produkt-Designs auf minimales Gewicht zu optimieren.

(Ralf Steck/hps@ct.de)

Kombinierbare CAD-Formate

ISDs branchenunabhängiges CAD-System HiCAD unterstützt in Version 2017 den Dateibetrachter 3D ViewStation von Kister. Damit lassen sich Dateien in unterschiedlichen Formaten zusammenführen, darunter auch KRA und SZA für zwei- und dreidimensionale HiCAD-Konstruktionen. Aus der 3D ViewStation lassen sich die kombinierten Zeichnungen in gängige 2D- und 3D-Formate wie 3D-PDF, IGES oder JTOpen exportieren.

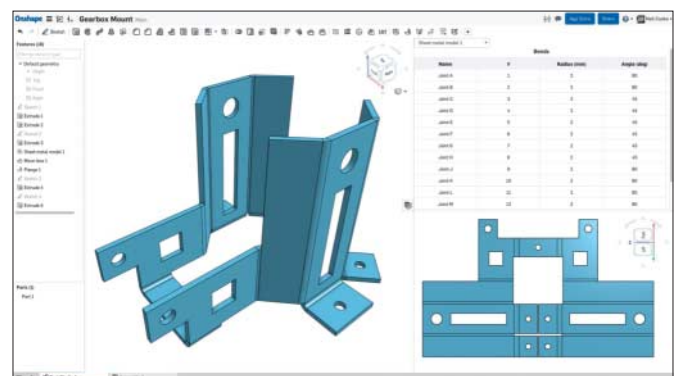
(hps@ct.de)

Blechbearbeitung aus der Cloud

Der CAD-Cloud-Dienst Onshape entwickelt sich seit dem Markteintritt Ende 2015 ohne Versionssprünge kontinuierlich weiter. Die jüngste größere Neuerung bilden Funktionen, mit denen man Biegungen, das Auf- und Abwickeln von Blechzuschnitten sowie Ausklinkungen berechnen kann. Onshape beherrscht die vielen Besonderheiten für die Konstruktion von Blechteilen. Beispielsweise müssen Ecken, an denen zwei Biegungen aufeinandertreffen, mit einem Loch am Ende versehen werden, einer sogenannten Ausklinkung. Die Software stellt verschiedene Formen der Ausklinkung bereit und berechnet die Größe aufgrund der Blechdicke. Man kann auch einstellen, wie die Blechkanten nach dem Biegen nebeneinanderliegen sollen – überlappend oder mit Abstand. Das ist sinnvoll, wenn die Kanten anschließend verschweißt werden sollen.

Onshape bietet für die Blechbearbeitung eine Ansicht, bei der man den flachen Zuschnitt, die sogenannte Platine, sowie das gebogene Teil und die Biegetabelle immer gleichzeitig sieht. Pläne, bei denen ein Bereich der Platine gleichzeitig für mehrere Facetten des gebogenen Teils herhalten müsste, blockiert Onshape nicht von vornherein, sondern hebt den Konfliktbereich auf der Platine farblich hervor, um das Finden alternativer Biegungen zu erleichtern.

(Ralf Steck/hps@ct.de)



Der CAD-Cloud-Dienst Onshape stellt Abwicklung, Blechteil und Biegetabelle gleichzeitig und synchronisiert dar.

Recorder für UHD-TV

Ultrahochauflöste Fernsehsignale aufnehmen und auf Ultra HD Blu-ray speichern – das verspricht Panasonic mit zwei neuen Digital-TV-Recordern, die ab April erhältlich sein sollen. Das Modell DMR-UB80 mit Twin-Tuner, 1-TByte-Platte und einem HDMI-Ausgang kostet knapp 850 Euro. Der mit Triple-Tuner, 2-TByte-Platte und zwei HDMI-Ausgängen ausgestattete DMR-UB90 ist für rund 1000 Euro zu haben; er nimmt bis zu drei Sendungen parallel auf, die Kapazität der 2-TByte-Platte soll für bis zu

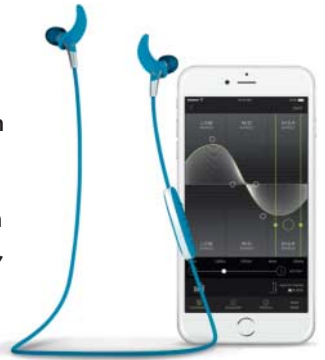
151 Stunden in Ultra HD oder 847 Stunden in Standardauflösung reichen. Beide Recorder bringen je zwei CI-Plus-Slots mit; sie werden in einer S-Variante für den Empfang von Satellitenfernsehen (DVB-S/S2) und in einer C-Ausführung für den Empfang von digitalem Kabelfernsehen (DVB-C) erhältlich sein. Die C-Ausführung soll auch Sendungen über das digitale Antennenfernsehen DVB-T2 HD empfangen und aufzeichnen, auch wenn darüber künftig kein UHD-TV ausgestrahlt wird. (nij@ct.de)

Schicke In-Ears für Sportler

Die Ohrhörer-Marke Jaybird hat international einen guten Ruf, galt in Deutschland bisher aber eher als Geheimtipp. Nach dem Kauf durch Logitech vermarktet die Firma ihre neuen Modelle Jaybird X3 und Jaybird Freedom erstmals direkt in Deutschland. Da beide auf den Sport-Einsatz abzielen, bestehen sie aus schweißbeständigen Materialien. „Ear Fins“ in unterschiedlichen Größen arretieren die Hörer im Ohr, damit sie beim Sport nicht herausrutschen.

Der Jaybird Freedom ist insgesamt etwas schlanker gestaltet als der X3, beide Modelle wiegen aber in etwa dasselbe: inklusive Kabel 16,1 beziehungsweise 16,7 Gramm. Der Zapfen-Durchmesser von 5,3 Millimeter kann für enge Gehörgänge auf Dauer etwas unbequem werden. Der X3 soll 8 Stunden am Stück spielen, der Freedom die Hälfte – Letzterer lässt sich aber mit einem mitgelieferten Mini-Akkupack zwischendurch nachladen. Das Kabel zwischen den beiden Hörern kann entweder gerade he-

Der In-Ear-Kopfhörer Jaybird Freedom ist für Sportler gedacht. Die Ohrstücke fallen sehr schmal aus, weil der Akku in der Kabelfernbedienung sitzt.



runterbaumeln oder hinter dem Ohr entlanggeführt werden; dann hängt die Steuerung aber direkt hinter dem rechten Ohr. Sollen die In-Ears straff sitzen, kann man die Kabellänge mit Führungen anpassen. Beiden Modellen liegen Ohrpolster aus Silikon und Schaumstoff in je drei Größen bei. Der Listenpreis des Jaybird X3 beträgt 130 Euro; der des Jaybird Freedom liegt bei 160 Euro. (ghi@ct.de)

UHD-Blu-ray-Player

Für den europäischen Markt kündigte Panasonic den UHD-Blu-ray-Player DMP-UB404 für den europäischen Markt an. Bei dem Modell sticht vor allem der Videoprozessor HCX (Hollywood Cinema Experience) heraus, der mit dem Chip in den bisherigen Modellen DMP-UB900 und -704 mithalten können soll – bei einem wesentlich geringeren Einstiegspreis (rund 350 Euro, ab April erhältlich).

Bereits auf der CES hatte Panasonic neue HDR-Modi vorgeführt, die in hellen und in dunklen Umgebungen eine optimale Wiedergabe von Videos mit erhöhtem Kontrast (High Dynamic Range) gewährleisten sollen. Für die bisherigen Modelle, die weiterhin im Angebot blei-

ben sollen, will der Hersteller diese Modi mittels Firmware-Update Ende April nachreichen. Panasonic gehört zu den Unternehmen, die bislang noch keine Unterstützung eines dynamischen HDR-Formats wie Dolby Vision angekündigt haben, sondern sich auf das statische HDR-Format HDR-10 beschränken, das derzeit ausschließlich auf Ultra HD Blu-rays verwendet wird. Bei der Audio-Wiedergabe soll der neue Player Maßstäbe setzen: So unterstützt er neben den Formaten (WAV, FLAC, MP3, AAC und WMA) auch DSD- (5,6 MHz/2,8 MHz) und ALAC-kodierte Musikdateien. Der DSP im UB404 soll zudem den Klang von Röhrenverstärkern simulieren können. (nij@ct.de)

Anzeige

PowerShell-Konferenz in Hannover

Von 3. bis zum 5. Mai findet in Hannover die „PowerShell Konferenz EU 2017“ statt. Mit gut 80 Vorträgen von über 40 Rednern sowie 200 Teilnehmern war die letztjährige Ausgabe das weltweit größte Treffen von PowerShell-Anwendern und -Experten weltweit; ein ähnlicher Umfang wird für dieses Jahr angepeilt.

Als Keynote-Speaker konnte PowerShell-Erfinder Jeffrey Snover gewonnen werden; weitere Vorträge steuern namhafte Entwickler aus Microsofts PowerShell-Team bei, darunter dessen Chef Angel Calvo. Für die Vorträge sind bis zu fünf parallele Tracks geplant, von denen einer durchgängig auf Deutsch stattfindet.

Zu den Schwerpunkten gehören neben Automatisierung und Desired State Confi-

guration auch Sicherheitsthemen. Laut Organisator Dr. Tobias Weltner ist die Konferenz aber nicht nur dazu da, Referaten zuzuhören, sondern auch dazu, sich mit Kollegen aus aller Welt zu vernetzen und Erfahrungen auszutauschen.

Die Teilnahme an der Konferenz kostet 1000 Euro (netto), ein Präkonferenz-Tag mit Workshops in kleinen Gruppen kann für 500 Euro dazugebucht werden. Registrierungen nimmt die Webseite www.psconf.eu entgegen, auf der sich auch eine detaillierte Agenda findet. c't unterstützt den Veranstalter bei der Realisierung des Events und erscheint dort mit einem Logo „powered by c't“. (hos@ct.de)

Updates für Sysinternals-Tools

Die Sysinternals Suite ist eine populäre Sammlung systemnaher Software-Werkzeuge für Windows von Microsoft. Eines der enthaltenen Tools hat jetzt ein größeres Update erhalten: Sysmon trägt seit Neuestem die Versionsnummer 6. Admins installieren dieses Programm vorsorglich auf von ihnen betreuten Rechnern, um detaillierte Informationen über startende und beendete Prozesse, geladene Treiber und DLLs, Netzwerkverbindungen und andere Ereignisse zu sammeln. Diese können dabei helfen, Angriffe frühzeitig zu erkennen und die Einfallswege zu analysieren. Sysmon besitzt keine eigene Bedienoberfläche, sondern schreibt die beobachteten Ereignisse ins System-Log. Mithilfe der Ereignisanzeige oder

spezieller Analysewerkzeuge lassen sie sich dort auf Auffälligkeiten untersuchen.

In Version 6 neu hinzugekommen ist die Möglichkeit, Interprozesskommunikation über sogenannte Named Pipes zu protokollieren. Außerdem bedenkt Sysmon jetzt auf Wunsch Änderungen an seiner eigenen Konfiguration mit Log-Einträgen. Verbessert wurde zudem die Darstellung von Registry-Ereignissen.

Parallel haben einige andere Sysinternals-Tools kleinere Updates bekommen. So sind die Werkzeugleisten von Autoruns sowie des Process Monitor und des Process Explorer jetzt auf Monitoren mit hoher Auflösung besser benutzbar. Bei letzteren beiden tragen die enthaltenen Treiber jetzt aktualisierte Signa-

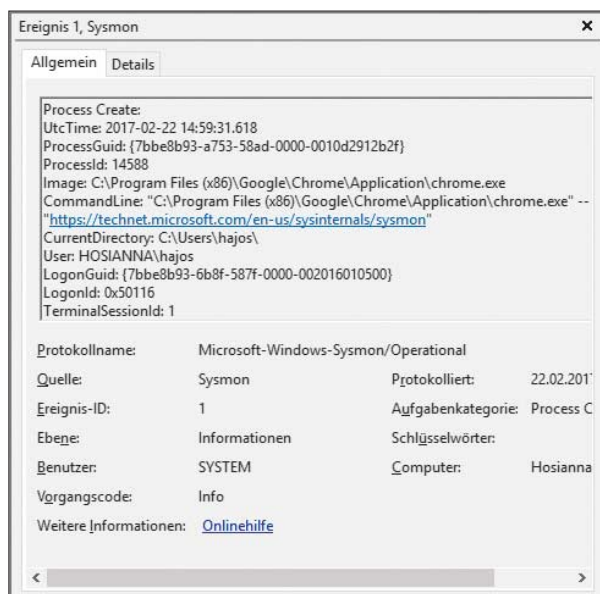
turen, die kompatibel zu den Signatur-Richtlinien aktueller Windows-10-Versionen sind. Bei etlichen anderen Sysinternals-Werkzeugen sind kleinere Fehler behoben worden.

Alle Sysinternals-Tools sind kostenlos und lassen sich wahlweise einzeln oder als komplette Suite herunterladen (siehe c't-Link).

(hos@ct.de)

Sysinternals Suite: ct.de/ytdt

Das Sysinternals-Tool Sysmon schreibt erweiterte Diagnose-Informationen ins Systemprotokoll, die bei der Entdeckung und Analyse von Sicherheitsattacken helfen können.



Anzeige

Freihändige Fahrt voraus

Automatisiertes Fahren mit erhöhtem Risiko



Im hochautomatisiert fahrenden Konzeptfahrzeug A7 Jack hat man 10 Sekunden Zeit, um die Kontrolle über das Fahrzeug vom Autopiloten zu übernehmen.

Die Bundesregierung will mit einer Gesetzesänderung die rechtlichen Hürden für autonomes Fahren in Deutschland zu Fall bringen. Während Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt (CSU) sich über „das modernste Straßenverkehrsrecht der Welt“ freut, vermissen Kritiker klare Regeln zu Haftung und Datenschutz.

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Laut dem Ende Januar verabschiedeten Kabinettsentwurf zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (siehe c't-Link) dürfen hoch- und vollautomatisierte Fahrsysteme künftig die Fahraufgabe übernehmen. Unter anderem muss der Autopilot die Straßenverkehrsregeln einhalten und Geschwindigkeitsbeschränkungen erkennen. Das Gesetz soll noch vor der Bundestagswahl im September verabschiedet werden.

Der Fahrer darf erstmals die Hände vom Lenkrad nehmen und muss die

Steuerung nur dann wieder übernehmen, wenn das System ihn dazu auffordert. Ein Eingriff des Fahrers ist auch dann gefragt, wenn das System nicht störungsfrei funktioniert, etwa wenn ein Reifen platzt. Der Fahrer muss gemäß dem Entwurf dann „unverzüglich“ die vollständige Kontrolle über das System übernehmen können. Eine maximale Zeitspanne, in der der Fahrer das Fahrzeug übernehmen muss, enthält der Entwurf nicht.

Der Gesetzgeber versucht mit dieser Regelung vor allem die Haftungsfrage bei Unfällen zu regeln, wobei er dies nach Ansicht von Kritikern nicht eindeutig genug tut. Mit der Vorgabe der „unverzüglichen“ Kontrollübernahme werde nicht der Hersteller, sondern der Fahrer für Unfälle haftbar gemacht, meint beispielsweise der grüne Verkehrsexperte Stephan Kühn. Er kritisiert, dass das Gesetz die Gefährdungshaftung bei

den Autofahrern ablade, während es keine Produkthaftung der Hersteller für das Funktionieren der Systeme gebe. Verbraucherpolitikerin Barbara Klepsch (CDU) kündigte an, die Produkthaftung auf der Verbraucherschutzministerkonferenz im April auf den

Tisch zu bringen.

Auch die Versicherungswirtschaft zeigt sich über den Gesetzesentwurf wenig zufrieden, da der Maßstab für die Fahrlässigkeit unklar bleibe. Eine Studie der Unfallforscher der Versicherer zeigte nämlich, dass eine vollständige Übernahme durch den Fahrer bis zu 15

Sekunden dauern kann. Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) glaubt deshalb, dass die vorgesehene Warnfunktion bei unübersichtlichen Verkehrssituationen nicht genügt. Deshalb müsse der Fahrer nicht nur optisch, sondern gleichzeitig auch akustisch und fühlbar gewarnt werden.

»Dobrindt lädt die Gefährdungshaftung bei den Autofahrern ab.«

Stephan Kühn

Die Versicherungswirtschaft fordert zudem, dass die automatische Fahrfunktion abgeschaltet werden müsse, wenn die technischen Sensoren feststellen, dass der Fahrer fahrfremde Tätigkeiten übernimmt. Das wäre etwa der Fall, wenn der Fahrer seinen Autositz verlässt, sein Smartphone nutzt oder ein Nickerchen macht. Denn in diesen Fällen sei die im Entwurf geforderte unverzügliche Reaktion nicht möglich. Der GDV betont zudem, dass sich ein nur für die Autobahn zugelassenes automatisiertes Fahrsystem automatisch abschalten muss, sobald das Fahrzeug nicht mehr auf einer Autobahn fährt.

Im derzeitigen Entwurf ist zudem vorgeschrieben, dass die Fahrzeuge alle Vorgänge während der automatisierten Fahrt in einem Datenspeicher dokumentieren, ähnlich einer Blackbox bei Flugzeugen. Damit soll sichergestellt werden, dass sich Fahrzeugführer „nicht pauschal auf ein Versagen des automatisierten Systems berufen“ können, heißt es in der Gesetzesbegründung. Die ID des Speichermediums soll im zentralen Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamtes geführt werden. Die Kontroll- und Straßenverkehrsbehörden werden spezielle, etwa 10 000 Euro teure Lesegeräte erhalten, um die Blackbox auslesen zu können.

Wie dieser gesonderte Speicher technisch beschaffen sein muss, soll separat in einer kommenden internationalen Regelung festgelegt werden. Nach einem Unfall müssen die Daten unter bestimmten Bedingungen an Dritte übermittelt werden können. Außerdem müssen ausgewählte Daten „bei Erforderlichkeit den zuständigen Behörden zugänglich gemacht“ werden. Das Datenmanagement des Speichers müsste daher auch das Auslesen der Daten auf unterschiedliche Datenarten beschränken können.

Klepsch weist darauf hin, dass aus dem Datenspeicher

nicht nur Haftungsfragen abgeleitet werden können, sondern die Inhalte auch die Datenschutzinteressen der Fahrer berühren. Das könne daher „nicht so stehen bleiben“. Laut einer Umfrage von TNS Emnid im Auftrag der Verbraucherzentrale Bundesverband (VZBV) sorgen sich zwei Drittel der Verbraucher um ihre Privatsphäre beim automatisierten Fahren. Klaus Müller vom VZBV schlägt vor, ein „Trust Center“

einzurichten, das bei der Datenspeicherung und -weitergabe vermitteln soll. Die Versicherungswirtschaft fordert, dass ein „diskriminierungsfreier“ Zugang zu den Daten technisch wie organisatorisch gewährleistet werden müsse. Der vorliegende Gesetzesentwurf wird Mitte März die erste Lesung im Bundestag durchlaufen. (sha@ct.de) **ct**

Kabinettsentwurf: [ct.de/yzj6](https://www.ct.de/yzj6)

Anzeige

OLED-Gamer

Das kompakte Gaming-Notebook Dell Alienware 13 R3



3D-Power statt mobilem Leichtgewicht: Das Dell Alienware 13 R3 hat einen 13,3-Zoll-OLED-Bildschirm, einen leistungsstarken Vierkernprozessor und den rasanten Grafikchip GeForce GTX 1060.

Von Florian Müssig

Das 13,3-Zoll-Notebook Dell Alienware 13 zeigt, dass man viel Power auch in einem mobilen Format unterbringen kann. Die neueste Inkarnation des Gaming-Notebooks hört auf den Beinamen R3 (Release 3) und legt hinsichtlich der Performance eine ordentliche Schippe drauf: In ihr arbeiten Nvidia-GPUs der Pascal-Schiene bis hinauf zur GeForce GTX 1060.

Damit lassen sich aktuelle 3D-Spiele selbst in Auflösungen jenseits von Full HD flüssig darstellen, ohne dass man dabei auf schicke Grafikdetails verzichten

müsste. Auch bei den CPUs muss man keine Kompromisse eingehen: Es kommen Vierkernprozessoren der jüngst vorgestellten siebten Core-i-Generation zum Einsatz – schnellere Notebook-CPU's gibt es derzeit nicht.

OLED-Bildschirm

Im Testgerät steckt ein OLED-Bildschirm, wie man ihn nur in weniger als einer Handvoll anderer Notebooks findet [1, 2]; keines davon ist auch nur annähernd so leistungsstark wie das Alienware 13 R3.

Dickes Ende:
In dem rückwärtigen Bürzel befinden sich unter anderem die Kühlkörper für die potente Hardware, die im Alienware 13 R3 steckt.



Ursprünglich wollte Dell schon den Vorgänger Alienware 13 R2 hierzulande mit einem solchen Bildschirm verkaufen, doch aufgrund einer starken Nachfrage in den USA und einer Panel-Knappheit wurde entschieden, alle bei Zulieferer Samsung bestellten Panels für den US-Markt zu verwenden – in Deutschland gab es das R2 nur mit TN- und IPS-Bildschirmen.

Die hohe Nachfrage kann man gut verstehen, wenn man den Bildschirm einmal gesehen hat: Er zeigt tolle Farben, die vor allem die Bonbon-Optik von comicartiger Spielgrafik wie bei Borderlands, Overwatch oder Street Fighter verstärkt. Zudem ist das Panel blickwinkelunabhängig und liefert ein besonders tiefes Schwarz: Bei schwarzem Bildschirminhalt muss man schon genau hinsehen, um die Trennlinie zwischen Panel und Rahmen zu erkennen.

Trotz einer hohen Display-Helligkeit von bis zu 280 cd/m² offenbart das tiefe Schwarz leider auch, dass die wegen des Touchscreens nötige Acrylglascheibe vor dem Bildschirm stark spiegelt: Bei Tageslicht sieht man in dunklen Bildbereichen hauptsächlich sich selbst oder die Umgebung.

Das OLED-Panel hat eine Pixelstruktur mit ungleichmäßig großen Subpixeln: Die blauen sind doppelt so groß wie die roten und grünen. Dank der hohen Auflösung von 2560 × 1440 Punkten fällt dies bei normalem Sitzabstand aber nicht auf: Man sieht keine ausgefranzten Schriften, die andere OLEDs mit Pentile-Matrix dem Auge zumuten.

Weil OLEDs nur dann Energie verbrauchen, wenn sie tatsächlich leuchten, haben damit ausgestattete Notebooks zusätzliches Stromsparpotenzial. Dell schöpft es ab Werk aus: Der Desktop-Hintergrund ist abgesehen vom mittigen Alien-Kopf schwarz, das Farbschema von Windows 10 wurde auf den mit Version 1607 eingeführten dunklen Modus umgestellt.

Im Test hielt der 74-Wh-Akku trotzdem bestenfalls neuneinhalb Stunden durch, was wohl der potenten Hardware

geschuldet ist. Ähnlich viel Laufzeit kit- zeln andere 13,3-Zöller mit energieeffi- zienten Doppelkern-CPU und ohne Zu- satz-GPU aus halb so großen Akkus.

Auch beim Gewicht und der Dicke kann das Alienware 13 R3 nicht mit Ultra- books mithalten: Es ist doppelt so schwer und dick, was am ausladenden Kühlsys- tem liegt. Immerhin: Das Gerät bleibt un- ter geringer bis mittlerer Systemlast leise; erst bei Volllast auf CPU und GPU drehen die Lüfter auf bis zu 2,5 Sone auf.

Doppel-Typ-C

Das Notebook hat zwei Buchsen im mo- dernen Typ-C-Format. Die Buchse am hinteren Ende beherrscht USB 3.1 (Super- SpeedPlus, 10 GBit/s) und Thunderbolt 3; zudem gibt sie bei Bedarf DisplayPort-Sig- nale aus. Die zweite Buchse am rechten Rand spricht hingegen nur USB 3.0 (Su- perSpeed, 5 GBit/s). Immerhin: Steckt man dort etwas anderes als USB-Periphe- rie ein, dann weist eine Popup-Meldung in Windows darauf hin, den anderen Typ- C-Port zu verwenden.

Zum Laden des Akkus kommt ein se- parater Stromeingang zum Einsatz: Das In- nenleben schluckt mehr als die 100 Watt, die der Ladestandard USB-PD (Power Delivery) vorsehen [3]. Für allen, die noch keine Typ-C-Peripherie zu Hause haben, bietet das Notebook auch noch zwei USB- Typ-A-Buchsen mit SuperSpeed-Ge- schwindigkeit sowie je einen HDMI- und MiniDP-Ausgang. Der proprietäre An- schluss für Dells „Grafikverstärker“ getauf- te Zusatz-Boxen mit Desktop-Grafikkarten ist auch beim R3 vorhanden.

Der 2D-Webcam steht eine 3D-IR-Ka- mera zur Seite. Letztere lässt sich für das Einloggen per Windows Hello nutzen, wird aber auch vom Zusatzprogramm Tobii Aware verwendet: Es überwacht, ob je- mand vor dem Notebook sitzt, und regelt bei Abwesenheit beispielsweise die Bild- schirmhelligkeit herunter. Aware nutzt ei- gene Energiespareinstellung, die unabhän- gig von denen von Windows agieren. Eye Tracking von Tobii wird nicht unterstützt.

Auf einen SD-Kartenleser muss man verzichten. Die Tastatur überzeugt mit ausreichend Hub, präzise Anschlag und gutem Layout inklusive großer Cursor- Tasten. Außer der Tastatur ist auch das Touchpad beleuchtet.

Bei der Einstiegsconfiguration ab 1500 Euro ist ein matter, aber blickwinkelabhän- giger TN-Bildschirm mit grober Auflösung (1366 × 768 Punkte) an Bord; als GPU be- kommt man die merklich schwächere Ge-

Force GTX 1050. Mit mattem Full-HD- IPS-Panel zahlt man mindestens 130 Euro mehr; der OLED-Touchscreen kostet wei- tere 250 Euro Aufpreis. Mit zwei 1-TByte- SSDs lässt sich der Gesamtpreis inklusive GTX 1060 auf rund 3000 Euro treiben.

Fazit

Das Dell Alienware 13R3 bietet deutlich mehr 3D-Power als alle anderen 13,3-Zoll- Notebooks. Das gegenüber Ultrabooks höhere Gewicht nehmen Gamer gerne in

Kauf: Größere Notebooks mit ähnlich leis- tungsstarkem Innenleben wiegen noch mehr – und haben keine Option auf ein OLED-Display. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Nimm 3:2, Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirmen: Galaxy TabPro S und Elite x2, c't 8/16, S. 84
- [2] Florian Müssig, Premium-Notebooks, Zehn edle Notebooks mit 12,5- und 13,3-Zoll-Bildschirmen, c't 17/16, S. 92
- [3] Florian Müssig, Alles kann, nichts muss, Techni- sche Hintergründe zu USB Typ C, c't 4/17, S. 124

Dell Alienware 13 R3: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	J35STF2
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / H / H (MiniDP) / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 2 × R (1 × Typ-C) / 1 × H (1 × Typ-C) / H
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / H / H
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –
Ausstattung	
Display	Samsung SDCA029: 13,3 Zoll / 33,9 cm, 2560 × 1440, 16:9, 220 dpi, 19 ... 293 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-7700HQ (4 Kerne mit HT), 2,8 GHz (3,8 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte PC4-19200 / Intel Kaby-Lake-H
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1060 (6144 MByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	PCIe: Qualcomm / Killer E2500 / PCIe: Qualcomm QCA6174A / Killer 1435 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Qualcomm (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: Synaptics (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Toshiba XG3 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	74 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	180 W, 806 g, 15,3 cm × 7,5 cm × 3 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,48 kg / 32,8 cm × 26,8 cm / 2,5 ... 2,7 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,9 cm / 19 mm × 27 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,8 W / 0,2 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	9,7 W / 13,4 W / 16,3 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	64,6 W / 20,1 W / 98,7 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	155,7 W / 0,89
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	9,6 h (7,8 W) / 6,2 h (12 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,6 h (13,4 W) / 1,1 h (70,9 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,8 h / 5,3 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2,5 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1269,6 / 302,2 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	137439 / 79004
Leserate SD-Karte	–
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	21,3 / 11,5 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 101,2 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	7,41 / 7,96
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	16781 / 97322 / 574 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	24178 / 9702 / 3616
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2200 €
Garantie	1 Jahr Vor-Ort-Service
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Für Entdecker

Den kleinen Kompass ans Fahrrad schnallen, einen Wegpunkt über die App vorgeben und los geht's – immer der Nase nach.

Die Idee ist charmant: Der gut sichtbare Pfeil auf dem Schwarzweiß-Display des smarten Kompass zeigt unveränderlich auf das vorher eingestellte Ziel; den Weg dorthin muss man sich selbst suchen. Dabei kommt nicht unbedingt der schnellste Weg heraus, aber im besten Fall ein interessanter.

Zunächst muss der Kompass am Fahrrad kalibriert werden – schweißtreibend mit angehobenem Vorderrad. Die Bluetooth-Verbindung zum Smartphone muss man oft erst in der App von Hand anstupsen, bevor sie zuverlässig läuft. In der App wählt man das Ziel sowie dazwischenliegende Wegpunkte aus und startet die Navigation. Auf dem Beeline-Display erscheinen dann Richtungspfeil und verbleibende Entfernung zum Ziel. Dort angekommen muss die Tour über die App oder die Sensortasten am Gerät beendet werden. Andernfalls laufen Standortbestimmung und Streckenaufzeichnung weiter und nagen am Smartphone-Akku, denn Beeline nutzt das GPS des Smartphones – ohne zeigt der Pfeil nur nach Norden. Bei regelmäßiger Nutzung ohne Hintergrundbeleuchtung hält der Akku eine Woche. Zum Laden per Micro-USB nimmt man den Kompass aus der vor Spritzwasser schützenden Gummihülle, die ihn am Rad befestigt.

Für heftige 115 Euro bietet Beeline abseits der schönen Grundidee allerdings recht wenig. Apps wie Strava liefern deutlich mehr Funktionen rund ums Radeln – benötigen aber eine Lenkerhalterung fürs Smartphone und saugen stärker am Akku. (asp@ct.de)

Beeline	
Smarter Kompass fürs Fahrrad	
Hersteller	Beeline, www.beeline.co
Systemanf.	ab Android 4.4 / iOS 9.2, Bluetooth LE
Preis	115 €



Spieler unter Sparzwang

Iiyama schnürt mit seinem GB2488HSU ein verlockendes Gaming-Paket, das dem Käufer aber diverse Kompromisse abverlangt.

Der 24-Zöller zeigt 1920 × 1080 Bildpunkte und steckt in einem unscheinbaren schwarzen Gehäuse. Weil der präzisen Mechanik eine Mittelraste für den Hochkantmodus fehlt, steht das Display oft leicht schräg. Der undefinierte Druckpunkt der träge reagierenden Sensortasten erschwert die Navigation des aufgeräumten Bildmenüs. Das enthält viele Gaming-Optionen wie Spiele-Presets und einen Black Tuner.

Trotz kurzer Schaltzeit von 6 ms fühlte sich das TN-Panel manchmal etwas lahm an. Am besten gefiel uns die Overdrive-Einstellung -1, obwohl auch dann noch Überschwinger auftraten, die Säume an bewegten Objektkanten produzierten. Mit FreeSync reicht die Bildrate bis 120 Hz, ohne bis 144 Hz. Der Kontrast fällt mit 1100:1 klassenüblich aus, die Farben wirkten allerdings eher flau und variierten je nach Einblickwinkel.

Zum Preis von 280 Euro bietet der G-Master GB2488HSU einiges fürs Geld. Dafür muss man bei Farbwiedergabe und Ausleuchtung gewisse Abstriche hinnehmen. (bkr@ct.de)

G-Master GB2488HSU-B2	
24"-Gaming-Monitor mit FreeSync	
Hersteller	Iiyama, www.iiyama.de
Anschlüsse	DVI-D, DisplayPort, 2 × HDMI, 2 × USB 3.0, Kopfhörerbuchse
Maße (H × B × T) / Gewicht	39-52 cm × 56,5 cm × 23 cm / 5,6 kg
Preis	280 €



Aktives Pummelchen

Die Misfit Phase sieht aus wie eine Analoguhr, ist aber per Bluetooth mit dem Smartphone gekoppelt und beherrscht einige smarte Funktionen.

Bei der Phase hält die leicht austauschbare Standardbatterie laut Hersteller rund sechs Monate durch. Die Hybrid-Uhr koppelt sich über das stromsparende Bluetooth Low Energy mit der Misfit-App. Dann zeichnet die Phase die tägliche Anzahl der Schritte, die zurückgelegte Strecke, den Kalorienverbrauch sowie den Schlaf auf. Auf Knopfdruck geben die Uhrzeiger an, wie weit man vom gesteckten Tagesziel entfernt ist. Weitere Daten zeigt die Misfit-App.

Auf Benachrichtigungen macht die Uhr durch kurzes Vibrieren aufmerksam. Zusätzlich ändert das kleine Guckloch am unteren Rand des Zifferblatts je nach App seine Farbe. Das Einstellen der Farbe klappt nur für vorgegebene Messenger und Social-Media-Apps.

Der untere Druckknopf aktiviert Funktionen am Smartphone – etwa die Audiowiedergabe, den Kamera-Auslöser oder den Klingelton. Vom Funktionsumfang gleicht die Phase der Connected von Skagen. Mit Preisen ab 180 Euro (je nach Armband) ist die Misfit Phase zwar etwas billiger als die Connected, sieht aber nicht ganz so schlank und edel aus. (spo@ct.de)

Misfit Phase	
Hybrid-Uhr	
Hersteller	Misfit, www.misfit.com
Systemanf.	Smartphone mit Android ≥ 4.4 oder iOS ≥ 8.0
Durchmesser, Höhe	42 mm, 11 mm
Gewicht	ca. 60 g
Zifferblatt	analoge Aktivitäts- und Benachrichtigungsanzeige
Batterie	CR2430
Preis	ab 180 €

Anzeige

Übergangshilfe

WLAN-Repeater Edimax RE11 im Roaming-Versuch



Die Repeater Edimax RE11 sollen größere Gebäude mit WLAN ausleuchten und mobilen Clients beim Wechsel zwischen den Funkzellen assistieren. Wandelt man mit dem Smartphone durchs Haus, soll der WLAN-Funkzellenübergang unterbrechungsfrei geschehen und Streams damit nicht mehr abreißen.

Von Ernst Ahlers

Mit dem RE11-Kit hat Edimax einen Preisbrecher im Programm: Das Set aus zwei Multimode-Geräten mit modernem WLAN kostet unter 100 Euro. Die Geräte arbeiten wahlweise als Access Point (AP), Repeater oder Bridge, damit man etwa das veraltete Funknetz des WLAN-Routers abschalten und durch einen modernen Standard ersetzen kann.

Eines der Geräte arbeitet dann als AP per Kabel am Router. Das andere koppelt man als Repeater per WPS-Tastendruck mit dem AP und platziert es dann ein Stück entfernt in die Richtung, wo die WLAN-Versorgung sonst zu schwach ist.

Damit entstehen auf beiden WLAN-Bändern (2,4 und 5 GHz) je zwei überlappende Funkzellen mit gleichem Namen.

So weit, so gewöhnlich. Die Besonderheit der RE11 laut Edimax: Verschlechtert sich das Signal eines mobilen Clients, weil er sich aktiv entfernt, wirft der RE11 den Client weiter ab. Das soll ihn dazu bringen, sich mit einer besser empfangbaren Funkzelle zu verbinden, bevor die Verbindung von selbst abreißt.

Im AP-Modus war der Nettodurchsatz gegen ein Aspire-V13-Notebook über 20 Meter durch Wände je nach Frequenzband zufriedenstellend bis gut. Im Repeater-Betrieb steht das Netzwerk am LAN-Port des RE11 zur Verfügung, er ist also gleichzeitig eine Bridge für stationäre PCs. Dabei lieferte er über die 20-m-Strecke guten Durchsatz.

Zwar war die Leistungsaufnahme der Geräte erfreulich niedrig, aber die zum Testzeitpunkt aktuelle Firmware 1.04 hatte ein großes Manko: Die RE11 beherrschten kein DFS und arbeiteten deshalb im 5-GHz-Band nur auf Kanal 36 bis 48, was einem einzigen 11ac-WLAN-Kanal entspricht. Das steigert die Wahrscheinlichkeit gegenseitiger Störungen mit 5-GHz-Nachbarnetzen.

Roaming-Versuche

Beim Wischen durch einen Instagram-Stream fällt ein WLAN-Zellenwechsel selten auf. Wenn es hakelt, wischt man ein-

fach nochmal. Doch anders beim Streamen von Filmen und Musik: Ein mit VLC unter Windows 10 abgespielter Multicast-IPTV-Stream (Telekom Entertain HD mit ca. 8,5 MBit/s) blieb beim Zellenwechsel für wenige Sekunden stehen. Dann lief er immerhin von selbst wieder an.

Auch bei Anwendungen mit niedrigerer Datenrate gab es Aussetzer: Ein VoIP-Telefonat mit dem Messenger Signal (circa 0,05 MBit/s) riss beim Zellenübergang meist ab und musste von Hand wieder aufgebaut werden. Beim Internetradio-Streaming (ca. 0,15 MBit/s) hing die Dauer der Sendepause vom Pufferfüllstand der App ab: Mal gab es gar keine Aussetzer, mal waren sie kürzer als eine Sekunde, mal lief der Stream erst nach einigen Sekunden wieder an.

Dieselben Versuche wiederholten wir mit einem Gespann aus Fritzbox 7580 und Fritz-Repeater DVB-C. Hier blieb die VoIP-Verbindung erhalten und der Internetradio-Stream zeigte kaum hörbare Unterbrechungen. Bei Entertain-IPTV gab es indes ebenfalls kurze Aussetzer.

Fazit

Völlig unterbrechungsfrei, wie es Edimax in der Werbung suggeriert, waren die WLAN-Verbindungen über das RE11-Kit in unseren Versuchen nicht. Internet-Telefonie und Audio/Video-Streaming auf in Bewegung befindlichen WLAN-Clients machten so keinen Spaß.

Für überwiegend stationäre Clients in allein stehenden Häusern taugt das Kit gut, um einen alten Router mit modernem WLAN aufzufrischen und es auch gleich zu verlängern. Doch zum Einsatz in dichter besiedelten Gegenden fehlt den RE11 noch DFS, um das ganze 5-GHz-Band nutzen und somit Nachbarn ausweichen zu können. (ea@ct.de) **ct**

Gemini RE11 Kit

WLAN-Verteilungssystem	
Hersteller	Edimax, www.edimax-de.eu
WLAN	IEEE 802.11n-300/ac-867, Simultan Dualband, WPS, kein DFS
Bedienelemente	WPS, Sendeleistung, 6 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 2 × RP-SMA (Antennen)
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (V13)	93 / 38-55 MBit/s
5 GHz nah/20 m	278 / 64-107 MBit/s
Bridge 5 GHz nah/20 m	291 / 116-151 MBit/s
Repeater 2,4 / 5 GHz 26 m (V13)	102 / 64 MBit/s
Leistungsaufnahme pro Gerät	3,0/3,5 Watt (idle/mit LAN, 8 bis 9 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	95 € (Kit mit 2 Geräten)

Kugelblick

Action- und Rundum-Kamera: Nikon KeyMission 360



Sie hat schon bei der ersten Präsentation für einige Aufmerksamkeit gesorgt. Denn mit der KeyMission 360 möchte Nikon einen bisher nervigen Nachteil der 360-Grad-Videos beseitigen.

Von Joachim Sauer

Stitching nennt man das Verfahren, um die beiden Videos „zusammenzunähen“, die mit getrennten Optiken und Sensoren aufgezeichnet werden. Nikons KeyMission verfügt wie die meisten Kameras in diesem Segment über zwei Objektive und zwei Sensoren, doch setzt sie die beiden Bilder bereits in der Kamera zu einem Videodatenstrom zusammen. Andere Kameras dieser Bauart benötigen dazu ein speziell an die jeweilige Hardware angepasstes Programm, dazu jede Menge Rechenleistung und einige Zeit.

Die 360-Grad-Datei zeigt bis auf die Schnittstellen der zwei Optiken scharfe, wenn auch zwangsläufig extrem verzerrte Szenen. Erst ein 360-Grad-Player wie der von YouTube erzeugt eine normale Ansicht, allerdings sieht man vom 360-Grad-Video dann nur einen Blickwinkel von etwas 60 Grad, dessen Ausrichtung der Zuschauer verändern kann. Dabei bleibt von der 4K-Auflösung nur ein Ausschnitt:

Bei etwa 60 Grad Blickwinkel rangiert die horizontale Auflösung (3840 Pixel) bei nur einem Sechstel, also 640 Pixel entsprechend SD-Niveau, wie bei allen anderen 360-Grad-Kameras dieser Preisklasse. Zumindest in der Bildmitte überzeugt die Bildschärfe. Der Nodalpunkt – dort treffen sich die beiden Teilbilder – liegt mit gut zwei Metern relativ weit entfernt vom Kamerastandpunkt. Bei Aufnahmen aus Innenräumen fällt das auf, denn je mehr man sich den Objektiven nähert, desto größer wird der sichtbare Versatz. Obendrein sollten beide Kamerahälften auf ähnlich beleuchtete Situationen blicken, sonst regelt die Automatik bei der stärker beleuchteten Optik die Belichtung so stark herunter, dass im Schnittbereich der beiden Bilder eine deutlich Kante entsteht. In 4K liefert die Nikon 24 Vollbilder/s, doch mit einer VR-Brille wirken solche Aufnahmen sehr ruckelig. In der YouTube-Wiedergabe dagegen fällt das nicht so störend auf. Eine höhere Bildwiederholfrequenz von 30 Bildern/s leistet die KeyMission erst in der HD-Auflösung in NTSC.

Bedienung

Für die KeyMission-Reihe liefert Nikon die App „SnapBridge 360/170“. Damit nimmt man die Grundeinstellungen der Kamera über Bluetooth vor, zusätzlich nutzt man

am besten NFC. Das funktioniert mit vielen Android-Geräten. Wegen der fehlenden NFC-Unterstützung erfordert die Fernsteuerung mit Apple-Geräten mehr Handarbeit und deutlich mehr Geduld. Entsprechend empfiehlt sich die Anschaffung der Fernbedienung ML-L6 für 50 Euro, die reibungslos funktioniert. Die Aufzeichnungen zeigen eine gute Farbabstimmung und landen auf einer Micro-SD-Karte. Der Slot dafür versteckt sich wie der austauschbare Akku und die Anschlüsse für HDMI sowie USB unter einer wasser- und staubdichten Klappe.

Fazit

Die Funktion zum internen Zusammenfügen der Bilder liefert eine ordentliche, wenn auch nicht hundertprozentig überzeugende Bildqualität. Der Blickwinkel der Objektive überschneidet sich nicht optimal, so entsteht erst ab zwei Metern Distanz ein korrektes Bild. Zudem zeigte die Nikon Belichtungsprobleme bei Gegenlicht: Im jungen 360-Grad-Kamerasegment ist auch nach Nikons Markteintritt noch einige Luft nach oben. (uh@ct.de) **ct**

Nikon KeyMission 360

Hersteller	Nikon, www.nikon.de/keymission
Sensorgroße	2 × 1/2,3 Zoll, je 21,14 MPixel
Objektive	2 × 1,6 mm/F 2,0
Bildwinkel	360° (2 × 180°)
Video- / Fotoauflösung max.	3840 × 2160 Pixel mit 24 fps / 7744 × 3872
Datenrate	74 MBit/s
Zeitraffer/Video-Loop	✓ / –
Codec (Video, Audio, Foto)	H.264, ACC, JPG
Audio	Stereo
Display / interner Speicher	– / –
App für / mit Liveview	Android, iOS / ✓
PC-Software für	Windows, Mac OS
WLAN / NFC / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓
Bewegungserkennung / Datenexport	– / –
staub- / wasserdicht bis Tauchtiefe	IPX8, 30 Meter
Schnittstellen / Speicherslot	Micro-HDMI, Micro-USB, Micro-SDHC
Halterungen / Stativgewinde	Silikon-Bumper / ✓
Akku / vom Anwender wechselbar	Li-Ion, 1050 mAh / ✓
Akkulaufzeit mit WLAN	55 Minuten
Abmessungen (L × B × H)/ Gewicht	6,1 × 6,6 × 6,1 cm / 196 g
Bewertung	
Videoqualität Lowlight/Outdoor	○ / ⊕
Foto- / Audioqualität	○ / ⊕
Handhabung / Ausstattung	⊖ / ○
Stitching / App	⊖ / ⊕⊕
Preis	500 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



xDSL-Modem fürs Ausland

Das xDSL-Modem Netgear DM200 könnte Router-Selbstbauer reizen: Mit 55 Euro ist es günstig. Aber es ist auch wählerisch bei den xDSL-Anschlüssen.

Eigentlich sollte man das DM200 auf dem deutschen Markt gar nicht kaufen können, denn Netgear hat es hierzulande nicht offiziell eingeführt. Dennoch bieten manche Händler dieses xDSL-Modem an. Es soll vom alten ADSL (max. 8 MBit/s) bis zum modernen VDSL2 mit Vectoring (max. 100 MBit/s) alle Betriebsarten beherrschen. Ein VDSL-Sync kam aber nur an der Leitung unseres Telekom-Hybrid-Anschlusses zustande. Doch das war, wie sich nach einiger Recherche herausstellte, ein Zufall, den die Deutsche Telekom für andere Anschlüsse nicht garantiert.

Die Gegenstelle an unserer Hybrid-Leitung läuft mit einem Broadcom-Baustein, der bei Bedarf von der hierzulande verwendeten VDSL2-Frequenzverteilung nach Annex B auf die nach Annex A zurückfällt. An anderen unserer Leitungen arbeiten Infineon-basierte Gegenstellen, die das nicht tun. Folglich syncete das DM200 dort nicht. Eine Firmware, die Annex B bei VDSL2 unterstützt, wird Netgear nicht liefern. Für hiesige VDSL-Anschlüsse taugt das DM200 also nicht. (ea@ct.de)

Netgear DM200	
xDSL-Modem	
Hersteller	Netgear, www.netgear.de
xDSL-Standards	ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL2 mit Vectoring nach Annex A, L, M
VDSL2-Profil	8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a
Bedienelemente	Ein, Reset, 3 Statusleuchten
Anschlüsse	1 x RJ11, 1 x RJ45
Leistungsaufnahme	5,8 Watt (idle, ca. 15 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	55 €



Mobiler Speicher

Der Smartphone-Speicher reicht selten aus, um dort alle Filme für eine Urlaubsfahrt zu lagern. Abhilfe versprechen WLAN-Speicher wie die Airdisk.

Die Airdisk ist ein kleines quadratisches Schächtelchen von gut 5,5 Zentimeter Kantenlänge und einem Gewicht von 62 Gramm. Sie enthält 32 GByte Flash-Speicher und einen per Micro-USB-Stecker ladbaren Akku, der vier Stunden Laufzeit durchhalten soll. Zudem gibt es zwei WLAN-Module: Eins verbindet sich mit bis zu fünf Clients, das andere mit dem Heimnetz – dessen Internetzugang gibt die Airdisk dann an die Clients weiter.

Zugriff auf die auf der Airdisk gespeicherten Inhalte erhält man über Apps, die es nicht nur für Android und iOS gibt, sondern sogar für Windows Phone. Zudem ist ein Zugriff per Windows Explorer und Web-Browser möglich.

Schließt man die Airdisk per USB an einen PC an, meldet sie sich als Speichermedium; ein Netzwerk-Zugriff auf die gespeicherten Daten ist dann nicht möglich. Zum Befüllen muss man sich Zeit nehmen: Beim Lesen gingen gerade mal 25 MByte/s über die Leitung, beim Schreiben sogar nur die Hälfte.

Mit der App kann man keine Daten auf die Airdisk übertragen, lediglich lesender Zugriff ist möglich. Ein automatisches Backup verschiedener Smartphone-Daten bietet die App hingegen an. Insgesamt ist die Airdisk eine praktische Speichererweiterung, deren Befüllung aber zu lange dauert. (ll@ct.de)

Promo-U Airdisk	
USB-Speicher mit WLAN	
Hersteller	Promo-U, www.promo-u.de
Preis	45 €



Scharfer Puck

Googles HDMI-Puck Chromecast beherrscht in der neuen Ultra-Version 4K und HDR – und bringt Ethernet mit.

Stolze 80 Euro verlangt Google für die verbesserte Chromecast-Variante namens „Ultra“ – der nach wie vor verkaufte Normal-Chromecast kostet die Hälfte. Augenfälligster Unterschied ist die 4K- und HDR-Unterstützung. Das Prinzip bleibt gleich: Der Google-Puck kommt in den HDMI-Port von Fernseher oder AV-Receiver und wird dann per Smartphone oder Tablet mit Streaming-Inhalten oder lokalen Fotos oder Videos bespielt. Außerdem lässt sich der Bildschirminhalt des Mobilgeräts auf den Fernseher spiegeln.

Mit kompatiblen Apps wie YouTube oder Netflix klappt alles super, auch in Ultra-HD-Auflösung. Nutzer von Amazons Streaming-Service schauen jedoch in die Röhre.

Eine klare Verbesserung ist die im mitgelieferten Ultra-Netzteil eingebaute Ethernet-Buchse – die beiden Chromecast-Vorgängermodelle beherrschen ausschließlich WLAN. Die von Google beworbene höhere Geschwindigkeit konnten wir nur zum Teil nachvollziehen: Manchmal gelang dem Ultra-Puck der Wechsel zwischen Streaming-Quellen etwas schneller als den Vorgängern, manchmal stellten wir aber auch keinen Unterschied fest. Das Neu-Buffern beim Spulen mit Netflix dauerte bei allen drei Chromecast-Varianten rund fünf Sekunden. (jkj@ct.de)

Chromecast Ultra	
Media-Player für 4K und HDR	
Hersteller	Google
Preis	80 €

Anzeige

Silberkamm

Mehrraum-Musiksysteem Silvercrest von Lidl



Vernetzte Musiksysteme sind in: Selbst die Discounter haben das Thema Netzwerkmusik inzwischen für sich entdeckt. Lidl bietet sein Silvercrest-System nun in zweiter Auflage an.

Von Sven Hansen

Als Lidl im vergangenen Jahr erstmals vernetzte Aktivlautsprecher im Angebot hatte, hätte es auch eine Eintagsfliege sein können. Doch offensichtlich ist das Thema kabellose Musikverteilung inzwischen in den Köpfen der Kundschaft angekommen, sodass das Silvercrest-System nun in erweiterter Form erneut als Aktionsware und im Online-Shop zu haben ist.

Für einen Test erreichte uns ein komplettes Setup. Dabei handelt es sich um drei Aktivlautsprecher und einen Streaming-Client, die schon im Vergleichstest in c't 5/16 mit dabei waren: Ein Pärchen der kompakten Mono-Lautsprecher 18W und jeweils ein Stereolautsprecher 30W und 50W. Neu hinzugekommen ist ein zur Serie passendes Internetradio (SIRD 14 C2) und die netzwerkfähige Silvercrest Soundbar.

Die bereits während der letzten Verkaufsaktion erhältlichen Komponenten haben sich äußerlich nicht verändert. Hard-

ware-seitig scheint sich zumindest beim mittleren 35W etwas getan zu haben. Im Hörtest fiel er im Vergleich mit den anderen Silvercrest-Komponenten nicht mehr ganz so negativ auf. Allerdings ist der 35W klanglich nach wie vor das schwächste Familienmitglied. Das zum System passende Silvercrest Internetradio ist mit einem kleinen Farbdisplay ausgestattet und empfängt auch DAB- und UKW-Stationen. Das Stereosystem ersetzt locker das alte Küchenradio und unterstützt diverse Streaming-Dienste sowie Spotify Connect.

Die Soundbar ist ein recht wuchtiger Balken mit quadratischem Querschnitt (12 cm) und 93 cm Länge. Das mit Kunststoff folierte Holzgehäuse lässt sich über

eine Halterung auch an der Wand montieren. Mit dem TV lässt sich der Balken analog per Cinch-Anschluss oder über den optischen Digitaleingang verbinden. Im Lieferumfang befindet sich eine praktische IR-Fernbedienung, um die Soundbar auch ohne App zu steuern. Ein separater Center-Lautsprecher oder ein Subwoofer fehlen.

Das System lässt sich im Handumdrehen einrichten und funkt im 2,4- oder 5-GHz-Band. Hersteller Targa stellt inzwischen eine passende App für Android und iOS in den jeweiligen Stores bereit. Bis zu fünf Silvercrest-Spieler lassen sich zu einer Gruppe bündeln. Aus zwei kleinen 18W hat man über den rückwärtigen Schiebeschalter zur Kanalwahl im Handumdrehen ein kleines Stereosystem erstellt.

Eine bisherige Schwäche des Silvercrest-Systems war die fehlende Wiedergabemöglichkeit lokaler Inhalte der jeweiligen Steuerinstanz. Zumindest beim Internetradio und der Soundbar ist dieses nun möglich. Darüber hinaus lässt sie sich auch direkt per Bluetooth bespielen. Beim Verteilen des so eingespeisten Funksignals kam es zu sporadischen Aussetzern. Davon abgesehen lief das System im Mehrraumbetrieb stabil ohne merklichen Zeitversatz zwischen den Abspielstationen.

Fazit

High-End-Qualität zum Low-End-Preis? Das schafft Lidl nicht. Dennoch bekommt man ein stabil arbeitendes Mehrraumsystem mit solider Streaming-Technik. Sollten die mit den neuen Komponenten verknüpften Streaming-Dienste und die direkte Abspielmöglichkeit vom Smartphone auch per Firmware-Update den Weg in die älteren Komponenten finden, wäre dies eine positive Überraschung: Oft halten es die Discounter bei Aktionsware nach dem Motto „gekauft wie gesehen“. In jedem Fall bietet Lidl einen günstigen Einstieg ins vernetzte Musikvergnügen. (sha@ct.de) **ct**

Mehrraum-Musiksysteem Silvercrest

System	Silvercrest	Silvercrest	Silvercrest	Silvercrest	Silvercrest	Silvercrest
Gerät	A1	18W	30W	35W	Internet Radio	WLAN-Soundbar
Firmware	V2.11.12	V2.11.12	V2.11.12	V2.11.12	V2.12.12c	V2.11.12
Ausgänge analog / digital	Cinch / optisch	— / —	— / —	— / —	Kopfhörer / —	Subwoofer / —
Eingänge analog / digital	— / —	3,5 mm Klinke / —	3,5 mm Klinke / —	3,5 mm Klinke / —	3,5 mm Klinke / —	Cinch / optisch
Besonderheiten	Mode-Taste	Mode-Taste, Kanalwahl/L/R	Mode-Taste	Mode-Taste	IR-Fernbedienung, Farbdisplay	IR-Fernbedienung, Bluetooth
Ethernet	—	—	—	—	✓	✓
Bootzeit aus Power Off	14 s	14 s	14 s	14 s	44 s	44 s
Standby	2,2 Watt	3,1 Watt	3,6 Watt	3,7 Watt	1,3 Watt	1,7 Watt
Preis	30 €	50 €	70 €	90 €	100 €	130 €

Anzeige



Tastatur zum Anklicken

Smartphones mit Hardware-Tastatur kennt man nur noch von BlackBerry. Für einige Galaxy-S-Modelle hat auch Samsung eine physische Tastatur im Sortiment.

Das Samsung Keyboard Cover besteht aus zwei Komponenten: der eigentlichen Tastatur und einer Schutzhülle. Die Schutzhülle rastet an den Rändern des Smartphones ein, die Tastatur wiederum an den Seiten der Schutzhülle. Wird die Tastatur gerade nicht gebraucht, kann man sie rückseitig anklicken. Die hochkantigen Tasten sind leicht gummiert. Es gibt das Keyboard Cover für die Galaxy-Modelle S6 und S7 sowie deren Edge-Varianten.

Clickt man die Tastatur an das Smartphone, verdeckt sie das untere Drittel des Displays. Um trotzdem alle Icons unterzubringen, reduziert der Home-Screen die vertikalen Abstände. Auch in allen anderen Apps schrumpft der Bildschirm entsprechend. Einige Apps nehmen das krumm; bei diesen verstecken sich die unteren Schaltflächen dann unter den Tasten.

Die Tastatur kommt ohne Akku oder elektrische Kontakte zum Smartphone aus. Stattdessen liegt eine kapazitive Fläche auf dem Display; der Touchscreen wertet die durch die Fläche hindurch erkannten Tipps aus. So warnt Samsung auch, dass Schutzfolien das Keyboard lahmlegen können. Allein die Home-Taste besitzt einen richtigen Stempel.

Im Test funktionierte das Keyboard Cover erstaunlich gut, allerdings straukelte immer wieder die Erkennung von Tastenkombinationen. Insbesondere Großbuchstaben bereiteten Probleme – beim Tippen dieses Texts bildete sich die Tastatur immer wieder ein, „Eyboard“ zu heißen. Abhilfe schaffte, erst die Um-

schalttaste zu drücken und dann den Buchstaben.

Umlaute und das ß entstehen durch langen Druck auf den zugehörigen Buchstaben; für Satzzeichen und Zahlen gibt es eine Alt-Taste. Für Zahlenfolgen aktiviert ein längerer Druck auf Alt einen „NumLock“.

Gegen die richtige Hardware-Tastatur des BlackBerry Priv, dem einzigen aktuellen Konkurrenten, kann das Keyboard Cover nicht anstinken. Die Priv-Tastatur versteht auch Wischgesten zur Cursor-Steuerung und zur Übernahme von Wortvorschlägen (siehe c't 26/15, S. 72). Bei Samsung muss man vorgeschlagene Wörter auf dem Display antippen – viel zu fummelig. Eine Cursor-Navigation bietet Samsungs Hardware-Tastatur ebenso wenig wie Tastenkombinationen für Ausschneiden und Einfügen. Auch hierfür muss man zum Display wechseln, was Korrekturen mühsam macht.

In jedem Fall tippt es sich mit dem Keyboard Cover flotter als auf einer On-Screen-Tastatur mit Wischgesten: Schnell merken sich die Finger, wo die Buchstaben liegen. So kommt man auch bei ausgeschalteter Autokorrektur flott voran. Es wird jedoch bald lästig, die Tastatur jedes Mal bei Bedarf aufzustecken und wieder abzunehmen, um etwa Videos zu sehen.

Vieltipper sind mit dem BlackBerry Priv besser bedient: Dort schnappt die Tastatur bequem unten aus dem Gehäuse, zumal beschleunigt die Touchpad-Funktion die Texteingabe weiter. Da der Priv inzwischen ein Auslaufmodell ist, führt für Vieltipper langfristig womöglich aber kein Weg am Keyboard Cover vorbei. (ghi@ct.de)

Samsung Keyboard Cover

Hardware-Tastatur für Galaxy-Smartphones

Hersteller	Samsung, www.samsung.de
Systemanf.	Galaxy S6, S6 Edge, S7, S7 Edge
Preis	ca. 40 € (Straßenpreis)



Feuchtgebiete

Ein gutes Raumklima wirkt sich nicht nur auf das Wohlbefinden aus, sondern auch auf die Gesundheit. Devolos „Luftfeuchtemelder“ soll helfen, relevante Werte im Blick zu behalten.

Schimmel an den Wänden ist nicht nur ein optischer Makel, sondern gesundheitsschädlich. Hier setzt Devolos „Luftfeuchtemelder“ an: Er misst Temperatur und Luftfeuchtigkeit und funkt die Werte per Z-Wave an die „Home Control“-Zentrale des Herstellers. Je nach Platzierung kann der Melder das „Wohlfühlklima“ ermitteln, zusammen mit anderen Komponenten die Lüftung steuern und Schimmelbildung verhindern.

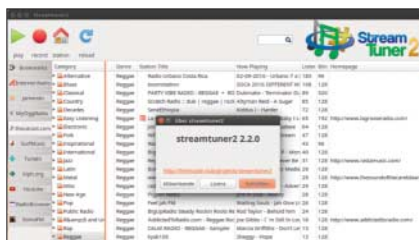
Die Anmeldung an die Zentrale ist schnell über die Mobil-App oder das Webportal des Herstellers erledigt: Man wählt den Gerätetyp aus, bringt den Melder zu seinem Einsatzort und zieht die schwarze Batterielasche an der Geräterückseite heraus – fertig. Klappt die automatische Einbindung nicht, lässt sich das Gerät manuell koppeln.

Ein farbkodierter Balken auf der Home-Control-Oberfläche hilft, die ermittelte Luftfeuchtigkeit einzuordnen. Im Vergleich zu einem Präzisions-Hygrometer wich die ermittelte Temperatur um 1 Grad Celsius, die Luftfeuchtigkeit um 4,5 Prozent nach unten ab. Für den Kampf gegen Schimmel gibt Devolo auch den Taupunkt an. Der Luftfeuchtemelder ist bis auf den Knopfzellenwechsel vom Typ CR123(A) wartungsfrei – und auch der soll im Idealfall nur alle fünf Jahre nötig sein. (nij@ct.de)

Luftfeuchtemelder

Thermo-Hygrometer

Hersteller	Devol Home Control, www.devalo.de
Funkprotokoll	Z-Wave (868 MHz)
Systemanf.	Rechner oder Mobilgerät (Android oder iOS), Internetzugang
Preis	60 €



Streaming-Browser

Streamtuner2 listet Internet-Radio- und Streaming-Angebote sowie YouTube-Channels auf und sortiert sie nach Musikrichtung oder Herkunft.

Aus dem reichhaltigen Streaming-Angebot im Web erstellt Streamtuner2 eine Linksammlung. Der Browser für Streaming-Dienste greift dabei auf Quellen wie TuneIn, Jamendo, Shoutcast oder Channel-Listen von YouTube zurück. Je nach Quelle zeigt Streamtuner2 Name, Musikgenre, den laufenden Musiktitel, die Bitrate des Streams oder die Anzahl der Hörer an. Wichtigste Kategorisierung ist der Musikstil, den das Tool in einer Spalte auflistet. Lieblingssender lassen sich als Bookmarks speichern.

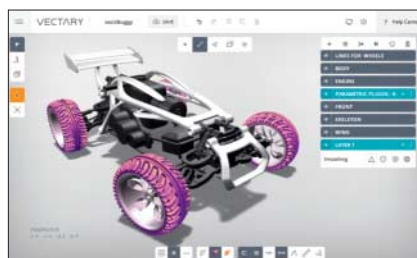
Über eine Schaltfläche oder per Doppelklick übergibt Streamtuner2 einen Stream an einen externen Musik- oder Videoplayer, der in den Einstellungen festgelegt ist. Streamtuner2 kennt die Playlisten-Formate PLS, M3U und XSPF sowie OGG- und Shoutcast-Streams. Einige Funktionen von Streamtuner2 – etwa ein Stop-Button für Aufnahmen – müssen erst über die Einstellungen aktiviert werden.

Ist das Konsolentool streamripper installiert und in den Optionen als „Player“ eingetragen (xterm -e "streamripper %srv"), kann Streamtuner2 ausgewählte Streams auch speichern. Dabei legt streamripper praktischerweise für jedes Lied eine eigene Datei an. Zur Aufzeichnung von YouTube-Videos kann youtube-dl verwendet werden. (lmd@ct.de)

Streamtuner2 2.2.0

Browser für Streaming-Dienste

Hersteller	Mario Salzer, http://freshcode.club/projects/streamtuner2
Systemanf.	Linux, Windows, Python 2.7 oder 3
Preis	kostenlos



3D-Modelle aus dem Browser

Vectary erstellt online dreidimensionale Modelle und exportiert das Ergebnis für den 3D-Druck.

Die kostenlose Web-Anwendung Vectary ist gut ausgestattet: Sie verwaltet Ebenen, dreidimensionalisiert 2D-Zeichnungen und exportiert OBJ- und STL-Dateien für den 3D-Druck und zur Weiterverarbeitung. Das Schnittwerkzeug trennt Objekte oder setzt eine Markierung, an der sich die Objekte strecken und beugen lassen. Arbeitsfortschritte dokumentiert die integrierte Screenshot-Funktion, die Modelle zuvor in die optimale Ausgangslage bringt.

Selbst 3D-Neulinge konstruieren mit der Anwendung flott erste Modelle. Das liegt am intuitiven Bedienkonzept: Zeichnet man ein Objekt, öffnet sich im Anschluss ein Funktionsring (Jog), in dem man die Abmessungen millimetergenau einträgt. Der Ring lässt sich frei positionieren und zeigt immer nur die Funktionen an, die für den jeweiligen Arbeitsschritt infrage kommen. Wenn man doch mal nicht weiterkommt, unterstützt einen das Hilfe-Menü mit Texten und Videos auf Englisch.

Die Anwendung punktet mit einem cleveren Bedienkonzept und sinnvollen Werkzeugen. Lediglich die teilweise ruckelige Darstellung von komplexeren 3D-Modellen und deren lange Ladezeiten geben Anlass zur Kritik. Privat-anwender können nach Registrierung mit Vectary fünf private Modelle erstellen; bei öffentlichen Modellen gibt es keine Begrenzung. (mre@ct.de)

Vectary

3D-Modellier-Software

Entwickler	Vectary, www.vectary.com
Systemanf.	Internetzugang, Browser mit WebGL
Preis	kostenlos

Anzeige

Fremdgesteuert

Bitwig Studio 2.0 mit neuen Plug-in-Modulatoren



Die speziell auf Loops und elektronische Musik optimierte DAW Bitwig Studio bekommt in der Version 2 neue Modulatoren. Damit lassen sich alle nur erdenklichen Parameter automatisieren.

Von Hartmut Gieselmann

Rund zwei Jahre nach dem Start veröffentlicht Bitwig die zweite Version seiner DAW „Studio“. Das Grundkonzept der Musik-Software lehnt sich an Ableton Live an. Statt einzelne Spuren nur linear zu bearbeiten, sammelt Bitwig Studio zusätzlich verschiedene Clips in einer Matrix, die man im laufenden Betrieb austauschen und umarrangieren kann, ohne die Musik zu stoppen. Das vereinfacht das Arbeiten mit wiederkehrenden Phrasen und Loops ungemein.

Wichtigste Neuerung sind die Modulatoren. Sie lassen sich in alle Effekte und Instrumente hängen (interne wie auch externe Plug-ins) und steuern dort jeden beliebigen Parameter – egal ob Filterfrequenz, Lautstärke oder Delay-Zeit. Zur Wahl stehen verschiedene LFOs: Entweder schwingen sie frei, getriggert oder synchronisiert zum Song-Tempo. Die Frequenz reicht dabei von Hertz-Bruchteilen bis zu 50 kHz, Wellenformen wechseln

stufenlos. Praktisch ist der Sequenzer mit bis zu 64 Steps, der Modulationswerte in einzelnen Stufen ändert.

Alternativ stehen verschiedene Hüllkurven wie ADSR zur Wahl. Diese können in vereinfachter Form auch von anderen Kanälen per Sidechain getriggert werden. Dort reagieren sie etwa auf MIDI-Noten oder auf bestimmte Frequenzbereiche von Audio-Spuren. So lässt sich im Handumdrehen aus jedem Equalizer ein dynamischer EQ basteln.

Facelift

Zur Verbesserung der Übersicht und Touchscreen-Bedienung hat Bitwig die alten Pull-Down-Menüs überarbeitet. Sie werden jetzt nur noch kontextabhängig und in entschlackter Form auf der oberen Bedienleiste eingeblendet. Die Oberfläche wirkt insgesamt sehr schick und stylish. Zur Wahl stehen optimierte Ansichten für kleine und große Bildschirme, Touchscreens und Aufteilungen auf zwei oder drei Monitore.

Allerdings gibt es auch Stellen, an denen man sich mehr Informationen wünscht: So werden die allzu spartanischen Fader des Mixers nur als kurze unbeschriftete Stummel angezeigt. Immerhin lassen sich Zahlenwerte direkt eingeben, wenn man bei gedrückter Cmd- oder Strg-Taste auf die Fader klickt.

Studio 2 unterstützt nun neben VST-2- auch VST-3-Plug-ins, die unter anderem Sample-genaue Automationen erlauben. Wie gehabt lassen sich alle Plug-ins in einzelnen Sandboxes starten, sodass sie bei einem Absturz nicht die komplette DAW mitreißen. Durch diese Technik gehört Bitwig Studio zu den stabilsten DAWs am Markt. Bereits die von uns getestete Vorabversion „Beta 2“ lief bemerkenswert rund.

Zahlreiche interne Plug-ins wurden mit einem Spectrum Analyzer aufgepeppt. Er hilft beim EQ und anderen Filtern, die richtigen Frequenzen passend zum Eingangssignal einzustellen. Neue MIDI-Effekte generieren beispielsweise Akkorde und Echos oder transponieren Noten auf eine andere Skala.

Mit den neuen CV-Tools kann man CV/Gate und Steuerspannungen direkt über ein Audio-Interface ausgeben, um modulare Synthesizer leichter einzubinden. Voraussetzung ist, dass das Interface genügend Spannung liefert (> 20 dBu) und Gleichspannung nicht ausfiltert (beispielsweise von MOTU). Ansonsten benötigt man für den AC-Modus der CV-Tools spezielle Gleichrichter-Kabel.

Fazit

Die Modulatoren erlauben völlig neue Mixing-Optionen, die bislang nur sehr schwierig umzusetzen oder gar unmöglich waren. Zudem peppen sie alte EQs und Kompressoren mit Sidechain-Eingängen und Envelope-Followern auf, sodass sie im neuen Glanz erstrahlen – da werden nicht nur Ableton-Live-Nutzer grün vor Neid.

Für das Upgrade langt Bitwig kräftig zu: Besitzer der Vorgängerversion sollen 160 Euro zahlen. Der Neupreis steigt von 300 auf 380 Euro. Das ist eine Stange Geld, zumal im Preis nur noch Updates für zwölf Monate enthalten sind. Für spätere Updates muss man erneut 160 Euro berappen – man kann Bitwig Studio aber auch ohne Update unbegrenzt weiter nutzen.

Unter Linux ist Bitwig jenseits von Ardour und Traktion konkurrenzlos. Unter Windows und macOS gibt es aber zahlreiche Alternativen, die vor allem beim Mixer mit beschrifteten Fadern einen besseren Überblick bieten. (hag@ct.de) **ct**

Bitwig Studio 2

Digital Audio Workstation

Hersteller	Bitwig, www.bitwig.com
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.7, Linux (Ubuntu ab 12.04)
Preise	380 €, Update (12 Monate) 160 €

Anzeige

Leerverkauf

Italien-Urlauber soll O2 trotz Sperre Roaming-Kosten bezahlen



Bild: Peter Stemmler

Roaming ist immer eine mögliche Kostenfalle. Deswegen ging Thomas B. bei einem Italien-Urlaub auf Nummer sicher, schaltete das Daten-Roaming am Tablet seiner Frau komplett aus und nutzte nur das Hotel-WLAN. Trotzdem bekam er eine hohe Rechnung.

Von Urs Mansmann

Bevor Thomas B. im Januar dieses Jahres in einen einwöchigen Kurzurlaub nach Italien startete, nahm er sich das iPad seiner Frau vor. Im Menü des Geräts deaktivierte er das Daten-Roaming, um keine unnötigen Kosten zu erzeugen – immerhin 10 Euro pro Tag für mickrige 50 Megabyte. Schließlich blieb das Tablet die meiste Zeit im Hotel – und dort gab es kostenloses WLAN. Der Urlaub verlief wie geplant, das Tablet verrichtete unter Nutzung des Hotel-WLAN seinen Dienst und

nach einer Woche traf das Ehepaar B. wieder in Deutschland ein.

Eine Woche nach seiner Rückkehr erhielt Thomas B. die Rechnung seines Mobilfunk-Providers O2. Er wollte seinen Augen nicht trauen: Für jeden Urlaubstag hatte O2 trotz der eingerichteten Roaming-Sperre ein Internet Day Pack EU für 10 Euro gebucht, insgesamt 60 Euro. Der verblüffte Kunde untersuchte zunächst einmal das iPad. Die Sperre fürs Daten-Roaming war immer noch aktiv. Seit dessen In-

betriebsnahme im August 2016 betrug das insgesamt übertragene Datenvolumen im Roaming gerade einmal 35,2 Kilobyte.

Thomas B. widersprach der Rechnung. Er wies darauf hin, dass er Roaming nicht genutzt habe, buchte den Rechnungsbetrag zurück, widerrief die Einzugsermächtigung und überwies den unstrittigen Teil der Rechnung.

O2 reagierte zügig. Schon drei Tage später erhielt Thomas B. ein Schreiben, in dem sein Widerspruch abgelehnt wurde. Man habe, erklärte der Kundenbetreuer, die Rechnung noch einmal geprüft und alle abgerechneten Verbindungen der SIM-Karte von Thomas B. zuordnen können.

Thomas B. setzte nach und bat darum, die angeblich getätigten Datenverbindungen zu belegen und dabei insbesondere die Menge der übertragenen Daten aufzuführen. Da von seinem Gerät insgesamt nur 35,2 Kilobyte übertragen worden seien, hätte seiner Ansicht nach keine einzige Tagespauschale berechnet werden dürfen. Er sei nicht bereit, für eine Leistung zu bezahlen, die er nicht in Anspruch genommen habe.

Am 1. Februar antwortete O2 erneut. Zwar verstehe man die Verwunderung, aber man habe die Daten noch einmal überprüft. Das Rechnungssystem habe diese korrekt ausgewiesen. Ein Fehler liege nicht vor, einer Erstattung stimme man daher nicht zu.

Noch einmal hielt Thomas B. dagegen und erklärte O2 haarklein, warum die Rechnung falsch sein müsse. Besonders ärgerte er sich, dass O2 keine Anstalten machte, einen Nachweis für das tatsächlich übertragene Datenvolumen zu führen – das Unternehmen unterstellte weiterhin nur pauschal eine Nutzung für jeden Urlaubstag.

Parallel dazu wandte er sich hilfesuchend an c't und schilderte seinen Fall. In der Redaktion liefen in der Vergangenheit mehrere ähnliche Fälle auf, in denen Kunden beklagten, dass ihnen trotz Roaming-Sperre Kosten entstanden waren.

Nachgefragt

Wir nahmen Kontakt mit der Pressestelle von Telefonica auf, schilderten den Fall und baten um eine Stellungnahme. Pressesprecher Jörg Borm ließ den Fall von der Technik prüfen. Aus Sicht des Unterneh-

mens gibt es zwei Möglichkeiten, wie die Verbindungen trotz des eigentlich abgeschalteten Roamings zu Stande gekommen sein könnten: Zum einen könne es einer auf dem Gerät installierten App gelungen sein, die geräteseitige Sperre zu umgehen. Zum anderen hatten die Mobilfunk-Provider im vergangenen Jahr mit einem Problem bei der Abrechnung von LTE-Verbindungen zu kämpfen.

LTE-Netze sind All-IP-Netze. Der Aufbau eines Voice-over-LTE-Anrufs (VoLTE) wird über eine IP-Verbindung signalisiert. Neuere Geräte mit VoLTE kommunizieren auch bei gesperrtem Daten-Roaming mit dem jeweiligen Gastnetz, um auszuhandeln, ob VoLTE verfügbar ist. Das führte laut O2 dazu, dass Kunden irrtümlich Beträge für Daten-Roaming berechnet wurden, obwohl sie nur Telefonie nutzten. Der Aus-

kunft von Borm zufolge ist dieser Fehler seit dem 27. Januar behoben; Datenvolumen für VoLTE-Verbindungen im Roaming wird erkannt und nicht mehr für die Rechnungsstellung berücksichtigt. Betroffenen Kunden habe O2 die Gebühren automatisch gutgeschrieben, versichert Borm.

Der Fall von Thomas B. liegt aus Sicht von O2 anders, denn seine Frau nutzte ein Tablet, kein Smartphone. Zwar sei es unwahrscheinlich, dass eine VoLTE-Verbindung die Buchungen verursachte, aber eben nicht ausgeschlossen. „Es ist sowohl technisch als auch datenschutzrechtlich nachträglich nicht möglich, herauszufinden, auf welche Weise diese Verbindungen zustande kamen“, erklärt Pressesprecher Borm. „Wir erkennen zwar, wie viele Kilobyte übertragen wurden, aber nicht, was.“ Das Unternehmen folgte nun den Ausführungen des Kunden und schrieb alle berechneten Roaming-Gebühren für den Italienurlaub der B.s wieder gut.

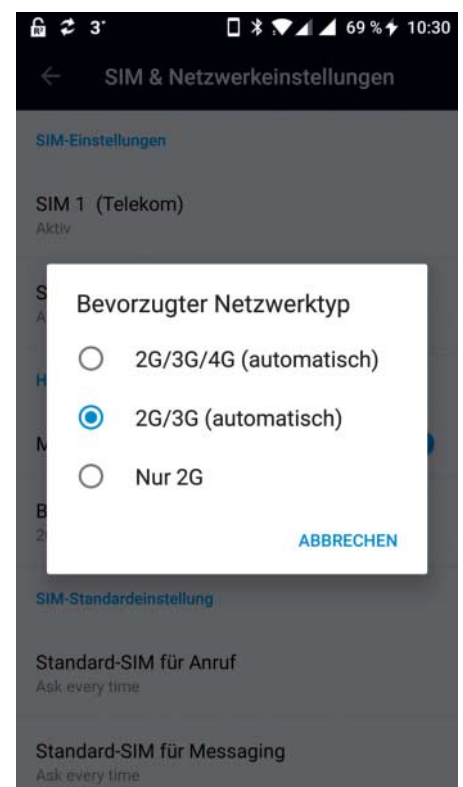
Komplexe Technik

Uns erreichen immer wieder Schilderungen solcher Abrechnungsfehler. Im Nachhinein lässt sich kaum mehr ermitteln, wie diese entstanden sind; für die Kunden ist es schwierig, ihr Recht durchzusetzen. Einige einfache Handgriffe können Kosten vorbeugen, falls Ihr Provider im Urlaubsland Gebühren für Daten-Roaming be-

rechnet und Sie dieses nicht nutzen wollen. Besonders im Nicht-EU-Ausland berechnen viele Anbieter von Postpaid-Tarifen enorm hohe Beträge fürs Daten-Roaming.

Wenn Sie diese Leistung nicht in Anspruch nehmen wollen, sollten Sie unbedingt LTE (4G) in den Netzwerkeinstellungen Ihres Mobilfunkgeräts deaktivieren. Dazu müssen Sie in den meisten Fällen die Verbindungsart auf 2G (GSM) und 3G (UMTS) beschränken. Telefonieren können Sie trotzdem noch, in den meisten Fällen laufen Telefonate ausschließlich über GSM- und UMTS-Netze. Phantomverbindungen im LTE-Netz werden dadurch aber sicher verhindert.

Eine weitere Sicherheitsmaßnahme ist es, nicht nur das Daten-Roaming zu unterbinden, sondern Datenverbindungen komplett zu deaktivieren oder die SIM gleich ganz aus dem Gerät zu nehmen. Damit verhindern Sie, dass das Gerät eine Datenverbindung aufbaut, weil es das Roaming-Netzwerk nicht als solches erkennt. Allerdings sollten Sie nicht vergessen, die Änderungen nach der Rückkehr aus dem Urlaub wieder rückgängig zu machen. (uma@ct.de) **ct**



Falls Sie im Urlaub kein Daten-Roaming nutzen wollen, sollten Sie LTE (4G) in den Einstellungen des Mobilgeräts sicherheitshalber deaktivieren.

Und er sah, dass es viral war

25 Jahre Michelangelo-Virus: ein Rummel mit Folgen



Am 6. März 1992 hielt die Welt den Atem an. An diesem Tag sollte ein Virus namens Michelangelo auf PCs aktiv werden und Festplatten ratzfatz löschen. Es war der erste Computer-Schädling, der es in die Massenmedien schaffte.

Von Detlef Borchers

Die Tagesschau wollte ein Kamerteam in das im Jahr zuvor gegründete Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) schicken, das den Virus beim Wüten filmen sollte. Auf der anderen Seite des Atlantiks belagerten die Reporter aller großen Sender die Büroräume der Antivirusfirma McAfee in gespannter Erwartung der Katastrophe.

In einem Interview zum Thema Computerviren hatte Firmenchef John McAfee zuvor über den Michelangelo-Virus gespro-

chen. Gefragt, wie viele Rechner bedroht sind, antwortete McAfee, dass der Virus vielleicht 5000 oder auch 5 Millionen Rechner befallen haben könnte. Das war dem Journalisten zu vage: „Mindestens 5 Millionen Computer gefährdet“ eignete sich weitaus besser als Schlagzeile – eine Sensationsmeldung, die von den Nachrichtenagenturen übernommen wurde.

So wurde Michelangelo zu dem Virus, mit dem das Problem der Computersicherheit beziehungsweise Datensicherung erst-

mals in breiter Öffentlichkeit diskutiert wurde und nicht nur in der IT-Szene. Beim BSI aktivierte man das Referat für „Systembezogene Risikoanalyse“, um Maßnahmen zur Bekämpfung von Michelangelo zu analysieren und auf den Weg zu bringen. Mit dessen damaligem Leiter Frank W. Felzmann unterhielten wir uns für diesen Artikel über das Phänomen Michelangelo.

Die Wurzeln

Der Michelangelo-Virus wurde im Februar 1991 von dem australischen Ingenieur und Programmierer Roger Riordan entdeckt und analysiert. Riordan hatte 1989 als Lehrer am Chisholm Institute of Technology ein erstes Antiviren-Programm namens Vet geschrieben. Das löschte den Stoned-Virus, der sich auf den 30 Olivetti-PCs des Lehr-Labors eingenistet hatte. Bedingt durch das leicht inkompatible Olivetti-BIOS löschte Stoned wieder und wieder die Festplatten der Rechner seiner Studenten, was Riordan verärgerte. Eine israelische Firma bot ihm ein AV-Programm an, für 400 Dollar pro PC, erinnert sich Riordan auf seiner Website. Das konnte sich das Institut aber nicht leisten.

PC-Vet vertrieb er zunächst als Shareware über seine Firma Cybec. Tauchten neue Viren auf, speicherte Riordan ihre Signaturen und Löschroutinen in Vet. Sein Polysearch genannter Algorithmus, der auf der fünften Computer Virus & Security Conference 1992 vorgestellt wurde, konnte parallel nach vielen Signaturen suchen und dann auf die jeweiligen Gegenmaßnahmen verzweigen.

So verfuhr Riordan auch mit dem neuen Virus, der in einem benachbarten Computershop auftauchte und von ihm Anfang 1991 analysiert wurde. Bei dieser Variante des Stoned-Virus entdeckte er, dass der Virus jeweils an einem 6. März aktiv wurde und erzählte dies einem Freund an der Universität. Der merkte an, dass der 6. März sein Geburtstag sei. Riordans Angebot, den Virus nach ihm zu benennen, schlug er aus. Riordan suchte, wer an diesem Tag sonst noch Geburtstag hatte: Michelangelo Buonarroti, Cyrano de Bergerac und Lou Costello standen zur Auswahl. Mit Michelangelo und Vet erzielte Riordan einen Volltreffer. Die australische Antiviren-Firma wuchs und wuchs, bis sie 1999 von Computer Associates aufgekauft wurde. Von den Erlösen wurde



Mit der 3-Tasten-Maus AM25 der Firma Artec wurden bis Ende Februar 1992 rund 20.000 mit dem Michelangelo-Virus infizierte Treiber-Disketten in den Handel gebracht.

die gemeinnützige Cybec Foundation gegründet, die bis heute Studenten unterstützt.

McAfee und Norton

In seinen Erinnerungen beschreibt Riordan, wie John McAfee auf einer Australienreise 1991 von Michelangelo erfuhr und verärgert reagierte, als er erfuhr, dass es eine billige Shareware gab, die den Virus entfernte. Noch amüsanter verlief zuvor ein Treffen mit Peter Norton, damals berühmt für die Norton Utilities und den Norton Commander. Von Riordan gefragt, was er denn gegen die Virenplage unternehmen werde, zog Norton vom Leder und tat Computerviren als Gerücht ab („urban hoax“).

Kurz nach seiner Rückkehr in den USA gab Nortons Firma bekannt, ein Produkt namens Norton Antivirus zu entwickeln. Als der Virens Scanner erschien, konnte er 30 Viren erkennen, während McAfees Software es schon auf 44 Viren brachte. Der Markt-Durchbruch für Norton Antivirus gelang, als man in der Michelangelo-Panik einen kostenlosen Virens Scanner veröffentlichte, der allein Michelangelo aufspürte und vernichtete.

Als das britische Virus-Bulletin Michelangelo im Oktober 1991 zum ersten Mal in seiner „Hitliste“ aufführte, gingen die Viren-Spezialisten von einer moderaten Gefahr aus. Doch die apokalyptischen

Warnungen waren längst überall unterwegs. Über die Sensationsmeldung von millionenfacher Schädigung der Rechner verbreitete sich die Warnung vor Michelangelo auch in Deutschland. Besonders laut warnte Professor Klaus Brunnstein, der an der Uni Hamburg ein „Viren-Test-Center“ (VTC) leitete: Am 6. März würden Hunderttausende von Rechnern ihre Daten ins Nirwana schicken. Mit dieser Warnung wurde er für die einen zum „Viren-Papst“, während Kritiker ihn als „Viren-Kassandra“ verspotteten.

c't hielt sich mit Spekulationen zurück: Eine kurze Meldung im Aktuellteil der Ausgabe 3/1992 wies unter der Überschrift „Michelangelo-Panik“ knapp auf das bevorstehende „Erwachen“ hin und führte Viren-Scanner-Software auf, die Michelangelo bereits erkannte. Auch der Chaos Computer Club gab sich reserviert. In dessen Hauspostille „Datenschleuder“ war von Panikmache die Rede und davon, dass die Sicherheitsbranche im Vorfeld der CeBIT besonders laut trötet.

Ganz so einfach war die Sache jedoch nicht, denn Michelangelo hatte sich vor allem über Treiber-Disketten schneller und weiter verbreitet als frühere PC-Viren. Mit dem Treiber der populären weil billigen Artec-Maus handelte man sich auch den Michelangelo-Virus ein. Die Maus wurde immerhin 20.000-mal verkauft. Auch diverse Treiber für VGA-Grafikkar-

```

checkdate: lodsw      ; check infection
           cmp ax,[bx+2] ; is it infected?
           jne infectharddisk ; if not, infect HD

           xor cx,cx      ; Real time clock get date
           mov ah,4       ; get dx = mon/day
           int 1Ah
           cmp dx,0306h   ; check March 6th
           je damagestuff ; if true, damagestuff
           retf           ; return control to original
                       ; boot block @ 0:7C00h

damagestuff: xor dx,dx      ; prepare for int 13h
             mov cx,1       ; head 0, drive 0
             mov ax,0309h   ; track 0, sector 1
             ; ah=03: write al=09 sectors
             ; ...

             mov bx,5000h   ; source is random memory area
             mov es,bx      ; at es:bx = 5000h:5000h
             int 13h        ; Write sectors to drive
             ; ...
             xor dh,dh      ; go to next head/cylinder
             inc ch
             jmp short smashanothersector

smashanothersector:
             mov bx,5000h   ; source is random memory area
             mov es,bx      ; at es:bx = 5000h:5000h
             int 13h        ; Write sectors to drive
             ; ...
             xor dh,dh      ; go to next head/cylinder
             inc ch
             jmp short smashanothersector

```

Der PC-Virus Michelangelo prüft das aktuelle Datum und wird nur am 6. März richtig aktiv.

ten waren infiziert. Besonders pikant: Intel, damals mit einer eigenen Antivirus-Software namens LANProtect im Geschäft, hatte schon 839 Disketten mit seiner LANSpool-Software verschickt, ehe jemand im Kopierwerk bemerkte, dass sich Michelangelo im System eingenistet hatte.

Neben der Panik gab es die Vorsorge. Der eifrige Professor Brunnstein gab im Fernsehen bekannt, dass sein VTC eine Reparatur-Diskette mit Software verschicken werde, die Rechner vor dem 6. März prüfen und gegebenenfalls den Virus entfernen werde. Das Resultat: 28 Postsäcke mit Freiumschlägen, in die Studenten im Akkord 18.000 Disketten zum Versand steckten. Die ganze Aktion wurde von Siemens-Nixdorf unterstützt, wobei der Name dieses großzügigen Sponsors nicht in der Öffentlichkeit bekannt werden sollte. Von der Uni Karlsruhe meldete sich der Virenjäger Christoph Fischer und bot eine Antivirus-Diskette an, wenn 5 DM und ein Freiumschlag geschickt werden: Hier wurden 7000 Disketten verschickt.

Das BSI konnte als Behörde wegen wettbewerbsrechtlicher Bedenken keine Disketten verteilen, sondern nur mit Pressemeldungen vor Michelangelo warnen. Frank Felzmann richtete eine „Virus-Hotline“ ein, die vom 17. Februar bis zum 6. März Fragen zu Michelangelo und allgemein zu Computer-Viren beantwortete. Wie man Michelangelo finden könnte, wurde da am häufigsten gefragt. Und ob es Sinn mache, das Datum zu verändern. Wo kein 6. März, da kein Michelangelo.

Besonders vorsichtige Naturen schalteten am Freitag, den 6. 3. 1992, den Rechner überhaupt nicht ein.

Am Tag X

Am 6. 3. 1992 schlug Michelangelo tatsächlich zu. Nach den Statistiken des BSI und der Abfrage aller Hotlines gab es in Deutschland insgesamt 95 gemeldete Schadensvorfälle mit 150 Computern, bei denen die Festplatte gelöscht wurde. Der erste Fall in der BSI-Hotline war eine kleinere Druckerei bei Aachen, bei der um 8 Uhr morgens der Computer hochgefahren wurde und der Druckereibesitzer beim Start vor Schreck den Stecker zog. Die Daten auf Laufwerk C waren dahin, doch die Partitionen D (Kunden) und E (Lieferanten) konnten gerettet werden. Die Druckerei besaß keine aktuelle Datensicherung.

Ausgehend von 150 bekanntermaßen betroffenen PCs schätzt Felzmann die Dunkelziffer auf mindestens 1500 Rechner, bei denen Michelangelo Schaden anrichtete. Die Gegenrechnung: Durch die ausführliche Berichterstattung und die verschickten Disketten gab es 770 Fälle mit 1260 PCs, auf denen Michelangelo rechtzeitig erkannt und gelöscht wurde. Mit der gleichen, zehnfachen Dunkelziffer ergibt das rund 12.000 gerettete Computer allein in Deutschland.

Damit war Michelangelo allerdings noch nicht besiegt. Die Folgeschäden waren aber geringer, weil der 6. März in den Folgejahren auf ein Wochenende fiel, an dem kaum beruflich genutzte PCs in

Betrieb waren. 1993 wurden dem BSI 50 Schadensfälle gemeldet, 1994 nur noch 20. 1995 trat der Virus nicht mehr messbar auf. PCs wurden mittlerweile mit modernen 3,5-Zoll-Disketten ausgeliefert, mit denen sich Michelangelos nicht mehr verbreiten konnte, weil der Virus Disketten mit 15 Sektoren pro Spur voraussetzte.

Angeregt durch Michelangelo gab das BSI eine Umfrage unter kleinen und mittleren Unternehmen in Auftrag, wie es denn um die Datensicherung bestellt ist. Nur 5 Prozent hatten ein aktuelles Backup, 15 Prozent eine „bedingt aktuelle“ Datensicherung und 80 Prozent überhaupt keine. Die Erfolgsmeldung des BSI vom 11. März 1992 endete deshalb so: „Als positiver Nebeneffekt der Berichterstattung in Presse, Funk und Fernsehen ist im übrigen zu vermerken, dass die Notwendigkeit einer aktuellen Datensicherung vielen Benutzern drastisch vor Augen geführt wurde. Zudem wurden bei der Suche nach ‚Michelangelo‘ auch eine Reihe anderer Computer-Viren noch frühzeitig entdeckt.“

Die Folgen

Wichtiger als der Schutz vor Michelangelo war letztlich die Aufklärungskampagne, zieht der heute pensionierte Virenwarner Felzmann sein Fazit. Auch das britische Virus-Bulletin stuft den „Angriff“ von Michelangelo in seiner Rückschau als „moderat“ ein, ausgehend von 117 PCs, die es am Stichtag nach der Meldung der Computer Crime Unit von Scotland Yard erwischt hatte. Auch in den USA ging es recht glimpflich ab: Statt der befürchteten 5 Millionen wurden zwischen 7000 (Dr. Salomon) und knapp 10.000 Schadensfälle (McAfee) gemeldet. Selbst mit Dunkelziffer ergibt das keine Millionen.

Am schlimmsten traf es die Southern Baptist Church und die Umweltschutzorganisation „Save the Whales“, die beide ihre Spender- und Mitgliederlisten auf den Festplatten verloren. Da keine Backups vorhanden waren, veröffentlichten sie einen Michelangelo-Hilferuf. Zahlreiche Horror-Meldungen entpuppten sich jedoch als Fake News, wie man heute sagen würde. Dazu gehörte etwa, dass die Armee von Uruguay ihre PC-Daten verloren hatte und kampfunfähig sei. Der weltweit größte Michelangelo-Schaden wurde aus Südafrika gemeldet. Dort verteilte eine Firma die jeweils neuesten Preislisten für

Michelangelo analysiert

Von Frank W. Felzmann

Apotheken via infizierter Floppy-Disk. So wurden 1000 Rechner in 450 Apotheken Opfer von Michelangelo.

Der Warner John McAfee stand seinerzeit schwer in der Kritik, auch von Seiten der etwa 12 Firmen, die in den USA Virens Scanner verkauften. Dabei lief das Geschäft bombig: Am 4. März notierte der Großhändler Egghead Software, dass die Verkäufe von AV-Produkten gegenüber der Vorwoche um 3000 Prozent zugenommen hatten. CompuServe, der damals führende Online-Anbieter, notierte 49.000 Downloads von Michelangelo-Scannern, die Central Point und Symantec bereithielten. McAfee störte die Kritik überhaupt nicht. Ohne seine Warnung und ohne die Software seiner Firma wäre eine echte Epidemie ausgebrochen, gab er Kontra. Im Oktober 1992 ging McAfee Inc. an die Börse und erzielte beim IPO 42 Millionen US-Dollar. Nicht schlecht für eine 12-Mann-Firma.

In den „Software Engineering Notes“ der ACM erschien das Fazit, dass Michelangelo mehr „Hoax“ denn eine echte Gefahr gewesen sei. Eine echte Gefahr könne von einem Virus erst ausgehen, wenn er etwa gezielt von einer Armee eingesetzt werde. Damit bezog sich der Autor auf eine andere Sensationsnachricht von damals: Im März 1992 meldete die Nachrichtenagentur „U.S. News & Report“, dass die US-Armee im Zweiten Golfkrieg einen Virus in den Speicherchips von Druckern versteckt habe, die in den Irak geliefert wurden. Das sollte dann die Kommunikation der Truppen von Saddam Hussein behindert haben.

Die Meldung entpuppte sich letztlich als abgeschriebener Aprilscherz, als echter Hoax. Die zufällige Koinzidenz verdient Beachtung, denn das Märchen von der Virusattacke auf den Irak nannte der aus dem Irak berichtende Star-Reporter Peter Arnett „Hyperwar“. Als 1999 die Zeitschrift Popular Mechanics die Unsinnsgeschichte erneut verbreitete, tauchte erstmals der Begriff „Cyberwar“ in einer größeren Zeitschrift auf. Heute beschäftigen die Öffentlichkeit staatlich unterstützte Hacker wie Sofacy (Fancy Bear, APT28), die in Regierungsnetze eindringen und keine Scheu haben, dabei maßgeschneiderte Malware einzusetzen.

Der oder die Autoren von Michelangelo sind bis heute nicht bekannt.

(ju@ct.de) 

Der Michelangelo-Virus ist ein Boot-Virus und benötigt zur Verbreitung – im Gegensatz zu einem Datei-Virus – ein physikalisches Medium, konkret eine Diskette. Dabei ist er betriebssystemunabhängig. Theoretisch könnte er auch die Festplatte eines Linux-Systems infizieren. Alles, was er braucht, ist ein Computer mit BIOS, der 80x86-Maschinenbefehle versteht und ausführt. Das Basic Input/Output System stellt die Interrupts 13h für Festplatten-Zugriffe und 1Ah für die Abfrage der Systemzeit bereit.

Findet ein PC beim Systemstart im ersten Disketten-Laufwerk eine Diskette vor, führt er den Code in deren erstem Sektor aus, dem Boot-Sektor. Ist die Diskette mit Michelangelo infiziert, kommt auf diesem Weg dessen viraler Code zum Einsatz. Er prüft zunächst über den Master Boot Record (MBR) der Festplatte, ob diese bereits infiziert ist. Ist dies nicht der Fall, kopiert der Virus den originalen MBR auf Zylinder 0, Kopf 0, Sektor 7. Die Partitionstabelle der Festplatte, die die Aufteilung der Festplatte in Partitionen angibt, wird ans Ende des Virus-Codes gehängt,

woraufhin sich der Virus selbst in den MBR schreibt. Nach der Infektion der Festplatte übergibt Michelangelo die Kontrolle an den originalen MBR – das System startet wie gewohnt.

Doch künftig infiziert der Computer alle in das Laufwerk A: eingelegten, beschreibbaren Disketten. Dazu klinkt sich Michelangelo dauerhaft in den Festplatten-Interrupt 13h ein – eine Technik, die zu DOS-Zeiten für Treiber in Form von TSR-Programmen weitverbreitet war (Terminate, Stay Resident). Zur Infektion wird der originale Boot-Sektor einer Diskette mit 360 KByte Kapazität ans Ende des Hauptverzeichnis auslagert. Das überschreibt unter Umständen dort vorhandene Verzeichniseinträge und kann bereits zu Datenverlust führen. Anschließend überschreibt der Virus den Anfang des Boot-Sektors mit seinem Code. Diese Infektion war jedoch auf die Anfang der Neunziger noch verbreiteten 5,25“-„Floppy Disks“ mit einer Kapazität von maximal 1,2 MByte (HD) beschränkt. Auf die wenig später aufkommenden, harten 3,5“-Disketten war Michelangelo nicht vorbereitet, weshalb er sich darüber nicht ausbreiten konnte.

Wurde ein infizierter Rechner am 6. März eines Jahres gestartet, überschrieb Michelangelo Bereiche der ersten Festplatte, die unter anderem wichtige Verwaltungsinformationen wie die File Allocation Table (FAT) enthielten. Ohne deren Dateizuordnung kam die Schadfunktion für die meisten Betroffenen einem kompletten Datenverlust gleich – sofern keine aktuelle Datensicherung existierte. Lediglich bei Festplatten mit mehreren Partitionen konnten mit einigem Aufwand und Glück die Partitionen D:, E: et cetera gerettet werden.

Angesichts der ausschließlich über Disketten stattfindenden Infektion verbreitete sich Michelangelo erstaunlich schnell. Ausschlaggebend war wohl, dass es dem Autor gelang, Michelangelo auf den Master-Disketten einiger Kopieranstalten in Taiwan zu platzieren. So kamen mit günstiger Hardware auch Tausende von virenverseuchten Treiber-Disketten in Umlauf.

```
000000  <·MSDOS5.0·...·
000010  ··@·...·...·
000020  ······)·H·VOLUM
000030  E-NAMEFAT12  ·3
000040  ·····|···x·6·7·V

· · · · ·
· · · · ·
· · · · ·
000190  ····$|·6%|·...·
0001A0  Kein System oder
0001B0  Laufwerksfehler
0001C0  ··Wechseln und T
0001D0  aste drücken··I
```

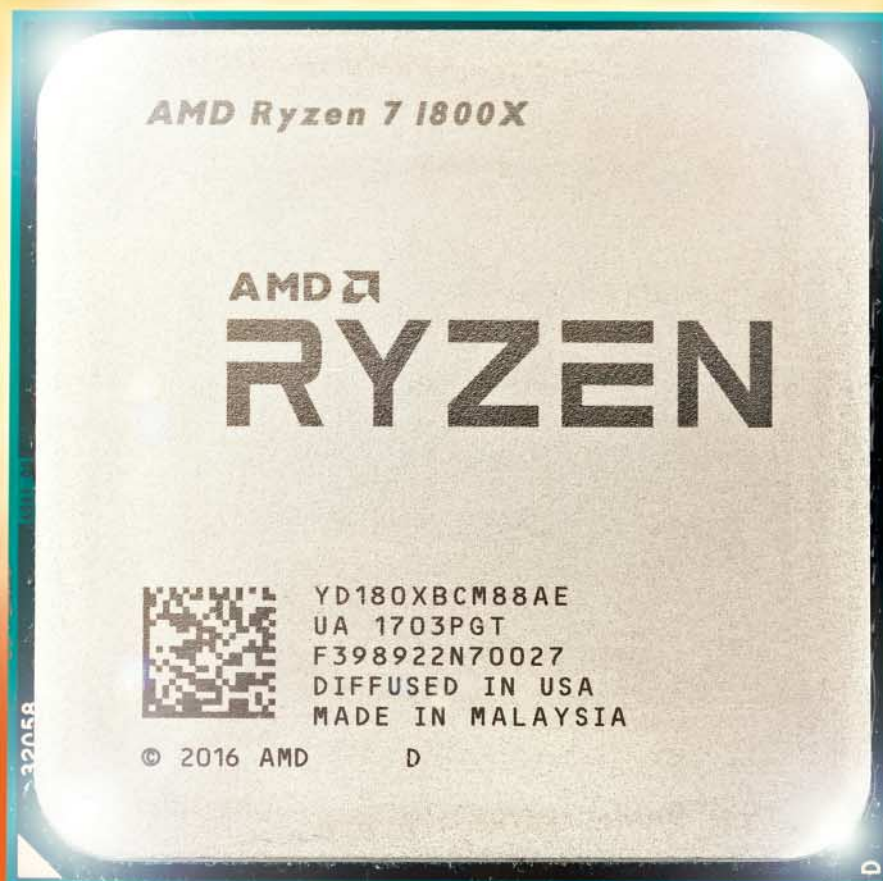
```
000000  ··········P
000010  ··u·3·...·?·u·X
000020  ··········X
000030  ·····PSQR·VW·
000040  ··········3·

· · · · ·
· · · · ·
· · · · ·
000190  ·····r·...·!
0001A0  ·····3·...·
0001B0  ·········er
0001C0  ··Wechseln und T
0001D0  aste drücken··I
```

Der Boot-Sektor einer DOS-Diskette vor und nach der Infektion.

Ryzing Sun

Achtkern-Prozessor Ryzen 7 1800X im Test



Rechenleistung und Plattform	Seite 64
Spiele-Performance	Seite 70
Zen-Mikroarchitektur	Seite 72
Was kommt nach Ryzen?	Seite 78

Mit den neuen Ryzen-Prozessoren mischt AMD nach vielen Jahren Abstinenz endlich wieder im High-End-Prozessormarkt mit. Der Octo-Core Ryzen 7 1800X schlägt seinen direkten Konkurrenten Core i7-6900K, kostet aber nur die Hälfte.

Von Christian Hirsch
und Christof Windeck

Heißt es, für Ende letzten Jahres versprochen und nun gibt es sie endlich zu kaufen: AMD will mit den Ryzen-Prozessoren und der neu entwickelten Zen-Architektur das Ruder herumreißen und bietet wieder konkurrenzfähige High-End-CPU's an. Mit den Achtkernern Ryzen 7 1800X, 1700X und 1700 für Desktop-Rechner greift AMD zunächst Intels High-End-Plattform LGA2011-v3 für CPUs der Serien Core i7-6800/6900 an – verlangt bei vergleichbarer Performance aber viel weniger Geld.

Wir haben die Leistung des Ryzen 7 1800X mit den schnellsten Vier- und Achtkern-CPU's Core i7-7700K und Core i7-6900K von Intel sowie bisherigen AMD-Prozessoren der Serien A und FX bei unterschiedlichen Anwendungen verglichen. Zudem prüften wir, ob es AMD gelungen ist, die bisherigen Schwachstellen Effizienz und Energiebedarf mit Ryzen auszumergen. Beides ist nicht nur für Käufer oder Bastler eines potenten Gaming- oder High-End-PC interessant. Außer in den jetzt vorgestellten Desktop-PC-Varianten „Summit Ridge“ soll die Zen-Architektur im Laufe dieses Jahres auch für Server (Naples) und als Kombiprozessoren „Raven Ridge“ mit integrierter Grafik für Desktop-PCs und Notebooks folgen (siehe S. 78). Bis es Kombiprozessoren mit Zen zu kaufen gibt, überbrückt AMD die Lücke mit AM4-CPU's der Serie A-9000 (Bristol Ridge), in denen allerdings noch die alten Excavator-(Bulldozer-)Kerne arbeiten.

Alles auf Anfang

Für Ryzen hat AMD die komplette Plattform generalüberholt. Abgesehen von der völlig neu entwickelten Prozessorarchitektur löst die CPU-Fassung AM4 die beiden

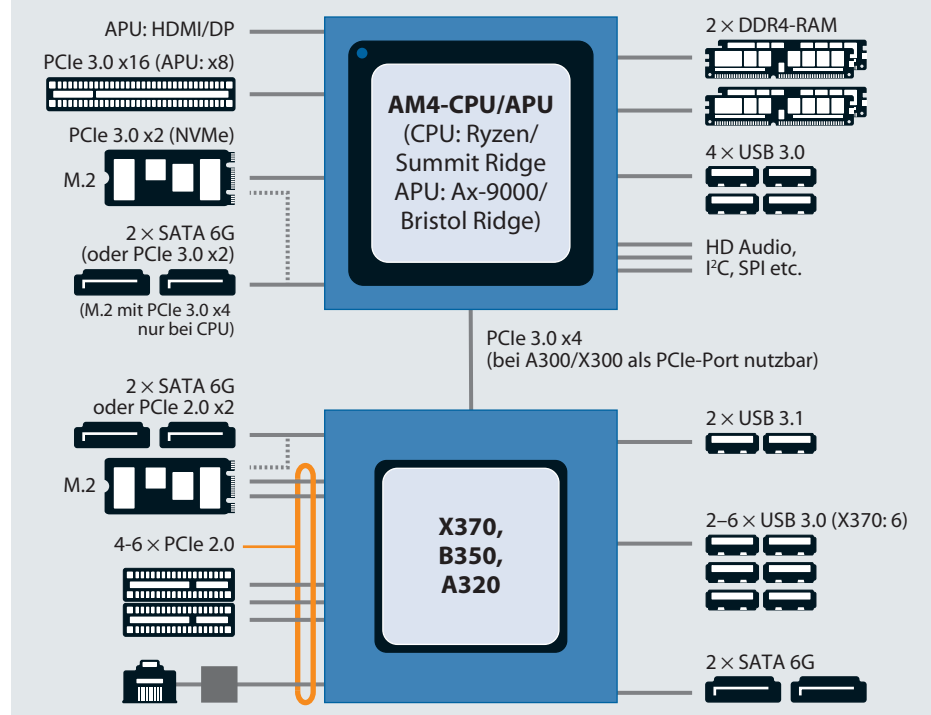
bisher parallel angebotenen Plattformen FM2+ und AM3+ ab und nimmt das gesamte Portfolio vom superschnellen Achtkerner bis zum preiswerten Dual-Core auf. Sie eignet sich gleichermaßen für Prozessoren mit und ohne GPU. Obendrein treibt AMD die Integration weiter: Bei Ryzen und Bristol Ridge handelt es sich jeweils um Systems-on-Chip, die einen Basissatz an SATA-6G- und USB-3.0-Ports sowie PCIe-Lanes bereitstellen. Chipsätze

wird es aber weiterhin geben, um weitere Schnittstellen wie USB 3.1 anzubinden.

Beim ersten von AMD beziehungsweise Globalfoundries in 14 nm gefertigten Prozessor ist alles neu: Statt der Bulldozer-Module mit je zwei Integer-Kernen und einer Gleitkommaeinheit gibt es bei Ryzen wieder unabhängige, vollwertige CPU-Kerne. Um diese besser auszulasten, hat AMD bei Ryzen zudem zum ersten Mal simultanes Multithreading (SMT) ein-

AMD-Chipsätze „Promontory“

Für AM4-Mainboards liefert AMD die Chipsätze X370, B350 und A320; einige Schnittstellen stecken aber im Prozessor selbst.





Äußerlich unterscheiden sich die Ryzen-CPU's zwar kaum von ihren Vorgängern, rechnen aber viel schneller als diese.

gebaut. Jeder Kern kann also zwei Threads quasi gleichzeitig abarbeiten. Intel hat diese Technik unter der Bezeichnung Hyper-Threading bereits seit Pentium-4-Zeiten im Einsatz.

Jedem Kern steht ein 512 KByte großer Level-2-Cache zur Seite. Jeweils vier Kerne und 8 MByte Level-3-Cache sind in einem CPU Core Complex (CCX) angeordnet. Ein Octo-Core-Chip besteht aus zwei CCX, die über die Hochgeschwindigkeitsverbindung Infinity Fabric miteinander verknüpft sind, dem Nachfolger von HyperTransport. Alle acht Kerne teilen sich somit den insgesamt 16 MByte großen L3-Cache. Bei den angekündigten Ryzen-Prozessoren mit sechs Kernen handelt es sich um Octo-Core-Dies, bei denen nur sechs Kerne nutzbar sind. Die Änderungen in den Recheneinheiten sollen laut AMD die Performance pro Takt im Vergleich zur letzten Bulldozer-Generation Excavator um 52 Prozent steigern. Einen tieferen Einblick in den Aufbau und Funktionsweise der einzelnen Ryzen-Kerne gewährt der Architekturartikel auf Seite 72.

Taktspezialitäten

Zunächst gehen drei High-End-Prozessoren Ryzen 7 1800X, 1700X und 1700 mit jeweils acht Kernen in den Verkauf. Die beiden X-Varianten haben eine Thermal Design Power von 95 Watt, für den Ryzen 7 1700 gibt AMD 65 Watt an. Der

1800X taktet nominal mit 3,6 GHz. Dieser Wert gilt für Last auf allen Kernen. Sind lediglich zwei Kerne ausgelastet und legen sich die anderen dafür schlafen, dürfen erstere über die Boost-Funktion auf 4 GHz hochtakten. Weitere Boost-Stufen für Last auf vier oder sechs Kernen kennt Ryzen im Unterschied zu Core-i-Prozessoren aber nicht.

Obendrein gibt es als variablen Turbo die Funktion Extended Frequency Range (XFR). Damit steigern Ryzen-Prozessoren ihre Taktfrequenz sowohl über den Nominal- als auch über den Boost-Takt hinaus, sofern der verwendete Kühler noch Reserven bietet und die Leistungsaufnahme unter einem bestimmten Limit bleibt (z. B. 128 Watt). Die Taktsteuerung erfolgt dabei automatisch in 25-MHz-Schritten. Die X-Varianten erhöhen über XFR den Boost- und Nominaltakt um bis zu 100 MHz, bei den normalen Ryzen-CPU's sind es lediglich 50 MHz.

Welches Taktplus XFR in der Praxis bringt, hängt von mehreren Faktoren wie der Leistungsfähigkeit des verwendeten Kühlers und der gerade laufenden Anwendung ab. Je nach Code erhitzen sich unterschiedliche Bereiche auf dem Halbleiter-Die unterschiedlich stark. Über 1000 Sensoren messen Temperaturen, Energieaufnahme und weitere Parameter auf dem Chip und passen kontinuierlich für jeden Kern die Taktfrequenz und Kernspannung

an. Das reduziert obendrein die Leistungsaufnahme.

Unabhängig von XFR lassen sich alle Ryzen-Prozessoren manuell übertakten – sofern die CPU auf einem Mainboard mit X370- oder B350-Chipsatz steckt. Dafür stellt AMD die Windows-Software Ryzen Master bereit. In einem Kurztest lief unser Ryzen-Exemplar im Cinebench ohne Spannungserhöhung mit maximal 3,9 GHz auf allen Kernen stabil.

Arbeitsspeicher: groß oder schnell

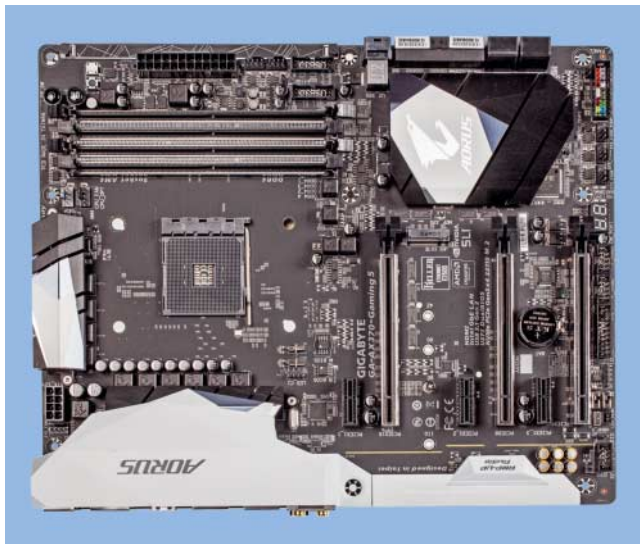
Damit die vielen CPU-Kerne beziehungsweise Threads ungebremst aufspielen, brauchen sie außer großen Caches auch schnelles RAM. AM4-Prozessoren enthalten einen Speicher-Controller für zwei DDR4-Kanäle, die jeweils zwei Speichermodule aufnehmen. Die maximale RAM-Frequenz hängt von der Bestückung der vier DIMM-Slots ab: Laut Datenblatt ist DDR4-1866 das Maximum bei Vollbestückung aller vier Slots mit 16-GByte-Modulen (Dual Rank), also mit insgesamt 64 GByte. Mit vier Single-Rank-DIMMs ist DDR4-2133 zulässig, mit zwei Dual-Rank-DIMMs DDR4-2400. Und von DDR4-2667-Modulen verträgt Ryzen offiziell nur je einen Rank pro Kanal. Alles, was höher taktet, gilt als Übertaktung: kann funktionieren, muss aber nicht. Wegen der großen L3-Caches ist durch schnelleres RAM freilich sowieso keine spürbare Mehrleistung zu erwarten. Wir haben alle Benchmarks mit 2 × 8 GByte DDR4-2400 ausgeführt – genau wie es AMD bei den eigenen Benchmarks hielt.

Während Intels Kaby Lake auf LGA1151-Boards maximal 64 GByte ansteuert, also vier ungepufferte (U)DIMMs mit jeweils maximal 16 GByte in Form von 8-GBit-Chips, ist Ryzen theoretisch für 16-GBit-Chips auf Modulen mit höherer Kapazität gerüstet. Diese kann man aber noch längst nicht kaufen, also bleibt es ebenfalls bei 64 GByte – in puncto RAM herrscht Gleichstand zwischen AM4 und LGA1151.

Ryzen-Prozessoren, AM4, 14 nm

Prozessor	Kerne	Nominaltakt	Boost	XFR	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Preis
Ryzen 7 1800X	8+SMT	3,6 GHz	4,0 GHz	+100 MHz	8 × 512 KByte	16 MByte	95 W	559 €
Ryzen 7 1700X	8+SMT	3,4 GHz	3,8 GHz	+100 MHz	8 × 512 KByte	16 MByte	95 W	439 €
Ryzen 7 1700	8+SMT	3,0 GHz	3,7 GHz	+50 MHz	8 × 512 KByte	16 MByte	65 W	359 €

Anzeige



High-End-Mainboards wie das Gigabyte Aorus GA-AX370-Gaming 5 erlauben das Übertakten und bringen zusätzliche USB-3.1-Controller, mehrere PEG-Slots und 2 × Ethernet mit.

Teurere LGA2011v3-Boards mit X99 für Intels Broadwell-E wie dem Core i7-6900K besitzen vier DDR4-Kanäle mit bis zu acht DIMM-Slots, dann sind 128 GByte RAM möglich. ECC-RAM ist bei Intel den Xeons im Verbund mit anderen Chipsätzen vorbehalten – obwohl der Speicher-Controller auch bei Intel jeweils in der CPU steckt. Ob auch AM4-Boards kommen werden, die den Speicher per Error Correction Code (ECC) vor den häufigsten Fehlern schützen, ist derzeit offen.

Schnittstellenvielfalt

Bei Ryzen beziehungsweise bei den AM4-Mainboards verteilt AMD die Chipsatzfunktionen auf die CPU und einen Chipsatz-Baustein aus der „Promontory“-Familie; letztere besteht bisher aus X370, B350 und A320. Weil die wichtigsten Schnittstellen im Prozessor selbst stecken, kann es auch Mini-ITX-Mainboards und Mini-PCs mit einem abgespeckten Chipsatz ohne eigene SATA-, USB- oder PCIe-Ports geben: AMD nennt das dann X300 oder A300. Um einen Ryzen übertakten zu können, braucht man X370, X300 oder B350; A320 und A300 zielen eher auf Billig-PCs mit den aktuellen „Bristol Ridge“-

APUs und deren „Raven Ridge“-Nachfolgern (siehe S. 78).

Im Prozessor selbst sitzt – wie bei AMD und Intel seit Jahren üblich – der PCI Express Root Complex. Der stellt sechzehn PCIe-3.0-Lanes für Grafikkarten bereit (bei Bristol Ridge nur acht) sowie je vier weitere Lanes für eine NVMe-SSD sowie zur Anbindung des Chipsatz-Bausteins. Bei den Boards „ohne“ Chipsatz – also X300/A300 – lassen sich die vier PCIe-3.0-Lanes für den Chipsatz auch anders nutzen. Außerdem steckt in der CPU noch ein USB-3.0-Controller (xHCI 1.0).

Eine NVMe-SSD im M.2-Format kann bei Ryzen vier PCIe-3.0-Lanes nutzen: Dazu muss der M.2-Steckplatz aber direkt mit der CPU verbunden sein. Die Bristol Ridge-Kombiprozessoren binden eine M.2-SSD über höchstens zwei PCIe-3.0-Lanes an. Der NVMe-Anschluss der CPU kann auf SATA-6G-Betrieb umschalten – einerseits, um eine M.2-SSD mit SATA-Controller anzubinden, andererseits, um zwei SATA-Ports zu versorgen. Das funktioniert genau wie bei Intels Flexible I/O: Steckt eine M.2-SSD im System, lassen sich bestimmte SATA-Ports nicht mehr nutzen.

In den Promontory-Chips steckt ein weiterer SATA-Controller für bis zu vier Ports; zwei davon kann das BIOS auf PCIe-Betrieb umschalten. Insgesamt kann ein Ryzen-PC also sechs SATA-6G-Ports besitzen, weitere sind mit Zusatzchips möglich.

Ein wichtiger Vorteil im Vergleich zu Intels LGA1151-Plattform ist der eingebaute USB-3.1-Controller (xHCI 1.1 mit SuperSpeedPlus alias USB 3.1 Gen 2) in den Chipsätzen X370, B350 und A320. Bei X370 und B350 sind zwei USB-3.1-Buchsen möglich, beim A320 nur eine. In der Praxis erreichte der integrierte USB-3.1-Controller mit einer schnellen SSD über 1 GByte/s.

Dazu kommen noch zwei oder beim X370 sechs USB-3.0-Ports. Außerdem stellen die Chipsätze jeweils noch vier bis sechs PCIe-2.0-Lanes für PCIe-Slots und Zusatzchips bereit, also etwa für einen Ethernet-Adapter. Die Kommunikation zwischen CPU und Chipsatz läuft mit PCIe 3.0 x4, also wie bei Kaby Lake mit bis zu 4 GByte/s pro Richtung.

Leistung satt

Genug zur Theorie, was zählt ist die Performance, die Ryzen tatsächlich auf die Straße bringt. Und diese beeindruckt in der Tat im Vergleich zu dem, was wir in den letzten Jahren bei AMD-Systemen im c't-Labor gemessen hatten. Die Paradedisziplin des Ryzen 7 1800X sind Anwendungen, die von vielen Kernen und Threads profitieren wie Rendering (Cinebench), Videokodierung (Handbrake) und Verschlüsselung (Veracrypt). Dort kann sich AMDs neues CPU-Flaggschiff mit 5 bis 10 Prozent Vorsprung von Intels Core i7-6900K mit ebenfalls acht CPU-Kernen absetzen. Letzterer kostet aber mit 1100 Euro ziemlich genau das Doppelte des Ryzen 7 1800X (559 Euro).

Performance und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo [GHz]	Cinebench R15 Single- / Multi-Thread besser ▶	Blender 2.78b Ryzen / BMW [s] ◀ besser	Luxmark 3.1 Luxball OpenCL-CPU besser ▶	Handbrake 1.0.3 AppleTV3 [fps] besser ▶
Ryzen 7 1800X	8+SMT	3,6 / 4,1 ¹	163/1627	27/297	2822	61
Core i7-6900K	8+HT	3,2 / 3,7 (4,0) ²	154/1474	25/294	3736	58
Core i7-7700K	4	4,2 / 4,5	193/950	36/456	2360	48
A12-9800	4	3,8 / 4,2	99/332	119/1599	620	19
FX-8350	8	4,0 / 4,1	98/633	79/938	1231	28
Phenom II X6 1100T	6	3,3 / 3,7	95/500	127/1309	888	23

¹ Boost + XFR

² Turbo Boost 3.0 Max

³ keine Linpack-Messungen möglich

Messungen mit 16 GByte RAM, SSD und GeForce GTX 1050, Core i7-6900K: 32 GByte RAM

Daten mit 7-Zip komprimiert Ryzen wiederum fünf Prozent langsamer als das Intel-Pendant. Auch das von AMD bereits im Vorfeld veröffentlichte Renderbild der Ryzen-CPU berechnete der Ryzen 7 1800X in Blender zwei Sekunden langsamer als der Core i7-6900K. Die Gegenprobe haben wir mit dem oft als Benchmark verwendeten BMW-Projekt von der Blender-Webseite gemacht, wo beide gleichauf liegen.

Wo Licht ist, gibt es auch Schatten. Zwar hat AMD die Single-Thread-Leistung deutlich gesteigert: Im Cinebench R15 mit einem Thread kommt Ryzen 7 1800X auf 163 Punkte, während die AMD-Prozessoren der letzten sechs Jahre wie Phenom II X6 1100T (Thuban), FX-8350 (Vishera) und A12-9800 (Bristol Ridge) alle knapp unter der 100-Punkte-Marke blieben. Die Performance des Kaby-Lake-Topmodells Core i7-7700K (370 Euro), das bei Last auf einem Kern bis auf 4,5 GHz hochtakten darf, verfehlt der Ryzen 7 1800X mit einem Rückstand von 15 Prozent aber deutlich. Rechnet man die 10 Prozent Taktunterschied im Boost/Turbo-Modus zwischen den beiden Kontrahenten heraus, hat Intel in der Disziplin Leistung pro Takt (Instructions per Cycle) weiterhin die Nase vorne. Deshalb liegt Ryzen im Office-Benchmark Sysmark 2014 SE – einer Mischung aus Single- und Multi-Thread-Anwendungen – um 13 Prozent zurück.

Messungen mit hochoptimiertem Code konnten wir mit Ryzen nicht durchführen: Die mehrere Jahre alten Linpack-Bibliotheken von AMD lieferten viel zu geringe und nicht reproduzierbare GFlops-Werte. Im Luxmark, der die OpenCL-Performance misst, ist der Core i7-6900K 33 Prozent schneller. Um auszuschließen, dass der Rückstand nicht am schon etwas älteren OpenCL-CPU-

Treiber von AMD liegt, haben wir teilweise den Intel-Treiber installiert, der aber die Ergebnisse bestätigte.

Hier fiel uns zudem auf, dass AMD im Reviewers Guide den Core i7-6900K mit nur zwei Speicher-Modulen bestückt hat – also zwei von vier Speicherkanälen ungenutzt lässt. Das wirkt sich bei vielen Anwendungen und Benchmarks wenig bis gar nicht aus, aber eben nicht bei allen: Beim OpenCL-Raytracing-Benchmark Luxmark 3 beträgt der Unterschied zwischen Dual- und Quad-Channel-Modus 21 Prozent. Deshalb haben wir alle Tests auf dem Core i7-6900K mit vier DDR4-DIMMs durchgeführt.

Keinen Anlass zur Kritik bietet im ersten Test die Leistungsaufnahme: Mit Vollast auf allen CPU-Kernen mit Prime95 schluckte das Ryzen-Gesamtsystem 164 Watt und damit rund 40 Watt weniger als der Core i7-6900K und lediglich 20 Watt mehr als der Core i7-7700K. Da uns nur das umfangreich ausgestattete Mainboard Asus Crosshair VI Hero mit einem Beta-BIOS zur Verfügung stand, haben die Messwerte für den Energiebedarf noch vorläufigen Charakter.

Fazit

AMD meldet sich mit dem Ryzen 7 1800X eindrucksvoll bei den High-End-Prozessoren zurück. Ein solches Angebot gab es bisher nicht: Die schnellste Ryzen-CPU liefert für 560 Euro Multi-Thread-Leistung, für die Intel bei Redaktionsschluss über 1000 Euro verlangt. Der Achtkern-Prozessor mit SMT empfiehlt sich vorrangig für Anwender, die zum Beispiel 3D-Grafiken rendern oder 4K-Videos kodieren wollen und dafür nicht genug CPU-Kerne haben können. Bei Software wie OpenCL, bei der Ryzen deutlich im Rückstand liegt, besteht noch etwas Optimierungsbedarf durch neuere Treiber und

eine bessere Anpassung an die Zen-Architektur seitens der Entwickler. Ob Ryzen auch bei 3D-Spielen eine gute Figur macht, klärt der nachfolgende Artikel.

Dank kleinerer Strukturgrößen, effizienterer Rechenwerke und ausgefeilter Energiespartechiken liefern die neuen Prozessoren deutlich mehr Performance pro Watt. Die Single-Thread-Performance, die insbesondere für Browser oder Office-Programme wichtig ist, bleibt weiterhin das Metier von Intels schnellen Quad Cores. AMD hat mit Ryzen diese Schwachstelle der alten Bulldozer-Architektur aber behoben und muss sich in dieser Disziplin nicht mehr Billig-Prozessoren wie Celeron und Pentium geschlagen geben. Bei günstigeren CPUs wie dem Ryzen 7 1700 könnte es hingegen leicht zu spürbaren Unterschieden kommen: Dieser kostet so viel wie der Core i7-7700K, hat aber rund 30 Prozent weniger Single-Thread-Performance.

Außer der CPU hat AMD mit Ryzen auch die umgebende Plattform komplett überarbeitet. Jedoch ist AM4 ein Kompromiss, damit sowohl preiswerte Kombiprozessoren als auch High-End-CPU in dieselbe Fassung passen: Vier Speicherkanäle für 128 GByte RAM oder viele PCIe-3.0-Lanes bleiben Intels teurer LGA2011-v3-Plattform beziehungsweise deren Nachfolger LGA2066 vorbehalten.

Durch die wiedererstartete Konkurrenz ist Intel nach mehreren Jahren eher langweiliger Neuvorstellungen gezwungen zu reagieren, und tut dies bereits durch die Einführung von Hyper-Threading bei den Kaby-Lake-Pentiums oder die kommenden Kaby-Lake-X-Varianten für LGA2066. Zudem sind Preissenkungen nicht auszuschließen. Aus Kundenperspektive kann man AMD zum Comeback mit Ryzen nur beglückwünschen.

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

	7-Zip MIPS besser ▶	Veracrypt Serpent / AES [GByte/s] besser ▶	BAPCo SYSmark 2014 SE besser ▶	Linpack [GFlops] besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last [W] ◀ besser
	39087	2,20/11,30	1424	~ ³	37/164
	40854	2,00/11,10	1515	387	58/207
	26939	1,30/7,20	1638	222	25/144
	11642	0,54/3,30	640	~ ³	31/116
	22159	0,99/5,10	879	83	41/227
	18367	0,70/0,95	666	33	52/182

AusRyzer

Spieleleistung von AMDs Ryzen R7 1800X

AMDs Flaggschiff-Prozessor muss in Spielen gegen die bisher übermächtige Intel-Konkurrenz antreten. Die CPU hält dabei ganz gut mit – bei manchen Szenarien bricht sie jedoch stark ein.

Von Martin Fischer

Spiellern reichen 60 Bilder pro Sekunde (frames per second/fps) nicht mehr aus, denn mittlerweile gibt es Monitore und VR-Brillen, die 90 bis 144 fps fordern. Häufig limitiert daher nicht mehr nur die Grafikkarte, sondern auch der Hauptprozessor, der beim Verarbeiten von Geometrie, KI, Physik, Sound, Streaming-Daten & Co hinterherkommen muss. AMDs Ryzen-Prozessoren versprechen das dank ihrer acht starken Kerne und 16 Threads locker zu packen und sich besonders gut zum Zocken zu eignen. Sie sollen zur teuren Intel-Konkurrenz aufschließen – und das, obwohl die Single-Thread-Leistung beim Kaby Lake höher ausfällt.

Wir haben den 560 Euro teuren High-End-Prozessor AMD Ryzen 7 1800X mit den derzeit schnellsten Grafikkarten von AMD (Radeon R9 Fury X) und Nvidia (Titan X Pascal) gepaart und auf eine Auswahl von 3D-Spielen und Benchmarks gejagt. Die Spiele musste Ryzen in verschiedenen Auflösungen und jeweils bei maximaler und minimaler Detailstufe bewältigen. Außerdem protokollierten wir nicht nur die durchschnittliche Bildrate, sondern auch die jeweiligen Minima und Maxima. Gegen Ryzen trat Intels 1000-Euro-Achtkernprozessor Core i7-6900K an sowie der schnellste Kaby-Lake-Vierkerner Core i7-7700K (360 Euro).

Schnell und langsam zugleich

Schnell stellte sich heraus: AMDs neuer High-End-Prozessor Ryzen 7 1800X bietet mehr als genug Performance, um Spiele und 3D-Anwendungen ruckelfrei mit weit über 60 fps darzustellen. Selbst die Nvidia Titan X kommt bei der hohen Geschwindigkeit kaum hinterher und bremst den Hauptprozessor beim Spielen in hohen Auflösungen wie 4K (3840 × 2160 Pixel) und WQHD (2560 × 1440) aus. AMD hatte bei der Vorstellung des stärksten Ryzen vor allem die Spieleleistung in 4K-Auflösung herausgehoben. Mit Ryzen entfalten also auch besonders schnelle Grafikkarten ihre volle Leistung. Der AMD-Neuling rechnet in synthetischen Benchmarks ähnlich schnell wie der Core i7-6900K.

Das dicke Aber: In prozessorlastigen Spielszenen fällt Ryzen unerwartet deutlich zurück. Um die Grafikkarte als begrenzenden Faktor auszuschließen, ließen wir unsere Spiele auch jeweils mit 1280 × 720 Pixeln (720p) und niedrigster Detailstufe laufen. Das Ergebnis verblüff-

te uns: In Zusammenspiel mit der Titan X war Ryzen merklich langsamer als die beiden Intel-Prozessoren. In *Ashes of the Singularity* schaffte er nur 62 fps, während 6900K und 7700K 110 fps beziehungsweise 80 fps errechneten. Gleiches zeigte sich in *Dragon Age Inquisition* (166 zu 229/200), *GTA V* (155 zu 177/175), *Rise of the Tomb Raider* (137 zu 208/200) und *Mordors Schatten* (193 zu 292/267 fps).

Nach zahlreichen Gegenmessungen – auch mit verschiedenen Mainboards (Asus Crosshair VI Hero, Gigabyte AX370-Gaming 5) – bestätigten sich unsere Ergebnisse und wir schwenkten testweise auf AMDs schnellste Grafikkarte Radeon R9 Fury X (Fiji) samt aktuellem AMD-Treiber um. Normalerweise müsste die Titan X rund 70 Prozent schneller rechnen, tat sie in den Tests aber nicht – im Gegenteil! In Verbindung mit der Fury X erzeugte der Ryzen 7 1800X in prozessorlastigen Szenen (720p) häufig sogar höhere Bildraten – bei *Ashes of the Singularity* stieg sie von 62 auf 72 fps; die Intel-Werte bleiben aber weiterhin in unerreichbarer Ferne. Auch das Abschalten von Simultaneous Multi-threading (SMT) brachte keine Besserung.

Spätestens jetzt war für uns klar: Es liegt offenbar an der Software, dass Ryzen sein volles Potenzial nicht ausspielen kann – und eben das versuchte AMD mit seinen rein grafiklimitierten Spiele-Benchmarks, die Journalisten aufgetischt wurden, zu verschleiern. Die nächste Erkenntnis: Ryzen harmoniert offenbar besser mit AMD-Grafikkarten; sprich: Der AMD-Grafiktreiber holt aus dem Prozessor in Spielen mehr raus als der Nvidia-Treiber. Auch das ist für AMD problematisch, schließlich

Ryzen liefert genügend Rechenleistung, um Virtual-Reality-Welten mit weit mehr als 100 fps darzustellen.



nutzt die überwältigende Mehrheit der Spieler Nvidia-Grafikkarten (70 Prozent).

In speziellen 3D-Benchmarks sind derartige Feinheiten nicht zu erkennen. Ryzen liegt im DirectX-11-Benchmark 3DMark Firestrike nur wenige Prozent hinter den Intel-Prozessoren, im DirectX-12-Benchmark Time Spy knapp hinter dem 6900K und 12 Prozent vor dem 7700K (8977 zu 9112/8021 Punkte). Im VR-Benchmark VRMark Blue Room erreicht Ryzen vergleichsweise schwache 9013 Punkte, während die Intel-Prozessoren um 28 beziehungsweise 11 Prozent vorn liegen.

Der Zukunft zugewandt

Gamer brauchen schnelle Prozessoren, damit ihre Grafikkarten die volle Leistung ausspielen können. Daher haben sich viele in den vergangenen Jahren bereits mit schnellen Intel-CPU eingedeckt, konkurrenzfähige AMD-Prozessoren gab es schlichtweg nicht. Jetzt ist AMD mit leistungsfähigen und preiswerten Chips zurück, was aber für Gamer mit Prozessoren ab der Ivy-Bridge-Serie (Core i-3000) kein Grund ist, vorschnell aufzurüsten.

Benchmarks				
	3DMark Time Spy / Firestrike [Punkte] <small>besser ▶</small>	3DMark Firestrike Ultra / Extreme [Punkte] <small>besser ▶</small>	VRMark Orange Room [Punkte] <small>besser ▶</small>	VRMark Blue Room [Punkte] <small>besser ▶</small>
AMD Ryzen 7 1800X	8977/19907	6796/12706	9013	2994
Intel Core i7-6900K	9112/21504	6852/12933	11572	3023
Intel Core i7-7700K	8021/20549	6727/12530	10003	3018
Intel Core i7-7700K ohne HT	7674/18985	6549/11826	9872	3057
gemessen mit: Windows 10, 16 GByte RAM, Treiber: GeForce 378.66 WHQL				

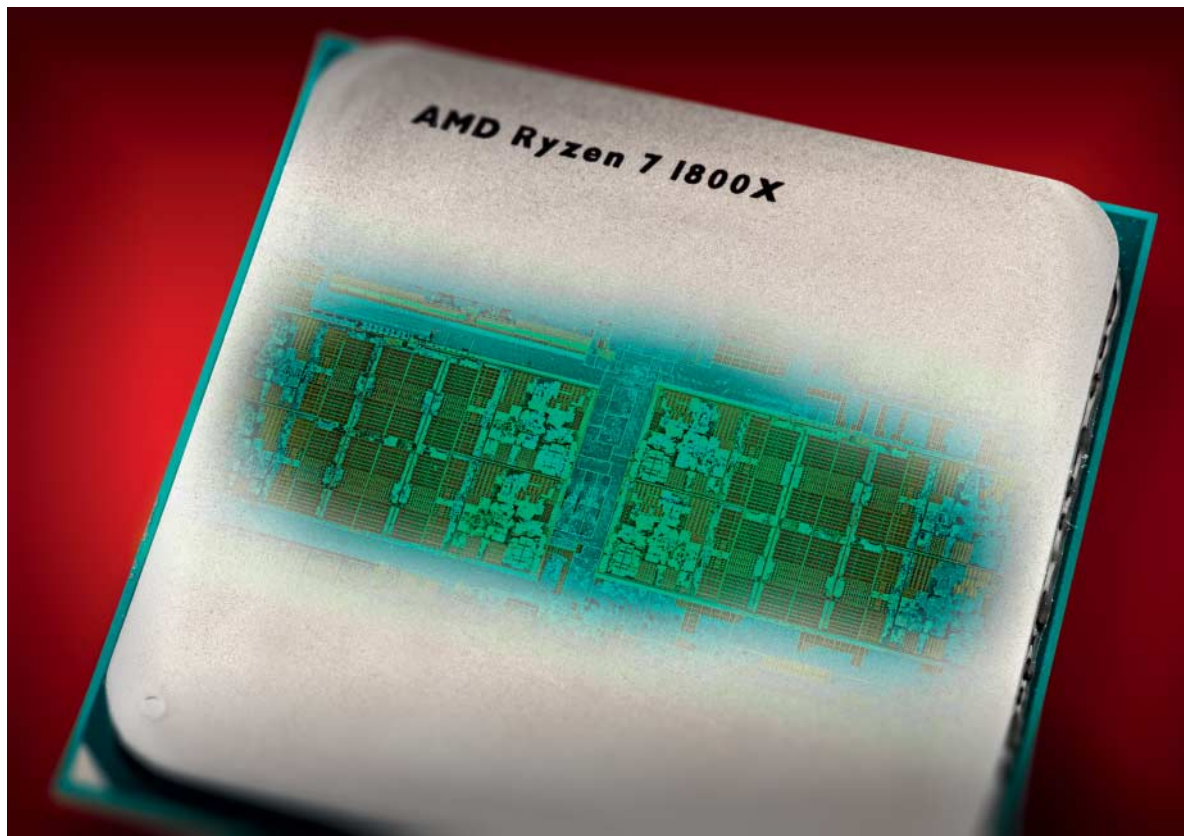
Denn selbst solche CPUs liefern weiterhin genügend Leistung für neue 3D-Spiele, sofern einem 60 fps reichen.

Schon heute profitiert man allerdings hier und da von mehr als vier Kernen, etwa bei Multiplayer-Matches in Battlefield 1 mit bis zu 64 gleichzeitigen Spielern – sowas lässt sich nicht mit Benchmarks abbilden. Immer mehr Spiele werden künftig mit Sechs- und Achtkernprozessoren höhere Bildraten erreichen. Das braucht allerdings Zeit: Entwickler von Spielen und Treibern müssen ihren Code auf die neue Ryzen-Architektur sowie auf 16 Threads optimieren.

Den Trend zu mehr als vier Kernen begünstigt die Multi-Plattform-Entwick-

lung, schließlich haben die Spielkonsolen Playstation 4 (Pro) und Xbox One bereits acht Prozessorkerne. Mit Einführung der Xbox One Scorpio Ende 2017 dürften die Anforderungen für PC-Spiele weiter steigen. Darüber hinaus bieten die vergleichsweise jungen Low-Level-Schnittstellen Vulkan und Direct3D 12 eine bessere Multi-Threading-Unterstützung – nach und nach dürften auch mehr angepasste Spiele auf den Markt kommen. Spieler mit hochauflösten Displays und dicken Grafikkarten können gelassen zu Ryzen greifen und auf die Zukunftsfähigkeit der vielen Kerne und Threads bauen – und dabei nur halb so viel wie für Intels Achtkerner ausgeben. (mfi@ct.de) **ct**

Spieleleistung					
Grafikkarte: Nvidia Titan X (Pascal)	Ashes of the Singularity Maximal / 4xMSAA, DX12 [GPU/CPU fps] <small>besser ▶</small>	Dragon Age Inquisition Ultra / 2xMSAA, DX11 [min/avg fps] <small>2 besser ▶</small>	GTA V Maximum / 4xMSAA, DX11 [min/avg/max fps] <small>2 besser ▶</small>	Rise of the Tomb Raider Maximum / SMAA, DX12 [min/avg/max fps] <small>2 besser ▶</small>	Mittelerde: Mordors Schatten Ultra / FXAA, DX11 [min/avg/max fps] <small>2 besser ▶</small>
WQHD maximale Detailstufe	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440	2560 × 1440
AMD Ryzen 7 1800X	61/63	77/94	18/71/134	47/101/158	79/143/225
Intel Core i7-6900K	70/107	77/92	18/83/165	46/106/188	93/140/204
Intel Core i7-7700K	67/75	75/95	14/84/163	46/108/200	93/152/207
Intel Core i7-7700K ohne HT	62/67	67/94	11/81/150	34/106/206	84/150/300
AMD Ryzen 7 1800X ¹	46/68	44/53	8/50/89	32/60/120	62/85/117
Full HD maximale Detailstufe	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080	1920 × 1080
AMD Ryzen 7 1800X	64/64	93/133	28/75/139	43/100/155	100/157/264
Intel Core i7-6900K	84/105	99/138	14/85/169	43/155/266	126/194/305
Intel Core i7-7700K	75/76	89/140	19/85/166	44/155/270	134/201/341
Intel Core i7-7700K ohne HT	67/67	67/125	20/83/150	72/165/268	92/202/575
720p hohe Detailstufe	1280 × 768	1280 × 720	1280 × 720	1280 × 720	1280 × 720
AMD Ryzen 7 1800X	67/67	109/160	36/77/139	40/105/158	103/165/267
Intel Core i7-6900K	102/102	126/220	44/92/170	47/186/323	140/245/432
Intel Core i7-7700K	80/80	110/195	41/94/167	45/170/280	142/230/393
Intel Core i7-7700K ohne HT	70/70	80/146	50/92/150	90/199/311	96/223/562
AMD Ryzen 7 1800X ¹	68/68	96/144	38/68/137	49/130/230	91/167/327
720p niedrige Detailstufe	1280 × 768	1280 × 720	1280 × 720	1280 × 720	1280 × 720
AMD Ryzen 7 1800X	62/62	127/166	6/155/242	54/137/237	134/193/304
Intel Core i7-6900K	110/110	152/229	5/177/307	57/208/454	171/292/486
Intel Core i7-7700K	80/80	140/200	5/175/280	40/200/415	181/267/425
Intel Core i7-7700K ohne HT	71/71	105/152	5/144/350	98/230/427	121/263/585
AMD Ryzen 7 1800X ¹	72/72	119/165	6/145/280	42/164/307	137/210/368
gemessen mit: Windows 10, 16 GByte RAM, Treiber: GeForce 378.66 WHQL ¹ mit Radeon R9 Fury X ² minimale/durchschnittliche/maximale Bildrate					



Von Grund auf neu

Die Zen-Mikroarchitektur von AMD

Make AMD great again, so das erklärte Ziel von AMD-Chefin Lisa Su – nachdem die CPU-Generation Bulldozer AMD an den Rand des Abgrunds brachte. Was bei Zen herausgekommen ist, beeindruckt.

Von Andreas Stiller

Die Prozessor-Mikroarchitektur namens Zen, die im AMD Ryzen debütiert, soll AMD wieder in die Spur bringen – und die enttäuschende Bulldozer-Phase vergessen machen. Lisa Sus Vorgänger Rory Read hatte das Bulldozer-Desaster unumwunden zugegeben, bevor er das Handtuch schmiss: viel zu schwache Single-Thread-Leistung, schlechte Unter-

stützung von Gleitkomma- und SIMD-Berechnungen sowie ein Frontend, das mit zwei Kernen überfordert war. „Frontend Starvation“ hieß eines der Bulldozer-Menetekel: Die Recheneinheiten „verhungerten“ mangels Nachschub an Instruktionen. Überdies litt der L1-Instruktions-Cache, der nahezu unverändert vom K10 übernommen worden war, stark an sogenannten Alias-Problemen: Er kannte nur einen Herrn und war mit seiner bloß zweifachen Assoziativität ebenfalls ungenügend zur Bedienung zweier Kerne geeignet. Bei jüngeren Bulldozer-Generationen von Piledriver über Steamroller bis Excavator wurde zwar jedes Mal das missratene Frontend nachgebessert, aber der Single-Thread-Durchsatz gemessen in IPC (Befehle pro Takt) stieg nur verhalten an. Auch andere

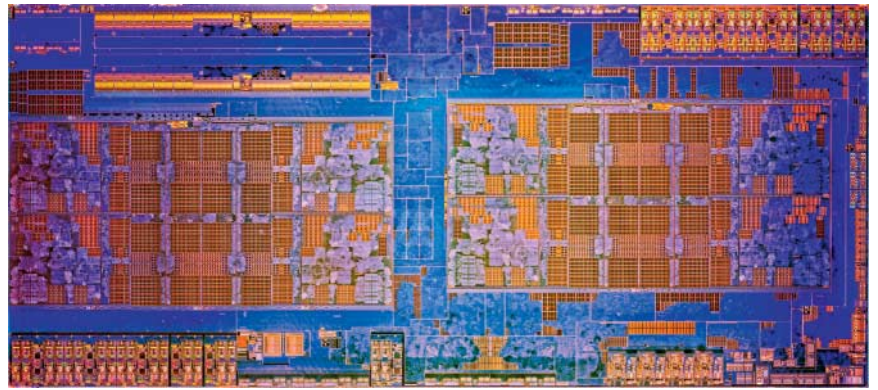
Elemente wie der L1-Datencache (L1D) mit Write-Through-Technik waren nicht mehr wirklich zeitgemäß.

Bei Zen sollte das alles anders werden. Er orientiert sich auch eher an Intels erfolgreichem Haswell als am verunglückten Bulldozer. „From scratch“, also von Grund auf neu soll Zen sein. Der von Apple abgeworbene alte Prozessorhase Jim Keller bekam ein gut ausgestattetes Budget und freie Hand. Keller hatte früher wie viele seiner Mitstreiter – unter anderem der jetzige Chefarchitekt Mike Clark – am erfolgreichen Hammer-Design „K8“ mitgewirkt. Damals geplante K8-Nachfolger wie Greyhound (K9) hatten schon so schöne Dinge, wie sie jetzt im Zen auftauchen, etwa Simultaneous Multi-Threading (SMT) oder einen Cache für dekodierte Micro-Opera-

tions (μ Op-Cache). Seinerzeit machte jedoch das konservativste Design unter dem Namen K10 das Bulldozer-Rennen.

Neu ist im Zen aber durchaus nicht alles, bewährte Techniken und Recheneinheiten wurden übernommen. Natürlich mussten Keller und Clark auch den einen oder anderen Kompromiss eingehen, vor allem bei der Breite einiger interner Datenbusse. Intels 14-nm-Prozesstechnik mit den deutlich kleineren SRAM-Zellen stand ja nicht zur Verfügung und so musste man Busse schmaler machen, um Chipfläche einzusparen. Das spart nicht nur Kosten, sondern erlaubt auch höhere Taktfrequenzen bei vertretbarer Leistungsaufnahme.

Ansonsten aber ist das Design konkurrenzfähig. Jetzt hat wieder jeder Kern ein eigenes, großzügig ausgelegtes Frontend, das sich sogar zwei logische Kerne effizient teilen können – eben SMT, was bei Intel Hyper-Threading heißt. AMD hat SMT sehr geschickt eingebunden: Es gibt Einheiten, die exklusiv für jeden logischen Kern vorhanden sind (Statically Partitioned) und andere, wo beide Threads nach unterschiedlichen Algorithmen um Ressourcen wetteifern (Competitive Shared). Im Single-Thread-Betrieb kann ein einzelner Thread diese kompetitiven Einheiten in vollem Umfang alleine ausnutzen. AMD hat dazu eine schöne „Heatmap“ über die Art der SMT-Nutzung veröffentlicht, die wir im großen Blockschaltbild mit bunten Punkten markiert haben. Bei Skylake wird das recht ähnlich aussehen, nur hat Intel es allenfalls ansatzweise dokumentiert. SMT bringt beim Ryzen ordentlich was ein, Cinebench R15 etwa wird um 41 Prozent schneller.



Das Silizium-Die eines Ryzen 7 vereint zwei CCX (Compute Cluster Complex) mit je vier Kernen und 8 MByte L3-Cache über Infinity-Verbindungen.

Von Intel lernen heißt siegen lernen – dachte sich AMD wohl auch beim erwähnten Op-Cache. Er puffert bereits übersetzte (dekodierte) Mikrooperationen, allerdings in einem Zwischen-Code, der zum Teil – etwa bei AVX – mehrere μ Ops umfasst. Das ist an dieser Stelle effizienter als ein reiner μ OP-Cache. AMD nutzt dazu sogenannte Microtags, die die x86-Befehlsadressen und -längen schon ganz früh im Instruktionsstrom markieren. Etwa 2000 solcher Zwischen-Ops kann der Zen-Op-Cache speichern, mehr als der Skylake mit 1536 μ Ops (1,5 K μ OPS). Diese Caches steigern nicht nur die Performance, sondern sparen vor allem reichlich Energie; mitunter lässt sich der vordere Teil des Frontends komplett abschalten.

Der 64 KByte große L1I ist nunmehr vierfach assoziativ. Er bekam einen neuartigen dreistufigen Translation Lookaside Buffer (TLB) zur Seite gestellt, der die Umrechnungen der virtuellen in physische Adressen zwischenspeichert. Bei einem „Miss“ geht ein äußerst langwieriger Page Table Walk in der fünfstufigen Adress-Hierarchie von x86 über viele

Speicherstellen los. Zen hat dabei, wie Intel Skylake auch, gleich zwei Hardware Page Walker, die direkt via Loadbuffer auf den Speicher zugreifen.

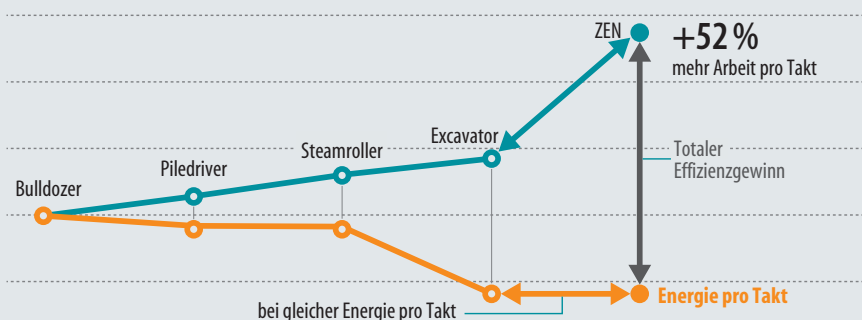
Zen besitzt einen kleinen, aber schnellen L0-Level-TLB mit 8 Einträgen. Der gleicht den Nachteil aus, dass der Cache bei dieser Größe und Organisation nicht die trickreiche Technik namens Virtually Indexed, Physically Tagged (VIPT) nutzen kann, bei dem der Prozessor bei den üblichen Seitengrößen von 4 KByte schon sehr frühzeitig die unteren 12 Bits der Adresse auswerten kann. VIPT nutzt Intel beim Skylake – dessen L1I dadurch jedoch nur 32 KByte fasst.

Vier Dekoder zerlegen bei Zen wie bei Skylake die ankommenden x86-Befehle. Einer der Skylake-Dekoder kann aber bestimmte μ Ops miteinander verkleben (Micro-Op Fusion), weshalb Intel von fünf dekodierten μ Ops pro Takt spricht. Bei Zen wird vermutlich einer der Dekoder für komplexe Aufgaben zuständig sein.

Interessanterweise befindet sich bei ihm aber das Microcode-ROM erst hinter der μ Op-Queue. Dieses ROM, auch μ Op-Sequence-Generator genannt, ist für komplexe Befehle gedacht, die eine Vielzahl von μ Ops erfordern. Bei Intel ist es direkt an den Dekodern angekoppelt und speist die Queue mit bis zu 4 μ Ops pro Takt. Laut Mike Clark schickt Zen in solchen Fällen nur spezielle Befehle in die Queue, die dann den nachgeschalteten Generator veranlassen, seine mitunter langen Sequenzen direkt an den Dispatcher zu senden. Das müsste die Queue deutlich entlasten, die somit viel effizienter sein dürfte, als es die Anzahl von 2×36 Einträgen vermuten lässt. Skylakes Instruction Decode Queue besitzt 2×64 Einträge. Skylake lauscht zudem im Loop Stream Decoder mit, ob in der Queue kleine Schleifen

Instruktionen pro Takt (IPC)

40 Prozent mehr waren geplant, geschafft hat AMD 52 Prozent



fen auftreten, um sie dann besonders effizient und energiesparend abzuarbeiten – diese Einheit hat Zen nicht.

Stack-Tracker

Dafür ist eine neuartige Stack-Tracking-Einheit hinzugekommen, die im letzten Jahr unter US20140379986 patentiert wurde. Sie erweitert ein Konzept, das Intel mit der Stack Engine schon beim Pentium M eingeführt hatte. Diese Stack Engine besitzt einen „Schatten-Stackpointer“ und lauscht unmittelbar an der μ Op-Queue, ob es dort Operationen wie Push, Pop, Call oder Ret gibt. Solche Befehle würden normalerweise einen zusätzlichen Opcode für das entsprechende Neusetzen des Stackpointers an die Scheduler schicken. Das erübrigt sich, da es nun im Vorfeld bereits die Stack Engine erledigt. Erkennt sie dabei Stackpointer-Manipulationsbefehle, schleust sie zuvor ein Stackpointer-Synchronisations- μ Op ein.

Beim Zen lauscht die Engine auch auf Adressierungen relativ zum Stackpointer und speichert beim Schreiben innerhalb eines kleinen Offset-Bereichs in einem eigenen Memfile auch Daten. Letztere liefert sie dann bei einem späteren Lesen als spekulatives Store-to-Load-Forwarding frühzeitig aus. Sollte jedoch irgendwas dazwischenfunken und das Datum zwischenzeitlich verändern, muss der Prozessor das erkennen. Er verwirft dann das gespeicherte Datum und lädt es neu nach. Damit das möglichst selten passiert, hat Zens Stack Engine einen eigenen Prediktor.

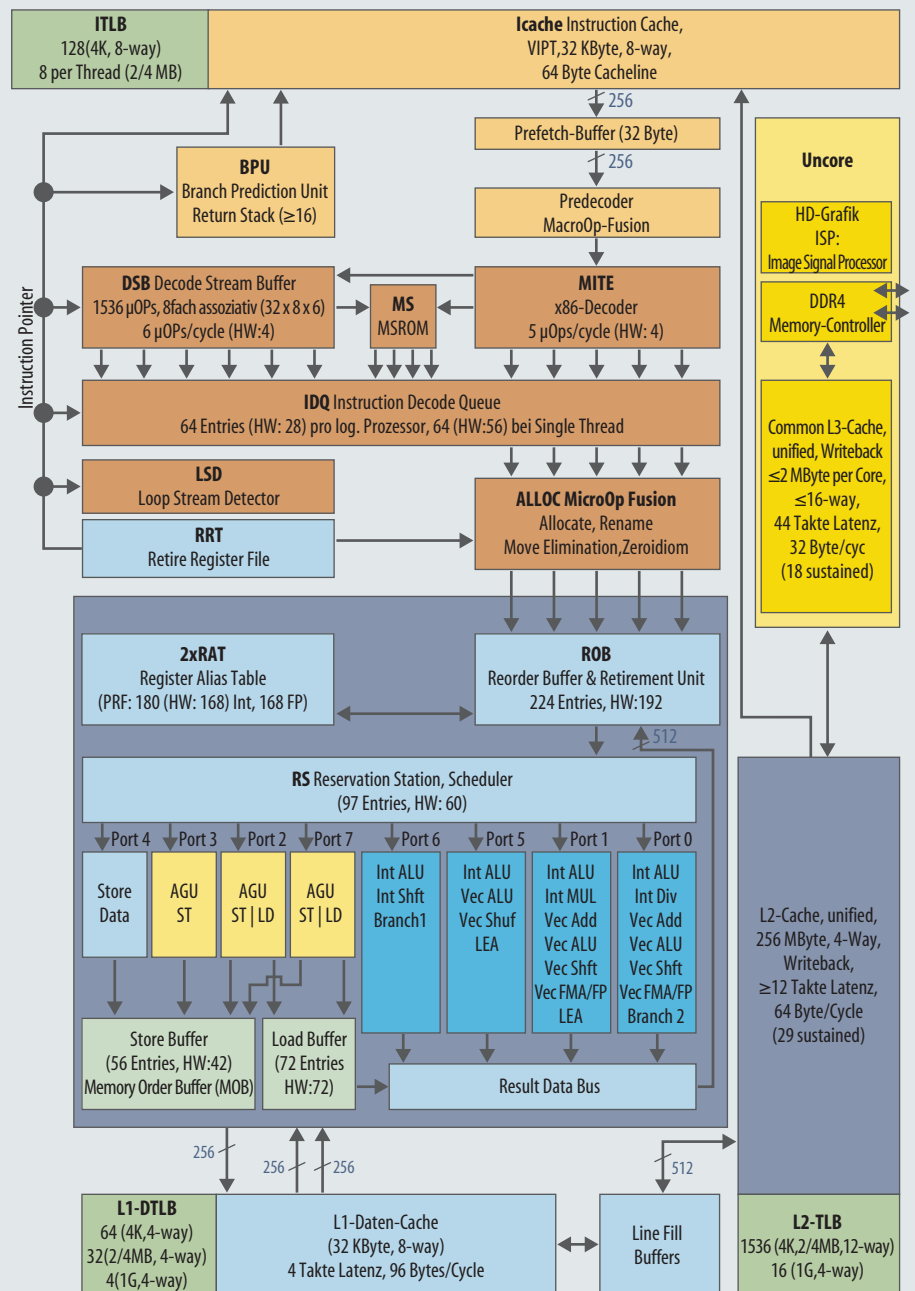
Diese Stack Engine hat nichts mit dem sogenannten Return Stack zu tun. Dieser Return Stack ist eng an die Sprungvorhersageeinheit gekoppelt. Er merkt sich bei Unterprogramm-Aufrufen (Near Calls) die Return-Adresse, zu der das Programm in den allermeisten Fällen auch zurückkehrt. Return Stacks haben daher üblicherweise eine sehr hohe Trefferquote und die Folgebefehle werden dann ohne Zeitverlust ausgeführt. Bei Zen besitzt der Stack 32 Einträge – doppelt so viele wie beim Bulldozer mit zwei Branch Target Buffern (BTB) in zwei Leveln. Bei Bulldozer ist der Level-1-BTB als Set-assoziativer Cache mit 128 Sets in vier Wegen organisiert, hat also 512 Einträge. Der Level-2-BTB ist 5-Wege-assoziativ mit 1024 Sets, besitzt folglich 5120 Einträge. Ab Steamroller wurde er nochmal vergrößert, mutmaß-

Neuronale Glaskugel

Die Sprungvorhersageeinheit wurde gegenüber Bulldozer deutlich ausgebaut – wie weit, verrät AMD noch nicht genau:

Skylake-Mikroarchitektur

Die Kaby-Lake-Architektur hat nur minimale Abweichungen



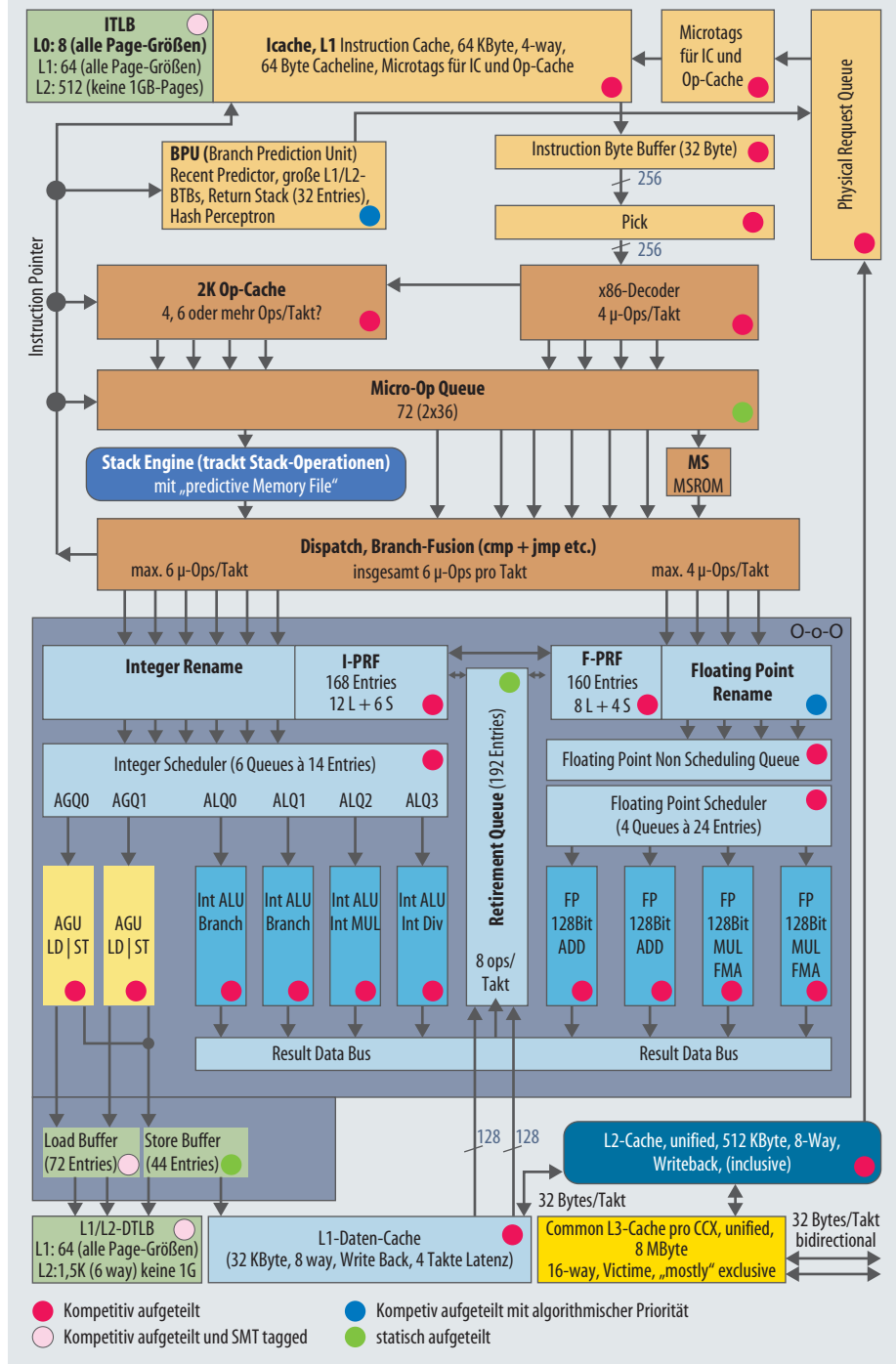
nur, dass die Buffer „large“ sind. Die Sprungvorhersage arbeitet wie beim Bulldozer mit zwei Branch Target Buffern (BTB) in zwei Leveln. Bei Bulldozer ist der Level-1-BTB als Set-assoziativer Cache mit 128 Sets in vier Wegen organisiert, hat also 512 Einträge. Der Level-2-BTB ist 5-Wege-assoziativ mit 1024 Sets, besitzt folglich 5120 Einträge. Ab Steamroller wurde er nochmal vergrößert, mutmaß-

lich auf das Doppelte. Für indirekte Sprünge, etwa für eine Sprungtabelle, hat der Zen-Prozessor einen weiteren Buffer mit 512 Einträgen.

Für jede Verzweigung merkt er sich in den BTBs nicht nur die vorhergesagten, sondern auch die alternativen Adressen. Für die Vorhersagestrategie kommt eine Art neuronales Netz zum Einsatz, auch Hash-Perceptron genannt. Trifft die „Re-

Zen-Mikroarchitektur

Einer von vier Kernen des Compute Cluster Complex (CCX)



zwischen den Befehlen auf, die durch den auf 32 Register beschränkten x86-Registersatz gegeben sind. Anschließend lassen sich die entkoppelten Befehle out-of-order parallel ausführen. Zen und Skylake liegen hier mit 160 und mehr Registern für Integer (Int) und Gleitkomma (FP) etwa gleichauf. Jede Funktionseinheit hat bei Zen einen eigenen Scheduler mit 14 (Int) oder 24 Einträgen (FP). Hier warten die Befehle, bis alle Abhängigkeiten von Registern oder Speicherreferenzen aufgelöst sind und die Funktionseinheit frei wird. Die beiden Threads wetteifern hierbei um die Ressourcen.

Zuweilen wird hier auch „gezockt“, etwa mit Spekulationen wie dem Store-to-Load-Forwarding. Hierbei wird ein in der Reihenfolge späterer Load-Befehl vor ein Store gezogen, in der Hoffnung, dass sich diese nicht auf die gleichen Adressen beziehen. Die Korrektheit dieser Annahme muss vor dem sogenannten Commit noch überprüft werden. Der Commit bringt den sichtbaren logischen x86-Registersatz auf den neuesten Stand und schreibt die vom Store Buffer adressierten Daten in den Speicher.

Bei Intel verbleiben seit dem Pentium Pro Int- und FP-Befehle in einer gemeinsamen Reservation Station, die bei Skylake die ungewöhnliche Größe von 97 Einträgen hat. Daran sind die Funktionseinheiten von Int, FP, SIMD über 8 Ports angeschlossen; Zen hat zusammengenommen insgesamt 10 Ports. Doch jedwede schöne Ausführungsbreite nützt nichts, wenn später beim Zurückschreiben der Ergebnisse über die Retirement Unit Stau entsteht. Das ist bei Zen indes eher selten zu erwarten, denn er kann 8 Operationen pro Takt und Thread abschließen. Die Retirement Unit ist dabei statisch in je 96 Einträge pro Thread aufgeteilt, gemeinsam für Int und FP. Skylake hat insgesamt 224 Einträge. Die Core-Architektur konnte nur 4 μ -Ops pro Takt abschließen, bei Skylake spricht Intel unscharf von „wider Hyper-Threading Retirement“. Es sind vermutlich 4 μ -Ops pro Thread und Takt.

Auf die physischen Register Files (PRF) greifen demnach viele Einheiten zu: Rename Unit, Retirement Unit, die Funktionseinheiten und auch der Store Buffer – mitunter alle gleichzeitig. Das ist eine Riesenherausforderung für das PRF-

cent Prediction“ zu, soll sie ohne zusätzlichen Takt auskommen. Wichtig für die Performance ist aber auch die „Strafzeit“ bei falscher Vorhersage. Bei Bulldozer betrug sie 20 Takte, Ryzen soll 3 Takte schneller sein. Intel hat Details zur Sprungvorhersage zuletzt beim Sandy Bridge veröffentlicht, zu neueren Generationen schweigt sich Intel aus. Sandy Bridge hatte 14 bis 17 „Straftakte“.

Die größten Unterschiede in den Ablaufdiagrammen von Zen und Skylake/Kaby Lake folgen nach dem Dispatcher. AMD verteilt hier wie beim Bulldozer einerseits Integer- und andererseits Gleitkomma-/SIMD-Befehle auf separate Pfade. Ab hier beginnt dann auch die Out-of-Order-Execution, nämlich mit dem Register-Renaming. Es löst durch eine Vielzahl physischer Register viele Abhängigkeiten

Design. Die 168 Int-Register bedienen gleichzeitig bis zu 12 Loades und 6 Stores, die 160 FP-Register 8 Loads und 4 Stores. Intel entkoppelt die Stores ein wenig über einen eigenen Store-Data-Port. Zudem verfügt Skylake über drei AGUs, kann darüber zum Beispiel einen Store und zwei Loads gleichzeitig „sustained“ in Auftrag geben und das mit bis zu 256 Bit Datenbreite. Da kann Zen mit seinen zwei AGUs und 128 Bit Datenbreite nicht mithalten, auch wenn die Load- und Store-Buffer ebenfalls drei gleichzeitige Zugriffe auf den L1-Daten-cache (L1D) ermöglichen.

Doppelte Größe gegen doppelte Breite

Die beiden L1D-Caches von Skylake und Zen sind sich sehr ähnlich, beide arbeiten als Write-back, fassen 32 KByte, arbeiten achtfach assoziativ und mit Cachelines von 64 Bytes Länge. Das ermöglicht dank VIPT auch bei höheren Taktfrequenzen eine Ladelatenz (Load-to-Use) von vier Takten. Nur liefert Skylakes L1D die Daten eben 256-bittig aus. Den Nachschub bekommen sie aus dem L2-Cache. Der fasst bei Zen mit 512 KByte doppelt so viel wie bei Skylake, wo aber wiederum die Bandbreite zum L1D mit 64 Bytes/Takt doppelt so groß ist. Bei beiden ist der L2-Cache inklusiv, enthält also auch die Daten der beiden L1-Caches. Das macht es leichter, die Datenkohärenz zwischen den vielen Kernen zu gewährleisten.

Gegenüber Bulldozer wurde die Bandbreite der Caches etwa verdoppelt. An all diesen Caches befinden sich (nicht im Diagramm eingemalte) Prefetcher, die erraten, welche Zugriffe vermutlich folgen, und vorausschauend Daten von der nächsthöheren Stufe der Speicherhierarchie laden. AMDs Marketing hat sich hierfür den Begriff „Smart Prefetcher“ einfallen lassen – aber ob die bei Zen smarter sind als die der Konkurrenz, sei dahingestellt.

Der L3-Cache fasst bei Intel 2 MByte pro Kern und ist über einen Ringbus mit 32 Byte/Takt bei im Mittel 44 Takten Latenz angekoppelt. Ryzen kombiniert vier Kerne in einem Compute Cluster Complex (CCX) mit 8 MByte L3-Cache, auf den alle Kerne mit gleicher mittlerer Latenz zugreifen. Er liefert 32 Bytes/Takt bidirektional aus und ist als Victim Cache weitgehend exklusiv. Ryzen besteht aus zwei CCX, die über eine erweiterte Hyper-Transport-Fabric (Infinity) verkoppelt sind.

AVX und HPC

AVX-Code läuft auf einem Zen-Kern deutlich langsamer als bei der Konkurrenz. Bei Gleitkomma-Benchmarks mit hochoptimiertem Code wie dem Linpack braucht Zen daher mehr Kerne für dieselbe Performance. Zen beherrscht zwar wie Skylake/Kaby Lake auch AVX-256 (AVX2), hat aber nur 128-bittige Funktionseinheiten. Statt zwei davon zu 256 Bit zusammenzuschalten und mit einem einzigen AVX-

Neue Befehle bei Zen	
Befehl	Kommentar
ADX	Erweiterte Multi-Precision-Arithmetik (x86)
RDSEED	Startwert für RDRAND-Zufallsgenerator (x86)
SMAP	Supervisor Mode Access Prevention (x86)
SHA1/SHA256	Befehle für Secure Hash Implementation (x86)
CLFLUSHOPT	Cacheline Flush bei SFENCE (x86)
XSAVEC/XSAVES/XRSTORS	Erweitertes Save/Restore (x86)
CLZERO	Löscht komplette Cacheline (nur Zen)
PTE Coalescing	Ersetzt 8 aufeinanderfolgende 4K-Page-Table-Einträge durch einen 32K-Eintrag (nur Zen)

µOp-anzusteuern, zerlegt Zen den Job in zwei µOps, einen pro Registerhälfte. Die führen die vier Funktionseinheiten meist gut parallel aus – bis auf spezielle Befehle, die sich nicht unabhängig auf die Registerhälften abbilden lassen, etwa die sogenannten Horizontal-Befehle. Intel dominiert hier klar, opfert allerdings für die nahezu nur von AVX ausgenutzten breiten Busse viel teure Die-Fläche. Deshalb ist der L2-Cache bei Ryzen trotz der größeren 6T-SRAM-Zellen dichter gepackt als bei Intels Achtkernern: 1,5 mm² pro Core für 512 KByte gegenüber 0,9 mm² pro Core für 256 KByte. Auch der L3-Cache nimmt trotz gleicher Kapazität bei Zen weniger Platz ein. Ein Ryzen-Kern ist mit 44 mm² gut 10 Prozent kleiner als bei der Konkurrenz mit 49 mm². Das zeigt: AMD nimmt Abstriche beim Pro-Takt-Leistungspotenzial eines einzelnen Zen-Kerns in Kauf, um mehr Kerne mit ausreichend hoher Frequenz auf einem Die vereinen zu können.

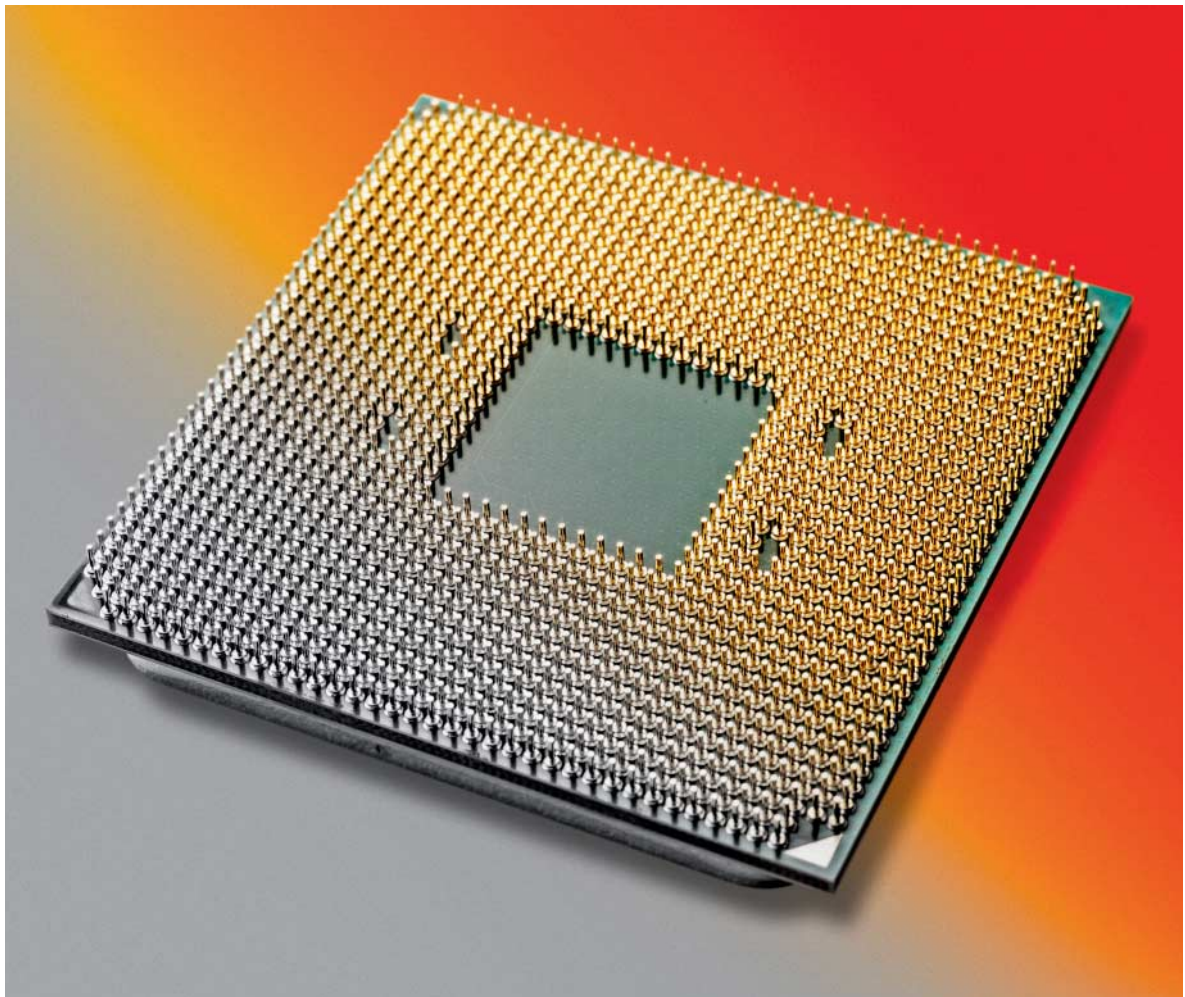
Bei üblichen Desktop-Applikationen wird AVX nur relativ selten genutzt, da bringt der doppelt so große L2-Cache oft mehr. Außerdem bietet AMD ja mehr Kerne fürs gleiche Geld. Und in Supercomputern beziehungsweise im High Performance Computing empfiehlt AMD für gut vektorisierbare Jobs eher eine GPU-Lösung als AVX. In der Tat wird im HPC-Bereich verstärkt Speicherperformance gefordert und dem traditionellen Linpack zunehmend der HPCG zur Seite gestellt. Letzterer profitiert vor allem von RAM-Durchsatz – und in dieser Disziplin spielt AMDs Serverchip Naples mit acht Speicherkanälen Intels Xeon an die Wand.

(as@ct.de) 

Der Autor war auf Einladung und Kosten von AMD beim Ryzen Tech Day in San Francisco.

Design-Features von Intel- und AMD-Desktop-Prozessoren					
	Sandy Bridge/E	Haswell/Broadwell E	Skylake/Kaby Lake	Excavator	Ryzen
max. Kerne	4/6	4/8	4	4 (2 Module)	8
L1I	32K, 8-Way	32K, 8-Way	32K, 8-Way	96/Modul	64K, 4-Way
L1D	32K, 8-Way, WB	32K, 8-Way, WB	32K, 8-Way, WB	32K, 3-Way, WT	32K, 8-Way, WB
L2 Lesebandbreite	32 Bytes/Takt	64 Bytes/Takt	64 Bytes/Takt	16 Bytes/Takt	32 Bytes/Takt
L2	256K 8-Way	256K 8-Way	256K 8-Way	1 MByte/Modul	512K 8-Way
max. L3	8/15 MByte	8/10 MByte	8 MByte	—	2 × 8 MByte
Pipeline-Stufen (Basis)	14–19	14–19	14–19	20	19
OP-Cache	1,5K	1,5K	1,5K	—	2K
Decode/Dispatch	4/4	4/4	5/6	3/4	4/6
ROB/Retire	168	192	224	128	192
Scheduler	54	60	97	48 I + 60 F	84 I + 96 FP
Ports	6	7	8	11/Modul	10 (6 I + 4 FP)
IPRF	164	168	180	96	168
FPRF	144	168	168	160	160
AGUs	2	3	3	2	2
DP-Flops pro Takt	8	16	16	4	8
Load-Buffer	64	72	72	44	72
Store-Buffer	36	42	56	32	42

Anzeige



Zen-Ausblick

Welche Zen-Prozessoren AMD plant und was bei Intel kommt

Ryzen ist nur der Anfang: AMD stellt Zug um Zug die gesamte CPU-Palette auf Zen-Mikroarchitektur um, auch Chips für Server und Notebooks. Aber Intel wird 2017 ebenfalls einige Neuheiten bringen: Was bedeutet das für die Marktchancen von AMD?

Von Christof Windeck

Alles wird Zen: Das macht AMD-Chefin Lisa Su seit einigen Jahren klar. Wohl und Wehe von AMD hängen von Zen-Prozessoren ab, die bald auch für Server und mit integrierter GPU für Desktop-PCs und Notebooks erscheinen sollen. Intel kontert mit der neuen LGA2066-Plattform für Prozessoren mit 4 bis 10 Kernen und wird Anfang 2018 wohl auch Sechskerner für bezahlbare Desktop-PCs bringen. AMD hat aber auch noch neue Vega-Grafikchips in petto, um die eigene Marke nach vorne zu bringen.

Außerdem soll Zen in Embedded Systems vom Router bis zum Spielautomat zum Einsatz kommen.

Ryzen startet erst einmal in eine Nische: Desktop-(Gaming-)Rechner mit starken Grafikkarten zu Preisen oberhalb von 800 Euro. Als Nächstes soll dann Naples mit bis zu 32 Kernen (64 Threads) für Server folgen. In der zweiten Jahreshälfte plant AMD sogenannte Accelerated Processing Units (APUs) für PC-Märkte mit höheren Stückzahlen, also Mittelklasse-PCs und vor allem Notebooks: Die

„Raven Ridge“-APU kombiniert vier Zen-Kerne mit einer GPU, die wohl von der Vega-Architektur abgeleitet ist.

Intel-Konter

Ryzen bringt Vorteile im Vergleich zu Intels aktuellen Kaby-Lake-Chips für die bezahlbare LGA1151-Plattform: viel mehr Kerne fürs gleiche Geld. Wer von Intel mehr als vier Kerne haben will, muss derzeit in die teure LGA2011v3-Plattform investieren und für mindestens 450 Euro einen Core i7-6800K (Broadwell-E) kaufen. Doch zur Computex oder zur GDC im August kommt Intels neue Plattform LGA2066 mit dem Chipsatz X299. Darauf passen sowohl die Prozessoren Kaby Lake-X – als Core i7-7440K weiterhin mit vier Kernen – und Skylake-X (Core i7-7800/7900) mit sechs bis zehn Kernen wie bei Broadwell-E. So senkt Intel den Einstiegspreis in die High-End-Desktop-(HEDT-)Plattform und behält die Option, Ryzen mit einem Skylake-Sechskerner das Leben schwerer zu machen. Dabei ist Verwirrung aber programmiert: Sämtliche vier DRAM-Kanäle und alle 40 PCIe-Lanes von LGA2066 werden wohl nur mit Skylake-X nutzbar sein, mit Kaby Lake-X bleibt es vermutlich bei PCIe 3.0 x16 und zwei Speicherkanälen wie bei LGA1151.

2018 erwartet man bei Intel dann Coffee Lake: Der Nachfolger von Kaby Lake hat angeblich sechs Kerne und kommt möglicherweise zusammen mit Serie-300-Chipsätzen, die USB-3.1-Controller enthalten – wie Ryzen jetzt schon.

Notebooks

In den meisten Notebooks stecken derzeit Intels sparsame „U“-Mobilprozessoren der 15-Watt-Klasse. Daher ist es fraglich, welche Marktchancen AMDs Raven Ridge-APU für Notebooks hat. Für Business-Notebooks und Billiggeräte ist eine starke GPU unerheblich, also kein starkes Verkaufsargument. Beim Abspielen von HEVC-Videos – wichtig für Netflix, Amazon Prime Video und DVB-T2 HD – liegt Intel mit Kaby Lake derzeit vorne, das können sogar „Apollo Lake“-Billigheimer wie der Celeron N3455.

Günstige APUs mit spieletauglicher Grafik könnten den Markt der Gaming-Notebooks wachsen lassen – aber in welchem Maß, lässt sich kaum einschätzen. Falls VR- und AR-Anwendungen tatsäch-

lich breiteres Interesse finden, etwa dank des „Creators Update“ für Windows 10 und 300-Euro-Brillen von Acer, Asus & Co., dürfte das AMD jedenfalls helfen.

Server

Enorm wichtig für die Rückkehr von AMD zu schwarzen Zahlen ist der Erfolg bei den Servern: Hier geht es um längerfristige Lieferverträge und höhere Margen. Für AMD spricht, dass der Servermarkt geradezu nach einer Intel-Alternative schreit: Facebook engagiert sich bei den ARM-Servern, der weltweit vermutlich größte Server-Käufer Google außerdem bei OpenPOWER. Viele Server-Hersteller dürften Naples mit offenen Armen empfangen. Mit vielen Threads und großem RAM zum günstigeren Preis könnte er leicht punkten, auf die Single-Thread-Performance kommt es hier weniger an als bei Client-Systemen. Naples tritt nicht gegen Intels aktuellen Broadwell-EP an, sondern gegen neue Skylake-EP-Xeons, die dank AVX-512 theoretisch doppelt so viel leisten – aber auch aufwendige Mainboards mit der gigantischen Fassung LGA3467 und sechs DRAM-Kanälen pro CPU benötigen.

Für Netzwerkgeräte wie Firewalls und Router oder auch für Speichersysteme plant AMD Spezialprozessoren, die außer Zen-Rechenkernen auch GPUs als Rechenbeschleuniger enthalten: Etwa „Snowy Owl“ mit 16 Zen-Kernen und Vega-GPU. Dabei verwendet AMD ein leistungsfähiges Verbindungssystem namens Infinity Fabric, das die verschiedenen Teile solcher Systems-on-Chip (SoC) verknüpft. Es bindet möglicherweise auch Funktionsblöcke von Zulieferern ein, etwa

10-Gbit-Ethernet-Controller. In der Roadmap-Grafik haben wir Embedded-Prozessoren weggelassen, damit es nicht noch komplizierter wird – etwa auch Intels Xeon D oder den Server-Atom C3000.

Marktumfeld

Der deutsche PC-Markt ist zwar stabil, weltweit gesehen geht es bei Desktop-PCs und Notebooks jedoch bergab. 2017 werden schätzungsweise noch 260 Millionen Geräte verkauft. Rund zwei Drittel davon werden Notebooks, Windows-Tablets und 2-in-1-Hybriden sein. Auf Desktops entfällt das restliche Drittel, also weniger als 90 Millionen Stück. Workstations und Server spielen von den Stückzahlen her viel kleinere Rollen: Workstations liegen unter 5 Millionen, Server bei etwa 10 Millionen jährlich. In allen PC-Märkten dominiert Intel, bei den Servern sogar mit rund 99 Prozent Marktanteil. Zum Vergleich: 2016 wurden rund 160 Millionen Android- und iOS-Tablets verkauft sowie 1,5 Milliarden Smartphones.

Das Geschäft mit den Spielkonsolen Sony Playstation 4 und Microsoft Xbox One bringt bei AMD Geld in die Kasse: Von den 4,27 Milliarden US-Dollar Umsatz im Jahr 2016 entfielen knapp 54 Prozent auf die Embedded- und Server-Sparte, die auch Gewinn erwirtschaftete. Die PC- und Mobilprozessoren sowie die Radeon-GPUs brachten der „Computing and Graphics Group“ hingegen Verluste.

Grafik

Im Jahr 2016 hat AMD mit der GPU-Baureihe Radeon RX400 alias Polaris gegenüber Nvidia Boden gut gemacht. Bald soll



Die ab 2018 erwartete Mikroarchitektur „Zen+“ soll die Rechenleistung pro Kern weiter steigern.

nun Vega folgen, die Spitzenmodelle mit superschnellem HBM2-Speicher. AMD hofft, damit Nvidia in den höheren Preisklassen auszustechen. Nvidia wiederum will im laufenden Jahr mit Volta einen Nachfolger der aktuellen Pascal-GPUs vorstellen. AMD hat dann für 2018 „Navi“ versprochen.

AMD hat mit den GPUs auch den Servermarkt im Visier: Bei den Rechenbeschleunigern liegt Nvidia Tesla derzeit klar in Führung und einige Supercomputer

nutzen Intels Xeon Phi. Doch AMD konnte Ende 2016 Google überzeugen, die FirePro S9300 x2 in Cloud-Servern zu installieren. Außerdem will AMD vom schnell wachsenden Markt jener Systeme profitieren, die riesige (Big Data-)Datenbestände mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI/AI) bearbeiten.

Gute Chancen

Zen eröffnet AMD viele gute Chancen und die bisher bekannte Roadmap über-

zeugt. Doch AMD kann sich nicht auf Zen ausruhen und hat bereits Zen+ versprochen: Der soll wohl ab 2018 die Rechenleistung der Nachfolger von Ryzen, Naples und Raven Ridge weiter steigern. Jim Anderson, Chef der AMD-Sparte Computing and Graphics, hat auch schon „Zen++“ erwähnt – konkrete Termine aber nicht. Klappt das alles, sieht es gut aus für AMD. Das spiegelt auch der seit Ende 2016 geradezu explodierte Aktienkurs.

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

CPU-Pläne von AMD und Intel

Die Roadmap für den Rest von 2017 und für 2018 zeigt, in welchen Geräteklassen AMD und Intel gegeneinander antreten. Es fehlen noch einige Sparten: Server mit vier und mehr Prozessoren, Embedded Systems, Spielkonsolen und Netzwerkgeräte.

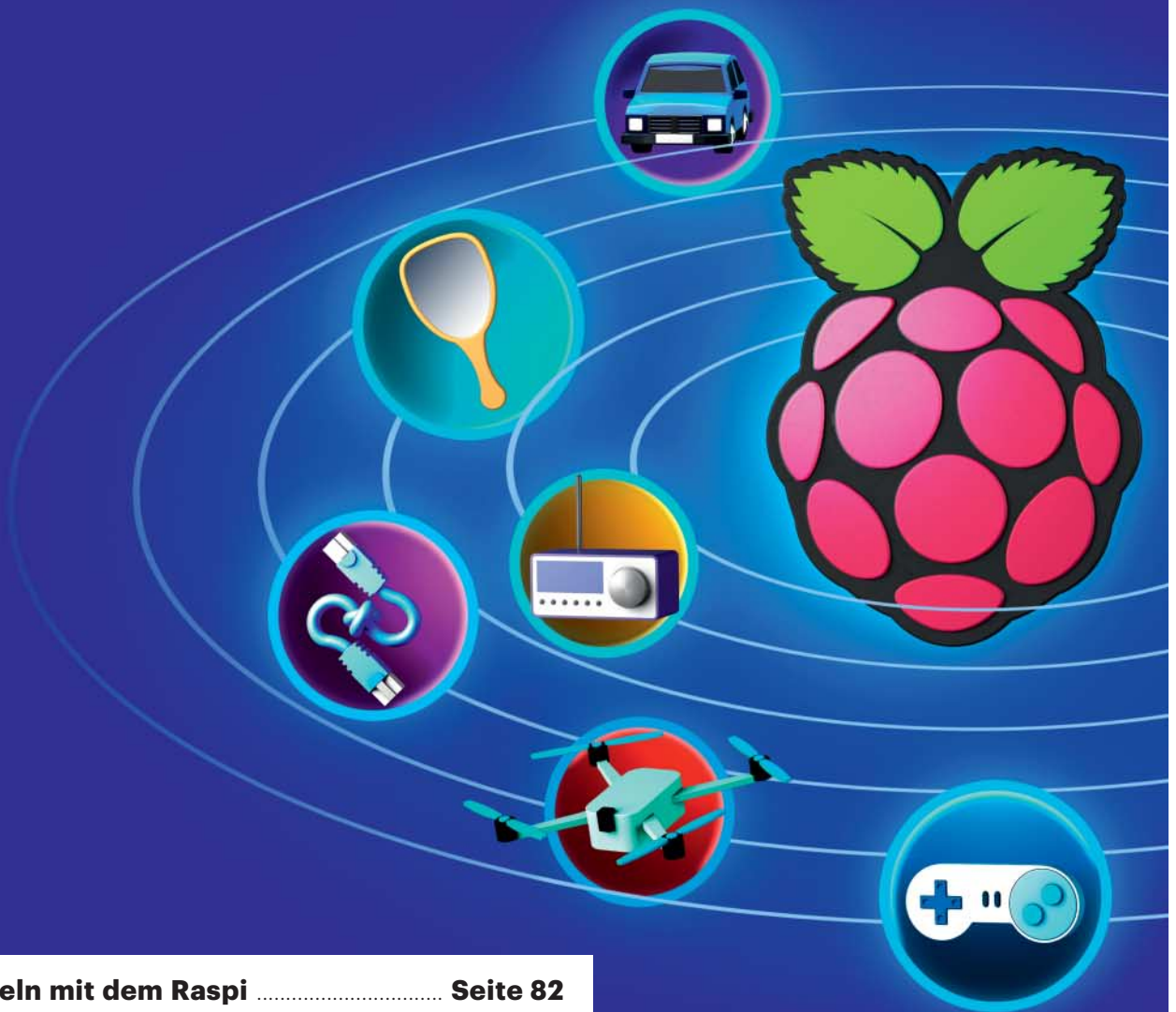
	2016	2017	2018
Server, 2 CPUs	Opteron 6300 G34 16C Piledriver (Abu Dhabi), 32 nm 85–140 W SR5600	Naples SP3 32C/64-Thread Zen, 14 nm keine Angaben zu TDP und Chipsatz	Zen+ 14 nm
	Xeon E5-2600 v4 LGA2011v3 22C/44-Thread Broadwell-EP, 14 nm 55–145 W C612	Xeon E5-2600 v5 LGA3647 28(32)C/56(64)-Thread Skylake-EP, 14 nm 145 W C6xx	Xeon E5-2600 v6 LGA3647 Cannonlake-EP, 10 nm keine Angaben zu Kernen/Threads
Server, 1 CPU	Opteron 4300 C32 8C Piledriver (Seoul), 32 nm 35–95 W SR5600	Zeppelin? AM4? 8C/16-Thread Zen, 14 nm keine Angaben zu TDP und Chipsatz	Zen+ 14 nm
	Xeon E3-1200 v5 LGA1151 4C/8-Thread Skylake, 14 nm 80 W C232/C236	Xeon E3-1200 v6 LGA1151 4C/8-Thread Kaby Lake, 14 nm 80 W C232/C236	Xeon E3-1200 v7 LGA11xx 6C/12-Thread Coffee Lake, 14 nm 80 W
Desktop	Ax-9000 (Bristol Ridge) AM4 4 x Excavator + 8 x GCN, 28 nm 35–65 W A320, B350	Ryzen (Summit Ridge) AM4 8C/16-Thread Zen, 14 nm 65–95 W X300, B350, X370	Zen+ AM4 14 nm keine Angaben zu Cores und TDP
	Core i7-6950X LGA2011v3 10C/20-Thread Broadwell-E, 14 nm 140 W X99	Raven Ridge AM4 4C/8-Thread Zen + Vega, 14 nm 35–95 W A300, A320, B350, X370	Zen+ APU AM4 14 nm keine Angaben zu Cores und TDP
	Core i-6000 LGA1151 4C/8-Thread Skylake-S, 14 nm 91 W Z170	Core i7-7900X LGA2066 10C/20-Thread Skylake-X, 14 nm 140 W X299	Cannonlake-X LGA2xxx 10 nm keine Angaben zu Cores und TDP
	Core i-7000 LGA1151 4C/8-Thread Kaby Lake-S, 14 nm 91 W Z270	Core i7-7740K LGA2066 4C/8-Thread Kaby Lake-X, 14 nm 112 W X299	Core i7-8000 LGA11xx 6C/12-Thread Coffee Lake, 14 nm 90 W Z3xx
	Ax/FX-9000 (Bristol Ridge) FP4 4 x Excavator + 8 x GCN, 28 nm 15/35 W	Raven Ridge FP5 4C/8-Thread Zen + Vega, 14 nm 15/35 W	Zen+ APU 14 nm
Notebook, Tablets und Hybride	Ax/E2-9000 (Stoney Ridge) FP4 2 x Excavator + 4 x GCN, 28 nm 15 W		
	Core i5/i7-6000H 4C/8-Thread Skylake-H, 14 nm 45 W	Core i5/i7-7000H 4C/8-Thread Kaby Lake-H, 14 nm 45 W	Core i5/i7-8000H 4C/8-Thread Coffee Lake-H, 14 nm 45 W
	Core i3/i5/i7-7000U/Y 2C/4-Thread Kaby Lake-U/Y, 14 nm 6–15 W (28 W Iris Plus)		Core i3/i5/i7-8000U/Y 2C/4-Thread Cannonlake-U/Y, 10 nm 6–15 W
	Atom x5, Celeron N34xx, Pentium N42xx (2C/4C Apollo Lake 4–10 W)		

AMD Intel

Anzeige

FrISChe Raspi-Projekte

Smart Mirror, Auto-Computer,
Internet-Radio, WLAN-Drohne ...



Basteln mit dem Raspi	Seite 82
Radio mit Touch-Oberfläche	Seite 84
Spiegel als Info-Bord	Seite 88
Controller für die Retro-Console	Seite 92
WLAN-Drohne mit Pi-Zero	Seite 94
Entertainment und Navi im Auto	Seite 98
Drossel und Störfener im Netz	Seite 102

Fünf Jahre gibt es den Raspi als Bastelcomputer nun und noch immer wird munter damit gewerkelt. Wir haben fünf spannende Projekte intensiv ausprobiert, eines selbst entwickelt und unsere Erfahrungen und Tipps zusammengestellt. Die sind nicht nur fürs Nachbauen nützlich, sondern auch dann, wenn Sie lieber eigene Projektideen verfolgen.

Von Peter Siering

Wer gern bastelt, hat sicher schon mal einen Raspi in der Hand gehabt, womöglich bereits einen in der Schublade liegen. Die Projekte, die auf Basis eines Raspi entstehen, sind aber nicht nur etwas für Bastler, sondern haben praktischen Nutzen: Ein Internet-Radio, das per Touch bedienbar ist, oder ein Spiegel, der Kalenderdaten einblendet und die Verspätung öffentlicher Verkehrsmittel anzeigt, findet schnell Liebhaber.

Eine Geheimwissenschaft sind selbst anspruchsvollere Projekte nicht: Wenn es kein fertiges Image der nötigen Software gibt, dann beginnt das Nachbauen stets mit dem Bespielen einer SD-Karte mit der Basis-Software, in der Regel die aktuelle

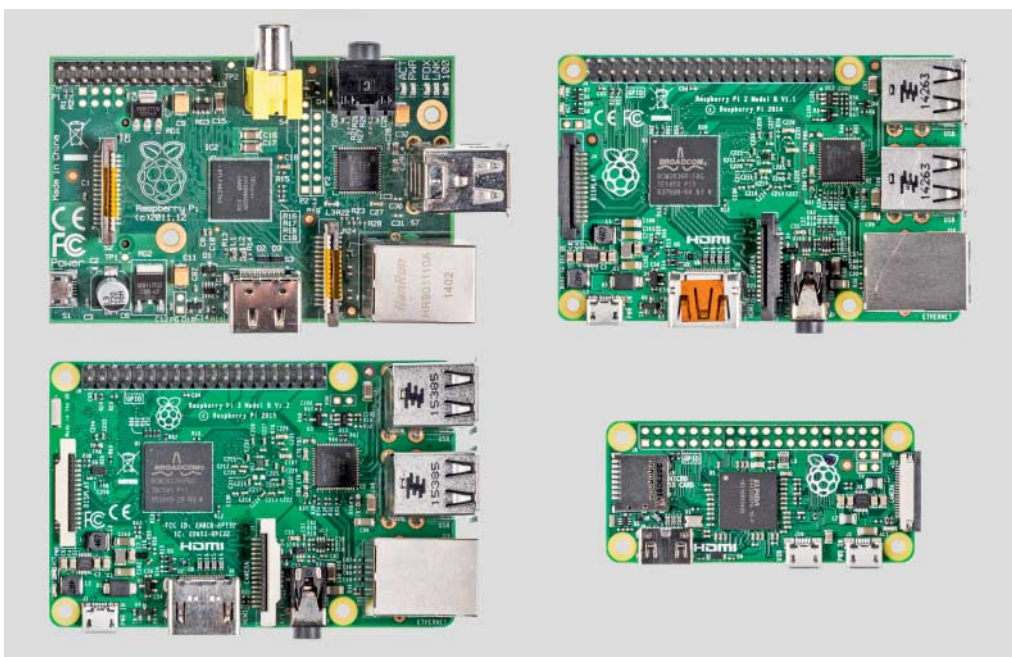
Fassung von Raspbian. Wir vertiefen das im Folgenden nicht weiter. Für diese ersten Schritte finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels vollständig online verfügbare Artikel aus früheren Ausgaben.

Die Projekte bedienen sich aus einem Riesensortiment von Bauteilen. Das können speziell für den Raspi gemachte Dinge sein, etwa das 7-Zoll-Touch-Display nebst Gehäuse, oder simple 08/15-Komponenten zur Infrarot-Bewegungserkennung, die der Raspi über seine Ein-/Ausgabe-Pins ansteuert. Diese Materialien verschicken alle gängigen Shops binnen weniger Tage – wer mehr Geduld hat, lässt sie sich aus Fernost schicken. Nur selten muss man spezielle Quellen anzapfen;

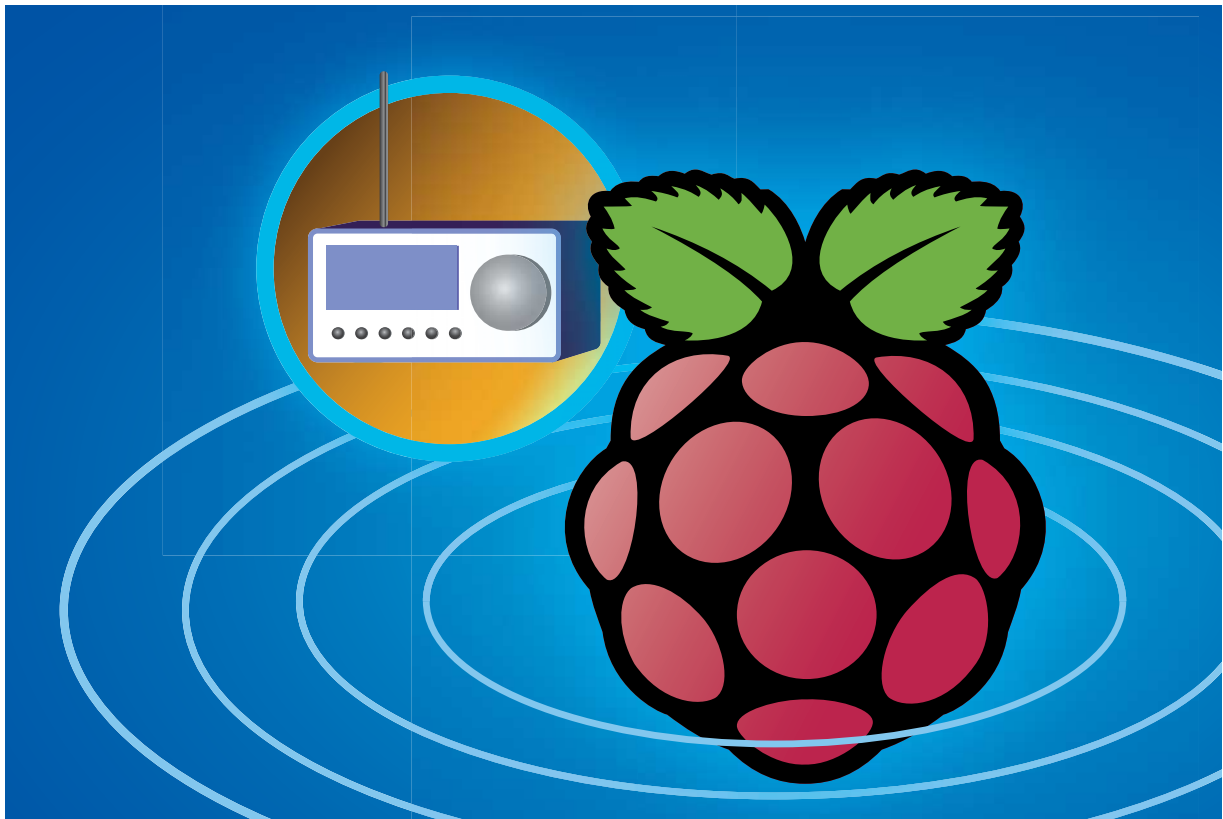
falls nötig, geben wir das bei den folgenden Projekten an.

Damit Sie sich einen Überblick verschaffen können, was zum Nachbauen der Projekte nötig ist und was das kosten wird, haben wir Einkaufslisten in die Artikel aufgenommen – die Preise entsprechen dem, was wir berappt haben; Versandkosten haben wir keine aufgeführt. Und jetzt: Viel Spaß beim Lesen und eventuell beim Nachbauen – der Link am Ende der Artikel bringt Sie stets auch in ein Forum zum Austausch mit anderen Lesern und in die Foren der Projekte. (ps@ct.de) **ct**

Erste Schritte, weitere Projekte und c't-Artikel zum Raspi: ct.de/y2js



Sortiert nach Erscheinungsjahr im Uhrzeigersinn: Raspberry Pi 1, Pi 2, Pi Zero und Pi 3 – wer neu kauft, fährt mit der 3er-Variante am besten, sie hat Bluetooth und WLAN bereits an Bord. Der Pi 1 ist für viele heutige Projekte eher zu schwach.



Weltempfänger

Raspi als Internet-Radio mit Touch-Bedienung

Durch Live-Streaming haben Radiosender ihr Sendegebiet um das heimische WLAN erweitert, selbst regionale Studios sind so weltweit empfangbar. Ein Raspberry Pi mit komfortabler Touch-Bedienung ersetzt den guten alten Weltempfänger.

Von Mirko Dölle und Thomas Koch

Das Internet hat Radiosendern neue Zuhörer beschert, ist man doch dank Streaming nicht mehr darauf angewiesen, einen Sendemast in der Nähe zu haben. Ein Balken des heimischen WLAN tut es zur Not auch. Vor allem Sparten- und Lokalsender profitieren davon, die etwa nur im Stadtgebiet einen einzelnen Sender betreiben, über In-

ternet aber weltweit empfangen werden können.

Den früher üblichen Weltempfänger zum Empfang weit entfernter Stationen haben wir durch einen Raspberry Pi 3 mit Touchscreen ersetzt, der Ton kommt aus einem externen Lautsprecher mit USB-Stromversorgung. Das grafische Frontend zur Bedienung liefert ein Python-Programm, das eigens für das Raspi-Radio entwickelt wurde. Es nutzt die Python-Bibliothek Kivy, die im günstigsten Fall ohne X-Server auskommt und so deutlich weniger Ressourcen beansprucht als eine herkömmliche grafische Anwendung.

Radio modern und aus Holz

Das Raspi-Radio benötigt später weder Tastatur noch Monitor – etwaige Updates oder Einstellungsänderungen erfolgen per SSH.

Wir haben zwei Varianten des Internet-Radios gebaut: mit einem selbst gefrästen Holzgehäuse und mit einem Standard-Kunststoff-Gehäuse, wie Sie es bei verschiedenen Anbietern im Internet bestellen können. Allerdings ist das Kunststoffgehäuse mit knapp 50 Euro vergleichsweise teuer. Wer Zugang zu einer handgeführten Oberfräse, einer CNC-Fräse oder einem Werkzeuglaser hat, kann sich aus Schichtholz, Siebdruckplatte oder mehreren Schichten Sperrholz für unter 10 Euro ein ansprechendes Holzgehäuse selbst fertigen. Die Konstruktionszeichnung unserer Frontplatte für den versenkten Einbau von Touchscreen und Lautsprecher finden Sie auf der GitHub-Projektseite zum Download.

Als Betriebssystem des Raspi-Radios bietet sich die Lite-Variante des bewährten Raspbian Stable Release an: Da Kivy

per OpenGL die Grafikkarte direkt ansteuert, können Sie auf den X-Server und den Pixel-Desktop des Standard-Raspbian verzichten. Die einzige Besonderheit bei der Ersteinrichtung von Raspbian ist, dass das Bild auf dem Raspberry Pi Touch Display – so die offizielle Bezeichnung des 7-Zoll-Touchscreen – zunächst Kopf steht. Fügen Sie einfach die Zeile

```
lcd_rotate=2
```

am Anfang der Datei `/boot/config.txt` ein, dann erscheint das Bild nach dem nächsten Neustart richtig herum. Übrigens können Sie die hier genannten Installationsschritte getrost als Root-Benutzer durchführen.

Da Raspbian ähnlich wie Debian bei seinen Stable-Releases auf bewährte Software setzt, sind die Pakete aus dem Standard-Raspbian-Repository zum Teil zu alt für den Einsatz als Internet-Radio. Dies betrifft Kivy und den MP3-Player mpg123. Im Testing-Repository finden Sie geeignete neuere Versionen. Allerdings müssen Sie Kivy aufgrund eines OpenGL-Bugs im Build-Prozess des Raspbian-Repositories selbst neu übersetzen, wofür Sie außerdem eine neuere Version von Cython benötigen. So sind es letztlich drei Programme, Cython, Kivy und mpg123, die Sie aus den Quellen neu übersetzen müssen.

Frisch übersetzt

Dafür gibt es zwei Wege: den schnellen, indem Sie die Quellen aus den Git-Repositories herunterladen und die Programme von Hand installieren, oder den einige Stunden dauernden, bei dem Sie die Quellen aus dem Testing-Repository von Raspbian verwenden und zunächst über Stunden Debian-Pakete erzeugen, die Sie anschließend installieren. Der Vorteil einer Installation aus Paketen ist, dass Sie die Pakete später problemlos wieder deinstallieren oder durch neuere Versionen ersetzen können, außerdem werden so Paketabhängigkeiten korrekt aufgelöst. Die Direktinstallation aus den Git-Quellen hingegen ist binnen Minuten erledigt, es könnte aber zu Kollisionen kommen, wenn später aufgrund von Abhängigkeiten die alten Versionen aus dem Standard-Repository nachinstalliert werden.

Für die Direktinstallation müssen Sie zunächst gut zwei Dutzend Entwicklungspakete von Hand nachinstallieren, allen voran `python-pip`. Die dazu nötigen Befeh-

le finden Sie – so wie fast alle anderen Eingaben auch – über den c't-Link am Ende des Artikels auf der Projektseite.

Die Installation von Cython Version 0.23 und der aktuellen Kivy-Version erfolgt danach leicht per `pip`:

```
pip install --upgrade Cython==0.23
pip install git+https://github.com:kivy/kivy.git@master
```

Außerdem benötigen Sie mpg123. Dazu laden Sie die Quellen der aktuellen Version 1.23.8 von mpg123.de/download herunter und entpacken sie. Indem Sie im Quellenverzeichnis die Befehle

```
./configure --with-audio=pulse
make
make install
```

aufrufen, installieren Sie den MP3-Player. Damit das Programm auch seine Bibliotheken findet, geben Sie zusätzlich folgende Befehle ein:

```
echo "/usr/local/lib" > &
&/etc/ld.so.conf.d/locallib.conf
ldconfig
```

Um stattdessen Pakete aus den Quellen des Raspbian-Testing-Repositories zu bauen, fügen Sie der Datei `/etc/apt/sources.list` folgende Zeilen hinzu:

```
deb-src http://archive.raspbian.org/ &
&raspbian/ testing main contrib &
&non-free rpi
```

Ein Aufruf von `apt-get update` lädt die Paketlisten herunter, sodass Sie im nächsten Schritt die Quellen sowie alle zum Übersetzen der Quellen notwendigen Pakete installieren können:

```
apt-get source cython kivy mpg123
apt-get build-dep cython kivy mpg123
```

Die Pakete erstellen Sie immer gleich: Sie wechseln in das Quellen-Verzeichnis, rufen dort `dpkg-buildpackage -tc` auf und finden im Erfolgsfall im übergeordneten Verzeichnis ein oder mehrere Debian-Pakete. Diese Pakete installieren Sie dann mittels `dpkg -i` gefolgt vom Paketnamen, bevor Sie per `apt-get -f install` die Abhängigkeiten auflösen und sich dem nächsten Programm zuwenden. Hier das Beispiel für Cython, das Sie als Erstes übersetzen und installieren müssen:

```
cd cython-*
dpkg-buildpackage -tc
cd ..
dpkg -i cython*.deb
apt-get -f install
```

Aufgrund der beschränkten Rechenleistung des Raspberry Pi und der ausufernden Funktionstests, die beim Erstellen des Cython-Pakets durchgeführt werden, benötigen Sie dafür allerdings etliche Stunden. Am besten lassen Sie das Cython-Paket über Nacht bauen. Ungeduldige können auf das Binärpaket aus dem Testing-Repository zurückzugreifen (siehe c't-Link



Internet-Radio in Holz und Plastik: Das Holz-Gehäuse mit integriertem Lautsprecher ist schicker und billiger als die Kunststoff-Variante mit Aktivbox, erfordert aber Zugang zu einer Fräse und etwas handwerkliches Geschick.

am Ende des Artikels) – das ist zwar nicht ganz sauber, funktioniert aber in diesem Fall. `python-kivy` und `mpg123` müssen Sie in jedem Fall selbst übersetzen.

Ein weiteres Programm, das Sie in jedem Fall aus den Quellen übersetzen müssen, ist `pulseaudio-ctl`, dafür benötigen Sie außerdem `Pulseaudio` und die Entwicklungsbibliotheken. Das Frontend nutzt `pulseaudio-ctl` für die Lautstärke-Regelung. Ein Paket für Raspbian gibt es nicht, sodass Sie es direkt übersetzen müssen:

```
apt-get install git pulseaudio
└─pulseaudio-utils libpulse-dev bc
git clone https://github.com/└─
└─graysky2/pulseaudio-ctl.git
cd pulseaudio-ctl
make install
```

Damit sich der `Pulseaudio`-Daemon später nicht automatisch beendet, wenn gerade keine Musik läuft, fügen Sie folgende Zeile ans Ende der Datei `/etc/pulse/daemon.conf` an:

```
exit-idle-time = -1
```

WLAN auf der Konsole

Um den Netzwerkstatus anzuzeigen, verwendet das Frontend den Network Manager – Raspbian nutzt stattdessen traditionell die Datei `/etc/network/interfaces`. Deshalb müssen Sie im nächsten Schritt den Network Manager nachinstallieren und die Standardkonfiguration entfernen:

```
apt-get install network-manager
rm /etc/network/interfaces
```

Außerdem sollten Sie die Stromsparfunktionen des WLAN-Adapters deaktivieren, die für eine ganze Reihe Verbindungsprobleme bekannt sind. Dazu legen Sie die Datei `/etc/udev/rules.d/10-wlan-power-savings-off.rules` mit folgendem Inhalt an:

```
KERNEL=="wlan*", ACTION=="add", RUN└─
└─+="sbin/iwconfig wlan0 power off"
```

Ein Neustart ist die einfachste Lösung, die Änderungen wirksam werden zu lassen. Anschließend verbinden Sie sich mittels

```
nmcli device wifi connect "SSID"└─
└─password "KEY"
```

mit Ihrem WLAN – wobei Sie SSID und KEY durch Ihre WLAN-SSID und den WLAN-Schlüssel ersetzen.

Bevor Sie endlich den Raspi in ein Radio verwandelt haben, fehlen nur noch drei Schritte: Anpassung der Kivy-Konfiguration für den Touchscreen, Herunterladen des Radio-Frontends und automatischer Aufruf des Frontends nach jedem Neustart des Raspi.

Damit Kivy auch Touch-Events auf dem Touchscreen erkennt, müssen Sie die Konfigurationsdatei `/root/.kivy/config.ini` anpassen. Kivy erzeugt die Datei mit den Standardeinstellungen, wenn Sie die Bibliothek durch folgenden Befehl erstmalig in Python laden:

```
python -c "import kivy"
```

Nun können Sie die Datei `/root/.kivy/config.ini` in einem Editor öffnen und den Abschnitt `[input]` durch folgende Zeilen ersetzen:

```
mouse = mouse
%(name)s = probesysfs,└─
└─provider=hidinput
mtdev_%(name)s = probesysfs,└─
└─provider=mtdev
hid_%(name)s = probesysfs,└─
└─provider=hidinput
```

Das Radio-Frontend

Die Quellen des Raspi-Radio-Frontends `mp3pi` finden Sie auf GitHub (siehe Link), installieren Sie sie ins Home-Verzeichnis von `root`. Außerdem benötigt `mp3pi` noch die Pakete `python-requests` und die `mtdev-tools`:

```
git clone https://github.com/└─
└─mottobug/mp3pi.git
apt-get install python-requests └─
└─mtdev-tools
```

Um `mp3pi` auszuprobieren, wechseln Sie in das Verzeichnis `mp3pi`, starten `Pulseaudio` und dann das Programm von Hand:

```
pulseaudio -D
python mp3.py
```

Verlassen Sie das Programm mit der Tastenkombination `Strg+C`. Damit `Pulseaudio` und das Radio-Frontend künftig automatisch starten, kopieren Sie die vorbereiteten `Systemd`-Jobs aus dem Verzeichnis `systemd` in das Verzeichnis `/etc/systemd/system`. Anschließend aktivieren Sie per `systemctl enable` die Jobs `dbus`, `pulseaudio` und `mp3pi`:

```
systemctl enable dbus
```

Indem Sie alle drei Jobs per `systemctl start` von Hand starten, ersparen Sie sich einen Reboot des Raspi.

Die Bedienung der Oberfläche ist unkompliziert: Aus der Liste der Radiostationen, die das Programm von `radio.de` bezieht, wählen Sie das gewünschte Radioprogramm aus, woraufhin per `mpg123` im Hintergrund die Wiedergabe startet. Die Lautstärke stellen Sie über den vertikalen Regler rechts unten ein, die Taste „Play/Pause“ ist selbsterklärend und mit den Pfeiltasten wechseln Sie zum vorherigen oder nächsten Eintrag in der Senderliste. Durch Wischen über die Senderliste blättern sie hoch und runter. Auf der linken Seite wird das Icon des Senders eingeblendet und die Feldstärke nebst Verbindungsinformationen der WLAN-Verbindung angezeigt.

Über das Zahnrad-Symbol links unten gelangen Sie in die Einstellungen. Im Reiter „General“ können Sie das Timeout für den Screensaver einstellen. Standard sind 60 Sekunden – danach schaltet das Programm die Hintergrundbeleuchtung des Displays ab, was erheblich Strom spart. Dort können Sie auch einstellen, woher das Radio-Programm seine Playlists beziehen soll.

Im Reiter „Kivy“ finden Sie Einstellungen zum grafischen Frontend. Die wichtigsten finden Sie im Abschnitt „Keyboard“: Hier sollten Sie bei „Keyboard mode“ „system“ auswählen und das „Keyboard layout“ auf „qwertz“ umstellen, damit Ihnen Kivy eine deutschsprachige virtuelle Tastatur für Texteingaben einblendet und Sie keine externe Tastatur mehr benötigen. Mit einer USB-Powerbank mutiert der Raspi sogar zum Kofferradio: Abhängig von Bildschirmschoner und Lautstärke des Lautsprechers schwankt die Stromaufnahme zwischen nur 500 und 1500 Milliampere. (mid@ct.de) **ct**

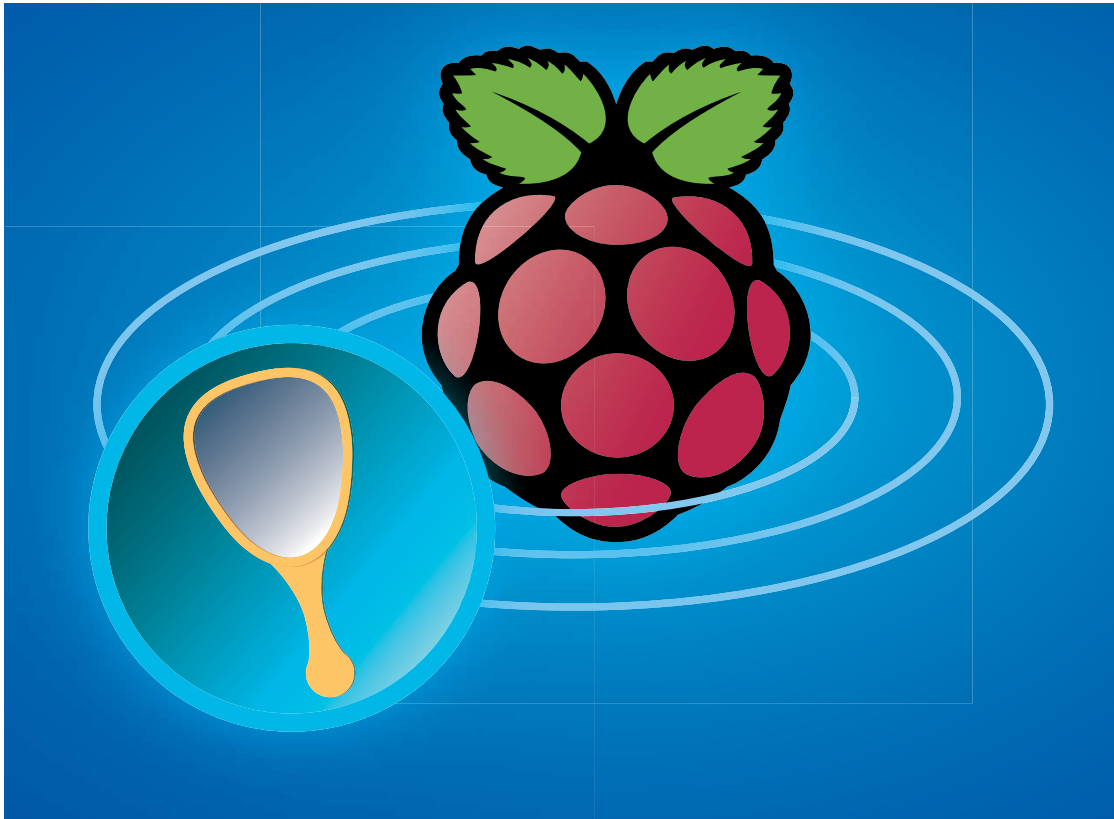
Quellcode, Befehle und Links: ct.de/yvsh

Raspi-Radio

Raspberry Pi als Internet-Radio mit Touch-Bedienung

Raspberry Pi 3	37 €
Touch Display	75 €
Display-Gehäuse	45 €
USB-Lautsprecher	ab 10 €
Bluetooth-Lautsprecher	ab 30 €
Netzteil 5 V/3 A	10 €

Anzeige



S-pi-eglein, S-pi-eglein ...

Raspberry beschreibt Spiegel

Smart oder Magic Mirror nennen die Macher ihre Kreationen: Hinter einem speziellen Glas sitzt ein Display, sodass angezeigte Informationen in ein Spiegelbild eingeblendet werden. Der Effekt ist großartig, ein Selbstbauversuch lehrreich.

Von Peter Siering

Seit einiger Zeit kursiert die Idee eines Magic oder Smart Mirror im Netz. Große Bekanntheit hat Michel Teeuw mit seinem Projekt erlangt: Es steht auf Github zum Download bereit und ist mit wenigen Handgriffen auf einem mit Raspbian bespielten Raspi 2 oder 3 eingerichtet. Um die Software auszupro-

bieren, genügen ein Raspi und ein ausgeleitetes TFT-Display.

Manchem wird Magic Mirror vielleicht nackt schon nützlich genug sein. Für eine simples Info-Display im Büro ist alles an Bord: Es kann gemeinsame Termine aus einem Gruppenkalender per ICAL abfragen und darstellen, Abfahrzeiten lokaler Verkehrsmittel bei Webdiensten einsammeln sowie den aktuellen Verstopfungsgrad der wegführenden Hauptverkehrsachsen anzeigen.

Folie statt Glas

Aufwendiger als die Installation und Konfiguration der Software fällt die Beschaffung der nötigen Bauteile aus. Das Display für den Magic Mirror sollte einen digitalen Signaleingang haben, damit der Raspi es direkt ansteuern und es in den Standby

versetzen kann. Soll der Spiegel nicht allzu dick auftragen, braucht man ein Modell, das die Anschlüsse auf der Rückseite seitlich wegführt.

Das Glas muss Licht von einer Seite durchlassen, von der anderen aber sperren. Man spricht deshalb von halbdurchlässigen oder auch Venezianischen Spiegeln. Sie heißen oft auch Polizeispiegel und sind in jedem Krimi zu bewundern. Solche Spiegel hat kaum ein Glaser im Lager stehen; wenn doch, kriegt man oft für kleines Geld ein Probestück. Die Spiegel lassen sich auch im Versandhandel bestellen und sind in sehr unterschiedlichen Qualitäten zu haben.

Ein Spionspiegel funktioniert nur dann gut, wenn auf der einen Seite viel Licht ist und auf der anderen wenig. Dort, wo viel Licht ist, entsteht der Eindruck ei-

nes Spiegels, auf der anderen Seite mit wenig Licht lässt sich hindurchsehen – diesen Effekt nutzt ein Magic Mirror, indem das Display von der dunklen Seite auf die Helle durchstrahlt.

In Foren, in denen sich Projektbegeisterte austauschen, wird über Reflexions- und Transmissionsgrade gefachsimpelt. Online- wie Offline-Angebote führen diese Werte allerdings nur selten auf. Mancherorts werden Sammelbestellungen organisiert. Wir haben ganz pragmatisch eine simple Spiegelfolie für 5 Euro bestellt und sie auf die Scheibe eines rahmenlosen Bildhalters (8 Euro) geklebt. Diese Lösung liegt preislich deutlich unter der Ware von Glasern.

Knifflig an der Folie ist das Aufbringen: Anbieter empfehlen, die selbstklebende Folie nach dem Entfernen ihrer Schutzschicht ebenso wie das Klebeziel (in der Regel ein Fenster) satt mit Spülmittellösung einzusprühen und dann mit dem mitgelieferten Rakel das Wasser und eventuelle Luftblasen von innen nach außen wegzuschieben. Den entstandenen Spionspiegel kann man so montieren, dass die empfindlichere Folienseite auf der Innenseite liegt; so kann man die Spiegeloberfläche später beherzt wienern.

Die auf diese Weise behandelte Scheibe oder ein beim Glaser erworbenes Exemplar sollte möglichst dicht über dem Display liegen, damit der Effekt gut ist. Dazu entfernt man idealerweise das Gehäuse des Displays. An dieser Stelle wird auch klar, dass das direkte Bekleben des Displays eine doofe Idee ist: Dabei würde die Spülmittellösung womöglich in das Innere gelangen. Ohne sie ist das Ausrichten und blasenfreie Kleben jedoch schwierig.

Vesa statt Holz

Die gängigste Idee für die Verpackung eines Magic Mirror stellt ein Holzrahmen dar, in dem das nackte Display befestigt und der Spiegel davor gesetzt wird. Ein paar Lüftungslöcher vermeiden Hitze- staus. Je nach Talent und Holzbearbeitungswerkzeug lässt sich eine Nut fräsen, die den Spiegel hält, oder es müssen Leisten dafür herhalten. Ein anderer Ansatz besteht darin, eine VESA-Halterung zu nutzen und direkt den Display-Rahmen zu dekorieren.

Das beste Ergebnis erzielt man, wenn die Spiegelgröße der des Displays entspricht. Wer nur hinter eine Teilfläche des Spiegels ein Display setzt, muss damit rechnen, dass sich dessen Rahmen ab-

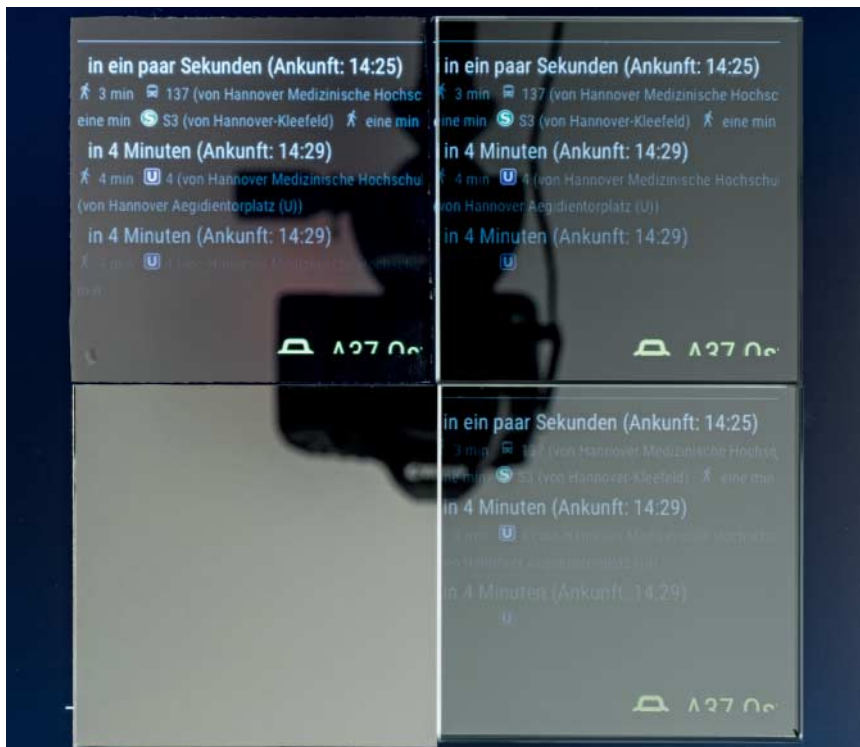
zeichnet: Im Magic-Mirror-Betrieb hebt sich der schwarz gesetzte Hintergrund durch die Hintergrundbeleuchtung ab. Je dunkler der Raum ist, desto deutlicher tritt das Rechteck des Displays hervor. Eine dünne schwarze Pappe als Passepartout um das Display herum hilft.

Zu einer im Dauereinsatz tauglichen Lösung wird der Magic Mirror erst, wenn er nicht ständig läuft: Gängige, ältere 19-Zoll-TFTs ziehen im eingeschalteten Zustand unseren Messungen nach über 20 Watt. Das wird auf die Dauer teuer. Wenn der Raspi die Displays in den Standby schickt, fällt die Leistungsaufnahme typischerweise auf ein bis zwei Watt. Zusammen mit dem Raspi bleiben rund fünf Watt permanent.

In den Standby lässt sich ein per DVI/HDMI angeschlossenes TFT üblicherweise mit dem Befehl `tvservice` schicken; derselbe Befehl weckt es wieder auf. Kombiniert man das mit einem einfachen Infrarot-Bewegungssensor, den es für wenige Euro als fertiges Platinchen gibt, springt der Spiegel an, sobald jemand vorbeiläuft. Die Einrichtung braucht etwas Feintuning, ist aber auf Software-Seite durch ein passendes Modul schon vorbereitet.



Klassischer Aufbau:
Ein Holzrahmen hält Spiegel, Display und Raspi zusammen. Anregungen für Alternativen oder handwerklich schönere Versionen finden sich zuhauf im Netz.



Spiegelvergleich: Einwegspiegel wirken dunkler als ein echter (unten links). Die günstige Variante mit Spiegelfolie auf dünnem Glas (oben links) lieferte unserem Eindruck nach ein Bild, an das weder die Standardvariante (oben rechts) noch das deutlich teurere Mirastar (unten rechts) heranreichen.

Skript statt Gefummel

Apropos Software: Die richtet im Nu ein Skript ein, das man nach dem Aufspielen von Raspbian mit `curl` herunterlädt und direkt an die Bash-Shell verfüttert. Die vollständige Befehlszeile finden Sie auf der Magic-Mirror-Site (unser c't-Link bringt Sie dorthin). Das Skript ruft an den nötigen Stellen selbst `sudo` auf, sollte also ohne weitere Parameter als Benutzer `pi` ausgeführt werden.

Am Ende steht im Home-Verzeichnis des Benutzers `pi` ein Verzeichnis `Magic-Mirror`. Ergänzend empfehlen sich einige Handarbeiten: Die Datei `~/config/lxsession/LXDE-pi/autostart` sollte um die folgenden Zeilen ergänzt werden:

```
@xset s noblank
@xset s off
@xset -dpms
@unclutter
```

Der `unclutter`-Befehl ist per `sudo apt-get install unclutter` zu installieren. Ferner sollte in `/etc/lightdm/lightdm.conf` unterhalb von `[SeatDefaults]` folgende Zeile stehen:

```
xserver-command=X -s 0 -dpms
```

Diese Änderungen deaktivieren den Screensaver und den Mauscursor.

Außerdem sollte man bei WLAN-Betrieb den Pi hindern, den Stromsparmechanismus zu aktivieren – langfristig sorgt dieser leider für Aussetzer. Für Realtek-basierte WLAN-Dongles geht das mit dem folgenden Eintrag in der Datei `/etc/modprobe.d/8192cu.conf`:

```
options 8192cu rtw_power_mgnt=0
        rtw_enusbss=1 rtw_ips_mode=1
```

Auf einem Raspi 3 lässt sich das in `/etc/network/interfaces` erledigen, indem man bei der betroffenen WLAN-Schnittstelle folgende Zeile ergänzt:

```
wireless-power off
```

Vor einem Reboot sollte man unbedingt die Grundkonfiguration per `raspi-config` erledigen. Zeitzone und Spracheinstellungen färben auf die Magic-Mirror-Installation ab. Den SSH-Dienst sollte man spätestens jetzt aktivieren, um alles weitere übers Netzwerk zu erledigen und das Display am Raspi für die Ausgabe des Magic Mirror zu nutzen.

Aus einer SSH-Sitzung heraus startet `DISPLAY=:0 nohup npm start` die Software. Die Beispielkonfiguration sollten Sie zuvor im `MagicMirror`-Verzeichnis von `config/config.js.sample` zu `config/config.js` kopie-

ren. Soll die Software automatisch starten, empfehlen die Macher PM2 als Prozessmanager für Node.js-Apps. Die dazu nötigen Konfigurationsdetails beschreibt das Wiki Schritt für Schritt.

Git statt Paketverwaltung

Die Datei `config/config.js`-Datei führt letztlich auf, an welcher Stelle auf dem Display welche Information erscheinen soll. Einzelne Module zeigen die eigentlichen Informationen an. Zum Magic-Mirror-Grundpaket gehören einige Standardmodule, etwa für Uhrzeit, Newsfeeds und Kalender.

Es gibt darüber hinaus mehrere Dutzend weiterer Module. Man holt und aktualisiert sie in einer Magic-Mirror-Installation per `git`-Befehl. Skripte ergänzen abhängige Software automatisch. Ein Modul bindet den Bewegungssensor ein (MMM-PIR-Sensor). Ein anderes erlaubt in Grenzen Konfigurationsänderungen aus dem Browser heraus über eine spezielle URL (MMM-Remote).

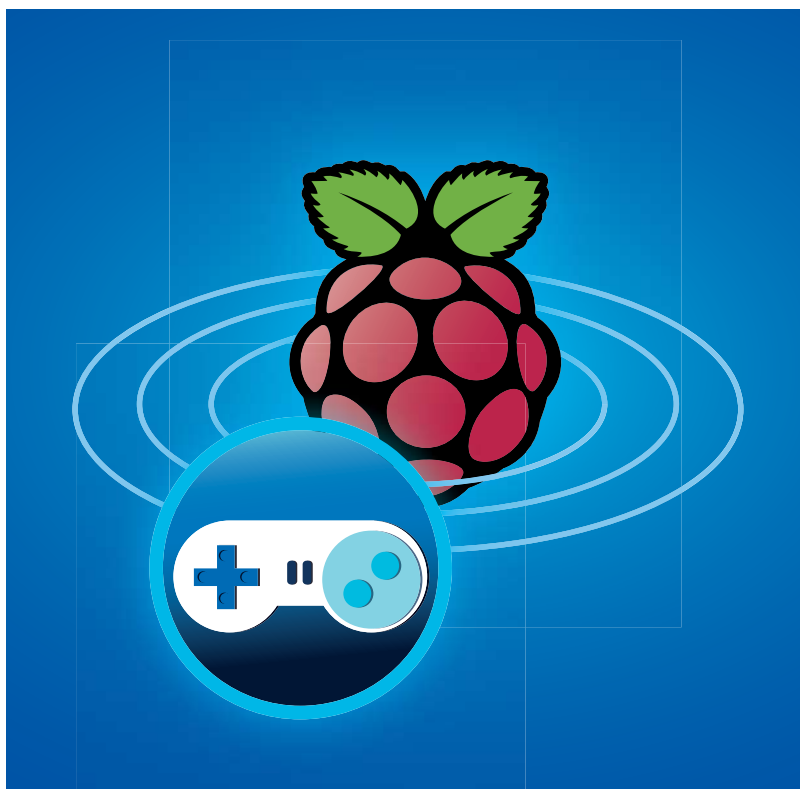
Mit Electron steckt hinter dem Magic Mirror letztlich „nur“ ein Node.js-Server, der auf dem Raspi ausgeführt wird, und ein Chromium-Browser, der im Kioskmodus läuft (also seine Bedienelemente im Fullscreen-Betrieb verbirgt). Diese Umgebung ist bekannt für ihren Ressourcen-hunger.

Deswegen braucht ein Magic Mirror mindestens einen Raspi 2. Wer den Node.js-Part auf einen Linux-Server verlagert, kann seinen Spiegel auch mit einem Raspi 1 betreiben, gibt damit aber die Möglichkeit auf, aus Anwendungen heraus auf die GPIO-Pins des Raspi zuzugreifen, etwa für den PIR-Sensor. (ps@ct.de) **ct**

Magic-Mirror-Homepage: ct.de/yv1f

Magic Mirror	
Raspberry Pi als Smart Mirror	
Raspi 3	37 €
PIR-Sensor	3 €
Kabel	5 €
Netzteil 5 V/2,5 A Netzteil	5 €
gebrauchtes 19-Zoll-TFT	35 €
rahmenloser Bildhalter	8 €
„Spiegel Spion Fenster UV Folie“	5 €
schwarze Pappe	1 €
Holzteile, Schrauben	20 €

Anzeige



Ungebunden

Kabellose Gamepads am Retro-Gaming-Raspi

In Videospiel-Erinnerungen zu schwelgen mag schön sein. Schöner ist es aber, sich nicht nur an die geliebten Spieleklassiker zu erinnern, sondern auch zu spielen. Am liebsten kabellos – doch die Auswahl von Retro-Distro und Controller will gut überlegt sein, denn es lauern Fallstricke und Inkompatibilitäten.

Von Merlin Schumacher

Das 21. Jahrhundert hat die Gamer verwöhnt: Man will nicht mehr fünf Meter lange Gamepad-Verlängerungskabel zwischen Fernseher und Sofa spannen. Kabellos soll es sein, und

das gilt nicht nur für PS4 & Co., sondern auch für die eigene Universalkonsole auf Raspberry-Pi-Basis. Einen Controller zu finden, der problemlos mitspielt, ist aber gar nicht so einfach. Spontankäufe im Elektronikmarkt gehen schnell nach hinten los. Grund genug für uns, eine Reihe verbreiteter kabelloser Gamepads auf ihre Raspi-Kompatibilität zu prüfen.

Dafür haben wir einige verbreitete Gamepads an einem Raspberry Pi 3 ausprobiert. Neben der großen Beliebtheit des Himbeerchens gibt es dafür zwei weitere Gründe: Erstens bringt es einen Bluetooth-Controller mit, was die Anbindung entsprechender Gamepads erleichtert, und zweitens hat sein Vierkernprozessor genügend Schmackes, um auch Spiele der Sega Dreamcast flüssig zu emulieren.

Für unsere Versuche kam in erster Linie die führende Retro-Spiel-Distribution RetroPie (siehe c't-Link) zum Einsatz. Für dieses System gibt es eine große Community und recht gute Software- und Peripherieunterstützung, denn es fußt auf Raspbian, der offiziellen Linux-Distribution der Raspberry Pi Foundation. Zudem haben wir auch die Gamepad-Unterstützung der Retro-Gaming-Distributionen Recalbox und Lakka angetestet – da speziell Lakka ein recht junges Projekt ist, ist der Support allerdings ziemlich schmal, sodass oft Handarbeit auf der Konsole gefragt ist, falls ein Gamepad überhaupt funktioniert. Im Folgenden kümmern wir uns daher zunächst um RetroPie.

Der kabellose Controller der **Microsoft Xbox 360** mit dem offiziellen USB-Adapter von Microsoft ist eine sichere Wette. Er meldet sich als USB-Eingabegerät und wird ohne weiteres Zutun gleich nach dem Anschließen unterstützt.

Andere Gamepads, die sich gegenüber dem Host als Xbox-360-Controller ausgeben, wie zum Beispiel das **Speedlink Torid**, funktionieren im Regelfall problemlos. Wer einen derartigen Controller kaufen will, kann seine Entscheidung daher getrost von Merkmalen wie Haptik und Preis abhängig machen.

Die **Sony DualShock-Gamepads der Playstation 3** funktionieren im Alltag stressfrei, brauchen unter RetroPie allerdings den Sixad-Treiber. Das erledigt die Konfigurationssoftware – starten Sie dazu das Programm RetroPie Setup aus dem Menüpunkt RetroPie. Wählen Sie im Setup dann die Funktion Manage Packages und im nachfolgenden Menü den Punkt ps3controller aus. Klicken Sie diesen an und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Sobald der Treiber eingespielt ist, schließen Sie den Controller per USB an. Danach sind Gamepad und Raspi auch per Bluetooth verbunden. Die Einrichtung der kabellosen Verbindung übernimmt der Treiber automatisch.

Das **Gamepad des Amazon FireTV** lief im Test mit RetroPie problemlos. Ähnliches gilt für den **Valve Steam Controller**, allerdings braucht er einen eigenen Treiber. Bei RetroPie kann man ihn aber komfortabel über das grafische Setup nachinstallieren.

Für die **Nintendo Wii** gibts reichlich Eingabegeräte. Man sollte also meinen, dass es hier einen breiten und ausgereiften Support gibt – immerhin war die Konsole ein ausdauernder Verkaufsschlager und die Game-Controller kommunizieren per Bluetooth mit der Konsole. Doch die Situation ist erstaunlich desolat. An einem RetroPie benötigen die Wiimotes teils eine recht aufwendige manuelle Einrichtung – wer die Muße hat, findet im RetroPie-Wiki eine Sammlung von Tipps (siehe c't-Link).

Die **Sony PlayStation 4 DualShock Controller** sind im Unterschied zu ihren PS3-Vorgängern etwas problematischer. Im Test haben wir uns zwei Hardware-Varianten mit den Modellbezeichnungen CUH-ZCT1E und CUH-ZCT2E angeschaut. Mit RetroPie funktionierte nur die Variante ZCT2E ohne Probleme. Um ZCT1E zum Laufen zu kriegen, muss man zunächst den User-Space-Treiber Ds4drv manuell einrichten. Die dafür notwendige Anleitung finden Sie im RetroPie-Wiki (siehe c't-Link). Nach jedem Neustart des Raspi mussten wir den ZCT1E-Controller zudem einmal kurz in den Kopplungsmodus setzen und von Ds4drv neu erkennen lassen – komfortabel ist das nicht, funktioniert aber immerhin.

Microsofts **Xbox One Controller** für Windows lassen sich derzeit nicht mit Raspi verwenden: Das Funk-Dongle ist eine Art modifizierter WLAN-Stick, der beim Laden des Treibers unter Windows

offenbar mit einer speziell angepassten Firmware geimpft wird und sich erst dann mit dem Gamepad verbindet – Linux-Treiber sind dafür nicht in Aussicht.

Ebenfalls desolat sieht es bei Microsofts **Xbox One S Controller** aus. Nach den WLAN-Eskapaden des Vorgängers für die Xbox One setzt Microsoft beim Gamepad der Xbox One S wieder auf eine Bluetooth-Verbindung. Unter RetroPie gelang es uns auch, ihn zu koppeln. Nötig war dafür aber vorab der Kommandozeilenbefehl `echo 1 > /sys/module/bluetooth/parameters/disable_ertm`. Im Betrieb lieferte das Gamepad dann aber falsche oder teils gar keine Tastendrücke ab – da kam kein Spaß auf.

Recalbox und Lakka

Mit den weniger verbreiteten Systemen Recalbox und Lakka ist die Gamepad-Unterstützung an einigen Stellen etwas hakeliger, hält in einigen Fällen aber auch Überraschungen bereit. Stressfrei ist der Betrieb der Xbox-360-Gamepads und entsprechender Nachbauten wie Speedlink Torid & Co. – das ist erwartungsgemäß, da sie vom Host schlicht als USB-Eingabegeräte erkannt werden.

Die DualShock-Gamepads der PS3 liefen unter Lakka, mussten aber zunächst auf der Kommandozeile per `bluetoothctl` gekoppelt werden (siehe Kasten unten). In Recalbox ist der Support sogar komplett integriert – der Controller läuft auf Anhieb. Die Erkennung der PS4-DualShock-

Kabellose Controller am Raspberry Pi 3			
Gamepad	RetroPie	Recalbox	Lakka
PS3	✓ ¹	✓	✓
PS4 (CUH-ZCT1E)	✓	–	✓ ²
PS4 (CUH-ZCT2E)	✓ ¹	–	✓ ²
Xbox 360 Wireless	✓	✓	✓
Xbox One f. Windows	–	–	–
Xbox One S	✓ ³	–	–
Speedlink Torid	✓	✓	✓
Wii Classic Controller Pro	✓ ¹	✓ ³	✓ ^{2,3}
Fire-TV-Gamecontroller	✓	–	✓ ^{2,4}
Steam-Controller	✓ ^{1,4}	–	–

¹ manuelle Treiberinstallation notwendig
² manuelle Kopplung notwendig
³ Tastenbelegung falsch/Tasten werden nicht erkannt
⁴ unzuverlässig

Controller wiederum lief unter Lakka besser, wo beide getesteten Hardware-Varianten nach einmaligem manuellen Koppeln dauerhaft zuverlässig liefen. Recalbox scheiterte an beiden Varianten.

Ähnlich liegt die Erfahrung mit dem Controller für den Amazon FireTV: Unter Lakka klappte das Koppeln nur das erste Mal automatisch – nach einem Neustart des Raspi mussten wir das Gamepad jedes Mal aufs Neue von Hand koppeln. Recalbox und der Amazon-Controller wurden im Test keine Freunde.

Controller für die Wii haben wir auch an Recalbox und Lakka zum Laufen bekommen, allerdings wurden angehängte Teile wie Nunchuks oder Pro-Controller als eigenständige Eingabegeräte erkannt – das warf die Tastenbelegungen mitunter durcheinander.

Richtig finster sieht es mit dem Gamepad der Xbox One (S) aus, das wir unter Recalbox und Lakka gar nicht zum Laufen bekamen; Gleiches gilt mangels Treiber für den Valve Steam Controller.

Fazit: Nimm was Altes

Wer unproblematisch kabellos spielen will, greift am besten zu Gamepads für die Xbox 360 oder die PlayStation 3. Mit dem PS4-Gamepad kommt man immerhin mit dem passenden Modell recht schmerzfrei zum Ziel, außerdem lässt es sich mit der passenden Software auch gut am PC betreiben. Um die Controller der Xbox One sollte man hingegen pauschal einen großen Bogen machen – sie sind derzeit gänzlich inkompatibel. (mls@ct.de) **ct**

RetroPie-Download und -Wiki: ct.de/y773

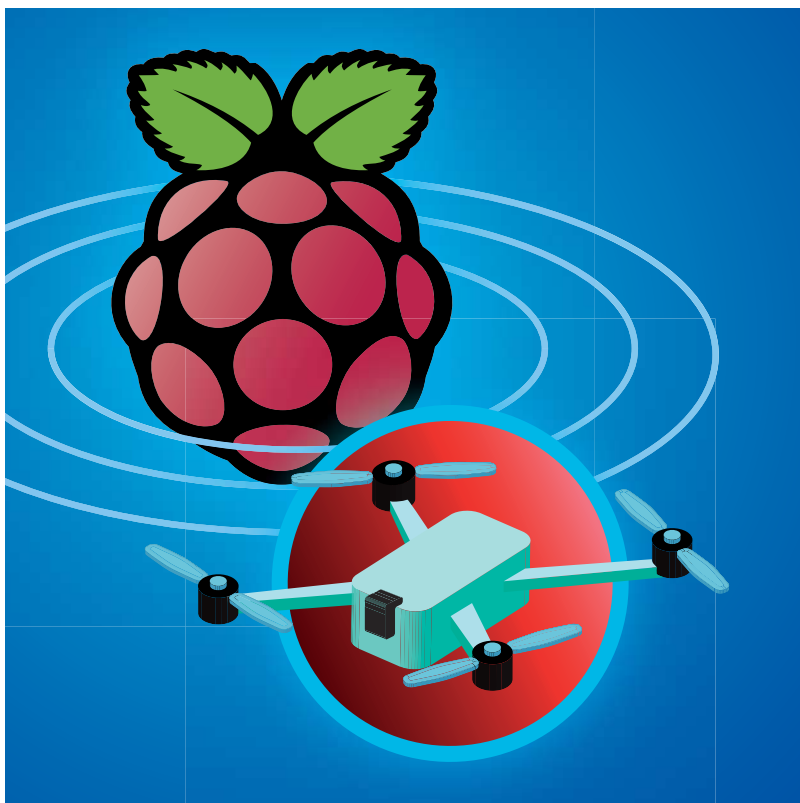
Bluetooth-Controller manuell koppeln

Bei Recalbox und RetroPie sind Oberflächen zur Einrichtung von Bluetooth-Geräten integriert. Um dem Kopplungsprozess auf die Finger zu schauen, bietet sich aber die Arbeit mit `bluetoothctl` auf der Kommandozeile an. Bei Lakka muss man in jedem Fall auf die Kommandozeile zurückgreifen und vorher über das Einstellungs-menü den Bluetooth-Dienst starten. Nach dem Start von `bluetoothctl` bekommen Sie eine Eingabeaufforderung zu sehen. Mit dem Befehl `scan on` versetzen Sie den Bluetooth-Adapter in den Suchmodus. Starten Sie nun den Kopplungsmodus am Gamepad. Wie das geht, ent-

nehmen Sie seiner Bedienungsanleitung. Nach kurzer Zeit sollte das Gamepad mit einer Adresse in Form von „XX:XX:XX:XX:XX:XX“ gelistet werden. Mit `pair XX:XX:XX:XX:XX:XX` koppeln Sie Raspi und Gamepad. Ist die Koppelung erfolgreich, teilen Sie dem Bluetooth-Stack durch Eingabe von `trust XX:XX:XX:XX:XX:XX` mit, dass das Gerät vertrauenswürdig ist. Falls das Gamepad danach nicht ohnehin schon verbunden ist, stellt der Befehl `connect XX:XX:XX:XX:XX:XX` eine Verbindung her. In vielen Fällen kann man die `pair`- und `trust`-Befehle weglassen und mit `connect` eine dauerhafte Kopplung zu erzeugen.

WiFree-Copter

Quadrocopter mit Pi Zero zum Selberdrucken



Kameradrohnen bringen die Perspektive eines Vogels live aufs Smartphone. Der Technik gewordene Menschheitstraum kostet fertig viel Geld, das der erste Crash wieder vernichtet. Mit Teilen aus dem heimischen 3D-Drucker und einem Raspberry Pi Zero samt Kamera gelingt der Einstieg unter 200 Euro – eigene Ersatzteilproduktion inklusive.

Von Johannes Merkert

Um den Selbstbau von Quadrocoptern entwickelte sich in den letzten Jahren ein Ökosystem an Zulieferern. Wer in das Hobby einsteigt, bekommt günstige Flightcontroller und Motortreiber aus China, dazu kostenlose Firmwares und viele Standardbauteile wie Brushless-Motoren, Rotoren und Lithium-Polymer-Akkus zu moderaten Preisen. Zusammen mit einem Raspberry Pi Zero mit passender Kamera lässt sich damit ein Quadrocopter für weniger als 200 Euro konstruieren. Leider hebt die üblicherweise eingesetzte RC-Fernsteuerung die

Gesamtkosten schnell wieder über die Schmerzgrenze. Der WiFree-Copter von open-diy-projects.com erspart die Funkfernbedienung, indem er die Steuerbefehle der dazugehörigen Android-App einfach per WLAN empfängt und vom Raspi an den Flightcontroller weiterleitet. Über WLAN gelangt auch ein Livebild der Kamera in die App, die parallel Aufnahmen zulässt.

Rahmen und Anbauteile des WiFree-Copter drucken sich Besitzer eines 3D-Druckers selbst. Sollte beim Jungfernflug etwas zu Bruch gehen, produziert der eigene Drucker die Ersatzteile. Beim Zusammenbau muss man außerdem löten und schrauben, was mindestens eine Woche dauert. Wer noch keine Erfahrung mit dem Bau von Quadrocoptern hat, sollte sich zusätzlich die Zeit nehmen, neben der Webseite des Projekts auch das Forum zu studieren (siehe c't-Link).

Drucktipps

Im Projektforum stehen zwei Versionen der Druckvorlagen zum Download, die sich ohne Stützmaterial auf Druckern ausdrucken lassen, die nach dem FDM-Prinzip (Fused Deposition Modelling) arbeiten. Neben der Originalversion gibt es inzwischen eine überarbeitete Variante der Rahmenteile, die ein Akkufach mit Klappe vorsieht und weniger überhängende Strukturen enthält. Da normaler PLA-Kunststoff sich schon bei hohen Temperaturen im Auto verformen kann, empfiehlt [1] hochtemperaturbeständiges PLA H-T. Verfügt der Drucker über ein beheiztes Bett, druckt er die Teile mit einer großzügigen Umrandung (Brim) von mindestens 1,5 cm auch aus ABS-Polymer. Ohne Umrandung heben sich die Ränder der größeren Druckobjekte leicht vom Drucktisch (Warping). ABS wird bei mehr als 200 °C verarbeitet, sodass der Copter auch im prallen Sonnenschein nicht den Ikarus macht.

Wer Zugriff auf einen 3D-Drucker hat, der nach dem Lasersinter-Verfahren arbeitet, kann die Kunststoffteile auch damit drucken. Ein Auftrag bei einschlägigen Dienstleistern kostet aber mehr als eine fertige Drohne aus China. Drucker, die mit Licht flüssiges Harz verfestigen, eignen sich für die Copter-Teile normalerweise nicht, da sie mit den üblichen Harzen zu spröde Objekte drucken.



Durch thermische Spannungen können sich große Teile während des 3D-Drucks so verziehen, dass sie sich vom Drucktisch lösen.

Datenpartition (720p H.264), falls man in der App eine Aufzeichnung aktiviert.

Für die WLAN-Verbindung spannt der Raspi ein eigenes WLAN auf. Im bereitgestellten Image fehlen jedoch viele Treiber für den WLAN-Access-Point-Daemon hostapd, sodass einige WLAN-Adapter, die üblicherweise mit dem Raspi funktionieren, in diesem System nicht arbeiten. Problemlos funktionieren nur zwei Modelle: der LogiLink WL0084B und der LogiLink WL-0151. Es gibt jeweils neuere Varianten mit anderen Chips, die sich nur im Buchstaben am Ende der Modellbezeichnung unterscheiden. Diese funktionieren nicht. Im Forum haben einige Bastler mit anderen WLAN-Adaptoren und zusätzlichen Treibern experimentiert, um die WLAN-Reichweite zu erhöhen. Leider konnte die App bei diesen Adaptoren die Verbindungsqualität nicht anzeigen, sodass sie permanent vor einem Verbindungsabbruch warnt.

Zusammenbau

Der elektrische Zusammenbau gestaltet sich glücklicherweise sehr einfach: Vom

Flightcontroller

Die Konstrukteure des WiFree-Copter empfehlen den CC3D oder optional einen Naze32 als Flightcontroller. Ausreichend getestet haben sie aber nur den CC3D. Um ihn zu programmieren, braucht man zusätzlich einen externen USB-UART-Konverter. Die integrierte USB-Buchse dient während des Flashens nur zur Spannungsversorgung. Der USB-Port des gleich großen Naze32 erlaubt die Programmierung ohne externen Adapter. Die Micro-USB-Buchse liegt aber so, dass man vom Gehäuse ein Stück wegschneiden muss, um im eingebauten Zustand ein Kabel anschließen zu können.

Zum Programmieren der Firmware steht eine Chrome-Erweiterung namens INAV bereit, die sich wie ein vollwertiges Programm bedienen lässt. Sie steht für alle Desktop-Betriebssysteme im Chrome-Webstore bereit. Da das Programm Open Source ist, kann man auch die Quellen von GitHub herunterladen und lokal installieren. INAV ist ein Fork von Clean-Flight, sodass viele Tipps und Anleitungen für beide Varianten funktionieren. Das Programm flasht und konfiguriert die gleichnamige Firmware, die auf beiden Flightcontrollern läuft.

Nach dem Einspielen der richtigen Firmware baut ein Klick auf den Connect-Button oben rechts eine Verbindung zum Flightcontroller auf. Wenn das klappt, zeigt der „Setup“-Tab eine 3D-Vorschau eines Quadcopters, die allen Bewegungen der echten Platine genau folgt. Im Forumsbeitrag zum Flightcontroller stehen die nötigen Einstellungen für den CC3D, für den Naze32 haben einige Benutzer Hinweise in den Kommentaren hinterlassen.

Das Gehäuse lässt eine Öffnung, damit man auch beim komplett zusammengebauten Copter an den Flightcontroller

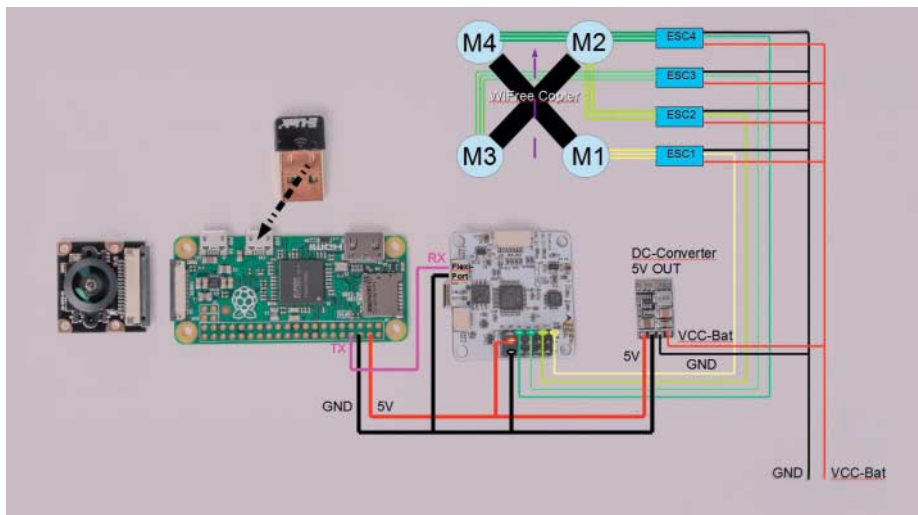
herankommt. Damit die fertige Drohne ruhig in der Luft steht, ohne abzudriften, müssen einige Einstellungen am Ende mit INAV nachjustiert werden.

Pi Zero

Für den Raspi bieten die WiFree-Maker ein fertiges Image für die SD-Karte an. Das System basiert auf Raspbian Jessie Light, bindet aber nur eine Datenpartition mit Schreibzugriff ein, sodass das System keinen Schaden nimmt, wenn der Raspi ohne Vorwarnung vom Strom getrennt wird. Der Raspi schreibt die Videos auf die



Druckt man alle Teile mit einem Rand (Brim), hält die Haftung eines beheizten Druckbetts auch ABS auf dem Tisch. Das Abschneiden des Rands vom selbstgedruckten Bausatz kostet allerdings viel Zeit.



Das Prinzipschaltbild zeigt, wie wenig man für den Copter löten muss.

5-Volt-Step-Down-Wandler gehen eine Masseverbindung und ein 5-Volt-Kabel zu den Pinleisten von Flightcontroller und Raspi. Für die serielle Verbindung kommt noch ein Kabel von einem Tx-Pin des Raspi zum Rx-Pin am Flightcontroller hinzu. Das Signal der vier Motortreiber greift man an den mit 1 bis 4 beschrifteten inneren Pins der 3x6-Leiste am Flightcontroller ab. Masse und Spannungsversorgung der Motortreiber kommen direkt vom Akku. Um Kurzschlüsse beim Spannungswandler zu vermeiden, sollte er in ein Stück Schrumpfschlauch gehüllt oder mit Klebeband isoliert werden.

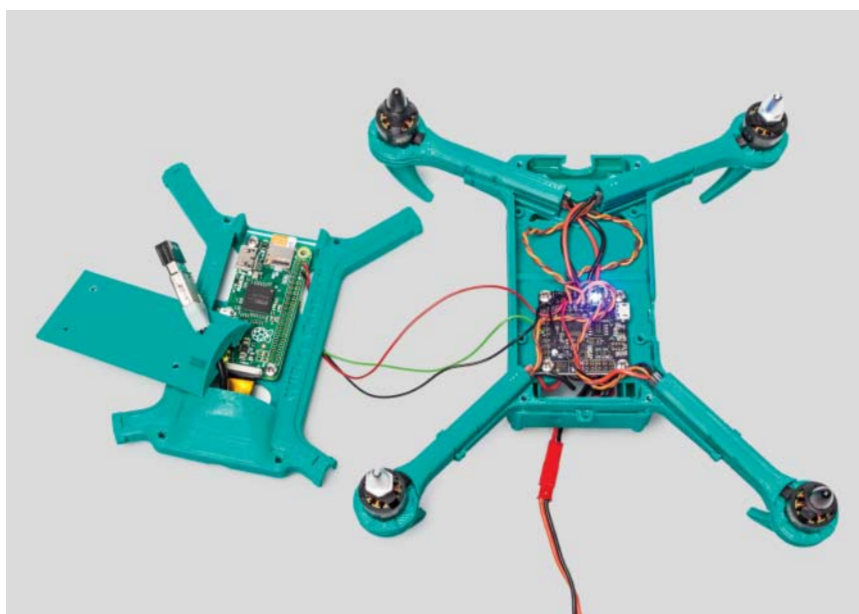
Wer die erste Version der Druckteile verwendet, kann zuerst die Elektronik zusammenlöten und zuletzt erst die Platinen an den Rahmen schrauben. Bei den überarbeiteten Teilen ist es sinnvoll, die Kabel schon während des Lötens durch die passenden Öffnungen im Rahmen zu ziehen. Die zwei Hälften der Arme plus Standfüße und Distanzplättchen werden durch die vier Schrauben der Motoren zusammengehalten. Statt der Distanzplättchen kann man auch Schutzkörbe einbauen. Wenn man die Kabel zu den Motortreibern ausreichend lang lässt, kann man die Motortreiber einfach in die ovale Höhlung der Arme hineinschieben.

WiFree-Copter

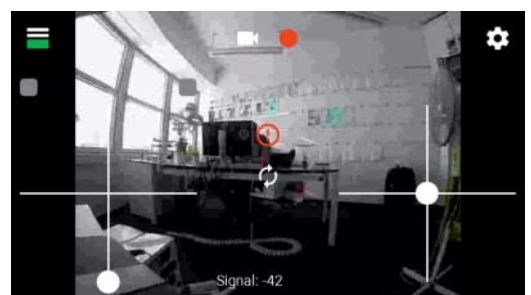
Quadrocopter mit PiZero

4 × Motoren Eachine BG1306	38 €
4 × Motorregler BLHeli20A OneShot 125 OPTO 2-4s	24 €
4 × 5 Zoll 3 Blatt Flyduino 5x4	5,60 €
Filghtcontroller CC3D	18 €
Raspberry Pi Zero mit Cam-Slot	5 €
Raspberry PiCam	37,50 €
PiCam am Pi Zero Adapterkabel	5 €
LogiLink WL0084B oder WL-0151	6,50 €
USB OTG Kabel	9 €
5V-DC/DC-Wandler	3,70 €
Akku 2S SLS 850mAh	8,50 €
4 × DIN 7985 M3/16	1,80 €
4 × DIN 7985 M3/25	2 €
16 × DIN 7985 M2/12	1,6 €
8 × DIN 7985 M3/6 aus Kunststoff	1,6 €

Von dem schmaleren Flachkabel zur Kamera am Pi Zero gibt es mehrere Varianten. Alle sind wesentlich länger als die kurze Distanz zur Kameraöffnung, sodass das Kabel im Gehäuse etwas mäandern muss. Dabei kann es in Verbindung mit dem USB-OTG-Kabel zum WLAN-Adapter eng zugehen. Bei der zweiten Version der Druckteile muss das USB-Kabel durch die Öffnung in der flachen Abdeckung der Oberseite geführt werden. Viele OTG-Kabel haben dafür zu dicke Stecker. Mit einem Cutter lässt sich die Kunststoffummantelung der Stecker aber auftrennen und entfernen, sodass das Kabel leichter hineinpasst. Wer das Kabel lieber aus ei-



Im Gehäuse geht es recht eng zu. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, sollte man alle Lötverbindungen mit Schrumpfschlauch isolieren. So geschützt lassen sich die Stromkabel auch unter den Platinen entlangführen.



Mit der WiFree-App „armed“ man den Copter und steuert ihn. Das Videobild wird direkt in der App angezeigt.

nem Stecker und einer Buchse selbst lötet, sollte die Adern verdrehen, um den WLAN-Empfang möglichst wenig zu stören.

WiFree-App

Die WiFree-App nimmt die Steuerbefehle des Piloten entgegen und leitet sie an den Raspi weiter, der sie an den Flightcontroller durchreicht. Damit spart sie die RC-Fernsteuerung ein und arbeitet wie bei Videodrohnen üblich auch als Anzeige für ein Livebild der Kamera auf dem Smartphone. Ein Nachteil der WLAN-Verbindung zum Quadcopter ist die geringere Funkreichweite. Die App zeigt die Verbindungsqualität permanent am unteren Rand des Displays an und lässt das Handy vibrieren, wenn die Verbindung abzubrechen droht.

Im Projektforum steht die App als kostenloses APK zum Download bereit. Um sie zu installieren, muss man auf dem Smartphone dafür „Apps aus unbekannten Quellen“ in den Sicherheitseinstellungen aktivieren. An der App wird weiterhin gearbeitet, sodass es sich lohnt, im Forum nach der aktuellsten Version Ausschau zu halten. Der Entwickler scheint für Hilfe offen zu sein, hat den Quelltext aber leider nicht veröffentlicht.

Das Bedienkonzept ahmt trotz Touchscreen eine RC-Fernsteuerung nach: Die vier Achsen der zwei Regler steuern Gas, Rollen, Nicken und Scheren. Welche Achse wo liegt, lässt sich über vier Modi in den Einstellungen konfigurieren. Der Gasregler bleibt auf seiner Einstellung stehen, während die anderen Achsen jeweils in die Mittelstellung zurückkehren, wenn man den Finger vom Steuerkreuz nimmt.

Sowohl der Bau als auch der Flug eines Quadcopters sind eine anspruchsvolle Aufgabe. Wer sich noch nicht aus-

kennt, muss einiges lernen und auch Rückschläge einrechnen. Der WiFree-Copter begrenzt das finanzielle Risiko im Schadensfall. Außerdem ist bei Kollisionen nicht alles verloren: Denn wer ihn aufgebaut hat, kann ihn auch reparieren.

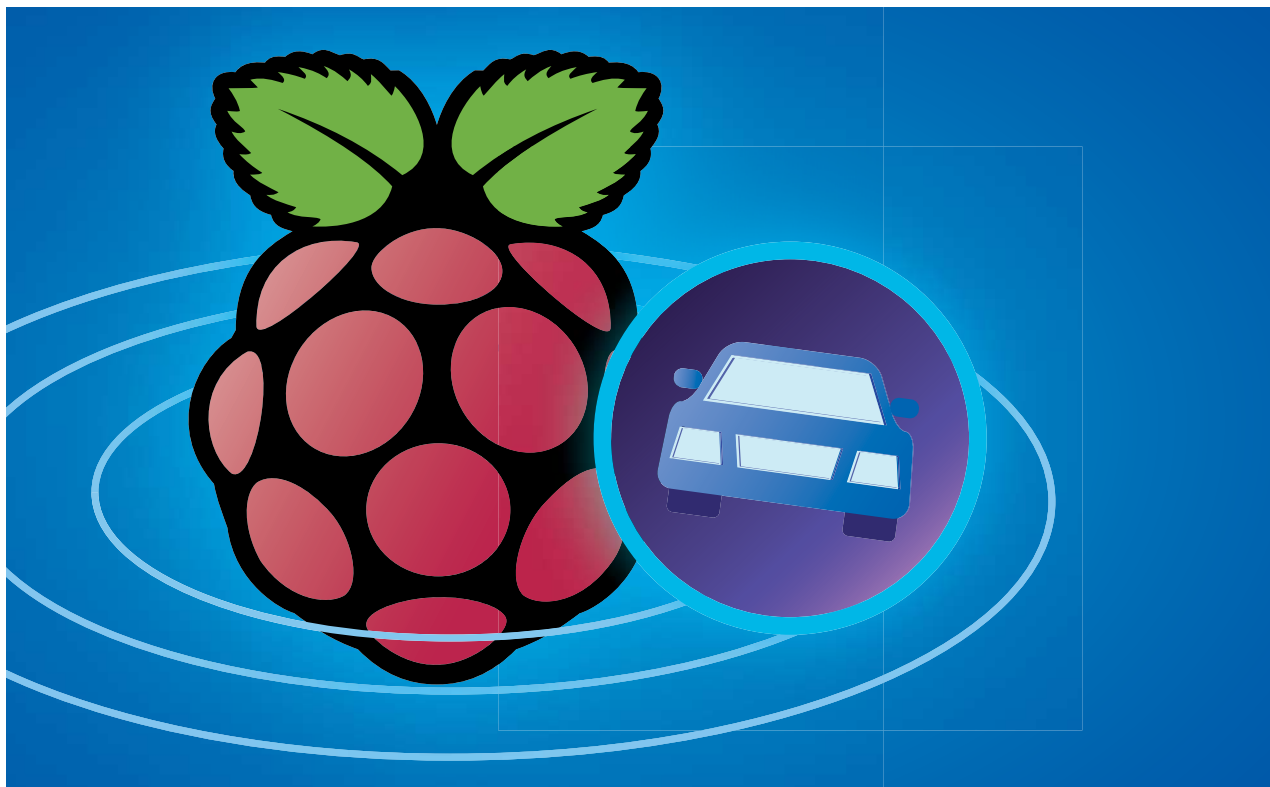
(jme@ct.de) 

Literatur

[1] Benjamin Layh, WiFree-Copter, Make 6/16, S. 44

Projektwebseite, Projektforum und Downloads für Druckvorlagen, Raspi-Image und Android-App: ct.de/ygst

Anzeige



Raspi auf Rädern

CarPi – Raspberry als Infotainment-System

Längst steckt hinter Radio- und Navigationssystemen der Autohersteller und Zulieferer PC-Technik. Wieso sollte man also etwas selber bauen, das schon da ist? Ganz einfach: Damit gelingen Dinge, die mit Fertigware von der Stange niemals funktionieren werden. Solide Linux-Kenntnisse helfen, damit aus Bastelspaß nicht Frickelfrust wird.

Von Christian Brauweiler

Die ersten Versuche, einen Raspi im Auto zu nutzen, gehen auf Andrei Istodorescu, einen Softwareentwickler aus Bukarest, zurück. Der fing

2013 mit einem Pi Model B an, indem er das Mediacenter Kodi (vormals Xbmc) mit der freien Navigationssoftware Navit kreuzte. Aus diesen Anfängen heraus bildeten sich nach einer englischsprachigen auch eine deutsche Community, die in ihren Foren Probleme und Verbesserungen diskutiert (der c't-Link am Ende des Artikels weist unter anderem den Weg dorthin).

Im Unterschied zu manch anderem Raspi-Projekt sollte man die derzeit erhältliche Software „nur“ als Arbeitsgrundlage sehen. Am Projekt arbeitet zwar mittlerweile mehr als nur ein einzelner Entwickler, doch um damit glücklich zu werden, muss eine Vielzahl von Dingen in Eigenregie erdacht und realisiert werden: Zur Anbindung an die Infrastruktur im

Auto, sprich Stromversorgung, Antennen, Radio beziehungsweise Verstärker, gibt es keinerlei Vorgaben – manches Problem ist nicht mal gelöst und auf einen Festeinbau müsste eigentlich auch der TÜV ein Auge werfen ...

Wie fast jedes Raspi-Projekt baut auch CarPi auf Raspbian auf. Die grundlegende Arbeit von Andrei Istodorescu verwendete noch Wheezy als Basis. Die derzeit verfügbaren, darauf aufbauenden Pakete für eine einfache Einrichtung kommen mit Jessie klar. Sie benötigen aber einige kleine Korrekturen, wenn es eine modernere Raspbian-Fassung als die vom September 2016 ist. Die sind der Tatsache geschuldet, dass sich Rechte des Standardbenutzers pi in diesen Versionen geändert haben.

Zum Ausprobieren des Projekts brauchen Sie zunächst keine Extra-Hardware, die auf den Einsatz im Auto getrimmt ist: Raspi 2 oder 3, Monitor und Tastatur genügen für die ersten Schritte. Für den Einsatz im Auto sind dann freilich ein Touchscreen – idealerweise das Raspi-Original – und eine USB-GPS-Maus obligatorisch; ein GPS-Empfänger an den GPIO-Pins des Raspi ist nicht empfehlenswert, weil die für andere Aufgaben im Auto nützlicher sind, etwa das Radio-Modul oder Drehgeber.

Erste Schritte

Beim ersten Start eines aktuellen Raspbian-Image sollten Sie zunächst auf der Kommandozeile mit `sudo raspi-config` die wichtigsten Grundeinstellungen vornehmen: Sprache (de_DE.UTF-8), Zeitzone (Europe/Berlin), Tastaturlayout und so weiter. Unter den „Boot Options“ stellen Sie ein, dass der Raspi auf die Textkonsole bootet und sich automatisch als Benutzer „pi“ anmeldet. Aktivieren Sie unbedingt den SSH-Dienst, damit Sie später noch eine Konsole übers Netzwerk erreichen, wenn die CarPi-Oberfläche bereits läuft.

Unter „Advanced Options“ stellen Sie „Memory Split“ möglichst hoch ein (256). Abschließend deaktivieren Sie dort noch „SPI“ sowie „Serielle Konsole“ und aktivieren „I2C“. Prüfen Sie bitte nach dem Beenden von `raspi-config` noch vor einem Reboot, ob der I2C-Bus korrekt aktiviert worden ist. Editieren Sie mit `sudo nano /boot/config.txt` die Raspi-Konfigurationsdatei und ergänzen Sie gegebenenfalls die folgenden Einträge:

```
dtoverlay=i2c-arms=on
dtoverlay=i2s=on
dtoverlay=i2c1=on
```

Nach dem Reboot sind Sie automatisch als „pi“ angemeldet und als Verzeichnis ist das Homeverzeichnis gesetzt – falls nicht, wechseln Sie mit `cd ~` dorthin. Bringen Sie den Raspi ans Internet, laden Sie das vorbereitete Installationspaket herunter und entpacken Sie es im Home-Verzeichnis:

```
wget https://download.christian-
brauweiler.de/RaspberryPi/CarPC/
current_carpc.zip
unzip current_carpc.zip
```

Nach dem Entpacken befinden sich im Home-Verzeichnis das Installationsskript

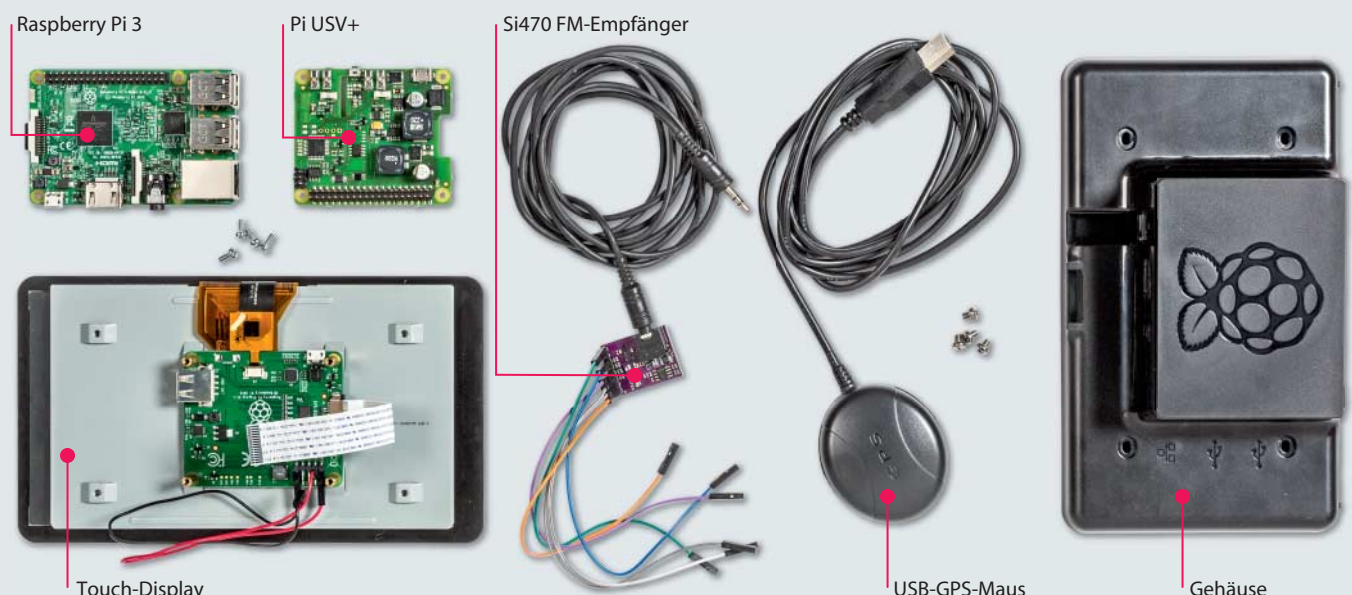
(`install_carpc.sh`) und ein `tar.gz`-Archiv. Im Archiv stecken alle notwendigen Dateien für Kodi inklusive dem aktuellen Skin CarPC-xTouch von „Jack“, das überarbeitete Radio-Add-on und der WiFi Manager von „hawkeyexp“. Zudem enthält es die Grundkonfiguration von Kodi, damit direkt der Skin aktiv ist und Sprache sowie Tastaturlayout auf Deutsch umgestellt sind.

Mit `./install_carpc.sh` führen Sie das Skript aus – planen Sie dafür einige Zeit ein. Es installiert alle soweit verfügbaren Raspbian-Updates, bereinigt einige Pakete und installiert benötigte Komponenten aus dem Repository. Dabei können Rückfragen erscheinen. Im Zweifel sind die einfach mit „Enter“ zu bestätigen. Anschließend entpackt das Skript Kodi samt Add-ons und sorgt dafür, dass Kodi beim Booten startet.

Abschließend braucht der CarPi Kartenmaterial für Navit. Das stellt Navit Planet Extractor auf Openstreetmap-Basis bereit. Für den Zugriff genügt ein Browser. Auf <http://maps.navit-project.org/> wählen Sie zunächst einen kleinen Bereich, etwa Ihr Bundesland – die Server gehen zäh zu Werke. Die heruntergeladene Datei spei-

Die Zutaten für einen CarPi

Nicht alle Komponenten, aus denen ein CarPi besteht, finden Platz im Gehäuse für den Touchscreen. Das ist nicht allzu schlimm, weil es ohnehin zu sperrig für den dauerhaften Einbau in gängige Fahrzeuge ausfällt.





Skins und Erweiterungen für Kodi bringen dem Raspi eine per Touch bedienbare, autotaugliche Bedienoberfläche ein. Allein das bessere Bediengefühl des kapazitiven Displays macht Lust darauf, den alten TomTom endlich aus dem Fenster zu werfen.

chern Sie als „map1.bin“ auf dem Raspi unter `/home/pi/.navit`.

Ist das geschehen, kann der Raspi neu gestartet werden. Beim ersten Start erscheinen einige Warnungen, dass Kodi veraltet und dass ein Add-on nicht kompatibel ist. Dann läuft ein Assistent, der bei den Grundeinstellungen für das xTouch-Skin behilflich ist. Kurz darauf sehen Sie erstmals die autotaugliche Kodi-Oberfläche.

Für aktuelle Raspbian-Versionen sind jetzt noch einige kleinere Eingriffe nötig. Bearbeiten Sie mit `sudo nano /etc/rc.local` die Startdatei: Ergänzen Sie vor der letzten Zeile folgenden Befehl:

```
/bin/chmod 777 /dev/tty*
```

Er sorgt dafür, dass der Nutzer pi auf die Terminalgeräte zugreifen kann. Fügen Sie diesen Nutzer ferner der Gruppe tty hinzu:

```
sudo adduser pi tty
```

Vor einem erneuten Reboot prüfen Sie bitte noch, ob Ihre GPS-USB-Maus als Gerät `/dev/ttyUSB0` verwendet. Dabei hilft zum Beispiel die Ausgabe von `dmesg | tail` nach dem Anstöpseln des USB-Geräts:

```
usbcore: registered ... driver cp210x
usbserial: USB Serial ... for cp210x
cp210x 1-1.3:1.0: cp210x convert ...
usb 1-1.3: cp210x ... to ttyUSB0
```

Entscheidend ist die Nummer, die für das ttyUSB-Gerät vergeben wurde. Ist es nicht ttyUSB0, müssen Sie in der Datei `/etc/default/gpsd` den Gerätenamen in der DEVICES-Zeile anpassen. Nach dem

Reboot sollte jetzt auch die Navigations-Software auf dem Raspi-Schirm beim Betätigen des entsprechenden Knopfes erscheinen und die aktuelle Position auf der Karte zeigen.

Gestaltungsspielraum

Elementar für den Betrieb im Auto ist, dass der Raspi kontrolliert ein- und ausgeschaltet wird – nimmt man ihm einfach den Strom weg, etwa weil er nur bei eingeschalteter Zündung versorgt wird, besteht Gefahr, dass das Dateisystem auf der SD-Karte kaputtgeht. Zudem kennt ein Raspi keine echte Abschaltung: Selbst wenn er heruntergefahren ist, zieht er im Verbund mit dem Touch-Display dauerhaft 1,5 Watt. Die Batterie eines Pkw kann das binnen weniger Wochen leernuckeln.

Viele USV-Lösungen fahren den Raspi kontrolliert herunter, lösen aber das Problem einer Komplettabschaltung nicht. Die in der CarPi-Szene empfohlene PiUSV+ schaltet den Raspi wirklich ab: Ihr Daemon registriert den Verlust der Versorgungsspannung, speist den Raspi vorübergehend aus einem angeschlossenen Akku und fährt ihn runter. Nach einer einstellbaren Zeit schaltet die PiUSV+ dann die Stromversorgung des Raspi ganz ab. Obwohl die Firma in die Insolvenz geschlittert ist, die das Gerät auf den Markt gebracht hat, gibt es die PiUSV+ noch im Handel; der eigentliche Hersteller ist als Lieferant eingesprungen.

In der so erreichbaren Ausbaustufe können Sie den CarPi mit Audio- und Vi-

deodateien füttern, etwa über einen USB-Stick, den Sie per Kodi-Dateisuche einbinden. Wenn Sie das Radiomodul (siehe Tabelle) anstöpseln, steuert Kodi es. Das Modul verwendet das 3,5-mm-Klinkenkabel als seine Antenne. Tricks, wie man Audio-Signal und Antenne trennt, gibt es im deutschen Forum (siehe c't-Link).

Wie man Raspi- und Radio-Modul in die vorhandene Audio-Infrastruktur einbindet, bleibt dem Nachbauenden überlassen: Ein Raspi hat keinen Audio-Eingang, durch den man das Ausgangssignal des Radios schleifen könnte. Um Radio- und Raspi-Audio-Ausgang gemeinsam in eine bestehende Musikanlage einzuspeisen, hilft eine USB-Soundkarte. In deren Mixer kann man dann auch gleich die Pegel aneinander anpassen.

Aufgrund der Verschränkung mit Kodi lässt sich in der Navigation die Karte leider nicht per Touchgeste scrollen. Der Sprachausgabe hingegen kann man auf die Beine helfen. In der Skript-Datei `~pi/.navit/speech.sh` gibt der Parameter `-v` beim Aufruf von `espeak` die Sprache an. Die ist von `en` auf `de` umzustellen, damit Sie nicht vor Lachen das Lenkrad verreißen. Das Skript ruft Navit auf, um seine Navigationsanweisungen vorlesen zu lassen.

Außerdem müssen Sie sich an einer der Konfigurationsdateien von Navit selbst zu schaffen machen. In `.navit/xml/announcements.xml` gibt es eine Zeile, die mit `<speech vocabulary_name=` beginnt. Ersetzen Sie dort `$HOME` durch `/home/pi` und ändern Sie am Ende der Zeile hinter `active=` die Zahl von `0` auf `1`. Nach einem Reboot ertönen die Anweisungen von Navit. Wer tiefer in die Optionen der Navit-Konfiguration einsteigt, kann die Navi-Oberfläche selbst gestalten.

(ps@ct.de) **ct**

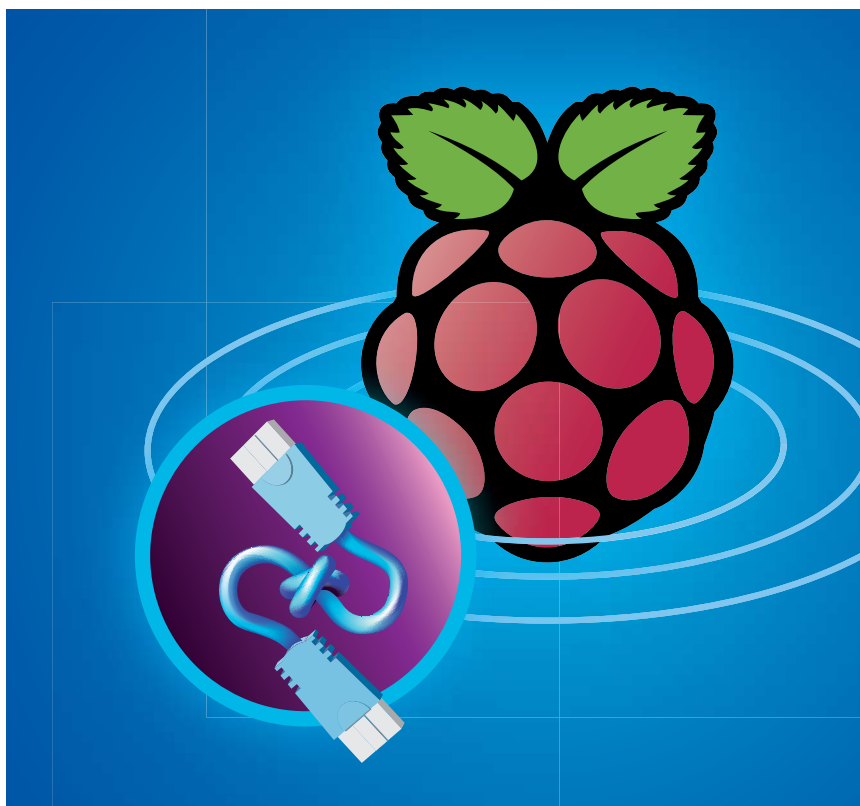
Download-Pakete, Foren: ct.de/ygrq

CarPi	
Raspberry Pi als Auto-PC	
Raspi 3	37 €
Pi USV+	30 €
Akku für Pi USV+	15 €
Si470 FM-Tuner	12 €
Touchscreen 7"	85 €
Gehäuse Touchscreen	20 €
GPS mit SkyTraQ-Venus8-Chipsatz	40 €

Anzeige

Intelligent ausgebremst

Raspi begrenzt Datenrate und simuliert Netzunzuverlässigkeit



Das Internet mag grenzenlos sein, die Bandbreite des DSL-Anschlusses ist es definitiv nicht. Ein alter Raspberry Pi genügt, um maßlose WLAN-Clients im Zaum zu halten. Außerdem hilft er, das Verhalten von Websites und Apps bei schlechter Internetverbindung zu untersuchen.

Von Mirko Dölle

Lässt sich die Familie von Amazon, Netflix und YouTube berieseln, natürlich jeder für sich, kann das Update von Virensignaturen oder Betriebssystem zur Geduldssprobe werden: Schnell verderbliche Daten wie Full-HD-Video-Streams haben nun mal Vorrang vor „weniger“ Wichtigem wie sicherheitskritischen Updates. Mit einem Raspberry Pi als intelligente Bremse halten Sie den Bandbreitenverbrauch von Clients im Rahmen, so dass alle anderen auch an die Reihe kommen.

men. Außerdem hilft das Setup Web- und App-Entwicklern, ihre Dienste bei schlechter Internet-Anbindung zu testen und so Schwachstellen im Design aufzuspüren.

Als Hardware-Voraussetzung genügt dafür ein Raspberry Pi Modell B beliebigen Alters. Sogar die aus der ersten Modellreihe mit nur zwei USB-Ports und nur 512 MByte RAM, die sonst in den Elektroschrott wandern würden, sind für diesen Zweck völlig ausreichend. Neben Netzteil und einer mindestens 8 GByte großen Speicherkarte benötigen Sie noch einen USB-Ethernet-Adapter oder einen WLAN-Stick für die Clients, die am gedrosselten Netz betrieben werden sollen.

Wegweiser

Als Betriebssystem haben wir das Raspbian-Release von Januar 2017 verwendet, Sie können aber auch jede andere Linux-Distribution und andere Rechner als einen Raspi verwenden. Der interne Ethernet-Anschluss eth0 des Raspi soll als WAN-Device die Internetverbindung über Ihr heimisches Netz herstellen, der externe USB-Ethernet-Adapter eth1 oder ein WLAN-Stick wlan0 versorgen das Netz mit den Clients. Der Raspberry Pi arbeitet als Router und sorgt per Traffic Control, kurz tc, für die Bandbreitenbegrenzung.

Am Anfang steht die Konfiguration des NAT-Routings. Dazu aktivieren Sie in der Datei /etc/sysctl.conf die Weiterleitung für IPv4 und IPv6:

```
net.ipv4.ip_forward=1
net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

Außerdem konfigurieren Sie die beiden Netzwerk-Devices in der Datei /etc/network/interfaces. Für den WAN-Anschluss zum heimischen Router haben wir DHCP gewählt, für das LAN der Clients über den externen USB-Ethernet-Adapter benötigen Sie eine statische IP-Adresse:

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp
allow-hotplug eth1
iface eth1 inet static
    address 192.168.188.1
    netmask 255.255.255.0
```

Als Router soll der Raspberry Pi per DHCP IP-Adressen aus seinem Subnetz an alle Clients ausgeben, weshalb Sie das Paket dnsmasq per apt-get install dnsmasq nachinstallieren und anschließend folgen-

de Einträge in der Datei `/etc/dnsmasq.conf` anpassen:

```
interface=eth1
dhcp-range=192.168.188.20,2
192.168.188.249,24h
```

Wenn Sie statt Ethernet ein WLAN für die Clients betreiben wollen, müssen Sie als Device `wlan0` anstatt von `eth0` angeben – sowohl bei der Netzwerkkonfiguration als auch bei `dnsmasq`. Außerdem benötigen Sie dann noch das Paket `hostapd` mit dem HostAP-Daemon, der den WLAN-Adapter in einen Access Point verwandelt. Ein Beispiel für die Konfigurationsdatei `/etc/hostapd/hostapd.conf` finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels. Wichtig ist noch, dass Sie den Pfad in `/etc/default/hostapd` eintragen:

```
DAEMON_CONF=/etc/hostapd/hostapd.conf
```

Damit der Raspi die Daten zwischen WAN und LAN vermittelt, benötigen Sie NAT:

```
iptables -t nat -A POSTROUTING
-o eth0 -j MASQUERADE
```

Die `iptables`-Regel für NAT ist nicht persistent, Sie müssten sie nach jedem Neustart von Neuem einrichten. Indem Sie das Paket `iptables-persistent` nachinstallieren und die aktuell gesetzten Regeln speichern lassen, müssen Sie sich künftig nicht mehr darum kümmern.

Universalbremse

Ihr Raspi arbeitet nun als Router ohne Bandbreitenbegrenzung (Traffic Shaping), abgesehen von den USB-Ethernet-Adaptoren – in der Praxis liegt das Maximum bei gut 30 MBit/s bei einem Raspberry Pi 1. Um das Traffic Shaping kümmert sich das Programm `tc`: Es arbeitet Device-orientiert, Einstellungen gelten also stets für ein bestimmtes Device. So kann es für `eth0` und `eth1` völlig unterschiedliche Einstellungen geben, die beide die ID 1: verwenden. Das führt schnell zu Verwechslungen, weshalb wir empfehlen, für unterschiedliche Devices auch stets verschiedene IDs zu benutzen.

Um den Daten-Output an die Clients auf 1 MBit/s zu limitieren, könnten Sie folgende Einstellung verwenden:

```
tc qdisc add dev eth1 root
handle 1: tbf rate 1Mbit
latency 50ms burst 1540
```

Das Schlüsselwort `qdisc` bedeutet, dass es sich um Einstellungen für die Queue eines Geräts handelt, `add` steht für Hinzufügen, das betreffende Device wird danach genannt. Hinter `handle` ist die ID der Einstellung angegeben, hier 1: – was identisch ist mit 1:0. Über diese ID können Sie später Bezug auf eine Einstellung nehmen und Parameter ändern oder weitere Einstellungen vornehmen – etwa um die Einstellung wieder zu entfernen:

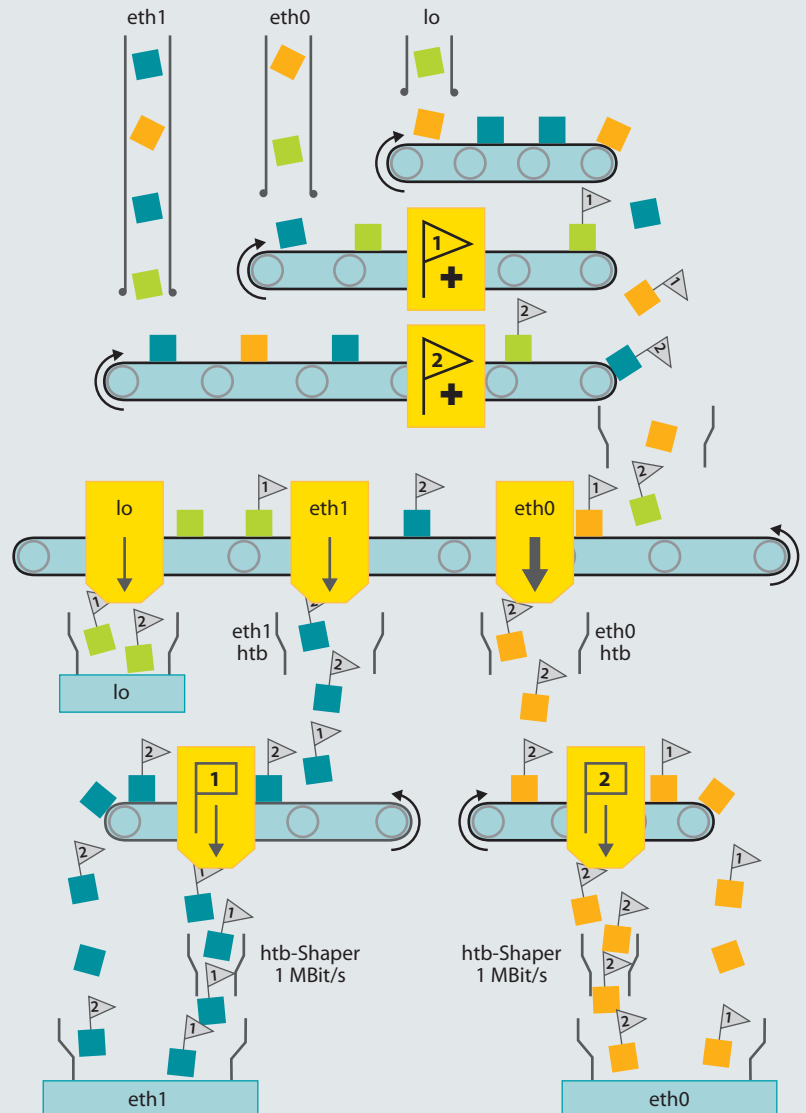
```
tc qdisc delete dev eth1 root
handle 1:
```

Was eingestellt wird, steht hinter dem Handle: Im Beispiel wird der Token Bucket Filter (`tbfb`) als Shaper aktiviert, die maximale Datenrate (`rate`) liegt bei 1 MBit/s und die maximale Latenz beträgt 50 Millisekunden. 1540 Bytes dürfen mit der maximalen Geschwindigkeit gesendet werden, bevor der Shaper eingreift.

Das primäre Ziel, die Clients beim Downstream aus dem Internet zu beschränken, ist damit zwar erreicht, es gibt aber ein paar Nebeneffekte. Haben Sie etwa auf dem Raspi eine Freigabe eingerichtet, so wird auch deren Traffic ausge-

(W)LAN-Drossel

Gleich nach dem Empfang werden die Datenpakete aus `eth0` und `eth1` mit den Markierungen 1 und 2 versehen und an das zuständige Ausgabe-Device (farbig dargestellt) weitergeleitet. Die Bandbreitenbegrenzung übernimmt der HTB-Shaper aus Traffic Control.



bremst, obwohl er gar nicht Ihre DSL-Leitung belasten würde. Den Shaper statt auf eth1 auf eth0 einzurichten wäre ebenfalls nicht gut – dann würden die Daten der Freigabe zwar wieder ungehindert fließen, Updates für den Raspberry Pi wären aber genauso eingebremst wie die Clients.

Markieren und sortieren

Die Lösung ist, lediglich die Daten einzubremsen, die vom WAN kommen und für die Clients bestimmt sind – und umgekehrt, damit die Clients auch Ihren Upstream nicht dicht setzen können. Dazu eignen sich optimal Paketmarkierungen mittels iptables. So bewirkt der folgende Befehl, dass der Kernel sämtliche Datenpakete, die er über das WAN-Device eth0 empfängt, mit einer 1 markiert:

```
iptables -A PREROUTING -t mangle \
  -i eth0 -j MARK --set-mark 1
```

Diese Markierung bleibt bei sämtlichen späteren Paketbehandlungen erhalten, sodass Sie trotz NAT jederzeit die ursprünglich vom WAN empfangenen Pakete an der Markierung 1 erkennen können.

Der Shaper soll auf eth1 lediglich Pakete mit dieser Markierung ausbremsen. Dazu müssen Sie zunächst erst einmal einen solchen Shaper für das LAN-Device eth1 einrichten:

```
tc qdisc add dev eth1 root \
  handle 2: htb
```

Der Hierarchy Token Bucket Shaper (htb) eignet sich für diesen Zweck gut, da er unterschiedliche Bandbreiten gleichzeitig bereitstellen kann. Die ID des Shapers ist 2: oder auch 2:0, Sie können statt 2 aber auch jede andere Zahl wählen. Es handelt sich um den Haupt-Shaper für das Device, was die Angabe root festlegt. Die Bremse steckt im folgenden Befehl:

```
tc class add dev eth1 parent 2: \
  classid 2:1 htb rate 1Mbit
```

Mit class erzeugen Sie eine eigene Paket-Queue mit der Class-ID 2:1, die am Shaper mit der ID 2: hängt (parent 2:). Die Wahl der Class-ID 2:1 ist nicht mehr beliebig: Die erste Zahl muss dieselbe sein wie die ID des Parents, die zweite Zahl können Sie sich frei aussuchen. Für diese neue Queue ist ebenfalls ein HTB-Shaper zuständig und limitiert die Datenrate auf 1 MBit/s (rate 1Mbit).

Wirkung entfaltet der auf 1 MBit/s begrenzte Shaper mit der Class-ID 2:1 noch nicht – denn noch laufen alle Pakete, egal ob markiert oder nicht, durch den ersten, unbegrenzten HTB-Shaper 2:. Das ändern Sie mit folgendem Befehl:

```
tc filter add dev eth1 parent 2: \
  handle 1 fw flowid 2:1
```

Dieser Filter verwendet als Eingabe die Queue des Shapers 2: (parent 2:) und behandelt alle Pakete, die mit 1 markiert sind (handle 1), mit dem Befehl fw flowid 2:1 – der Weiterleitung an die Queue 2:1. So landen alle mit 1 markierten Pakete in der Queue 2:1, wo sie auf 1 MBit/s herunter gebremst ausgeliefert werden.

Um den Upstream der Clients aus dem LAN ins WAN ebenfalls zu bremsen, gehen Sie genauso vor – nur dass Sie diesmal die Pakete aus dem LAN mit 2 markieren:

```
iptables -A PREROUTING -t mangle \
  -i eth1 -j MARK --set-mark 2
```

Anschließend erzeugen Sie den unlimitierten Haupt-Shaper auf eth0

```
tc qdisc add dev eth0 root \
  handle 1: htb
```

und den auf 1 MBit/s begrenzten Shaper für den Traffic der Clients:

```
tc class add dev eth0 parent 1: \
  classid 1:2 htb rate 1Mbit
```

Wenn Sie jetzt noch den Filter

```
tc filter add dev eth0 parent 1: \
  handle 2 fw flowid 1:2
```

hinzufügen, landen alle mit 2 markierten Pakete aus der Haupt-Queue 1: in der auf 1 MBit/s limitierten Queue 1:2 und werden somit gebremst ins WAN übertragen.

Dauerhaft eingerichtet

Einen Neustart überleben die Traffic-Control-Einstellungen nicht, weshalb Sie die Befehle in dem Skript /etc/network/if-up.d/shaper speichern – oder es über den c't-Link herunterladen.

Das Skript wird automatisch aufgerufen, wann immer ein Netzwerk-Device betriebsbereit ist – ohne Garantie dafür, dass andere Netzwerk-Devices bereits verfügbar sind. Deshalb sind die Befehle im von uns zum Download angebotenen Skript anhand der Devices gruppiert. Die

Variablenamen sorgen außerdem für eine bessere Lesbarkeit des Skripts.

Simuliert unzuverlässig

Traffic Control eignet sich nicht nur als Shaper, mit dem Netzwerk-Emulator netem anstelle eines Shapers wie htb oder tbf lassen sich auch Problemfälle simulieren – etwa Paketverluste, hohe Latenzen oder Paketverdopplung. Das ist äußerst praktisch für den Test von Netzwerkanwendungen, insbesondere Web-Diensten und Apps. Denn Paketverluste führen bei den heute üblichen zahlreichen Verbindungen, die ein Website-Aufruf zur Folge hat, zu langwierigen Timeouts. Im Extremfall kann es Minuten dauern, bis dann eine Website überhaupt angezeigt wird.

Solche Fehler im Design finden Sie, indem Sie Paketverluste simulieren. Um Verluste von 20 Prozent in der auf 1 MBit/s limitierten Client-Queue 2:1 zu verursachen, verwenden Sie folgenden Befehl:

```
tc qdisc add dev eth1 \
  parent 2:1 netem loss 20%
```

Durch die Beschränkung auf die Queue 2:1 sind wiederum nur Pakete aus dem WAN betroffen, sodass die Kommunikation der Clients untereinander und mit dem Raspberry Pi ungestört bleibt. Eine Latenz von 100 Millisekunden simulieren Sie so:

```
tc qdisc add dev eth1 \
  parent 2:1 netem delay 100ms
```

und beides gleichzeitig mit

```
tc qdisc add dev eth1 \
  parent 2:1 netem loss 20% \
  delay 100ms
```

So können Sie leicht ausprobieren, wie robust Web-Dienste oder Apps sind und ob nicht schon leichte Störungen dazu führen, dass beim Client letztlich gar nichts mehr geht. (mid@ct.de) **ct**

Shaper-Skript: [ct.de/yk3t](https://www.ct.de/yk3t)

Raspbrake	
Raspberry Pi als Netzbremse	
Raspberry Pi	ab 30 €
Edimax EU-4208 USB-Ethernet-Adapter	10 €
USB-WLAN-Adapter	ab 7 €
Netzteil 5 V/1,5 A	5 €

Anzeige



Laserklötze

Farblaserdrucker mit (W)LAN für wenig Geld

Professionelle Farblaserdrucker bekommt man mit guter Ausstattung wie Duplexdruck und Netzwerkfunktionen zu überraschend günstigen Preisen ab 130 Euro. Genug Stellfläche vorausgesetzt, eignen sie sich auch als Heimdrucker.

Von Rudolf Opitz

Dass ein Drucker monatelang nichts zu tun hat, kommt in immer mehr Haushalten vor. Bei Tintendruckern sollte man wenigstens einmal pro Monat ein Düsentestmuster drucken, sonst ist nach langer Standzeit Ärger in Form von eingetrockneten Düsen wahrscheinlich. Laserdrucker vertragen lange Arbeitspausen besser und drucken ohne teure Reinigungsvorgänge auch nach Monaten zuverlässig.

Selten druckende Anwender, die Wert auf Farbe legen, sollten einen Blick auf das Profi-Segment werfen: Dort findet

man gut ausgestattete Farblaserdrucker für erstaunlich wenig Geld. Wir haben sechs netzwerkfähige Geräte mit Duplexdruck zu Straßenpreisen bis 250 Euro in unser Testlabor geholt: Brother HL-3152DCW, HP Color LaserJet Pro M252dw, Kyocera Ecosys P5021cdw, Oki C332dn, Samsung CLP-680DW und Xerox Phaser 6510V_DN.

Alle Laserdrucker im Test haben allerdings für den Einsatz im Privathaushalt ein Manko: Sie sind groß und schwer und brauchen viel Stellfläche. Wer als Wenig-

drucker ein kleines Gerät sucht und auf Farbe verzichten kann, findet einen Test günstiger Schwarzweiß-Drucker in [1].

Wir haben für diesen Test Farblaserdrucker mit Duplex-Funktion gewählt – das spart Papier. Wer ohne den automatischen beidseitigen Druck auskommt: Die Hersteller bieten häufig günstigere Schwestermodelle ohne Duplexer an. Nicht immer spart man aber beim Kauf schlechter ausgestatteter Einstiegsmodelle. So liegt bei Oki der Hersteller-Preis für den langsameren C321dn um fast 70 Euro über unserem Testgerät C332dn; im Handel bekommt man beide für rund 130 Euro.

Bei neuen Druckermodellen wie dem Kyocera Ecosys P5021 lohnt ein Blick auf die Preise der Vorgänger: Den älteren Ecosys P6021 gibt es zurzeit ab 130 Euro. Das neuere Gerät wiegt lediglich weniger und druckt Fotos mit einer höheren Auflösung.

Anders als die kleinen und vermeintlich billigeren Einstiegs-Drucker für den Hausgebrauch bringen unsere Testgeräte schon Profi-Ausstattung mit: Alle halten ihren Papiervorrat staubgeschützt in einer Kassette vor, die komplett im Gerät verschwindet. Sondermedien wie Briefumschläge nehmen alle über einen zusätzlichen Einzelblatt- oder Universaleinzug entgegen, sodass man das Papierfach dafür nicht freiräumen muss. Geräteeinstellungen lassen sich über Monochrom-Displays ablesen und ändern; HPs LaserJet hat dazu sogar einen Farb-Touchscreen.

Teurer Toner

Bei Laserdruckern dieser Preisklasse leidet üblich: Ein Satz Original-Kartuschen kostet meist mehr als der Drucker selbst.

Auch geizen die Hersteller am mitgelieferten Toner. Doch bekommt man beim Kauf von Druckern dieser Geräteklasse immerhin Kartuschen für mindestens 1000 Seiten nach ISO-Norm mitgeliefert. Das ISO-Dokument – für die Reichweitenmessung von Farblaserdruckern gilt die Norm ISO/IEC 19798 – besteht aus einem Mix aus Text und kleinformatigen Bildern und Grafiken und enthält viel Weiß. Wer viele seitenfüllende Fotos druckt, darf höchstens mit einem Drittel der angegebenen Seitenzahl rechnen. Die ISO-Norm sorgt aber für Vergleichbarkeit, Angaben lassen sich jederzeit nachprüfen.

Die Tonerkosten liegen bei allen Prüflingen selbst mit den besser befüllten XL-Kartuschen über den Druckkosten vergleichbarer Büro-Tintendrucker. Am günstigsten druckt das Gerät von Samsung mit 11,9 Cent pro ISO-Farbseite; der Schwarzanteil liegt bei knapp 2 Cent. Da die Bildtrommeln als weitere Verbrauchsmaterialien in den Tonerkartuschen integriert sind, fallen diese nicht als zusätzliche Kosten an. Nur der Resttonerbehälter erhöht die Kosten pro ISO-Seite um einen halben Cent.

Auch beim HP LaserJet bekommt man mit jedem Kartuschenwechsel neue Fototrommeln. Mit 17,65 Cent pro ISO-Seite druckt man mit ihm bezogen auf den Kartuschenpreis am teuersten. Rechnet man beim Drucker von Brother aber die Kosten für die separaten Bildtrommeln und andere Verschleißteile hinzu, landet man bei happigen 18,37 Cent für eine ISO-Farbseite. Von der „Print-Airbag“ genannten 3-Jahres-Garantie auf Verschleißteile profitieren nur Violdrucker. Keramik-Spezialist Kyocera setzt auf langlebige Trom-

meln, die ein Druckerleben lang halten sollen und macht auch sonst keine Angaben zu Verschleißteilen.

Wer nur selten und wenig druckt, kommt mit den mitgelieferten Kartuschen lange aus und dürfte sich wenig Sorgen um die hohen Druckkosten machen. Spielt hohe Qualität keine große Rolle, aktiviert man den Tonerspar-Modus im Treiber. Wenn dann doch einmal neue Kartuschen fällig werden, dürften auch für jetzige Neu-modelle günstige Alternativtoner bereitstehen. Ist eine der Kartuschen für die Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb leer, drucken alle Testgeräte mit dem meist besser befüllten Schwarz weiter. Im Treiber muss man dazu aber auf „Graustufen“ oder „Schwarzweiß“ umstellen.

Auch die im Vergleich zu Tintendruckern eklatant hohen Energiekosten spielen bei Wenigdruckern kaum eine Rolle. Laserdrucker brauchen zum Drucken mehrere hundert Watt, Tintenmodelle oft weniger als zwanzig. Beim Warten auf weitere Aufträge wechseln die Lasermodelle im Test oft schon nach einer Minute in einen sparsamen Ruhezustand. Werden sie nicht gebraucht, kann man sie per schaltbarer Steckerleiste problemlos ganz vom Stromnetz trennen. Alle Testgeräte schaltet man sonst über eine Power-Taste an und aus; per Aus-Timer schalten sich außerdem alle nach einer einstellbaren Standzeit von selbst ab. Nur der Samsung-Drucker hat zusätzlich einen richtigen Netzschalter.

Büro-Profis

Beim Textdruck zeigen die Lasergeräte ihre Stärken: saubere Schriften bei hoher Druckgeschwindigkeit. Anders als Tintendrucker

Verbrauchskosten Druck				
[Cent / ISO-Seite]	normal		X(X)L-Kartusche	
	Farbe ◀ besser	Schwarzanteil ◀ besser	Farbe ◀ besser	Schwarzanteil ◀ besser
Brother HL-3152CDW	19,11	3,04	17,36	3,04
HP Color LaserJet Pro M252dw	23,47	4,51	17,65	3,11
Kyocera P5021cdn	19,55	4,08	14,6	2,34
Oki C332dn	20,71	3,7	15,92	1,97
Samsung CLP-680DW	24,85	4,05	11,91	1,97
Xerox Phaser 6510V_DN	27,92	4,09	14,75	2,44

Druck der ersten Seite			
[s]	Aus ◀ besser	Sparmodus ◀ besser	Bereitschaft ◀ besser
Brother HL-3152CDW	43	24	16
HP Color LaserJet Pro M252dw	54	14	12
Kyocera P5021cdn	62	19	11
Oki C332dn	54	32	10
Samsung CLP-680DW	61	16	15
Xerox Phaser 6510V_DN	65	20	11

Leistungsaufnahme				
[Watt]	Aus ◀ besser	Sparmodus ◌ besser	Bereitschaft ◌ besser	Drucken ◌ besser
Brother HL-3152CDW	0,35	0,64	45,5	401
HP Color LaserJet Pro M252dw	0,14	1,44	8,6	309
Kyocera P5021cdn	0,17	3,37	23,5	341
Oki C332dn	0,34	1,19	76	522
Samsung CLP-680DW	0 ¹⁾	2,31	13	461
Xerox Phaser 6510V_DN	0,33	4,84	31	441

¹⁾ Netzschalter, nur per Power-Taste ausgeschaltet 0,17 W

Geräusentwicklung		
[Sone]	Drucken ◌ besser	Nachlauf ◌ besser
Brother HL-3152CDW	10,3	2
HP Color LaserJet Pro M252dw	8,7	0
Kyocera P5021cdn	8,2	0
Oki C332dn	12,5	2,1
Samsung CLP-680DW	10,3	0,7
Xerox Phaser 6510V_DN	10	1



Brother HL-3152CDW

Der HL-3152CDW braucht nach oben nicht viel Raum, aber eine große Stellfläche. Die 250-Blatt-Kassette lässt sich nicht erweitern. Der Universaleinzug nimmt nur ein Blatt entgegen. Vor dem Bedrucken von Umschlägen muss man das Gerät hinten öffnen und über einen Hebel die Spaltbreite des Fixierers ändern. Immerhin warnt der Druckertreiber und zeigt eine Anleitung.

Statt des winzigen Displays nutzt man besser das – abgesehen von den Netzwerkeinstellungen – übersichtliche Web-Frontend. Hier kann man das Brother-Gerät per Option zum generellen Tonersparen überreden oder die Energiesparfunktion konfigurieren. Fünf Minuten nach Aktivieren des Sleep-Modus wechselt der Drucker fest eingestellt zu „Deep Sleep“, wo er weniger als ein Watt braucht. Beim Drucken über Google Cloud Print und von Mobilgeräten via AirPrint und Android-Plug-ins gab es im Test keine Probleme.

Der Brother-Drucker arbeitet vergleichsweise behäbig. Im unabhängig von der Druckauflösung zuschaltbaren Tonersparmodus bleibt Schrift gut lesbar. Bei Grafiken störten Streifen im Graukeil, schräge Linien gab der HL-3152 sauber wieder. Das bedruckte Normalpapier wellte sich moderat. Bei umfangreicheren Aufträgen wurden aber Blätter in der Ablage vom gerade ausgegebenen verschoben – mit dem Ergebnis eines unordentlichen Ablagestapels. Auf Fotos missfielen ein merklicher Gelbstich, Streifen und das deutlich sichtbare Raster.

- ↑ 3 Jahre Garantie
- ↑ gute Mobildruckfunktion
- ↓ hohe Druckkosten



HP Color LaserJet Pro M252dw

Der LaserJet Pro M252 benötigt im Testfeld die geringste Standfläche. Das 150-Blatt-Fach ist nicht erweiterbar. Zum schnellen Bedrucken von Umschlägen gibt es einen Einzelblatteinzug. Der USB-Host-Port neben der Ablage dient zum Direktdruck vom Speicherstick. Außer JPEG-Fotos und PDF-Dokumente druckt das HP-Gerät auch einfache Word-Dokumente. Die Bedienung erleichtert der anklippbare Touchscreen.

Im Betrieb bleibt der M252 genügsam: Aufs sporadische Heizen der Fixiereinheit in Bereitschaft verzichtet er, im Sparmodus zieht er nur 1,4 Watt. Trotzdem lag im Test die erste Seite schon nach 14 Sekunden in der Ablage. Einstellungen lassen sich bequem über das übersichtlich in Reiter gegliederte Web-Frontend ändern.

Als Cloud-Dienst steht nur HP Connected zur Wahl, der den Drucker mit einer eigenen Mail-Adresse ausstattet. Eingehende Mail und angehängte Dokumente in gängigen Formaten werden automatisch gedruckt. Die früher bei HP übliche Cloud-Print-Registrierung bei Google per Drucker-Mail-Adresse funktioniert nicht mehr; eine alternative Melde-Option übers Web-Frontend fehlt.

Der LaserJet druckt so langsam wie das Brother-Gerät, der Toner-sparende EconoMode liefert blasse, aber noch lesbare Ergebnisse. Auf der sonst sehr sauberen Grafik fielen nur leichte Stufen im Graukeil auf. Fotos waren überschärft, detailarm und zu dunkel. Den 200-Seiten-Test mussten wir mangels Papiervorrat in zwei Teilen messen.

- ↑ Touchscreen-Bedienung
- ↓ hohe Tonerkosten
- ↓ nur 150-Blatt-Kassette



Kyocera Ecosys P5021cdn

Der wuchtige Ecosys P5021 ist mit 250-Blatt-Kassette, Universaleinzug, Gigabit-Ethernet und WLAN ein Schnäppchen. Vom angesteckten USB-Speicher druckt er JPEGs, TIFs und PDFs. Einstellungen am Gerät zu ändern fordert Nerven: Ständig muss man ID und Passwort per Steuerkreuz eingeben. Bequemer ist auch hier das sehr umfangreiche Web-Frontend.

Das „Command Center“ genannte Frontend bietet außer Einstellungen zum Gerät und Netzwerk viele Sicherheitsfunktionen: Alles lässt sich verschlüsseln, direkte Verbindungen per WiFi Direct kann man deaktivieren. Auch die Registrierung bei Google Cloud Print findet sich im Frontend.

Vom Smartphone nimmt der Kyocera-Drucker Aufträge über die herstellereigene App genauso problemlos an wie über AirPrint oder die Android-Plug-ins von Kyocera und der Mopria.

Der P5021 druckte normal zwar etwas zügiger als die Testgeräte von Brother und HP, wurde bei hoher Auflösung aber deutlich langsamer. Trotzdem gelangen ihm Buchstabenkanten nicht ganz so sauber wie den anderen Kandidaten. Der Tonersparmodus „EconoMode“ erzeugte leicht verwaschen wirkende Schriften. Die „Leise“-Taste senkte das schon mäßig laute Druckgeräusch um zwei Sone ab, verdoppelte aber auch die Druckzeit.

Die Testgrafiken waren zu dunkel, schräge Linien gerieten stufig und unsauber. Besser gefielen die fein geraserten Fotos, die aber wenig Details in dunklen Bereichen zeigten.

- ↑ gutes Preis/Leistungs-Verhältnis
- ↑ wenig Papierwellung
- ↓ nicht optimaler Textdruck



Oki C332dn

Der schwere C332dn braucht nach hinten viel Platz. Für den günstigsten Drucker im Test bringt er mit Duplexer, 250-Blatt-Fach und Universaleinzug eine bemerkenswerte Ausstattung mit. Öffnet man eine zweite Papierausgabe hinten am Gerät, werden Medien gerade durch das Druckwerk gezogen und mit der Druckseite nach oben abgelegt – praktisch für dicke Papiere und Banner.

Für die Netzwerkverbindung gibt es nur eine Ethernet-Buchse, ein WLAN-Modul kann man aber für 40 Euro nachrüsten. Die Bedienung über Monochrom-Textdisplay und Steuerkreuz fällt leichter als beim Kyocera-Gerät, da sich Oki ständige Passwort-Abfragen am Gerät spart. Das etwas unübersichtliche Web-Frontend ist allerdings von Haus aus geschützt. Die Energieeinstellungen lassen sich nur direkt am Gerät ändern. In Bereitschaft hält der C332 den Fixierer auf Temperatur, daher sollte man schnell in den Sparmodus wechseln.

Auch die Cloud-Print-Registrierung klappt nur direkt am Gerät, der Google-Link wird ausgedruckt. Das Android-Plug-in der Mopria erkannte den Drucker nicht, ein Oki-Plug-in fehlt. Immerhin klappte das Drucken über die Hersteller-App; auch AirPrint funktionierte.

Der C332 druckte zügig, im Toner-sparmodus sehr blass und kam problemlos mit unserem 200-Seiten-Test klar: Gedruckte Seiten landeten auf einem sauberen Stapel. Auf der Grafik störten allerdings Streifen und nicht ordentlich gezogene Linien. Fotos waren zu dunkel, detailarm, grob gerastert und überdies streifig.

- ↑ schneller Drucker
- ↑ gerader Papierweg
- ↓ schlechte Fotoqualität



Samsung CLP-680DW

Auch der CLP-680DW eignet sich nicht für kleine Büro-Ecken; die Ausstattung – 250-Blatt-Fach und Universaleinzug gleicht den Geräten von Kyocera, Oki und Xerox. Dank USB-Host druckt er JPEGs, TIFs und PDFs direkt vom Speicherstick. Das kleine Monochrom-Display hat immerhin zwei Textzeilen, dank separater WPS-Taste fällt die WLAN-Kopplung mit dem Router leicht.

Änderungen übers Web-Frontend sind standardmäßig passwortgeschützt. Hier findet man Geräteeinstellungen und die Registrierung bei Cloud-Diensten – außer Google Cloud Print gibt es Cloud Printing von Samsung und PrinterOn. Drucken vom Smartphone klappte beim CLP-680 sowohl via AirPrint als auch von Android – hier allerdings nur mittels des Samsung-eigenen Plug-ins; das Plug-in der Mopria meldete den CLP-680 als „nicht verfügbar“.

Der Samsung-Drucker arbeitet flott, die Auflösung hat keinen Einfluss auf die Druckgeschwindigkeit. Im Tonersparmodus druckt er Buchstaben mit feinem Lochraster, welches die Kanten aber unbeschädigt lässt. Dadurch wirkt Schrift nur etwas blass, aber scharf.

Beim 200-Seiten-Test produzierte der Drucker mangels Ablage-voll-Sensor einen Papierstau. Auf der sonst sauberen Testgrafik fielen zu dunkles Blau und nicht gänzlich schwarze Schräglinien auf. Fotos zeigten ein feines Raster und einen merklichen Rotstich, sonst aber viele Details. Bei leerer Farbkartusche warnt das Gerät zwar, druckt nach Bestätigung am Drucker aber farbig bis zum Farbausfall weiter.

- ↑ moderate Druckkosten
- ↑ gute Druckqualität
- ↓ kein Ablage-voll-Sensor



Xerox Phaser 6510V_DN

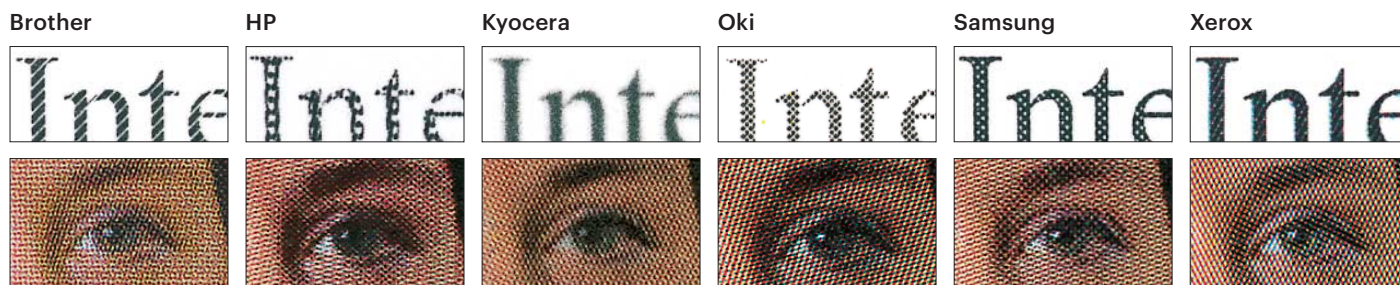
Der massige Phaser 6510 gehört zu den Schwergewichten im Test. Wie der Oki C332 hat er kein WLAN, sondern nur einen Ethernet-Port; ein Nachrüst-Modul kostet etwa 50 Euro. Zur Grundausstattung gehören das übliche 250-Blatt-Fach und ein Universaleinzug für 50 Blatt Normalpapier. Die Bedienung am Gerät erleichtern ein gut lesbares, grafisches Monochrom-Display und große Funktionstasten.

Beim Nachkauf von Tonerkartuschen sollte man auf die XXL-Varianten achten; mit Normalkartuschen druckt das Xerox-Gerät mit fast 28 Cent pro ISO-Seite unverschämte teuer. Die Energiesparmodi, Netzwerkfunktionen und anderes stellt man über das Web-Frontend im modischen, aber nicht unbedingt übersichtlicheren Icon-Design ein. Für viele Einstellungen muss das Gerät neu starten. In der Grundeinstellung druckt der Phaser bei jedem Booten eine Start-Seite – auch das kann man übers Frontend ändern.

Cloud- und Mobildruck funktionierte gut. Die Druck-App Xerox Print Portal hat keinen Browser zur Druckdatei-Auswahl. Besser nutzt man dazu die „Senden an“-Funktion.

Im Test druckte der Phaser in der höchsten Auflösung zügiger als im Tonersparenden Entwurfsmodus, was besonders beim Duplexdruck auffiel. Mit dem 200-Seiten-Test kam der Drucker gut klar und legt die fertigen Seiten ordentlich ab, wurde aber durch viele Renderpausen ausgebremst. Auf Grafiken und den sonst guten Fotos fielen grobe Raster unangenehm auf.

- ↑ gutes Druckbild
- ↑ robust
- ↓ kein WLAN



Beim Toner-sparenden Drucken bleibt das Druckbild scharf, wenn Buchstabenkanten intakt bleiben.

Fotos drucken viele Lasergeräte mit grobem, auch mit bloßem Auge sichtbarem Raster.

bringen sie Anschreiben in bester Qualität in der Regel genauso schnell zu Papier wie Entwürfe. Im Test schaltete nur der Kyocera-Drucker in der höchsten Auflösung einen Gang zurück; das Xerox-Modell druckte hier sogar einen Tick schneller.

Langsamer werden einige Laserdrucker bei komplizierten Grafiken, strukturierten Hintergründen und Fotos, da sie erst rendern müssen. Andere Geräte überlassen das Umrechnen der Druckdaten in die vom Druckwerk benötigte Maschinensprache komplett dem Treiber und damit dem viel leistungsfähigeren Büro-PC.

Auf Drucken von Grafiken und Fotos fallen die im Vergleich zu Tintendruckern deutlich gröberen Raster auf. In den Qualitätseinstellungen bieten viele Druckertreiber an die Vorlage angepasste Optionen – beispielsweise für feine Linien, CAD, Farbflächen oder Fotos –, die Auswirkungen halten sich meist in Grenzen; dennoch lohnt Experimentieren.

Ein weiterer Nachteil von Laserdruckern: Papiere landen infolge des Überbügels in der Fixiereinheit mehr oder weniger stark gewellt in der Ablage. Die ist besonders dann lästig, wenn bei mehrseitigen Aufträgen ein Blatt bei der Ausgabe das vorher gedruckte von der Ablage schiebt. Eine nicht sehr wirksame Option zum Verringern von Wellung bietet nur der HP LaserJet.

Statt solche Geräteeinstellungen umständlich über Steuerkreuze und kleine Displays mit ein oder zwei Textzeilen suchen zu müssen, bieten sich die Web-Frontends als bequeme Steuerzentrale für

die Druckerfunktionen an. Ist der Drucker mit dem LAN verbunden, tippt man einfach dessen IP-Adresse in der URL-Zeile des Browsers ein.

Über die Frontends stellt man Gerätefunktionen wie den Wechsel in den Sparmodus und zahlreiche Netzwerk- und Sicherheitsoptionen ein und registriert die Drucker – mit Ausnahme des LaserJets – bei Google Cloud Print.

Auch zum direkten Drucken von Smartphone und Tablet sind alle Testgeräte gerüstet: Übers (W)LAN nehmen alle Druckaufträge via Apple AirPrint von iOS-Mobilgeräten entgegen. Für den Druckdienst von Android fehlt nur bei Oki ein passendes Treiber-Plug-in. Alternativ stellen aber alle Hersteller eigene Druck-Apps für Android und iOS kostenlos bereit. Um mit Mobilgeräten zu kommunizieren, die keinen Zugang zum lokalen Netzwerk haben, spannen die Drucker mit Ausnahme der Geräte von Oki und Xerox wahlweise ein eigenes Funknetz auf (WiFi Direct). Automatisches Koppeln über ein NFC-Tag (Near Field Communication) bietet aber nur der HP LaserJet. Bei den anderen Druckern muss man das nötige Passwort vom Display ablesen.

Fazit

Wer nur wenig druckt und einen Farbdrucker sucht, der auch nach langen Standzeiten zuverlässig druckt, sollte auf günstige Angebote aus dem Profi-Sektor achten: Den Oki C332dn gibt es schon ab 130 Euro, der Kyocera Ecosys P5021cdn bietet für 180 Euro WLAN, besseren Mobildruck

und etwas günstigeren Toner, ohne WLAN bekommt man ihn für 150 Euro. Der preiswertere Vorgänger Ecosys P6021 druckt Fotos mit geringerer Auflösung, bietet aber sonst vergleichbare Ausstattung und Qualität. Alle drucken automatisch beidseitig und haben eine geschlossene Papierkassette für 250 Blatt. Allerdings braucht man genug Stellplatz.

Zum Vergleich: Kleine Farblaserdrucker wie Samsungs Xpress C430W für 140 Euro Straßenpreis brauchen zwar weniger Platz, schaffen aber gerade mal vier Farbsseiten pro Minute, Duplexdruck fehlt und mitgeliefert wird nur Toner für 500 Seiten.

Wo es auf einfache Bedienung und Platzersparnis ankommt, empfiehlt sich der HP Color LaserJet Pro M252dw, der als einziges Gerät im Test einen Touchscreen und ein NFC-Tag hat, aber nur 150 Blatt vorhält und mit 220 Euro recht teuer ist.

Wer mit einem höheren Druckaufkommen rechnet, greift zum Samsung CLP-680DW. Das Gerät kostet zwar am meisten, dafür gibt es aber Toner für 1500 Farbsseiten, moderate Druckkosten und gute Druckqualität. Anwender, die regelmäßig drucken, sollten trotzdem über einen Büro-Tintendrucker nachdenken: Für den Preis des Samsung-Lasers gibt es leistungsfähige Tinten-Multifunktionsdrucker mit besserer Ausstattung und deutlich geringeren Betriebskosten. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Rudolf Opitz, Schwarzdruck fürs Heimnetz, Günstige Schwarzweiß-Laserdrucker mit (W)LAN, c't 4/17, S. 90

Druckzeiten PC				
[Minuten:Sekunden]	10 Blatt Duplex ← besser	Fontseite ← besser	Foto A4 ← besser	200-Seiten-PDF ← besser
Brother HL-3152CDW	2:48	0:10	0:24	15:20
HP Color LaserJet Pro M252dw	2:00	0:13	0:21	14:07
Kyocera P5021cdn	1:56	0:23	0:28	14:07
Oki C332dn	1:35	0:12	0:19	9:08
Samsung CLP-680DW	1:52	0:15	0:21	9:57
Xerox Phaser 6510V_DN	1:12	0:11	0:52	13:32

Druckleistung (ISO-Seite Farbe)			
[Seiten / Minute]	Toner sparen besser ►	Normal besser ►	hohe Auflösung besser ►
Brother HL-3152CDW	15,6	15,6	15,6
HP Color LaserJet Pro M252dw	15,6	15,6	—
Kyocera P5021cdn	18,5	18,5	10
Oki C332dn	21,4	21,8	21,1
Samsung CLP-680DW	19,4	19,4	19,4
Xerox Phaser 6510V_DN	19,4	21,4	23,1

Duplexfähige Farblaserdrucker						
Gerät	HL-3152CDW	Color LaserJet Pro M252dw	Ecosys P5021cdw	C332dn	CLP-680DW	Phaser 6510V_DN
Hersteller	Brother, www.brother.de	HP, www.hp.com/de	Kyocera, www.kyocera.de	Oki, www.oki.de	Samsung, www.samsung.de	Xerox, www.xerox.de
Druckverfahren	Singlepass-Farb-LED-Druck	Singlepass-Farblaserdruck	Singlepass-Farblaserdruck	Singlepass-Farb-LED-Druck	Singlepass-Farblaserdruck	Singlepass-Farblaserdruck
max. Auflösung¹	2400 dpi × 600 dpi	2400 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 600 dpi	9600 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 2400 dpi
Papiergewichte¹	60 g/m² ... 163 g/m²	60 g/m² ... 220 g/m²	60 g/m² ... 220 g/m²	64 g/m² ... 220 g/m²	60 g/m² ... 220 g/m²	60 g/m² ... 220 g/m²
Papierzufuhr	250-Blatt-Fach, Einzelblatt-einzug	150-Blatt-Fach, Einzelblatt-einzug	250-Blatt-Fach, 50 Blatt Universaleinzug	250-Blatt-Fach, 100 Blatt Universaleinzug	250-Blatt-Fach, 50 Blatt Universaleinzug	250-Blatt-Fach, 50 Blatt Universaleinzug
erweiterbar	—	—	250-Blatt-Kassette 170 €	530 Blatt-Kassette 270 €	520 Blatt-Kassette 270 €	550 Blatt-Kassette 190 €
Papierablage	100 Blatt (facedown)	100 Blatt (facedown)	150 Blatt (facedown)	150 Blatt (facedown), 100 Blatt hinten (faceup)	150 Blatt (facedown)	150 Blatt (facedown)
Randlosdruck	—	—	—	—	—	—
monatl. Druckvol. (empf./max.)¹	1500 S. / 30.000 S.	250 – 2500 S. / 30.000 S.	2000 S. / 30.000 S.	5000 S. / 45.000 S.	2400 S. / 60.000 S.	3000 S. / 50.000 S.
Netzwerk- / Cloud-Funktionen						
WiFi Direct / NFC	✓ / —	✓ / ✓	✓ / —	— / —	✓ / —	✓ / —
Druck-App	Brother iPrint&Scan (Android, iOS, Win)	HP ePrint (Android, iOS)	Kyocera Print (Android, iOS)	Oki Mobiles Drucken (Android, iOS)	Samsung Mobile Print (Android, iOS)	Xerox Print Portal (Android, iOS)
AirPrint / Android-Plug-in / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / — / —	✓ / ✓ / — (Fehler)	✓ / ✓ / ✓
Google Cloud Print	✓	—	✓	✓	✓	✓
Sonstiges						
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet (10/100Base-TX), WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, Ethernet (10/100Base-TX), WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, Ethernet (10/100/1000Base-TX), WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 2.0, Ethernet (10/100/1000Base-TX)	USB 2.0, Ethernet (10/100/1000Base-TX), WLAN 802.11n (2,4 GHz)	USB 3.0, Ethernet (10/100/1000Base-TX)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	41 cm × 46,5 cm × 28 cm	39 cm × 42,5 cm × 28,5 cm	41 cm × 45 cm × 33 cm	41 cm × 50,5 cm × 27,5 cm, Tiefe mit Ablage hinten 73 cm	42 cm × 45 cm × 36 cm	42 cm × 50 cm × 37,5 cm
Gewicht	17,8 kg	16,7 kg	21 kg	22 kg	21,4 kg	23,8 kg
Display	Monochrom-Display, 1-zeilig	7,6-cm-Farb-Touchscreen	Monochrom-Display, 2-zeilig	Monochrom-Display, 2-zeilig	Monochrom-Display, 2-zeilig	Monochrom-Display, grafisch
Treiber für Windows	ab Windows XP; ab Server 2003	ab Windows Vista 32 Bit, ab Server 2003	ab Windows Vista, ab Server 2003	ab Windows Vista, ab Server 2008	ab Windows XP, ab Server 2003	ab Windows 7, ab Server 2000
Treiber für Mac / andere OS	macOS ab 10.6.8 / Linux (CUPS, LPD/LPRng), Citrix	macOS ab 10.7 / Linux (HPLip)	macOS ab 10.8 / Linux, Unix	macOS ab 10.8 / Linux	macOS 10.4 – 10.10 / Linux, Unix	macOS ab 10.9 / Citrix, Linux, Unix
Software	Treiber, Brother Utilities, Status Monitor	Treiber, Drucker-Status, Geräte-Toolbox	Treiber, Kyocera Status Monitor 5	Treiber, Utility Suite	Treiber, Easy Print Manager, Drucker-Diagnose	Treiber, Easy Printer Manager
Druckersprachen	GDI (Host-Based)	PCL6, PCL5, PS3, PCLm, PDF, URF	PCL6, KPDL3 (PS kompatibel), PDF 1.7, XPS, OpenXPS	PCL6, PCL5c, PS3, PDF1.7, ESC/P, IBM ProPrinter, XPS	SPL, PCL6, PS3, XPS	PCL6, PCL5e, PS3, XPS
Speicherkarten / USB-Host	— / —	— / ✓	— / ✓	— / —	— / ✓	— / —
Bemerkungen	kostenlose Verschleißteile bis 3 Jahre oder 150.000 S.	—	3 Jahre oder 100.000 S. Garantie auf Verschleißteile	WLAN 802.11n (2,4 GHz) optional	—	WLAN 802.11n (2,4 GHz) optional
Verbrauchsmaterial						
Toner Schwarz¹	TN-242BK (2500 S.)	HP 201A (1500 S.), HP 201X (2800 S.)	TK-5220K (1200 S.), TK-5230K (2600 S.)	46508716 (Normal, 1500 S.); 46508712 (XL, 3500 S.)	CLT-K506S (2000 S.), CLT-K506L (6000 S.)	R03476 (2500 S.), R03480 (5500 S.)
Toner Farbe¹	TN-242C/M/Y (je 1400 S.); XL: TN-246C/M/Y (je 2200 S.)	C, M,Y: HP 201A (je 1400 S.), HP 201X (je 2300 S.)	TK-5220C,M,Y (je 1200 S.), TK-5230C,M,Y (2200 S.)	46508713-15 (Normal, je 1500 S.); 46508709-11 (XL, je 3500 S.)	CLT-C,M,Y506S (1500 S.); CLT-C,M,Y506L (3500 S.)	C: R03473, M: R03474, Y: R03475 (je 1000 S.); C: R03477, M: R03478, Y: R03479 (je 2400 S.); C: R03690, M: R03691, Y: R03692 (je 4300 S.)
Reichweite mittel. Kartusche¹	1000 S. (BK), 1000 S. (je Farbe)	1500 S. (BK), 700 S. (je Farbe)	1200 S. (BK), 1200 S. (je Farbe)	1000 S. (BK), 1000 S. (je Farbe)	2000 S. (BK), 1500 S. (je Farbe)	1500 S. (BK), 1000 S. (je Farbe)
sonst. Verbrauchsmaterial	Bildtrommeln DR-241CL (ca. 15.000 S., 113 €) Transfer-einheit BU-220CL (50.000 S., 107 €) Resttonerbehälter WT-220CL (50.000 S., 21 €)	in der Kartusche integriert	Long-Life-Bildtrommeln, sonst keine Angaben zu Verschleißteilen	Bildtrommeln ca. 20.000 S. (140 €), Fixiereinheit und Transportband jeweils ca 60.000 S. (je 77 €)	Resttonerbehälter CLT-W506 ca. 5000 S. (27 €), Trommeln in den Kartuschen integriert	Bildtrommeln ca. 48.000 S. (je 100 €), Resttonerbehälter ca 30.000 S. (26 €)
Tonerpreis pro ISO-Seite (XL-Kartusche)	17,36 Cent (3,04 Cent Schwarzanteil)	17,65 Cent (3,11 Cent Schwarzanteil)	14,60 Cent (2,34 Cent Schwarzanteil)	15,92 Cent (1,97 Cent Schwarzanteil)	11,91 Cent (1,97 Cent Schwarzanteil)	14,75 Cent (2,44 Cent Schwarzanteil)
Preise pro ISO-Farbseite inklusive Verbrauchsmaterial	18,37 Cent	17,65 Cent	14,60 Cent	16,88 Cent	12,45 Cent	15,46 Cent
Bewertungen						
Textdruck Sparmodus / beste Qualität	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Grafik / Foto	○ / ⊖	⊖ / ○	⊖ / ○	○ / ⊖	○ / ○	○ / ○
Mobil-Druck, Netzwerk	⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕
Blauer Engel (RAL-UZ 171)	✓	✓	✓	—	✓	✓
Herstellergarantie	3 Jahre (Send-in)	1 Jahr (Austausch)	2 Jahre (Send-in)	3 Jahre (Austausch)	1 Jahr (Vor-Ort)	2 Jahre (Send-in)
Gerätepreis (UVP / Straße)	249 € / 180 €	249 € / 220 €	245 € / 180 €	154 € / 130 €	420 € / 235 €	372 € / 220 €
Alternativmodelle	HL-3142CW (ohne autom. Duplexdruck), HL-3172CDW	Color LaserJet Pro M252n (ohne Duplexer und WLAN)	P5021cdn (ohne WLAN), P6021 (Vorgängermodell)	C321dn (langsamer, keine XL-Kartuschen)	CLP-415N (ohne Duplexer, nur Ethernet)	Phaser 6510V_N (ohne Duplexer)
¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe						



Eines für alles

Windows-Smartphone HP Elite x3 mit Desktop- und Notebook-Dockingstation

Mit dem Elite x3 will HP drei Geräte in einem vereinen: PC, Laptop und Smartphone. Deswegen gibt es zu diesem Windows-Smartphone nicht nur eine Dockingstation für den Schreibtisch, sondern auch ein ungewöhnliches Notebook-Dock, das Bildschirm und Tastatur für unterwegs mitbringt.

Von Alexander Spier

Ein Gerät für alles – das klingt unheimlich praktisch. Immer alle wichtigen Dokumente, Kontakte und Mails dabei haben, keine Daten mehr von Gerät A nach Gerät B verschieben oder Umwege über Cloud-Speicher nehmen müssen, denn die Arbeitsumgebung kommt einfach überall hin mit.

Was sich mit einem Windows-Laptop und einer Dockingstation für den Schreibtisch noch verwirklichen lässt, scheitert spätestens beim Smartphone: Kein mobiles Betriebssystem fügt sich nahtlos in andere Umgebungen ein. Apps fürs Mobilgerät sind auf dem PC nicht wirklich nutzbar und umgekehrt. Versuche wie Remix OS oder

das Ubuntu-Smartphone haben sich bislang ebenso wenig durchgesetzt wie erweiterbare Smartphones, etwa das PadFone von Asus oder das Atrix von Motorola.

HP geht mit dem Elite x3 einen ähnlichen Weg und stellt ein Smartphone mit Windows 10 Mobile in den Mittelpunkt. Zwar verkauft HP das x3 auch solo, doch beworben wird es hauptsächlich mit seinen ungewöhnlichen Erweiterungsmöglichkeiten. Während das „Desk Dock“ als USB-C-Dockingstation auf dem Schreibtisch sein Zuhause findet, verwandelt das „Lap Dock“ es in ein Notebook. Dabei wird das Smartphone nicht in das Notebook-Gehäuse gesteckt, sondern entwe-

der über ein USB-C-Kabel oder drahtlos per WLAN angebunden. Im Lap Dock selbst befinden sich 12,5-Zoll-Bildschirm, Tastatur und Akku – für die Rechenleistung ist das Smartphone zuständig.

Zusammen mit dem Desk Dock kostet das Smartphone im Handel 730 Euro und damit sogar 20 Euro weniger als ohne die Erweiterung – für die Station einzeln will HP 150 Euro. Für das Lap Dock werden 650 Euro fällig, mehr als für ein günstiges Notebook mit vollwertigem Windows.

Aufgrund des ARM-Prozessors starten keine klassischen Windows-Anwendungen auf dem Smartphone, da diese x86-Maschinencode nutzen. Nur die sogenannten Universal Apps laufen, doch das sind in der Regel Smartphone-Apps mit angepasster Desktop-Oberfläche. Ausgewachsene Windows-Programme wie das vollständige Microsoft Office oder Photoshop fehlen, und der Windows 10 Store fehlt auf dem Smartphone ebenfalls.

Mit seinem Cloud-Dienst „Workspace“ will HP das Problem umgehen: Desktop-Anwendungen laufen damit auf einem HP-Server, auf die das Smartphone dann per Remote-Sitzung über das Internet zugreift. Das geht ins Geld: Die Jahreslizenz für Workspace kostet mindestens 600 Euro, dafür können maximal 10 Anwendungen auf der virtuellen Maschine installiert werden. Eine unbegrenzte Anzahl von Apps kostet im Jahr 930 Euro pro Nutzer. Eine VPN-Anbindung an ein Firmennetzwerk kostet über 3000 Euro. Mit dem Workspace-Client auf eigene Maschinen zuzugreifen, ist nicht möglich.

Schnelles Smartphone

Bei allen ungewöhnlichen Erweiterungen, im Kern ist das Elite x3 ein Smartphone, das sich auch solo behaupten muss. Mit seinem 6-Zoll-Bildschirm fällt es ziemlich groß aus und mit fast 200 Gramm auch schwer. Es liegt mit den abgerundeten Gehäusekanten jedoch gut in der Hand. Die Verarbeitung ist hervorragend, die auffällig glänzende Chrom-Leiste aber etwas empfindlich: Auf der Rückseite machten sich bereits nach wenigen Tagen feine Kratzspuren breit.

Typisch für AMOLED-Bildschirme zeigt das Display knallige Farben und einen hervorragenden Kontrast. Die maximale Helligkeit von 360 cd/m² reicht für den Einsatz im Freien aus. Wegen der nicht weit genug herunterregelbaren Helligkeit blendet das Display im dunklen Schlafzimmer. Die Auflösung mit 2560 × 1440 Pixel sorgt für knackige Grafik und saubere

Schriftdarstellung; die Pentile-Matrix des Panels ist nicht zu erkennen.

Die Performance im Smartphone-Betrieb lässt nichts zu wünschen übrig, das Gerät ist schnell genug für alle Anwendungen, Apps werden flott geladen und Spiele laufen ohne Ruckler. Dank des Snapdragon 820 und 4 GByte RAM ist das Elite x3 das schnellste Windows-Smartphone bislang. Dank des großen Gehäuses gibt es reichlich Platz für den Akku. Üppig sind die Laufzeiten trotzdem nicht: 12 beziehungsweise 13 Stunden in unseren WLAN- und Video-Tests sind gut, aber ein ganzes Stück weg von den besten High-End-Geräten mit Android. Für knapp zwei Arbeitstage reicht der Akku dennoch. Nutzt man die beiden Docking-Möglichkeiten, spielt das ohnehin nur eine untergeordnete Rolle. Im Desktop-Dock ist das Gerät nach weniger als zwei Stunden voll geladen, dank Schnellladetechnik sind nach einer Stunde schon 80 Prozent erreicht.

Umfangreiche Ausstattung

Das Elite x3 kann mit zwei Nano-SIM-Karten bestückt werden, der zweite Slot lässt sich alternativ für eine MicroSDXC-Karte zur Speichererweiterung nutzen. Praktisch ist der Verzicht auf einen fummeligen Auswurfmechanismus, die Schublade kann ohne Werkzeug entnommen werden.

Die rückwärtige Kamera macht ansehnliche Bilder. Draußen und bei ausreichender Innenbeleuchtung überzeugen die natürlichen Farben und eine gute Detailwiedergabe. Mit den Top-Kameras kann das Elite x3 nicht mithalten, denn besonders bei wenig Licht nimmt das Rauschen stark zu und Details gehen verloren. Die oft zu lange Auslösezeit nervt.

Die Lautsprecher auf der Vorderseite bieten gut verständlichen Stereoklang und können vergleichsweise laut ohne Verzerrungen aufspielen. An Bass mangelt es aber ebenso wie bei anderen Smartphones. Die Sprachqualität ist einwandfrei, Nebengeräusche werden mit Hilfe der drei Mikrofone gut herausgefiltert.

Außer mit dem schnell reagierenden Fingerabdruckscanner auf der Rückseite kann der Nutzer das Smartphone auch über einen Iris-Scanner an der Front entsperren. Das klappt erstaunlich zuverlässig, solange man die richtige Entfernung trifft, und lässt sich nicht mit simplen Tricks überlisten. Am Ende dauert der Vorgang aber länger als mit dem Fingerabdruck, besonders bei ungünstigen Lichtverhältnissen.

HP bewirbt das Gerät als robust und staub- sowie spritzwassergeschützt nach IP 67; zudem wurde darauf getestet, das es Stürze aus 1,2 Metern übersteht. Garantieren möchte der Hersteller beides allerdings nicht. Wasser- und Fallschäden deckt HP nur mit einem kostenpflichtigen „Care Pack“ ab, das über 80 Euro im ersten Jahr und 220 Euro für zwei Jahre kostet.

Desk-Lap-Phone

Grundlage des Elite-Konzepts ist die Continuum-Funktion von Windows 10 Mobile, die auch bei anderen Smartphone wie dem Lumia 950 zum Einsatz kommt [1]. Schließt man einen großen Monitor über den USB-C-Anschluss des Smartphones an, schaltet das System in den Desktop-Modus und ahmt Bedienung sowie Optik des ausgewachsenen Windows nach, inklusive Taskleiste und Startmenü. Viele Apps bieten mittlerweile eine darauf

Als Smartphone gibt das Elite x3 ein gutes Bild ab und muss sich auch vor der High-End-Konkurrenz nicht verstecken.





Dank Desk Dock, Windows Continuum und HP Workspace wird aus dem Smartphone ein veritabler PC-Ersatz.

angepasste Ansicht. Ist die Anwendung jedoch keine Universal-App, startet sie erst gar nicht in der Desktop-Ansicht und bleibt ausgegraut. Besonders Spiele für den großen Bildschirm sind bisher selten.

Das Telefon kann im Continuum-Modus als Eingabegerät am großen Bildschirm dienen und Touchpad sowie Tastatur emulieren. Richtig sinnvoll wird der Modus aber erst mit der Dockingstation, über die sich zusätzlich Maus, Tastatur und externer Speicher gleichzeitig anschließen

lassen. Das Desk Dock von HP bringt zwei herkömmliche USB-A- und einen USB-C-Anschluss mit, die jeweils USB-3.0-Geschwindigkeit erreichen. Dazu kommen ein Ethernet-Anschluss und ein Display-Port (bis 1920 × 1200 Auflösung) für den Bildschirm. Das chromglänzende Desk Dock bleibt dank hohem Gewicht und rutschhemmender Unterseite sicher auf seinem Platz, das Ein- und Ausstöpseln des Smartphones klappt reibungslos.

Entgegen der selbstbewussten Versprechen von HP und Microsoft: Vom vollständigen Desktop-Windows ist die mobile Version immer noch weit entfernt. So ist der Desktop vor allem Zierde, Verknüpfungen oder Dateien können dort nicht abgelegt werden. Echtes Multitasking bietet Continuum ebenfalls nicht, es gibt keine Möglichkeit, Apps nebeneinander in Fenstern zu öffnen. Anwendungen starten immer im Vollbild und werden im Hintergrund geparkt, sobald eine andere App läuft. Sind die Inhalte nicht mehr im Arbeitsspeicher, dauert der Start beim Aufruf aus der Taskleiste genauso lang wie der erste Start. Auf dem Smartphone darf zumindest eine weitere App parallel geöffnet sein, Telefonate oder WhatsApp unterbrechen also nicht die Arbeit auf dem großen Bildschirm.

Die verfügbaren Anwendungen fürs Smartphone sind abgespeckt, erfüllen aber zumindest alle grundlegenden Funktionen. Am besten macht das Microsoft selbst mit seinen vorinstallierten Office-Apps wie Word und Excel. Über den Umfang der Tablet-Apps für andere Plattformen gehen sie jedoch nicht hinaus. Die

Performance auf dem großen Bildschirm ist oft noch auffallend schwach. Die Mobil-Version des Edge-Browsers baut komplexe Seiten behäbig auf und das Scrollen hakt mitunter deutlich.

Auch bei der Eingabe in Word waren leichte Verzögerungen zu sehen, bis ein Buchstabe auf dem Schirm erschien. Je schneller wir tippten, desto geschmeidiger wurde die Ausgabe. Offenbar reduzierte Windows den Takt des Prozessors, sobald weniger Last anlag. Auch im Startmenü gab es hin und wieder kurze Denkpausen, bis die Eingabe ausgeführt wurde, was gelegentlich zu Doppelbedienungen führte.

Arbeiten kann man mit dem System so aber durchaus, für viele Aufgaben braucht man weder mehr Leistung noch mehr Funktionen. Vergleichbar ist das etwa mit den lahmen Atom-Prozessoren in vielen billigen Windows-Netbooks und -Tablets. Sobald es in Richtung Bildbearbeitung oder komplexere Produktiv-Software geht, mangelt es allerdings schlicht am Angebot für Windows 10 Mobile.

Lap Dock

Äußerlich ist das Lap Dock von einem herkömmlichen flachen Notebook nicht zu unterscheiden. Mit 14 Millimetern Dicke und knapp 1,1 Kilogramm fallen auch die Maße nicht wesentlich anders aus. Aufgeklappt gefallen die schmalen Ränder ums matte 12,5-Zoll-Display. Das ist mit Full-HD-Auflösung scharf genug und mit 300 cd/m² maximaler Helligkeit auch im Freien gut ablesbar. Es wirkt durch den niedrigen Kontrastwert allerdings etwas blass. Speziell wenn das Smartphone daneben liegt, fallen die flauerer Farben deutlich auf. Das Lap Dock lässt sich rund 150 Grad weit öffnen, einen Touchscreen hat es nicht.

Der Micro-HDMI-Port an der Seite steuert ein weiteres Display. Darauf werden allerdings nur die Inhalte des Notebook-Schirms gespiegelt, zusätzliche Arbeitsfläche gewinnt man nicht. Zwei USB-C-Anschlüsse dienen zum Verbinden von Peripherie und zum Laden des Lap Dock, am dritten wird das Smartphone angedockt und geladen.

Auf der Tastatur mit zweistufiger Hintergrundbeleuchtung tippt es sich angenehm: Der Druckpunkt ist deutlich und die Tasten klappern kaum. Bisher gibt es das Lap Dock allerdings nur mit amerikanischem Layout. Das Touchpad arbeitet insgesamt recht träge und reagiert nur in den beiden äußeren unteren Ecken auf Klicks. Häufig muss man deswegen nach-



Das Lap Dock bringt fast alles mit, was ein Notebook braucht – die Rechenpower liefert aber das Smartphone.

fassen – das simulierte Touchpad auf dem Smartphone ist da deutlich angenehmer.

Ungefähre Auskunft über den Akkustand gibt eine LED-Anzeige an der Seite des Geräts. Windows selbst weiß nicht, wann der Akku zu Ende geht und warnt nicht vor dem Abschalten. Apps und Daten bleiben aber auf dem Smartphone gespeichert. Das Lap Dock hält länger als viele Notebooks, knapp 7 Stunden im Videotest mit Kabelverbindung zum Smartphone. Dessen Akku war zum Schluss noch drei viertel gefüllt, was für einen Tag Benutzung ausreicht.

Drahtlos verbinden sich Smartphone und Lap Dock über Wifi Direct. Der Unterschied zur Kabelanbindung ist deutlich sichtbar: Die Oberfläche ist pixeliger und Eingaben werden zögerlicher angenommen. Je nach Signalqualität und Interferenzen läuft die Bedienung besser oder schlechter, hin und wieder tauchen Kompressionsartefakte auf. Bei drahtloser Verbindung funktionieren die USB-Anschlüsse nur eingeschränkt. So werden Eingabegeräte unterstützt, aber keine Datenträger.

Hakelig gestaltete sich der häufige Wechsel zwischen Desk Dock, Lap Dock und Smartphone. Während das Desk Dock meist zuverlässig den Continuum-Modus auslöst, zeigte das Lap Dock bei Kabelverbindung häufiger einfach kein Bild mehr, bis das Smartphone neu gestartet wurde. Die kabellose Verbindung klappt zwar meistens, musste aber immer manuell initiiert werden, wenn sie etwa im Standby verloren ging.

Hakender Workspace

HP Workspace soll die Lücke zwischen den Windows-Mobile- und den Desktop-Anwendungen überbrücken. Wirklich alltagstauglich wirkt die Lösung allerdings nicht. So dauerte es regelmäßig mehrere Minuten, bis die Verbindung zum HP-Server stand und die gewählte Anwendung einsatzfähig war. Während die Anwendungsübersicht nach dem Einloggen schnell da war, starteten die eigentlichen Sessions mit dem gewählten Programm nur sehr langsam. Zudem verlangten die Office-Apps nach jedem Neustart der Workspace-Sitzung eine Aktivierung.

Der Verbindungsaufbau scheiterte regelmäßig mit einer wenig aussagekräftigen Fehlermeldung. Wenn die Verbindung endlich stand und die Anwendung lief, hatte Workspace hin und wieder Schluckauf. Trotz unserer stabilen Internetverbindung verlor die App häufiger die Verbindung zum Server, ein Klick auf „Reconnect“ hat-

te keine Wirkung. Teilweise gingen dabei nicht gespeicherte Inhalte verloren, weil das Fortsetzen der Session nicht klappte.

Bleibt die Verbindung zum HP-Server bestehen, ist der Vorsprung der Desktop-Anwendungen nicht von der Hand zu weisen. Die Verzögerung der Eingabe durch die Bildübertragung ist in den Office-Apps gering und auch sonst gibt es an der Performance wenig zu kritisieren. Auch das mögliche Multitasking hebt Workspace vom Smartphone-Windows ab: Anwendungen laufen im Hintergrund weiter und sind schneller wieder da. Surfen über den Browser oder darin Videos anschauen macht wegen der niedrigen Framerate (15 fps) allerdings wenig Spaß.

Der Datenaustausch erfolgt bevorzugt über OneDrive, Dropbox oder Box, die als Laufwerke in das System eingebunden werden können. Die Daten können auch in der virtuellen Maschine gespeichert werden. Um Dokumente vom Smartphone zu bearbeiten, müssen diese erst umständlich hochgeladen werden, zum Speichern auf dem Gerät müssen sie in einen speziellen Ordner geschoben werden. Ohne Cloud und umständliches Synchronisieren kommt das Elite x3 dann doch nicht aus, wenn man Desktop-Anwendungen braucht.

Fazit

HP geht mit dem Elite x3 ungewöhnliche Wege, mit denen man sich von den ausgetretenen Pfaden der High-End-Smartphones fernhält. Das Smartphone selbst ist aus Hardware-Sicht gelungen und kann mit seiner umfangreichen Ausstattung und dem schicken Display punkten. Einmal verbunden, klappt das Arbeiten im Desktop-Betrieb dank der guten Dockingstation am Schreibtisch problemlos, und auch das Lap Dock hinterlässt insgesamt einen ordentlichen Eindruck mit leichten Schwächen beim Touchpad.

Überzeugen kann das Gesamtpaket trotzdem nicht. So flott der Prozessor prinzipiell im Smartphone-Betrieb sein mag, so schnell gerät er im Desktop-Modus an seine Grenzen. Bereits im Browser wird die Bedienung zäh. Dazu kommen immer wieder Hakler und kleine Verzögerungen beim Arbeiten, weil Windows den Prozessor aggressiv Strom sparen lässt. Beim Wechsel zwischen den verschiedenen Zuständen geht zu oft etwas schief, regelmäßige Neustarts sind die Folge.

Zudem krankt das Konzept an der Software. Die vorinstallierten Office-Anwendungen reichen für unterwegs meist

noch aus, doch nachrüsten lässt sich aus der Windows-Welt nichts. Desktop-Anwendungen über die HP-Cloud auszuführen, ist eine teure Notlösung. Zwar funktioniert das System bei stabiler Internetverbindung einigermaßen, doch spätestens wenn die unterwegs ausfällt, schaut man in die Röhre.

HP kommt mit dem Elite x3 schlicht zum falschen Zeitpunkt heraus: Intel stellt keine Smartphone-CPU mehr her, Microsoft hat den deswegen notwendigen ARM-Emulator für sein Desktop-Windows noch nicht fertig. Erst dann wird aus einem interessanten Konzept möglicherweise eine echte Alternative zu herkömmlichen Geräte-Kombinationen. (asp@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hannes A. Czerulla, PC-Imitat, Microsoft Continuum und Display Dock, c't 3/16, S. 60

HP Elite x3 mit Desk Dock	
Smartphone mit Dockingstation	
Betriebssystem / Version	Windows 10 Mobile / 1607
mitgeliefertes Zubehör	Desktop-Dock, USB-C-Kabel, USB-C-Netzteil (10 Watt), Dock-Netzteil (45 Watt), Headset
Prozessor / Kerne × Takt	Qualcomm Snapdragon 820 / 2 × 2,2 GHz, 2 × 1,6 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 530
RAM / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 64 GByte (53,3 GByte)
Wechselspeicher	✓ (MicroSDXC)
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
mobile Datenverbindung ¹	LTE (600 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Dual-SIM / mit SD-Karte nutzbar	✓ / –
Bluetooth / NFC / GPS	4.0 / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Gyrosensor	✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar / schnellladen	4150 mAh (16 Wh) / ✓ / ✓ (QC 3.0, USB-PD)
Abmessungen (H × B × T)	16,2 cm × 8,4 cm × 0,8 cm
Gewicht	195 g
Kamera	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	4608 × 3456 (15,9 MPixel) / 3840 × 2160
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	3872 × 2178 / 1920 × 1080
Display-Messungen	
Technik / Größe (Diagonale)	OLED (AMOLED) / 13,2 cm × 7,4 cm (6 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2560 × 1440 Pixel (493 dpi) / 16:9
Helligkeit / Ausleuchtung	30 ... 361 cd/m² / 95 %
Kontrast / Farbraum	>10.000:1 / fast AdobeRGB
Laufzeit und Preis	
Laufzeit ² Video-Wiedergabe / Spiele / Surfen WLAN	12 h / 3,4 h / 12,9 h
Garantie	ein Jahr
Straßenpreis	730 € (750 € ohne Dock)
¹ Herstellerangabe ² bei einer Helligkeit von 200 cd/m² gemessen	

Texterkenner lernt PDF

OCR-Spezialist Abbyy FineReader bearbeitet jetzt auch PDF-Dokumente

Abbyys Texterkennung kann mehr, als Dokumente in bearbeitbare Office-Dateien zu verwandeln: Mit FineReader 14 lassen sich PDFs editieren und Dokumente unterschiedlicher Dateiformate miteinander vergleichen.

Von Anke Poimann und Andrea Trinkwalder

Der Umfang von Abbyy FineReader 14 ist deutlich gewachsen: Zusätzlich zur Texterkennung sind jetzt alle Funktionen der Software PDF Transformer+ Bestandteil des Programms. In der von uns getesteten Corporate-Version lassen sich außerdem Schriftstücke – auch unterschiedlichen Dateiformats – miteinander vergleichen.

Im übersichtlichen Startbildschirm wählt der Anwender zwischen Öffnen, Scannen und Vergleichen. Die moderne Ribbon-Oberfläche zeigt alle wichtigen Funktionen.

Sprachgenie

In Abbyy FineReader verläuft die Zeichenerkennung (OCR, Optical Character Recognition) in drei Schritten: Öffnen des Dokuments, automatische Layout-Analyse, Zeichenerkennung. Eine saubere Vorlage, mit mindestens 300 dpi gescannt, liefert das beste Ergebnis. Schwieriger wird es bei zerknitterten Dokumenten oder solchen mit Flecken. Immer häufiger kommt zudem das Smartphone als Quelle zum Einsatz. Wer für gute Ausleuchtung und ein ruhiges Händchen sorgt, der wird auch mit unterwegs fotografierten Vorlagen verwertbare Ergebnisse erzielen.

Richtig spannend wird es bei leicht verwackelten Schnappschüssen mit verzerrter Perspektive. Hier lässt sich die Erkennungsqualität mit den Werkzeugen zur Vorabbildbearbeitung verbessern. In un-

serem Test haben wir die Infotafel eines Klosters ins Rennen geschickt: Weiße Schrift auf blauem Hintergrund und verzerrte Perspektive brachten im ersten Durchlauf völlig unbrauchbare Ergebnisse. Nachdem wir die Perspektive korrigiert und die Farben invertiert hatten, waren nur noch vergleichsweise wenig Nacharbeiten am Erkennungsergebnis nötig.

Das Programm ermittelt die Sprache der Vorlage selbstständig. Wer sie lieber manuell einstellt, wählt sie aus den 192 verfügbaren Sprachen aus. Unter ihnen befinden sich auch Sonderformen wie Esperanto, Java oder C/C++.

Die Layout-Analyse identifizierte im Test wesentliche Bestandteile wie Textspalten, Überschriften, Tabellen, Listen, Grafiken oder Kopf- und Fußzeilen zuverlässig und setzte sie sauber in Office-Formate um. Sollte es an der ein oder anderen Stelle hapern, bessert man von Hand nach. Irrelevante Bereiche lassen sich von der Erkennung ausschließen.

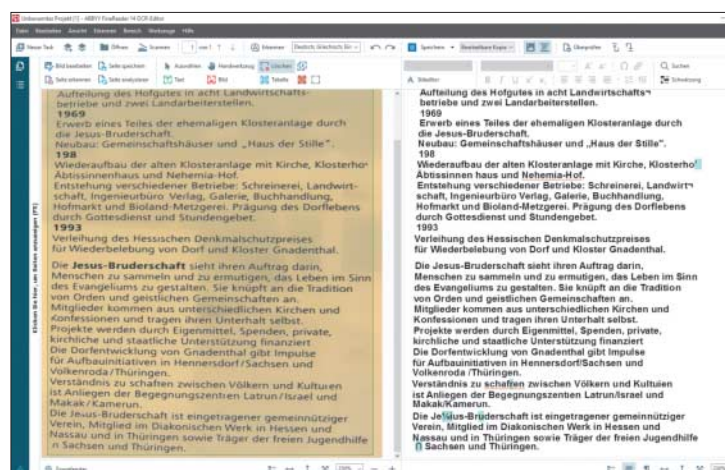
Im Test erkannte Abbyy FineReader sogar einen dreispaltig gesetzten Text mit umflossenen Bildern, ohne Layout und Textfluss zu zerstören. FineReader liegt hier deutlich vor Acrobat, Foxit oder Nuance, insbesondere weil er die deut-

sche Silbentrennung berücksichtigt. Sollte die erkannte Reihenfolge der Absätze nicht stimmen, lässt sich das einfach zu-
rechtrücken: Man klickt im Original die Textblöcke in der gewünschten Reihenfolge an und lässt den Text anschließend neu einlesen.

Das Programm speichert Dokumente entweder in editierbaren Office-Formaten wie DOC(X), XLS(X), RTF und ODT, als PDF und PDF/A sowie in Bild-Formaten wie BMP, JPG, PNG und TIFF. Zusätzlich kann man ein Dokument als EPUB sichern und so sein eigenes E-Book erstellen. Da dieses Format kein festes Seitenlayout kennt, wandelt FineReader 14 erkannte Fußnoten automatisch in verlinkte Endnoten um.

Leseschwierigkeiten

FineReader 12 erkannte lediglich simple chemische Formeln korrekt. Die aktuelle Version soll laut Hersteller auch mathematische Formeln richtig erkennen. Im Test funktionierte das für einzeilige Formeln zuverlässig, Brüche bereiteten dagegen Probleme: An ihrer Stelle erschien eine willkürliche Zeichenfolge, die mit dem Ausgangsmaterial nichts gemeinsam hatte. Sofern man die Formel selbst nicht



Das verzerrte Foto einer Infotafel war zunächst als Vorlage unbrauchbar. Nach der Vorabbildkorrektur ließ sich der Text beinahe fehlerfrei erkennen.

bearbeiten oder später durchsuchen möchte, gibt es einen Ausweg: Man zeichnet im Original an passender Stelle einen Bildbereich ein, sodass es als Bild im erkannten Dokument erscheint.

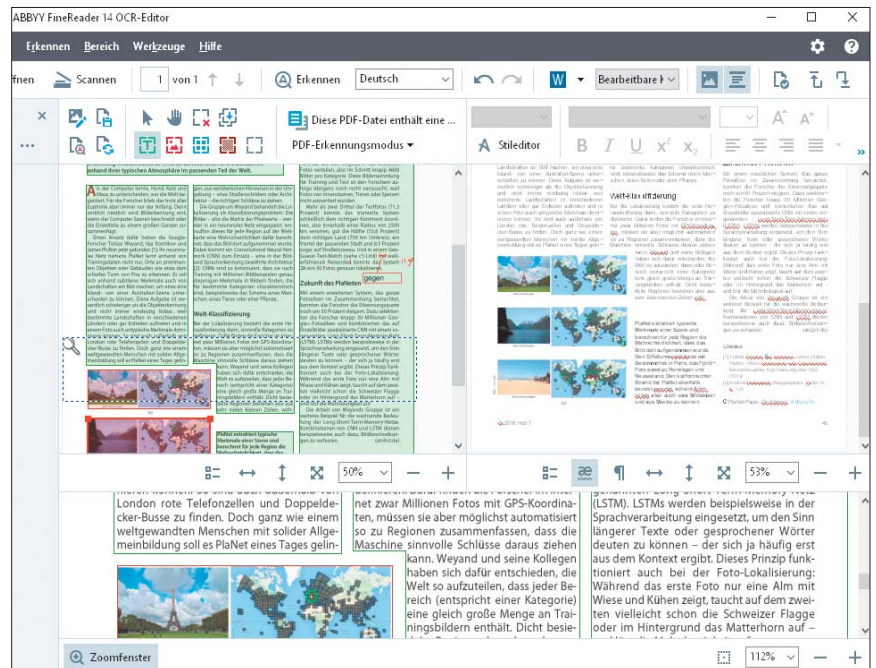
Mit kleinen Schriften hat das Programm keine Schwierigkeiten, mit handschriftlichen Notizen und Fraktur hingegen schon. In unserem Test erzielten wir bis 6 pt korrekte Ergebnisse. Per Textmarker hervorgehobene Passagen in gescannten Dokumenten erkannte FineReader zum Teil nicht korrekt – hier mussten wir nacharbeiten. Alternativ kann man mit der Vorabbildkorrektur Farbmarkierungen auf der Seite entfernen. Das funktioniert jedoch nur bei dunkler Schrift auf hellem Grund. Die Analyse komplizierter Tabellen-Layouts muss mitunter ebenfalls von Hand korrigiert werden.

OCR trifft PDF

Dank der Integration des PDF Transformer+ kann FineReader das Portable Document Format jetzt direkt öffnen und bearbeiten. Außerdem wandelt das Programm PDFs in Office-Formate, exportiert ausgewählte Inhalte, entfernt sensible Daten, hilft beim Ausfüllen von Formularen, bringt Kommentarfunktionen für Review-Prozesse mit und vergleicht Dokumente unabhängig von ihrem Format. Dabei versucht Abbyy die technischen Feinheiten der jeweiligen Formate weitgehend vom Anwender fernzuhalten: FineReader findet Stichwörter nicht nur in PDFs mit Textebene, sondern auch in Nur-Bild-PDFs, deren Seiten gescannt oder abfotografiert wurden. Der Anwender bekommt von dem Unterschied fast nichts mit: Gibt er einen Suchbegriff ein, wirft FineReader bei Bedarf im Hintergrund die Texterkennung an, markiert die Fundstellen im Dokument und listet sie in einer eigenen Leiste sauber mitsamt Kontext auf.

Original und Kopie

Der neu hinzugekommene Dokumentenvergleich ist praxistauglich realisiert. Über das Menü des Windows Explorer oder per Öffnen-Funktion lädt man zwei Dokumente, deren Inhalt FineReader unabhängig vom Format analysiert. Ergebnisse zeigt das Programm in einem Vergleichsfenster an. Sie lassen sich als Word-Datei oder als PDF speichern. Die Word-Datei listet Unterschiede in einer Tabelle auf. Wählt man die PDF-Ausgabe, kann man sich entscheiden, welches der beiden Dokumente als kommentierte Version gespeichert werden soll. So kann man Ori-



Auch PDF-Dokumente mit Spaltensatz und umflossenen Bildern analysiert FineReader per OCR – und macht sie in Office-Anwendungen bearbeitbar.

ginale aus Microsoft Office oder Open Office schnell mit ihren PDF-Pendants vergleichen. Erhält man beispielsweise einen unterschriebenen Vertrag zurück, lässt sich leicht prüfen, ob der Text Änderungen aufweist.

Geht es darum, PDFs in Office-Formate zu konvertieren oder Inhalte zu extrahieren, ist FineReader erste Wahl, weil die Layout-Erkennung PDF-Inhalte ebenso zuverlässig analysiert wie gescannte Dokumente – mitunter sogar ein wenig besser. Das direkte Bearbeiten von PDF-Inhalten beherrscht hingegen Acrobat besser, weil der FineReader-Editor Text nur zeilenweise rekonstruiert, während Acrobat mittlerweile ganze Spalten zu einer Einheit zusammenfasst.

Die Formular-Engine des FineReader ist ausbaufähig. Einfache Formulare mit Textfeldern, Checkboxes, Dropdown-Listen, Berechnungen oder interaktiven Schaltflächen ließen sich im Test problemlos ausfüllen und mitsamt Daten abspeichern. Hinterlegte Skripte ignorierte FineReader dagegen, ohne den Anwender darauf hinzuweisen.

Fazit

FineReader 14 liefert wie die Vorversionen sehr gute Ergebnisse in der OCR-Erkennung, sofern die Vorlagenqualität stimmt. Die Layout-Analyse arbeitet so akkurat, dass selbst mehrspaltig gesetzte Texte kor-

rekt erkannt werden. Einschränkungen gibt es bei der Erkennung von Frakturschriften, aufwendigen Tabellen-Layouts oder komplizierten Formeln. Dank der hinzugekommenen PDF-Funktionen und der Möglichkeit zum Dokumentenvergleich mausert sich das Programm zum Allround-Talent fürs Büro. Anders als mit Acrobat, Nuance Power PDF oder Foxit Phantom lassen sich keine PDF-Formulare erstellen.

Wer das Programm zunächst ausprobieren möchte, kann eine 30-Tage-Testversion herunterladen. Ärgern könnten sich diejenigen, denen die Funktionen des Abbyy PDF-Transformer+ ausreichen. Sie bekommen nur noch das Paket inklusive OCR und zahlen dafür einen höheren Preis. Wer ohnehin beide Produkte nutzt, spart nun. Neben der Corporate-Version gibt es eine Standard-Version ohne Möglichkeit zum Textvergleich. In der Enterprise-Version lassen sich mit dem Hot Folder Tool Dokumentenstapel automatisch verarbeiten. (apoi@ct.de/atr@ct.de) **ct**

30-Tage-Testversion: ct.de/ybeu

Abbyy FineReader 14	
OCR und PDF-Tool	
Hersteller	Abbyy, www.abbyy.com
Systemanforderungen	Windows ab 7, Windows Server ab 2008 R2
Preise	Standard 200 € (Upgrade 130 €), Corporate 300 € (Upgrade 200 €), Enterprise 500 € (Upgrade 330 €)

TV-Frühling

DVB-T2 HD startet in Deutschland



DVB-T2 HD startet	Seite 118
Receiver im Test	Seite 124
DVB-T2 HD am PC	Seite 130
TV-Aufnahmen schneiden	Seite 134

Am 29. März 2017 erfolgt in vielen Regionen Deutschlands die Umstellung auf DVB-T2 HD. Gleichzeitig endet dort die DVB-T-Ausstrahlung. Ein Blick auf die neue Technik, die erwarteten Verbesserungen – und die Fallstricke des neuen digitalen Antennenfernsehens.

Von Nico Jurran

Jetzt wird es ernst: Ende März geht der Testbetrieb des neuen terrestrischen Digitalfernsehens DVB-T2 HD in zahlreichen Ballungsgebieten (siehe Karte) in den Regelbetrieb über. Für rund drei Millionen Haushalte heißt es dann: Wer noch nicht von DVB-T auf den Nachfolger oder einen anderen Empfangsweg gewechselt hat, sieht buchstäblich schwarz. Doch selbst wer als DVB-T-Gucker nicht sofort betroffen ist, muss sich langfristig auf die Umstellung vorbereiten: Das Sendernetz wird bis Ende 2019 schrittweise für das gesamte Bundesgebiet ausgebaut, die bisherigen DVB-T-Kanäle werden im Gegenzug alle abgeschaltet.

Bei der Umstellung geht es um weit mehr als den Wechsel auf neue Frequenzen und die Ausstrahlung in High Definition (HDTV) statt Standardauflösung (SDTV). Darüber hinaus kommen das effizientere Übertragungsverfahren DVB-T2 und das bislang nur von UHDTV bekannte Kompressionsverfahren HEVC (High Efficiency Video Coding, H.265) zum Einsatz. Das Empfangsgerät muss also passende Tuner und Decoder eingebaut haben.

Während man mit einem brandneuen „4K“-Fernseher wegen des bei Ultra-HDTV genutzten HEVC-Codex gute Chancen hat, DVB-T2 HD ohne zusätzlichen externen Receiver direkt empfangen zu können, stecken nicht in allen älteren Fernsehern die nötigen Empfangsteile und Decoderchips. Ganz schlecht sieht es vor allem bei HD-TV's aus. Auf den DVB-T-Wechsel reagieren manche Hersteller erst bei Modellen dieses Jahres. Die Deutsche TV-Plattform hat eine Übersicht passender DVB-T2-HD-fähiger Empfänger auf ihrer Website veröffentlicht (siehe c't-

Link), diese ist aber keinesfalls vollständig. Ein DVB-T2-Logo am Fernseher garantiert den DVB-T2-HD-Empfang nicht: Das Übertragungsverfahren wird im Ausland auch ohne HEVC-Kodierung eingesetzt. Aktuelle DVB-T-Receiver lassen sich keinesfalls für DVB-T2 HD nutzen.

Nur bei Fernsehern und Receivern mit dem grünen DVB-T2-HD-Logo ist der

Empfang des neuen digitalen Antennenfernsehens garantiert – zumindest grundsätzlich. Mit der Einführung des unter Leitung der Freenet-Tochter Media Broadcast ausgestrahlten DVB-T2 HD findet jedoch ein weiterer Kurswechsel statt: Die Privatsender bekommt man über DVB-T2 HD nur noch zu sehen, wenn das Empfangsgerät ein Irdeto-Entschlüsselungs-Chip

DVB-T2-HD-Empfangsgebiete zum Start des Regelbetriebs am 29. März 2017

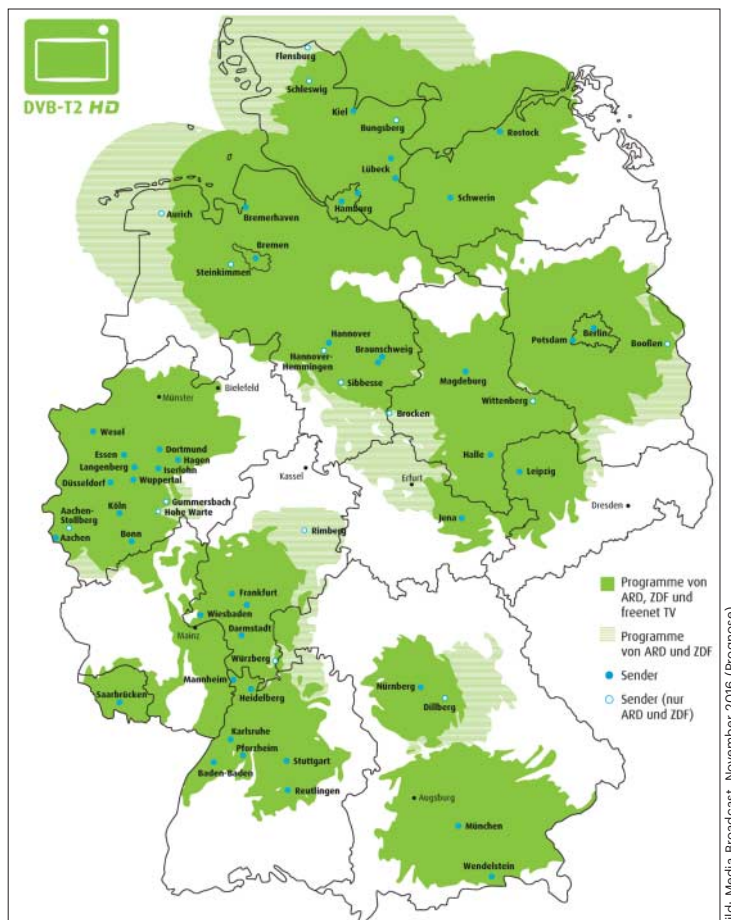


Bild: Media Broadcast, November 2016 (Prognose)

Alternative Empfangswege

DVB-T2 HD ist heute nur eine von vielen Möglichkeiten, Fernsehprogramme zu empfangen. Ebenso können TV-Signale über Satellit, Kabel oder den Internet-Anschluss ins eigene Heim gelangen – und zwar auf allen Wegen auch hochaufgelöst. Analogen TV-Empfang gibt es nur noch im Kabel – und auch dort sind dessen Tage gezählt: Nach den Plänen des Verbands deutscher Kabelnetzbetreiber ANGAs sollen die letzten Analogprogramme bis Ende 2018 abgeschaltet werden. Unitymedia will bereits im Juni in seinem Netz die Analog-Verbreitung beenden. Das ist nachvollziehbar: Jeder halbwegs moderne Fernseher ist mit einem DVB-C-Tuner ausgestattet, die Digitalisierungsquote liegt beim Kabelempfang inzwischen bei über 82 Prozent.

Für alle digitalen Empfangswege gilt, dass man – abgesehen von einer eventuell anfallenden Infrastrukturgebühr – die gebührenfinanzierten öffentlich-rechtlichen Sender in Standard- wie HD-Auflösung ohne zusätzliche Kosten unverschlüsselt empfängt. Die Privatsender bekommt man über Sat, Kabel und IPTV in SD ohne Extragebühr, der HD-Empfang ist wie bei DVB-T2 HD auch über Satellit, Kabel und IPTV kostenpflichtig.

Satellit

Beim TV-Empfang ist und bleibt für viele Deutsche die Satellitenübertragung (DVB-S/-S2) der Königsweg – weil hier keine Grundgebühren anfallen, die größte Sendervielfalt geboten wird und sich der Empfang auch auf der grünen Wiese realisieren lässt. Als problematisch empfinden viele Interessenten die für die Nutzung mit mehreren TVs nötige aufwendigere Empfangstechnik samt Sternverkabelung. Hier existieren zwar Lösungsansätze wie Unicable und Sat-IP, sie führen aber oft zu einer Einschränkung der Auswahl der Empfangsgeräte beziehungsweise sind in Mehrfamilienhäusern nicht ohne Weiteres nutzbar.

Wer Privatsender in HD sehen möchte, muss jährlich rund 70 Euro in

das Paket der Astra-Tochter HD+ investieren. Nur über Satellit bekommt man zudem alle Kanäle des Pay-TV-Anbieters Sky, inklusive UHD-TV-Übertragungen von Fußball-Bundesliga-Spielen.

Kabel

An zweiter Stelle steht in Deutschland der Kabelempfang (DVB-C) – für manche Nutzer gezwungenermaßen, da ihnen ihr Vermieter die Installation einer Satellitenanlage verbietet oder die Ka-

der DSL-Dose. Wählt man ein Angebot eines Telekommunikationsunternehmens wie der Deutschen Telekom, ist man aber nicht nur an dessen Netz gebunden, sondern auch nicht frei in der Wahl des Routers und der Settop-Box. Nur so können die Anbieter störungsfreien Empfang gewährleisten. Eine flexiblere Alternative sind Streaming-Dienste wie Zattoo und Magine TV, die die TV-Signale durchs Internet an den Zuschauer senden, der bei einem beliebigen DSL-Provider Kunde sein kann. Allerdings sind hier Aussetzer bei der Bildübertragung möglich, da die Dienste ja nicht die komplette Übertragungskette unter ihrer Kontrolle haben.

Ende 2016 startete mit „waipu.tv“ ein IPTV-Angebot, das mit fast jedem beliebigen Breitband-Internet-Anschluss funktioniert, aber die Verlässlichkeit und Qualität eines Kabelanschlusses bieten will. Erstes TV-Empfangsgerät in der Wohnung ist hierbei ein mit dem WLAN verbundenes Smartphone. Mit einer Wischbewegung übergibt man das Bild an einen Streaming-Client vom Typ Google Chromecast, der am TV hängt. Hinter dem Dienst steht die Exaring AG, an der der DVB-T2-HD-Betreiber Freenet mit rund 25 Prozent beteiligt ist.

Das Senderangebot hängt bei IPTV stark vom Anbieter ab: So kann das EntertainTV der Deutschen Telekom mit vielen Kabel-TV-Anbietern mithalten und umfasst auch Pay-TV-Kanäle von Sky, während etwa waipu.tv noch am Anfang steht. Die Verkabelung ist bei IPTV unproblematisch, zudem sind hier Online-Zusatzangebote wie der Fernzugriff über das Smartphone stets eingeschlossen. Allerdings muss bei IPTV für jeden Empfänger eine ausreichende Bandbreite zur Verfügung stehen – was vor allem in ländlichen Gebieten Fernsehen aus der DSL-Dose oft ausschließt. Zudem kann man in der Regel nicht auf einen direkten Empfang über den Fernseher wie bei den DVB-Varianten hoffen, sondern benötigt für jeden Fernseher eine separate Box.

Verteilung

der Übertragungswege

Kabel	17,47 Mio.
Satellit	17,69 Mio.
Terrestrisch	3,43 Mio.
IPTV	2,35 Mio.

Angaben bezogen auf Haushalte in Deutschland 2016; Mehrfachnennungen waren möglich.
(Quelle: Digitalisierungsbericht der Medienanstalten)

belgebühr gleich mit den Nebenkosten abknüpft. Da in einzelnen Regionen verschiedene Provider unterschiedliche Pakete anbieten, sind allgemeine Aussagen zur Kanalvielfalt und zu monatlichen Kosten für den Empfang der Privatsender in HD schwierig. Grundgebühren fallen aber auf jeden Fall an, auch wenn sie für Mieter eben nicht selten in den Nebenkosten inkludiert sind. Generell reicht das Senderangebot oft an Sat-TV heran und schließt auch Pay-TV-Sender ein, erreicht dessen Vielfalt aber nicht ganz. Punkten kann der Übertragungsweg mit einer einfachen Verkabelung mehrerer Empfangsgeräte.

IPTV und Web-TV

Seit einigen Jahren gibt es in Deutschland auch Fernsehen als Datenstrom aus

oder einen CI-Plus-Schacht hat, in dem ein gültiges „Freenet TV“-Modul steckt. Der Empfang kostet 69 Euro im Jahr.

Eine unverschlüsselte Ausstrahlung der Privatsender (in SD) gibt es über DVB-T2 HD nicht mehr, frei empfangbar sind nur die gebührenfinanzierten öffentlich-rechtlichen Sender. Es ist demnach der erste Empfangsweg, über den man kein echtes Free-TV mehr bekommt. Die Gefahr ist hoch, dass es sich hierbei um einen Testballon handelt – und in wenigen Jahren der gebührenfreie TV-Empfang komplett abgeschafft wird (siehe auch Kommentar „Free-TV ist todgeweiht“).

Volles HD

Versüßt wird der Umstieg auf DVB-T2 HD den Kunden unter anderem mit einer gegenüber DVB-T deutlich höheren Zahl an TV-Sendern (siehe Tabelle), die über eine einfache Stabantenne empfangbar sind,

und einer verstärkten Verknüpfung von TV und Internetangeboten (siehe S. 124). Vor allem aber sind über das neue Antennenfernsehen erstmals öffentlich-rechtliche wie private Sender im „Full HD“-Format 1080p50 mit 50 Vollbildern pro Sekunde in einer Auflösung von 1920×1080 Pixeln zu empfangen – womit die skurrile Situation entsteht, dass ausgerechnet der bislang eher stiefmütterlich behandelte Empfangsweg über Antenne künftig theoretisch das beste TV-Bild bietet.

Um die Vorteile von 1080p50 zu verstehen, muss man sich bewusst machen, dass die Privatsender-Ketten ProSiebenSat.1 und RTL ihre HDTV-Kanäle bislang zwar mit 1920×1080 Bildpunkten ausstrahlen, aber nur mit 50 Halbbildern pro Sekunde (1080i). Diese müssen im Empfangsgerät zusammengesetzt werden. Bei Spielfilmen ist dies unproblematisch, da sie üblicherweise mit nur 24 Bildern pro

Sekunde produziert sind und sich daher nach einer Beschleunigung auf 25 fps (Speedup) in zwei zeitlich nicht voneinander getrennte Halbbilder teilen und so aussenden lassen (1080PsF25). Der Videoprozessor im TV oder Receiver kann sie am Ende wieder sauber zu 25 Vollbildern in der Sekunde zusammenfügen. Bei Videoproduktionen (1080i50) gibt es jedoch einen zeitlichen Abstand von je $1/50$ Sekunde zwischen den Halbbildern, der bei schnellen Bewegungen zu sichtbaren Deinterlacing-Artefakten führen kann.

Die Öffentlich-Rechtlichen senden wiederum in 720p50 und somit mit 50 Vollbildern pro Sekunde (progressive), dafür aber in der kleineren HDTV-Auflösung von nur 1280×720 Pixeln. Der Videochip im Fernseher muss die TV-Bilder daher zwar nicht zusammensetzen, aber auf die Panelauflösung des Fernsehers hochrechnen.

Anzeige

Programmbelegung DVB-T2 HD 

Erste Stufe DVB-T2 HD (seit 31. Mai 2016)

Regelbetrieb DVB-T2 HD (ab 29. März 2017)

ARD und ZDF (frei empfangbar)	freenet TV*
  	  
  	  
  	  
	  
	 
Regional zusätzlich:	Zusätzlich frei empfangbar:
  	
  	
  	
	

* noch unvollständig

Bild: Media Broadcast

Über DVB-T2 HD werden sich wesentlich mehr Programme empfangen lassen als über DVB-T. Einige Sender sind allerdings verschlüsselt. Für deren Empfang fallen Extrakosten an.


stark runtergeschraubt wird. Genau das könnte Media Broadcast aber machen, um möglichst viele Kanäle zu übertragen.

Bei unseren Sichttests in der Testphase machte DVB-T2 HD tatsächlich eine gute Figur: Die in 1080p ausgelieferten Bilder sahen genauso gut aus wie die über DVB-C und DVB-S2, in einigen Fällen sogar besser – auch wenn keine Welten dazwischenlagen. Nun wird man schauen müssen, was im Regelbetrieb davon übrig bleibt, wenn alle Kanäle eingespeist werden.

Die ARD geht bei der Audioübertragung über DVB-T2 HD einen Sonderweg: Während die übrigen Sender bei DVB-T2 HD beim Kompressionsverfahrens auf das zu Dolby Digital abwärtskompatible Dolby Digital Plus setzen, will die ARD im Regelbetrieb HE-AAC (MPEG-4 High Efficiency Advanced Audio Coding) alias AAC Plus nutzen – ein Format, das aktuelle Audio/Video-Receiver nicht verarbeiten können. Als Mindestvoraussetzung für in Deutschland vertriebene Receiver ist daher vorgesehen, dass DVB-T2-HD-Receiver HE-AAC-kodierten Stereoton (sogenanntes „HE-AAC Level 2“) wie Mehrkanalton (HE-AAC Level 4) in Dolby Digital oder das ebenfalls weitverbreitete DTS umwandeln und so über HDMI oder SPDIF ausgeben können. Ebenso müssen sie einen Downmix auf Stereo-PCM beherrschen für Fernseher, die mit Dolby Digital und DTS nichts anfangen können.

Qual der Wahl

Für alle, die dem digitalen Antennenfernsehen treu bleiben wollen, haben wir uns ab Seite 124 Receiver für DVB-T2 HD angeschaut. Einen Blick auf den Bericht ab Seite 130 sollte werfen, wer bislang DVB-T am Rechner empfangen hat und bei diesem Empfangsweg bleiben möchte – oder wer sich überlegt, bei DVB-T2 HD erstmals davon Gebrauch zu machen.

Allerdings dürfte nicht jeder bisherige DVB-T-Nutzer den Umstieg auf DVB-T2 HD mitmachen – wegen der Kosten für die technische Umrüstung oder weil er nicht bereit ist, für die werbefinanzierten Privatsender eine zusätzliche Gebühr zu zahlen. Tatsächlich gibt es in Deutschland eine ganze Reihe von Alternativen, die wir im Kasten „Alternative Empfangswege“ zusammengefasst haben. (nij@ct.de) 

Liste DVB-T2-HD-Empfänger: ct.de/yfxb

Das bei DVB-T2 HD genutzte Format 1080p50, das die höhere HDTV-Auflösung mit der Vollbild-Übertragung kombiniert, wäre auf jeden Fall ein klarer Fortschritt, wenn Sendungen so produziert, verarbeitet und ausgestrahlt würden. Auf Nachfrage erklärten RTL, ProSiebenSat.1 und ZDF gegenüber c't allerdings, erst einmal an den bisherigen Produktionsstandards festhalten zu wollen.

Sendeformate

Das ZDF teilte nur mit, man strebe an, „irgendwann auch nativ produzierte 1080p50-Beiträge zur Ausstrahlung zu bringen“. Wie es beim Ausbau der Infrastruktur weitergeht, sei aber noch nicht entschieden. RTL erklärte nur, die Ausstrahlung in 1080p50 bedeute, dass man „perspektivisch die eine oder andere Produktionsstufe in 1080p50 umbauen“ könne. Ob und wann dies bei der Sendergruppe geschieht, blieb offen. Von ProSiebenSat.1 kam immerhin die klare Ansage, man überspringe 1080p50 als Produktionsstufe und wechsle zur passenden Zeit gleich auf Ultra-HDTV.

Also alles nur heiße Luft? Nicht unbedingt: Für DVB-T2 HD sollen professionelle Studiogeräte die 1080i-Halbbilder der Privaten vor der Ausstrahlung zusammensetzen – nah an der Quelle. Da sie dies wesentlich besser können als die Videopro-

zessoren in den Empfangsgeräten, dürften sich störende Bildartefakte deutlich reduzieren – zumindest bei Sequenzen mit schnellen Bewegungen. Das ZDF bringt wiederum vor, dass professionelle Upscaler das Bild vor der 1080p50-Ausstrahlung über DVB-T2 HD besser von 720p50 hochrechnen als die Upscaler in den Empfangsgeräten. Auch das stimmt – wobei anzumerken ist, dass 1080i-Material eventuell erst auf 720p heruntergerechnet wird, um es dann wieder hochzurechnen.

Die ARD ist ein Sonderfall, da ihre einzelne Regionalsender so unterschiedlich ausgerüstet sind, dass sich bis zum Redaktionsschluss nicht klären ließ, wie bei dem Senderverbund letztlich das 1080p-Signal zustande kommt. Ein offenes Geheimnis ist, dass auch die ARD-Sender seit einiger Zeit 1080i als Produktionsformat nutzen. Ob man natives oder durch Deinterlacing entstandenes 1080p bekommt, könnte davon abhängen, in welcher Region Deutschlands man DVB-T2 HD empfängt.

Die Sender führen als Argument für DVB-T2 HD auch gerne das Kompressionsverfahren HEVC ins Feld, das effizienter arbeitet als der bei HDTV-Ausstrahlungen über DVB-S2 und DVB-C verwendete H.264-Codec. Dieses Argument ist mit Vorsicht zu genießen: Die höhere Effizienz schlägt sich nur in einem besseren Bild nieder, wenn die Datenrate nicht zu

Free-TV ist todgeweiht



Nico Jurran

Als der Satellitenbetreiber Astra Ende 2009 über eine Tochtergesellschaft die HD-Kanäle der Privatsender zum „HD+“-Paket schnürte, dieses verschlüsselte und fortan nur noch gegen Gebühr zugänglich machte, waren sich fast alle Foren-Kommentatoren einig, dass das Pay-TV-Modell zum schnellen Scheitern verurteilt sei. Schließlich würde niemand für werbefinanziertes Fernsehen extra zahlen. Gut sieben Jahre später wissen wir es besser: HD+ meldet zum Jahresende 2016 rund 2,1 Millionen Kunden – ein Anstieg von 15 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Hinzu kamen rund 850.000 Nutzer in der kostenlosen Testphase, die etwa Receiver-Käufern gewährt wird.

Nun können HD+-Kritiker zur Recht darauf hinweisen, dass die Mehrheit der Sat-TV-Zuschauer bislang nicht bereit ist, für den Empfang privater werbefinanzierter TV-Programme zu zahlen: 2,1 Millionen HD+ Kunden entsprechen bei rund 17,7 Millionen Satellitenhaushalten in Deutschland einem Anteil von gerade einmal knapp 12 Prozent. Aber darauf kommt es nicht an. HD+ war vielmehr nur der erste Nagel im Free-TV-Sarg, das kostenpflichtige „Freenet TV“-Paket von DVB-T2 HD ist der nächste. Erstmals gibt es einen Empfangsweg, über den man keine Privatsender mehr frei empfangen kann – auch nicht in Standardauflösung, auch nicht analog. Ein Aufschrei unter den Zuschauern blieb bislang aus – ein Zeichen, dass Pay-TV für uns immer mehr zur Norm wird. Dazu passt, dass die Betreiber von HD+ damit rechnen, durch die Abschaltung von DVB-T weitere Kunden zu gewinnen.

Auch Freenet TV wird nur eine Zwischenstation bleiben: In wenigen Jahren dürfte eine große Diskussion um Ultra-HDTV einsetzen – bei der dann die alten SD-Kanäle endgültig ins Visier genommen werden. Ich habe sogar schon einen Tipp, wann es so weit sein könnte: 2023 – dann läuft nämlich die 10-jährige Vereinbarung zwischen dem Bundeskartellamt und den Privatsender-Gruppen ProSiebenSat1 und RTL aus, in der die unverschlüsselte Einspeisung der Privatsender in SD über Kabel, Satellit und IPTV festgelegt wurde. Und ich wette, dass bis dahin genug Zuschauer bereit sind, für RTL, Pro Sieben & Co. zu zahlen, um das private Free-TV endgültig zu beerdigen.

Anzeige



Full HD auf den Schirm

15 Receiver für DVB-T2 HD im Test

Wenn DVB-T Ende März abgeschaltet wird, soll es als hochauflösendes Antennenfernsehen DVB-T2 HD wieder auferstehen. Davon profitieren allerdings nur Zuschauer mit einem passenden Empfangsgerät. Wir haben uns 15 DVB-T2-HD-Receiver genauer angesehen.

Von Ulrike Kuhlmann

Die Zeit wird knapp: Das bisherige DVB-T-Signal wird zum 29. März abgeschaltet und durch die hochauflösende Variante DVB-T2 HD ersetzt.

Diese Änderung hat für sehr viele DVB-T-Zuschauer heftige Folgen: Ihr

Fernseher kann das neue TV-Signal nicht empfangen und wird deshalb ab Ende März schwarz bleiben. Also muss entweder ein neuer Fernseher her – was vielen zu teuer sein dürfte – oder ein neuer Receiver, der die hochauflösten TV-Signale auf den vorhandenen Fernsehschirm bringt.

Neue Sender, neues Glück

Ob Ihr Fernseher im Wohnzimmer das hochauflösende Antennenfernsehen DVB-T2 HD empfangen kann, lässt sich mit einem Sendersuchlauf herausfinden, bei dem nur die DVB-T-Antenne am Receiver steckt: Werden dabei auch HD-Programme gefunden, können Sie an dieser Stelle aufhören zu lesen. Dann beherrscht Ihr

Fernseher DVB-T2 HD und Sie brauchen allenfalls noch ein CI+-Modul, um nach dem 29. März auch die privaten Sender per DVB-T2 HD empfangen zu können.

Falls die Sendersuche keine neuen Programme identifiziert, die ein „HD“ im Namen tragen, können Sie Ihr TV-Gerät mit einem passenden Receiver nachrüsten. Wir haben 15 solcher DVB-T2-HD-Receiver getestet.

Die externen TV-Receiver werden über HDMI mit dem Fernseher verbunden. Sie brauchen eine eigene Stromversorgung, zeigen sich aber recht genügsam – die Leistungsaufnahme im Betrieb lag bei fast allen Geräten dieses Tests unter 8 Watt. Die recht kleinen Kistchen kann man vor den Fernseher legen – dahinter

geht nur, wenn sich eine IR-Verlängerung anschließen lässt, damit man die Receiver mit ihrer Infrarot-Fernbedienung von vorn steuern kann. Das ist zugleich einer der Nachteile: Mit dem Kauf des Receivers liegt auf dem Tisch ein weiterer schwarzer Riegel.

Kostenpflichtige Privatsender

Geräte, die das hochauflösende TV-Signal per Stabantenne empfangen können, erkennt man am grünen Logo „DVB-T2 HD“. Das Logo signalisiert allerdings nicht, ob der Receiver auch die Privatsender von ProSiebenSat1 und der RTL-Gruppe wiedergeben kann.

Geräte mit eingebautem Irdeto-Chip zur Entschlüsselung der Privaten tragen selbst oder auf ihrer Verpackung den Schriftzug „freenet TV“; es zielt alle Receiver-Kartons dieses Tests. Die Freenet AG verwaltet die (kostenpflichtige) Entschlüsselung der Privatsender im Datenstrom des DVB-T2 HD-Signals. Für den TechniSat-Receiver Digit ISIO STC benötigt man – wie bei ausgewachsenen Fernsehern mit eingebautem DVB-T2-HD-Tuner – ein Freenet-TV-Modul für den CI-Schacht. Das Modul gibt es für 79 Euro in Elektronikmärkten oder im Online-Handel. Man braucht aber keine zusätzliche Smartcard – die gibt es für DVB-T2 HD gar nicht. Etwaige Kartenslots in den DVB-T2-HD-Receivern sind deshalb funktionslos.

Die Aktivierung erfolgt in einem anonymisierten Verfahren: Man kauft eine Guthabekarte und schaltet die Privaten mit der darauf gedruckten PIN und der Identifikationsnummer des jeweiligen Freenet-TV-fähigen Receivers oder CI+-Moduls online bei Freenet frei. Das Verfahren ähnelt dem bei Prepaid-Mobilitäts-telefonen – mit dem Unterschied, dass Freenet derzeit nur Jahresverträge für 69 Euro anbietet. Die öffentlich-rechtlichen Sender werden weiterhin unverschlüsselt ausgestrahlt und sind ohne Modul und ohne zusätzliche Kosten empfangbar.

HbbTV-Technik

Der Videodienst HbbTV (Hybrid broadcast broadband TV) verknüpft Rundfunk- und Internet-Inhalte über die rote Taste auf der TV-Fernbedienung. Diese Ver-

knüpfung soll zum elementaren Bestandteil des digitalerterrestrischen TV-Angebots werden. Das merkt man spätestens beim Sendersuchlauf: Unabhängig davon, ob die Receiver das Videostreaming beherrschen oder nicht, hieven sie sämtliche im DVB-T2-Datenstrom verfügbaren Internet-Dienste in ihre Senderlisten. Receiver ohne ordentlich sortierbare Favoritenliste, in der nur die tatsächlich unterstützten Sender auftauchen, lassen sich deshalb kaum bedienen.



Technisch werden die HTML-Streams im Rundfunksignal über eine ID-Tabelle als TV-Sender eingefügt. Der vermeintliche TV-Sender enthält nur eine URL, die auf eine für die Darstellung am TV aufbereitete HTML-Seite verweist.

Ein Klick auf die Fernbedienung holt die hinterlegte HTML-Seite auf den TV-Schirm. So werden beispielsweise die Mediatheken von ARD und ZDF eingebunden – man kann sie jederzeit beim Schauen des jeweiligen Programms über die rote Taste abrufen.

Die Bedeutung von HbbTV wird in Zukunft wachsen: Die dritten Programme sollen per DVB-T2 HD künftig nicht mehr bundesweit ausgestrahlt werden. Dann gibt es beispielsweise den Südwestfunk im nördlichen Niedersachsen und in Schleswig-Holstein nicht mehr per Stabantenne. Stattdessen sollen die Nordlichter den SWR per Live-Stream empfangen. Soll heißen: Es bekommen nur diejenigen

Zuschauer öffentlich-rechtliche Programmvierfalt per DVB-T2 HD geboten, deren Receiver Internet-Zugang hat und HbbTV-fähig ist.

Freenet TV Connect

Mit dem HbbTV-Verfahren will auch Freenet TV sein digitalerterrestrisches HD-Angebot aufbohren: Der Hybriddienst ist Grundlage für „Freenet TV Connect“, einem neu aufgelegten Streaming-Dienst. Dabei handelt es sich um eine Wiederauferstehung der Multithetk. Diese wurde 2013 von Media Broadcast eingerichtet und sollte per DVB-T bis zu 20 zusätzliche Internet-Programme aufs TV-Display holen – bei Freenet ist die Rede von 40 zusätzlichen Sendern. Als die Freenet AG Media Broadcast übernahm, fiel ihr die Multithetk quasi in den Schoß. Ein Ausbau der Multithetk lag auch deshalb nah, weil heute fast jeder Fernseher einen Internet-Anschluss hat.

Außer den 40 zusätzlichen Programmen sollen über Freenet TV Connect ein Programminformationsdienst (eine Art EPG), Apps und die Mediatheken der über Freenet TV verbreiteten Privatsender der ProSiebenSat1- und der RTL-Gruppe ausgestrahlt werden. Angeblich gibt es sogar Überlegungen, ausgewählte Bundesliga-Spiele via connect für DVB-T2 HD-Zuschauer zu streamen.

Bislang sieht man vom connect-Dienst wenig: Er ist noch nicht in Betrieb. Etliche Receiver dieses Tests besitzen bereits ein Untermenü namens Freenet TV, in dem der Dienst für den 29. 3. angekün-



Freenet TV connect soll als Portal die Mediatheken, Videostreams und Minianwendungen unter einer grafischen Oberfläche vereinen.



Comag SL65T2, Digitalbox Imperial T2 IR Plus, Fuba ODT 300

Die drei baugleichen Receiver haben zwar Ethernet, können darüber aber keine Dienste abrufen – selbst Firmware-Updates spielt man per USB ein.

Dank dem Klinkeneingang für IR-Verlängerungen kann man die Geräte auch hinter dem TV anbringen. Die Programmumschaltung ist angenehm flott, allerdings friert das Bild nach jedem Umschalten kurz ein. Die Fernbedienung wirkt wie aus dem 3D-Drucker, liegt aber gut in der Hand. Die bunten Tasten steuern nur das Menü, HbbTV unterstützen die Receiver nicht.

- ↑ IR-Verlängerung möglich
- ↓ keine Internet-Funktionen
- ↓ Bild stockt nach Senderwechsel



Humax HD Nano T2

Der Humax-Receiver weicht schon äußerlich vom Einheits-Schachteldesign ab. Er unterstützt HbbTV und zeigt die Streaming-Programme aus der Senderliste an und hat einen eigenen App-Store. Beim Start der Mediatheken schaltet er das Bild zwischenzeitlich ab, der Aufruf dauert irritierend lange. Beim An- oder Abstecken von USB-Speichern stürzte der Nano manchmal ab.

Fürs Fernsehgucken hält der Receiver alle Komfortfunktionen bereit. Die Fernbedienung hat etliche Direktasten, darunter eine für das TV-Portal des Herstellers – und später vielleicht für Freetel TV Connect.

- ↑ Internet-Funktionen inkl. HbbTV
- ↑ viele TV-Komfortfunktionen
- ↓ reagiert lahm auf roten Knopf



Microelectronic Microm 4HD IR

Der Micro m4 bietet in seinem TV-Portal eine mäßige Wetter-App an, einen FTP-Explorer sowie eine im Test funktionslose Wikipedia-App. Der eingebaute Mediaplayer erwies sich als sehr labil, der Aufruf von Internet-Streams verursachte Totalabstürze. Die rote Taste aktiviert statt HbbTV eine 2x2- oder 3x2-Fensteransicht mit stockend aktualisierten TV-Programmen.

Immerhin sind die Senderverwaltung in Favoritenlisten, die Programminfos und das EPG gut realisiert. Die Programmumschaltung dauert etwas, der Boot-Vorgang ist quälend lahm.

- ↑ gute TV-Funktionen
- ↓ langer Boot-Vorgang
- ↓ neigt zu Abstürzen



Sky Vision 150 T-HD

Sky Vision hat das Netzteil ins kompakte Kästchen integriert und eine große, gut in der Hand liegende Fernbedienung beigelegt. Die meistgebrauchte Taste (Senderwechsel) klapperte am Ende des Tests.

Übers LAN kann der Receiver einen RSS-Feed und eine ordentliche Wetter-App aufrufen. HbbTV unterstützt er nicht, gibt also auch keine Streaming-TV-Programme wieder. Das Aufzeichnen von TV-Sendungen verweigerte er im Test ebenfalls. Immerhin sind die übrigen TV-Funktionen gut umgesetzt.

- ↑ gutes Bedienkonzept
- ↑ gute TV-Funktionen
- ↓ keine Recorder-Funktion



Strong SRT8540

Der Receiver von Strong ähnelt Software-seitig dem Sky-Vision-Gerät. Auch er kann keine TV-Sendungen aufzeichnen, seine Internet-Anwendungen beschränken sich auf RSS-Feeds und eine ordentliche Wetter-App. HbbTV unterstützt er nicht, Internet-Streams werden nicht geladen.

Diese lassen sich immerhin sehr einfach aus der sortierbaren Senderliste verbannen. Es gibt übersichtliche Programminfos und die Umschaltung der Sender dauert nicht ewig. Die übersichtlich gestaltete Fernbedienung liegt gut in der Hand.

- ↑ gute Empfangsqualität
- ↑ ordentliche Fernbedienung
- ↓ keine Recorder-Funktion



TechniSat Digipal T2 DVR

TechniSat ist mit zwei Geräten in diesem Test vertreten. Der Digipal T2 DVR im silbernen Plastikgehäuse nutzt allerdings viele Tasten der hochwertigen Fernbedienung nicht. Er beherrscht weder HbbTV noch kann er Internet-Videos streamen.

Man kann aber sehr einfach eine gut sortierbare Favoritenliste ohne Streams anlegen. Die Info-Taste holte Programminfos auf den Schirm und das EPG hält alle Sender in der Übersicht parat. Auch die ausgefeilten Aufnahme-Funktionen gefallen.

- ↑ gute TV-Funktionen
- ↑ ausgefeilte Recorder-Funktion
- ↓ keine Internet-Funktionen



Philips DTR 3442B

Der Boot-Vorgang beim Einschalten des DTR 3442B dauert arg lange. Nach der meist schnellen Programmumschaltung friert das Bild kurz ein. Es gelang uns weder, die Senderlisten zu sortieren noch die Favoritenliste zu aktivieren. Die Fernbedienung nervt mit schwammigen Druckpunkten.

Die Internet-Funktionen beschränken sich auf Wetterinfos mit englisch-deutschem Textgemisch. Die PVR-Funktionen und der Timeshift erwiesen sich im Test als umständlich und fehleranfällig. HbbTV unterstützt der Receiver nicht, das soll erst die kommende Variante DTR3443B beherrschen.

- ↑ gute Empfangsqualität
- ↓ ungeordnete Senderlisten
- ↓ fehleranfällige TV-Aufzeichnung



SetOne EasyOne 740, Schwaiger DTR700D

Die baugleichen Receiver von SetOne und Schwaiger sind theoretisch gut ausgestattet, erwiesen sich aber als absolut instabil. Sie froren ein oder stürzten ab, sobald wir Internet-Streams aus der Mediathek starteten. Anschließend gab es meist erst wieder TV-Empfang, nachdem wir das LAN-Kabel abgezogen hatten. Die Portal-Taste ruft nach etlichen Sekunden eine Vorschau auf Freenet TV connect auf, auswählen oder eingeben konnten wir dort aber noch nichts. Die Fernbedienung hat Mini-Tasten mit ebenso winziger Beschriftung.

- ↑ Freenet TV connect vorinstalliert
- ↓ HbbTV, Streaming unbrauchbar
- ↓ sehr instabil



Skymaster DTR 5000

Der DTR 5000 fällt auf mit seinem leicht gebogenen Gehäuse und den sieben Lüftungsschlitzen. Mangels LAN-Port kommt man gar nicht erst in die Versuchung, seine Netzwerkfähigkeiten zu prüfen. Auch HbbTV ist damit außen vor.

Der alternative Teletext ist lahm. Wie beim Philips-Receiver gelang es uns nicht, die Senderlisten zu sortieren oder die Favoritenliste zu aktivieren. Der Programminfo-Text, den man über das EPG erhält, wird mittendrin abgeschnitten. Die Tasten auf der Fernbedienung klacken laut.

- ↑ gute Empfangsqualität
- ↓ keine Internet-Anbindung
- ↓ eingeschränkte TV-Funktionen



Technisat Digit ISIO STC

Der große Digit ISIO STC hat je zwei Tuner für DVB-T2 HD, Kabel und Satellitenempfang eingebaut. So sind Aufnahmen bei gleichzeitigem Fernsehgucken möglich – allerdings darf nur ein verschlüsseltes Programm dabei sein.

Der ISIO holt die Streaming-Programme aus der DVB-T2-Senderliste problemlos auf den Schirm. Über die Picture-in-Picture-Taste (PIP) kann man das laufende TV-Programm in ein kleines Fenster verbannen und ein anderes weiterschauen, etwa bei Werbeblöcken. Während des PIP-Betriebs funktioniert kein HbbTV.

- ↑ Dual Tuner
- ↑ großer Funktionsumfang
- ↓ wenig intuitive Bedienung



Vantage VT-93T-HD IR

Der Vantage-Receiver nervt mit seinen langen Boot-Zeiten. Aus dem Hot-Standby gehts etwas schneller, die Leistungsaufnahme liegt in diesem Standby aber bei etwa 5 Watt. Die Portal-Taste auf der Fernbedienung ist funktionslos, die beim Sendersuchlauf gefundenen Internet-Programme werden nicht abgespielt.

Die rote Taste ruft statt HbbTV wie beim Microm kleine Programm-Vorschaufenster auf – wenig hilfreich. Die über das EPG gezeigten Programminfos sind da deutlich besser; man scrollt in ihnen über die P+/-Tasten.

- ↑ gute Empfangsqualität
- ↓ reagiert insgesamt langsam
- ↓ Timeshift startet verzögert



Xoro HRT 8772 Twin

Der HRT 8772 Twin von Xoro bringt zwei DVB-T2-HD-Tuner mit, man kann also aufnehmen und gleichzeitig ein anderes Programm gucken; eins davon muss unverschlüsselt sein. Der Timeshift startet unverzüglich.

Der Twin-Receiver glänzt mit guter Empfangsqualität, übersichtlichem EPG und schnellem Umschalten zwischen Programmen. Einzig die einige Sekunden dauernde Einblendung eines Info-Balkens stört dabei sowie die klackende Fernbedienung. Es gibt eine RSS- und eine Wetter-App, HbbTV unterstützt der Receiver nicht.

- ↑ schnelle Programmumschaltung
- ↑ schnelle PVR-Funktion
- ↓ Fernbedienung klackt laut

digst wird. Die Geräte von Schwaiger und SetOne nennen den Dienst im Menü sogar noch Multithet. Man solle auf das connect-Label auf den Receivern achten, schreibt Freenet TV – unter unseren Testgeräten trägt kein einziger Receiver dieses Label. Nur vier der fünfzehn getesteten Receiver beherrschen das für connect nötige HbbTV – was übrigens halbwegs repräsentativ scheint: Nur etwa 20 Prozent aller aktuell erhältlichen DVB-T2 HD-Receiver soll HbbTV-fähig sein.

Das Testfeld

Alle DVB-T2-HD-Receiver dieses Tests können sowohl freie als auch verschlüsselte Sender empfangen. Alle reichen das TV-Bild per HDMI zum Fernseher, 14 Geräte können es auch analog per Scart oder Composite-Video übergeben. Fast alle können TV-Sendungen auf angeschlossene USB-Speicher aufzeichnen und bis auf ein Gerät haben alle getesteten Receiver einen Ethernet-Anschluss.

Einige Geräte stellen sich als baugleich heraus: die Receiver von SetOne und Schwaiger, sowie die Geräte von Comag, Digitalbox und Fuba. Einige nutzen die gleiche Software, aber etwas andere Hardware. Der TechniSat-Receiver ragt funktions- und kostenmäßig aus dem Testfeld heraus. Er hat zusätzlich zum doppelt ausgelegten DVB-T2 HD-Tuner zwei Tuner für Satellit und Kabel eingebaut – und kostet über 300 Euro. Das andere Ende des Testfelds markieren die Receiver von Sky Vision und Strong (52 Euro): Sie können weder TV-Sendungen aufzeichnen noch beherrschen sie HbbTV. Beide haben einen Ethernet-Anschluss, rufen darüber Wetterdaten aus dem Internet ab und beherrschen alle grundlegenden TV-Funktionen.

Die meisten Receiver im Test können über ihren Ethernet-Anschluss allenfalls die Wettervorhersage oder einen RSS-Reader auf den Schirm holen, etliche machen genau gar nichts darüber. Ob sich die Receiver mit Ethernet und ohne HbbTV für das kommende Freenet TV connect per Firmware-Update nachrüsten lassen, wissen wir nicht. Beim Blick auf die Firmware-Historie der Geräte halten wir es aber für sehr unwahrscheinlich.

Fazit

Das Angebot an DVB-T2 HD-fähigen Receivern ist derzeit eher unbefriedigend

Receiver für DVB-T2 HD					
Hersteller	Comag	Digitalbox	Fuba	Humax	Microelectronic
Herstellerseite	www.comag.de	www.digitalbox.de	www.fuba.de	www.de.humaxdigital.com	www.micro-nh.de
Gerät	SL65T2	Imperial T 2 IR Plus	ODT300	HD NANO T2	Microm 4HD IR
Firmware	TEL006_10_011C	TEL006_10_0121	TEL006_10_011E	DETIAA 1.00.06	01.23N
Ausstattung					
Zubehör	–	–	–	HDMI Kabel	Scart Adapter
Display	4 Stellen LED	4 Stellen LED	vierstellige 7-Segment-Anzeige, eine LED	4 Stellen LED	4 Stellen LED
Ethernet	✓	✓	✓	✓	✓
Anzahl Tuner	1 × DVB-T2 / -T	1 × DVB-T2 / -T	1 × DVB-T2 / -T	1 × DVB-T2 / -T	1 × DVB-T2 / -T
Empfang verschlüsselter Programme (Irdeto-Modul eingebaut)	✓	✓	✓	✓	✓
Schnittstellen					
HDMI (Typ)	✓ (V1.4 a)	✓ (V1.4 a)	✓ (V1.4 a)	✓ (keine Angabe)	✓ (V1.4)
Composite-Video / Scart	– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓
Audio-Out analog / digital	– / ✓ (elektrisch)	– / ✓ (elektrisch)	– / ✓ (elektrisch)	– / ✓ (optisch)	– / ✓ (optisch)
USB vorn / hinten	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / ✓	✓ / –
Antenne in / out	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –
Antennenspeisung (5 V)	✓	✓	✓	✓	✓
TV-Funktionen					
Recorder / Timeshift	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Teletext / EPG	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Timer-Programmierung / Typen	✓ / einmal, immer, Similar	✓ / einmal, immer, Similar	✓ / einmal, täglich, wöchentlich	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, Wochenende, Wochentags	✓ / einmal, täglich, mehrfach
unterstützte Dateisysteme	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32 / NTFS	FAT32 / NTFS
HbbTV	–	–	–	✓	–
Internetanwendungen (MHP / Apps)	–	–	–	Hbbtv, Apps inkl. Humax AppMarket	FTP-Explorer
Mediaplayer / Formate	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MJPEG (avi), MPEG-2 (mpg), MPEG-4: DivX (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MJPEG (avi), MPEG-2 (mpg, vob, ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)
Abmessungen (B × T × H)	18 cm × 10 cm × 4 cm	18 cm × 12 cm × 3,6 cm	18 cm × 12 cm × 3,6 cm	21,5 cm × 15,8 cm × 4 cm	18 cm × 12 cm × 4 cm
Messungen					
Verbrauch Standby / Betrieb	0,8 W / 6,75 W	0,5 W / 7,7 W	0,53 W / 7,2 W	0,5 W / 6,7 W	0,6 W / 6,8 W
Startzeit aus Standby / Power off	23 s / 23 s	23 s / 23 s	23 s / 23 s	36 s / 44 s	56 s / 56 s
Umschaltzeit gleiches / anderes Bouquet	2 s / 3 s	2 s / 3 s	2 s / 3 s	2 s / 3 s	3 s / 3 s
Bewertung					
Ausstattung	○	○	○	⊕⊕	○
Funktionen Internet	⊖⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊕⊕	⊖
Funktionen TV	○	○	○	⊕	⊕⊕
Preis	64 €	56 €	90 €	115 €	55 €
¹ zusätzliche FBAS-Anschlüsse für DVB-S2 ² PVR muss vom Philips-Support zunächst freigeschaltet werden					
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht					

– es gibt einfach zu viele mit der heißen Nadel gestrickte Geräte. Offenbar haben Händler aus Asien den dringenden Bedarf an Geräten in Deutschland erkannt und hoffen, einen schnellen Euro machen zu können. Dass dabei absturzgefährdete und weitgehend unbedienbare Receiver wie die von SetOne und Schwaiger herauskommen, verwundert kaum. Und

dass solche Geräte seit einem Jahr kein Firmware-Update mehr bekommen haben, lässt nicht darauf schließen, dass sich ihr Zustand demnächst ändern wird. Auch das Bedienkonzept sollten einige Hersteller noch mal überarbeiten.

„Die Hoffnung stirbt zuletzt“ scheint auch kein angemessenes Motto bezüglich der Netzwerk- und HbbTV-Fähigkeit der

	Philips	Schwaiger	SetOne	Skymaster	Sky Vision	Strong	TechniSat	TechniSat	Vantage	Xoro
	www.philips.de	www.schwaiger.de	www.sky-vision.de	www.skymaster.de	www.sky-vision.de	www.strong.tv	www.technisat.com	www.technisat.com	www.vantage-digital.com	www.xoro.de
	DTR3442B	DTR700HD	EasyOne 740	DTR5000	150 T-HD	SRT 8540	Digital T2 DVR	Digit Isio STC	VT-93T-HD IR	HRT 8772 TWIN
	V15	0.5.13	0.5.13	1.6	2.2.1	2.2.1	2.70.0.0.5	2.68.0.6	01.20N	V19.0
	–	–	–	miniRCA zu Scart Adapter	–	–	HDMI-Kabel	HDMI-Kabel	–	–
	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige	LED-7-Segment-Display	VF-Matrix-Display	vierstellige 7-Segment-Anzeige	vierstellige 7-Segment-Anzeige
	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1 × DVB-T2 / T	1 × DVB-T2 HD	1 × DVB-T2 HD	1 × DVB-T2 / T	1 × DVB-T2 / T	1 × DVB-T2 / T	1 × DVB-T2 / T	2 × DVB-T2 / -S2 / C	1 × DVB-T2 / T	2 × Tuner DVB-T2 / T
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (Freenet-Modul)	✓	✓
	✓ (keine Angabe)	✓ (V1.4)	✓ (V1.4 a)	✓ (V1.4 a)	✓ (keine Angabe)	✓ (keine Angabe)	✓ (V1.4 a)	✓ (V1.4 a)	✓ (V1.4)	✓ (V1.4 a)
	– / ✓	– / ✓	✓ / –	✓ / –	– / ✓	– / ✓	✓ / –	– / –	– / ✓	– / ✓
	– / ✓ (elektrisch)	– / ✓ (elektrisch)	✓ (Cinch) / ✓ (el.)	– / –	– / ✓ (elektrisch)	✓ (Klinke) / ✓ (el.)	– / ✓ (elektrisch)	✓ (el.) / ✓ (opt./el.)	– / ✓ (optisch)	– / ✓ (optisch)
	– / ✓	– / ✓ (linke Seite)	✓ / ✓	– / ✓	✓ / –	– / ✓	– / ✓	– / ✓	✓ / –	✓
	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓ ¹	✓ / –	✓ / –
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓ ² / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, monatlich	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, werktags, Wochenende	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, werktags, Wochenende	✓ / einmalig, täglich, wöchentlich, Mo.-Fr., Sa.-So.	–	–	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, Mo.-Fr., Sa.-So.	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, Mo.-Fr., Sa.-So.	✓ / einmal, täglich, mehrfach	✓ / einmal, täglich, wöchentlich, Mo.-Fr., Sa.-So.
	FAT32 / NTFS nur eingeschränkt	FAT32/NTFS (lesbar) / PVR nur auf ext4	FAT32/NTFS (lesbar) / PVR nur auf ext4	FAT32	FAT32 / NTFS	FAT32 / NTFS	FAT32 / NTFS	FAT32 / NTFS	FAT32 / NTFS	FAT32
	–	✓	✓	–	–	–	–	✓	–	–
	Wetterkanal	Hbbtv, Freenet Multithet	HbbTV, Freenet Mediathek	–	RSS-Feed, Wetter	Wetter, RSS-Feed	Internetradio	Hbbtv, eigener Browser, Apps, watchmi, UPnP	FTP-Explorer	Wetter, RSS-Feed
	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi), WMV9 (wmv), VC-1 (wmv, m2ts, mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, m2ts), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi)	✓ / H.264 (mp4, mkv, m2ts), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), DivX (avi)	✓ / MP4, M4V, MKV, MOV, MPG, MTS, TS, TS4, VOB, WMV, XVID, M2TS, AVI, ASF	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)	✓ / H.264 (mp4, mkv, mov, m2ts), MJPEG (avi, mov), MPEG-2 (mpg, vob, ts, m2ts), MPEG-4: Xvid (avi), VC-1 (mkv)
	19,6 cm × 13,5 cm × 4,1, cm	21 cm × 12,1 cm × 4 cm	21 cm × 14,1 cm × 4,1 cm	23 cm × 13,5 cm × 2 cm	16,8 cm × 9,9 cm × 3,9 cm	22 cm × 16,4 cm × 4,3 cm	18,2 cm × 12,6 cm × 4 cm	28,6 cm × 15,5 cm × 4,6 cm	18 cm × 12 cm × 4 cm	18,5 cm × 12,5 cm × 3,8 cm
	0,85 W / 6,95 W	0,42 W / 6,1 W	0,26 W / 6,7 W	0,45 W / 6,65 W	0,42 W / 7,35 W	0,95 W / 5,75 W	0,42 W / 5,7 W	0,46 W / 12,75 W	0,8 W / 6,6 W	0,5 W / 8,8 W
	49 s / 50 s	7-8 s / 50-60 s	31 s / 52 s ³	30 s / 50 s	32 s / 33 s	45 s / 45 s	22 s / 22-23 s	10 s / 60 s	57 s / 57 s	37 s / 39 s
	2-3 s / 4-5 s	1-2 s / 3 s	1-2 s / 3 s	2 s / 3 s	1 s / 2-3 s	2 s / 3 s	2 s / 3 s	2 s / 3 s	2-3 s / 3 s	1-2 s / 3 s
	○	○	⊕	⊖⊖	⊖	⊖	⊖	⊕⊕	○	⊕
	⊖	⊖	⊖	–	○	○	⊖⊖	⊕⊕	⊖	○
	⊖	○	○	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕
	73 €	109 €	69 €	59 €	79 €	52 €	108 €	312 €	81 €	100 €
³ nach Neustart zum 2. Mal kein Signal										
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe										

Receiver. Fast alle haben zwar einen Ethernet-Port, doch nur die wenigsten Geräte wissen damit etwas anzufangen. Immerhin beherrschen die meisten grundlegende TV-Funktionen und zeigten im Test ordentliche Empfangsqualitäten. Letztgenannte haben wir nur subjektiv im Betrieb erhoben: Echte Messungen sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht sinnvoll, da

sich DVB-T2 HD bei Erstellung dieses Tests noch im Probetrieb befindet.

Die Bildqualität der Full-HD-Sender überzeugt zumindest im aktuellen Testbetrieb. Wie es aussieht, wenn sämtliche HD-Programme und nicht nur sechs auf Sendung gehen, bleibt abzuwarten.

Wer einfach nur Fernsehgucken will und sich nicht um die Streaming-Funktionen

der Geräte interessiert, wird im Testfeld schon jetzt fündig, etwa bei Microelectronic, Sky Vision, Strong und Xoro; Letzterer hat sogar einen Doppel-Tuner.

Deutlich mehr Komfort inklusive Streaming-Unterstützung per HbbTV bieten die Geräte von Humax und TechniSat – die leider auch preislich das obere Ende markieren. (uk@ct.de) **ct**



Computer-TV

DVB-T2 HD am PC empfangen

Das aufpolierte Antennenfernsehen glänzt erstmals mit Full-HD-Auflösung. Grund genug, um PC, Notebook oder Mini-Rechner als Fernsehen oder Videorecorder zu nutzen.

Von Sven Hansen

Rund 20 Programme der öffentlich-rechtlichen Sender in Full HD? Das gab's noch nie. Zugegeben: Die Privatsender sind draußen. Wer am Desktop-Rechner oder Notebook künftig Antennenfernsehen schauen will, muss sich in Ermangelung eines Entschlüsselungsweges fürs Privatfernsehen ausschließlich auf das Angebot der öffentlich-rechtlichen Sender beschränken. Denn mit der Umstellung wird aus dem bisher frei empfang-

baren privaten Antennenfernsehen in SD verschlüsseltes HD-Fernsehen.

Zwar hat Freenet als Betreiber des privaten DVB-T2-Angebotes seit geraumer Zeit einen USB-Stick mit integriertem Entschlüsselungsmodul für den Einsatz am Rechner angekündigt. Doch erstens war der Stick trotz mehrfacher Anfrage selbst kurz vor dem offiziellen Start nicht mal als Beta-Version lieferbar und zweitens wird er das private TV-Vergnügen am PC ohnehin auf einen Aspekt reduzieren: Live-TV anschauen – und zwar nur mit der von Freenet mitgelieferten TV-Software.

Doch viele Nutzer sind schon mit dem Angebot der öffentlich-rechtlichen Sender zufrieden, zumal dieses mit dem Start von DVB-T2 deutlich ausgebaut wird. Außer den Hauptprogrammen von ARD und ZDF werden auch die dritten

Programme und alle digitalen Spartensender künftig über Antenne empfangbar sein – erstmals in Full HD mit 50p. Genug Gründe also, um PC oder Notebook wieder als Fernsehmaschine einzusetzen.

Hardware

Zunächst einmal braucht man einen DVB-T2-fähigen Tuner. DVB-T-Tuner sind nicht mit dem neuen DVB-T2 kompatibel. Dennoch sollte man auch älterer Hardware eine Chance geben, denn bereits seit 2010 ist DVB-T2 in anderen Märkten wie Frankreich und Großbritannien im Einsatz. Manch ein Empfänger, der hierzulande als DVB-T-Gerät verkauft wurde, versteht sich daher auch auf DVB-T2.

Wer neue Hardware anschaffen muss, kann aus drei Kategorien wählen: Empfänger als USB-Sticks beziehungsweise Ansteckmodule mit Micro-USB, PCI-Express-Karten für den Einbau in Desktop-PCs oder Netzwerk-Tuner, die den DVB-Strom in einen IP-Datenstrom umwandeln und das TV-Signal so im lokalen Netz verfügbar machen.

Ob PC oder Notebook die DVB-T2-Daten verarbeiten kann, hängt davon ab, ob das System mit der richtigen Hardware-Beschleunigung fürs Dekodieren von HEVC-Material in 1080p50 ausgestattet ist. Denn beim Wechsel von DVB-T auf DVB-T2 HD macht das betagte MPEG-2 dem hocheffizienten HEVC Platz. Wie die Erfolgchancen beim Einsatz älterer Hardware stehen, klärt der Kasten „DVB-T2 HD auf älteren PCs“.

Alte Desktop-PCs lassen sich mit einem Grafikkarten-Update pimpen: Für eine Karte mit Hardware-Beschleunigung für HEVC muss man allerdings rund 100 Euro kalkulieren.

Tuner

Bei der Wahl des richtigen DVB-T2-Empfängers kommt es vor allem auf den geplanten Einsatzort an. Kleine Ansteckmodule wie Terratecs Cinergy T2 Stick Micro lassen sich nicht nur per USB am PC anschließen, sondern sind auch an Android-Geräten als TV-Empfänger nutzbar. Die im Play Store gratis erhältliche TV-App Namens „Air DTV II“ bietet zwar keine Komfort-Funktionen, taugt aber zum mobilen Fernsehgucken unterwegs. Über den mitgelieferten USB-Adapter lässt sich das Modul auch am Notebook oder Desk-

top-PC einsetzen. Passende Software für Windows-Systeme ist im Lieferumfang enthalten.

Die größte Auswahl gibt es derzeit bei Empfängern im USB-Stick-Format. In der Regel sind sie mit einem DVB-T2-Single-Tuner ausgestattet. Hauppauge hat mit dem WinTV-dualHD auch eine Variante mit Doppel-Tuner im Angebot. Hybrid-Tuner wie PCTVs tripleStick erlauben den Einsatz als DVB-C- oder DVB-T2-HD-Empfänger – durchaus interessant für Kabelkunden, die das Antennenfernsehen unterwegs nutzen möchten, aber daheim das digitale Kabel bevorzugen.

Die Anzahl der Tuner spricht für parallel einsetzbare PCI-Expresskarten: Hauppauge hat eine Lösung mit Vierfach-Tuner im Angebot – bei Digital Devices gibt es sogar eine Karte mit acht Tunern. Das genügt, um sämtliche Bouquets gleichzeitig aufzuzeichnen.

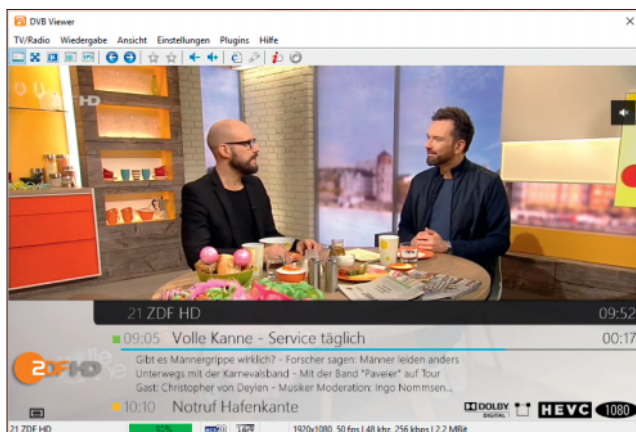
Mit diesen Karten – und der passenden Software – lassen sich Rechner zu PVR-Systemen aufrüsten, die parallel unterschiedliche Programmströme anzeigen, aufzeichnen oder im lokalen Netz weiter verbreiten. Für die Verbreitung im LAN

hat Digital Devices auch eine Stand-Alone-Box im Angebot. Die Octopus NET ist wahlweise mit zwei oder vier Tunern erhältlich und schickt bis zu zwölf parallele TV-Programme per Real-Time Transport Protocol (RTP) ins lokale Netz. Von dort



Für den TV-Empfang am Desktop oder Notebook stehen verschiedene Tuner-Varianten bereit: kompakte Empfänger als USB-Stick oder Ansteckmodul, PCI-Express-Karten oder Netzwerk-Tuner.

Anzeige



Der kostenpflichtige DVB-Viewer ist der Rettungsanker, wenn man mit der beigelegten TV-Software unzufrieden ist.

lässt es sich mit IPTV-fähigen Clients auffangen: wahlweise am Smartphone, Notebook, PC oder TV-Boxen. Eine Nummer kleiner ist die HDHomeRun Connect von SiliconDust ausgelegt: Sie enthält nur zwei Tuner, ist dafür aber deutlich günstiger.

Eine Frage der Software

Generell gilt: TV-Software – zumindest für Windows – ist im Lieferumfang der DVB-T2-Geräte enthalten. Bei älteren Empfängern kommt es wiederum auf einen Versuch an: Man muss schauen, ob die alte Hardware auch von der aktuellen TV-Software desselben Herstellers erkannt wird.

Die Softwareausstattung ist von unterschiedlicher Güte. Terratec schießt mit der beigelegten Version des DVBLINK-Servers nebst Client mit Kanonen nach Spatzen. Bis man ein TV-Bild auf dem Schirm hat, muss man sich zunächst mit der Einrichtung der lokalen Server/Client-Struktur herumschlagen. Recht ausgereifte TV-Software bekommt man mit Hauppauge WinTV – PCTVs TVCenter ist im Vergleich dazu eine recht sperrige Mediacyber-Software. Technotrends übersichtliches TT-Viewer ist eine abgespeckte Version des TV-Klassikers DVB-Viewer.

Der kostenpflichtige DVB-Viewer Pro ist der Rettungsanker für all jene, die mit der mitgelieferten TV-Software unzufrieden sind. Zwar kostet die Vollversion noch einmal 20 Euro, dafür bekommt man ein solide programmiertes Stück Software mit zahlreichen sinnvollen Plug-ins. Der DVB-Viewer setzt unter Windows auf DirectX VA 2.0 (DXVA2), um Hardware-Decoder anzusteuern und arbeitet mit dem LAV-Codec-Pack, um HEVC zu dekodieren. Auf diese frei erhältlichen Decoder greift übrigens auch Hauppauge bei der DVB-T2-HD-Wiedergabe zurück. Bei der Installation des TV-Sticks wird zunächst nur ein H.264-Decoder im System verankert

– die Support-Seite verweist für HEVC dann auf den LAV-Download.

Für Linux-Nutzer ist die Auswahl an möglicher Hardware recht begrenzt. Die Sticks von PCTV und Technotrend arbeiten mit einem Tuner von Silicon Labs (Si2158-20), den viele Distributionen von Haus aus unterstützen. Mac-User haben es besonders leicht: Derzeit stehen nur Lösungen des Elgato-Nachfolgers Geniatech zur Wahl: Der EyeTV T2 Lite arbeitet mit der gut gemachten EyeTV-Software zusammen. Die Hybrid-Variante für 130 Euro kommt mit einem zusätzlichen DVB-C-Tuner. Spätestens bei diesem Preis sollte man überlegen, ob die Anschaffung eines Netzwerk-Tuners infrage kommt. Geräte von SiliconDust (HDHomeRun Connect) oder DigitalDevices (Octopus NET) stehen für alle Geräte unabhängig vom Betriebssystem offen und sind dadurch in den eigenen vier Wänden besonders flexibel nutzbar.

Das Mediacyber Kodi hat sich in vielen Wohnzimmern einen festen Platz erkämpft. Auf einem Rechner mit HEVC-Hardwarebeschleunigung ist auch das Betrachten von DVB-T2 HD kein Problem – oft findet man Kodi heutzutage allerdings

auf dem Raspberry Pi an. Hardwarebeschleunigung für HEVC-Material kann der Kleine nicht bieten. Auf einem Raspi 3 mit Quadcore-Prozessor lässt sich DVB-T2 zwar einrichten, viel mehr als Full-HD-Standbilder bekommt man allerdings nicht geboten. Als „Micro-Plattform“ für den Einsatz unter dem TV-Gerät kommen also bei DVB-T2 HD bestenfalls Mini-PCs wie der Intel NUC infrage. Auch hierbei gilt: Ohne Hardware-Beschleunigung geht kaum etwas. Ein etwas betagter NUC DN2820FYK schaffte es, DVB-T2 HD auf den Schirm zu bringen, kam aber schon durch das Navigieren in der Kodi-Oberfläche ins Schleudern.

Richtig rund lief die DVB-T2 bei Kodi erst mit einem aktuellen NUC6i3SYH mit Hardware-Beschleunigung. Allerdings kam man hier mit der üblichen OpenELEC-Distribution, die einem per Image-Datei ein auf Kodi zugeschnittenes Linux-System auf den Rechner bringt, nicht weiter. Das in OpenELEC enthaltene TVHeadend, das für das interne Umwandeln des DVB-T2-Stroms in einen IP-Datenstrom zuständig ist, war veraltet. Selbst beim alternativen LibreELEC, das eigentlich die frischeren Addons mitbringt, war das TVHeadend in der Version 4.2 nicht frisch genug. Für eine wirklich flüssige Wiedergabe mussten wir am Ende auf ein Nightly Build des TV-Headends zurückgreifen, das man über den Add-On-Manager von Kodi als ZIP-Datei einspielt (siehe c't-Link).

Fazit

Fernsehgucken und archivieren am PC ist auch mit DVB-T2 HD noch möglich. Allerdings sind die Hürden durch HEVC-Kodierung und Verschlüsselung der Privatsender deutlich höher geworden. Mit Tunern ab Baujahr 2010 sollte zumindest der Empfang der unverschlüsselten Sender klappen, wenn der Rechner schnell genug ist.

Der Neueinstieg ins Antennenfernsehen lohnt sich nur, wenn man auch dauerhaft gewillt ist, auf das Angebot der privaten TV-Stationen zu verzichten. Der offizielle Freenet-TV-Stick – wenn er denn einmal verfügbar ist – wird wahrscheinlich das einzige Device bleiben, mit dem man privates Antennenfernsehen am Rechner anschauen können wird. (sha@ct.de) **ct**

HEVC-Testvideo und Intel-CPU-Datenbank: ct.de/yhrg

DVB-T2-Hardware			
Hersteller	Produkt	Formfaktor	Preis
Aver Media	TD310	USB-Stick	55 €
PCTV	tripleStick (292e)	USB-Stick	80 €
Terratec	T2 Stick micro	Micro-USB-Modul	50 €
Terratec	TC2Stick	USB-Stick	50 €
Technotrend	TT-TVStick CT2-44000	USB-Stick	60 €
Hauppauge	WinTV-dualHD	USB-Stick	60 €
Hauppauge	WinTV-soloHD	USB-Stick	55 €
Hauppauge	WinTV-quadHD	PCI-Express	135 €
DigitalDevices	Cine C/C2/T/T2	PCI-Express	170 €
DigitalDevices	Octopus V2 NET	Netzwerk-Tuner	ab 300 €
SiliconDust	HD Homerun Connect	Netzwerk-Tuner	130 €

DVB-T2 HD auf älteren PCs und Notebooks

Zum Dekodieren von HEVC-Videos ist viel Rechenleistung nötig – deutlich mehr als für den älteren H.264-Codec (MPEG-4) oder den DVD-Codec MPEG-2. Hardware-Decoder, die in Grafikk chips und den integrierten GPUs von PC-Prozessoren eingebaut sind, entlasten dabei die CPU-Kerne: Sie brauchen beim Abspielen wenig Strom, die Lüfter bleiben leise.

Hardware-Decoder für H.264 und MPEG-2 sind weit verbreitet. HEVC-Decoder stecken hingegen erst in Grafikkarten und Prozessoren, die seit 2015 vorgestellt wurden, etwa in Intels Skylake- und Kaby-Lake-CPUs sowie in Grafikkarten der Baureihen AMD Radeon RX 400 und Nvidia GeForce 900 und 1000. Für DVB-T2 HD genügt ein HEVC-Decoder, der Full-HD-Videos mit 8 Bit pro Farbkanal verarbeitet. Vor dem Hardware-Kauf kann man das kostenlose Tool DXVA Checker zurate ziehen (siehe c't-Link). Es überprüft die Video-Fähigkeiten der Grafikkarte. Findet man hier unter „Decoder Devices“ einen Eintrag „HEVC_VLD_Main / FHD“, sollte der Hardware-beschleunigten Wiedergabe nichts im Wege stehen.

Wenn man in einem älteren Gerät keine Grafikkarte nachrüsten kann – also in All-in-One- und Mini-PCs, Notebooks und Tablets –, dann muss der Prozessor schnell genug sein, um HEVC-Videos in Software zu dekodieren. Ob die Rechenleistung hierfür ausreicht, kann man mit Testvideos abschätzen, beispielsweise den Quallen-Videos von jellyfish.us (siehe c't-Link). Lahme Prozessoren scheitern bereits an der etwa 18 MByte großen .mkv-Datei mit 5 MBit/s, die ein Full-HD-Video mit 30 Frames pro Sekunde zeigt. Als Abspielsoftware nutzt man die Demoversion des DVB-Viewer. Ruckelt schon die 5-MBit/s-Datei, ist das System wohl zu schwach.

Wir haben einige Praxistests mit dem USB-Empfänger Hauppauge WinTV-dualHD unter Windows 10 durchgeführt, und zwar mit DVB Viewer 5.6.4 und LAVFilters 0.67. Der Celeron G1840 aus Intels Haswell-Generation, der in unserem Bauvorschlag aus c't 1/15 für einen billigen Dual-Core-PC steckt, besitzt keinen HEVC-Decoder und taktet mit 2,8 GHz. Er spielte die HD-Programme flüssig ab, allerdings mit über 60 Prozent CPU-Last. Bei niedriger getakteten und älteren Doppelkernen, wie sie in vielen Notebooks und Mini-PCs stecken, kann die Wiedergabe also scheitern. Für AMD-Prozessoren dürfte sinngemäß dasselbe gelten: Mit Dual-Cores wird es knapp, Quad-Cores sollten HEVC bei hoher Last schaffen – dann rauscht der Lüfter möglicherweise lauter.

Kaum Chancen auf HEVC-Decoding in Full-HD per Software bestehen bei älteren Windows-Tablets sowie den auch Netbooks genannten Billig-Notebooks mit Intel-Atom-Prozessoren beziehungsweise den damit verwandten Celerons.

Das drei Jahre alte Acer Aspire ES1 mit Celeron N2840 zeigte Standbilder. Solche Atoms und Celerons stecken auch in manchen Mini-PCs. Erst die ab Ende 2015 verkauften CPU-Serien Atom x5-Z8000 und Celeron N3000 enthalten HEVC-Decoder: Auf einem Celeron N3150 liefen die HD-Sender mit 15 bis 25 Prozent CPU-Last. Den Hardware-Decoder mussten wir in LAVFilter manuell wählen (DXVA2 direct).

Weil Typen- und Generationsbezeichnungen bei Intel-Prozessoren sehr verwirrend sind, haben wir einige Links auf Intels CPU-Datenbank ark.intel.com zusammengetragen – siehe c't-Link.

(ciw@ct.de)

Anzeige

Schnellschnitt

Fast automatisch: DVB-T2-Aufnahmen schneiden und optimieren mit TS-Doctor

TV-Mitschnitte vom Receiver sind selten perfekt. Ein guter Schnitt erspart beim Ansehen den ständigen Griff zur Fernbedienung. Die Shareware TS-Doctor erledigt die meisten Aufgaben automatisch.

Von Andrea Trinkwalder

Werbung entfernen, Sendungsfragmente löschen, die komplett gestreamte Herr-der-Ringe-Nacht in Einzelfilme aufteilen: Die Bearbeitung von TV-Aufnahmen kann in echte Fleißarbeit ausarten, verspricht aber eine gepflegte Videosammlung und entspannte Fernsehende. Die Shareware TS-Doctor automatisiert das monotone Prozedere weitgehend. Sie analysiert Metadaten sowie Audio- und Videoinhalte so geschickt, dass auch Laien mit wenig Aufwand schnell perfekte Ergebnisse erzielen.

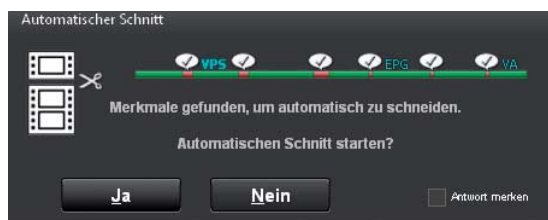
TS-Doctor optimiert unverschlüsselte Transport Streams unterschiedlicher Receiver oder DVB-Mitschnitte vom PC in den zugehörigen Formaten wie MTS, TS oder TRP. Diese bestehen nicht nur aus den Video- und Audiokanälen, sondern auch aus Programminformationen, Teletext, Timern und anderen Signalen, die Aufnahmegeräten die Steuerung erleichtern sollen. Anhand dieser Metainformationen erkennt TS-Doctor Beginn und Ende von Sendungen; Werbeunterbrechungen identifiziert er unter anderem anhand typischer Abweichungen zum üblichen Sendeverhalten. Dabei hängt es vom Sender und vom Receiver ab, wie umfangreich der informative Datenfluss ausfällt.

Über den Link am Ende des Artikels erhalten Sie eine c't-Spezialversion von TS-Doctor, die Sie länger als die normale 30-Tage-Testversion, nämlich 120 Tage lang gratis nutzen können. Die dauerhaft einsetzbare Vollversion kostet knapp 30 Euro.

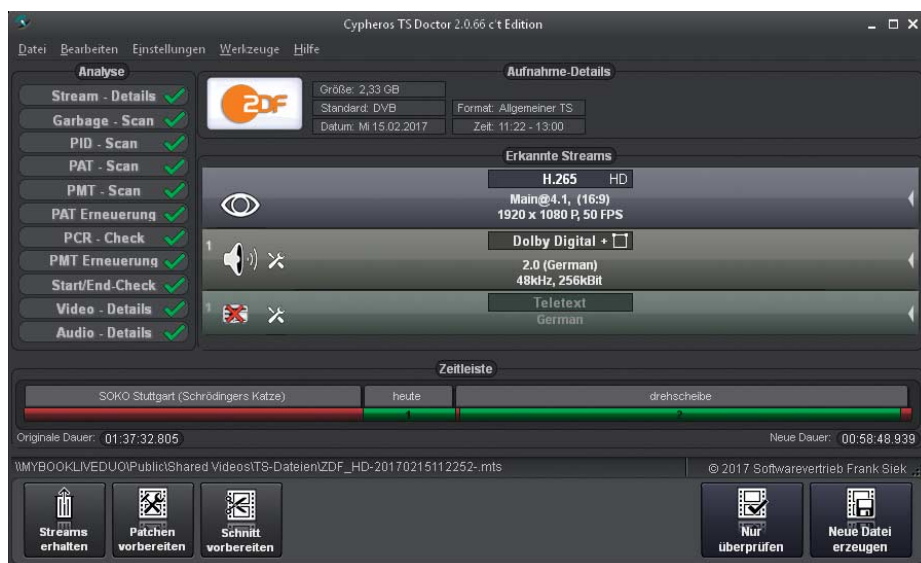
Nach dem Öffnen eines Streams startet TS-Doctor automatisch eine ganze Reihe von Analysen und präsentiert im Idealfall einen perfekten Vorschlag für den Schnitt des Materials. Im oberen Bereich

des Hauptfensters erscheinen allgemeine Informationen über Sender, Aufnahmezeitpunkt et cetera. Darunter listet TS-Doctor alle gefundenen Audio-, Video- und Text-Streams. Verzichtbares markiert er mit einem roten Kreuz zum Löschen. Per Klick auf die jeweiligen Symbole kann man Streams manuell auskreuzen, wobei je ein Audio- und Videostream erhalten bleiben muss. Die Zeitleiste unten zeigt die empfohlene Schnittführung mit rot gefärbten Löschkintervallen. Unsere Aufnahme einer „heute“-Sendung plus einer Ausgabe des Magazins „Drehscheibe“ etwa teilte TS-Doctor sauber in separate Streams auf und löschte den Teletext sowie vorangehende und nachfolgende Sendungsfragmente.

Um das Ergebnis zu kontrollieren und gegebenenfalls manuell zu verfeinern, öffnen Sie die Schnittvorschau über die Schaltfläche „Schnitt vorbereiten“. Daraufhin startet TS-Doctor einen Schnelldurchlauf, indem er vor und nach jedem Schnittpunkt jeweils einige Sekunden Videomaterial abspielt. Falls Sie noch verbliebene Intros oder Programm-Teaser



Der Stream enthält außer einem Filmfragment, einer „heute“- und einer „Drehscheibe“-Sendung umfassende Informationen (VPS, EPG, VA), die TS-Doctor den automatischen Schnitt ermöglichen.



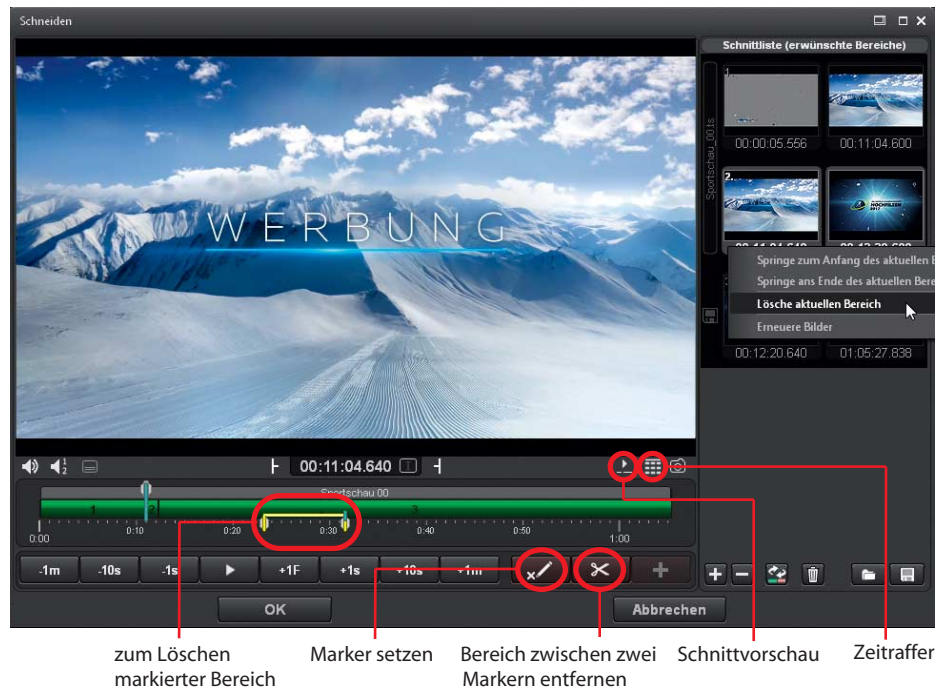
Nach umfassender Analyse dröseln TS-Doctor exakt auf, welche Audio- und Videostreams die TS-Datei enthält und welche Sendungen er erkannt hat.

loswerden möchten, tasten Sie sich am besten mit den Sekunden-, Minuten- und Frame-Schaltflächen von den Anfangs- und Endpunkten weg, setzen mit dem Stiftwerkzeug je eine Bearbeitungsmarke, um Anfang und Ende des Löschbereichs zu markieren und entfernen diesen anschließend mit der Schere. Sämtliche automatisch und manuell erstellten Schnittbereiche zeigt TS-Doctor rechts neben dem Vorschaufenster in einer eigenen Leiste. Per Klick auf das entsprechende Vorschaubild können Sie Schnittbereiche löschen und wieder hinzufügen. Wenn Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind, kehren Sie mit OK zum Hauptfenster zurück und erstellen per „Neue Datei erzeugen“ die optimierte(n) TS-Datei(en).

Hartnäckige Werbung

Für Werbeunterbrechungen übermitteln die Sender aus nachvollziehbaren Gründen keine expliziten Identifikationssignale, TS-Doctor versucht sie trotzdem zu erkennen, etwa anhand unterschiedlicher Tonspur-Charakteristika, Teletext oder Ein-/Ausblendungen des Senderlogos. Dennoch gibt es schwierige Fälle, in denen die automatischen Schnittfilter zu wenig oder zu viel löschen. Unser Testmitschnitt vom Biathlon-Weltcup beispielsweise entpuppte sich als harte Nuss, weil er gut getarnte Werbung enthielt und nicht komplett aufgezeichnet wurde – weshalb ihn TS-Doctor auf die ersten paar Minuten zurechtstutzen wollte. In solchen Fällen verzichten Sie besser von vornherein auf die Werbungsanalyse oder verschieben in der Zeitraffer den Endpunkt nachträglich. Damit Sie auf der Suche nach ein paar Werbesekunden nicht Stunden an TV-Material sichten müssen, hat TS-Doctor eine praktische Zeitraffer-Funktion eingebaut, die aus dem Stream eine Serie von Schnappschüssen extrahiert. Anhand dieser Übersicht können Sie Werbeunterbrechungen häufig sofort erkennen.

Das Zeitintervall für den Zeitraffer ist ab Werk auf zwei Minuten festgelegt, die Bildgröße auf 90 Pixel. Diese Parameter können Sie im Menü Optionen/Vorschau ändern. Im Test mit unserem Biathlon-Stream stockte der Zeitraffer bei Minute sechs, ließ sich aber durch eine Änderung des Zeitintervalls zur Weiterarbeit bewegen. Die dadurch entstandene Vorschaulücke inspizierten wir manuell mit den Sekunden-Minuten-Tasten – was sich lohnte,



Beim Öffnen der Schnittvorschau zeigt TS-Doctor erst mal in Kürze, wie der Film an den Schnittstellen abläuft. Störende Intros, Programm-Teaser und nicht erkannte Werbung entfernt man mithilfe von frame-, sekunden- oder minutengenauer Navigation durchs Videomaterial.

denn hier verbarg sich der einzige Werbeblock der einstündigen Aufzeichnung.

Dass manche Vorschaubilder nur wenige erkennbare Pixel oder Umriss auf grauem Grund zeigen, liegt laut Entwickler Frank Siek daran, dass aktuelle Open-Source-H.265-Decoder noch nicht so zuverlässig arbeiten wie die bewährten H.264-Decoder. Normalerweise sollte der Video-Decoder so lange Daten anfordern, bis ein Bild gerendert werden kann. Die LAV-Filter zeigen stattdessen lediglich die B-Frames ohne Bezug zu ihren Keyframes

(I-Frames) an. B-Frames enthalten aber nur die Daten, die sich in Bezug zu ihrem direkten Vorgänger und Nachfolger geändert haben. Als Reaktion auf erste Tests mit unseren DVB-T2-Streams hat Frank Siek einen Workaround implementiert, sodass das Video-Vorschaufenster eine gute Arbeitsgrundlage liefert und die Zeitraffer-Übersicht überwiegend aussagekräftige I-Frames enthält. (atr@ct.de) **ct**

Download der TS-Doctor-Spezialversion:
ct.de/ynd5



Das Zeitraffer-Fenster fertigt Schnappschüsse im Minutentakt – und hilft so beim Aufspüren von Werbung und anderen Einblendungen.



Schnipp, schnapp, Film ab!

Legetrickfilme mit dem Smartphone produzieren

Die erste South-Park-Episode hat es bewiesen: Es braucht nicht viel mehr als Tonpapier, Schere und Kleber, um auf dem heimischen Schreibtisch eine alte Kunstform aufleben zu lassen und kurze Filme im Legetrick-Verfahren zu drehen.

Von Martin Reche

Mit einfachsten Mitteln legten die Studenten Trey Parker und Matt Stone vor rund 20 Jahren den Grundstein für eine der erfolgreichsten Trickfilmserien aller Zeiten: South Park. Die erste Episode entstand zum großen Teil in Handarbeit: Alle Figuren, Hintergründe, Gebäude et cetera hat das Duo aus Tonpapier ausgeschnitten, sie per Hand bewegt und mit Stop-Motion-Technik zum Leben erweckt. Um auf den Spuren der South-Park-Macher zu wandeln, brauchen Sie außer einer Stop-Motion-App fürs Smartphone eine

ruhige Ecke für das heimische Filmstudio, Bastelutensilien und eine gute Geschichte. Alternativ kann man ein Tablet anstelle eines Smartphones einsetzen, wenn die eingeschränkte Handlichkeit und die im Vergleich zu Smartphones häufig schlechtere Kamera nicht stören.

Das Drehbuch

Vor den Dreharbeiten steht das Drehbuch. Der Plot muss weder lang sein, noch braucht er viele Protagonisten oder Orte. Am Anfang sollten Sie mit kurzen Hand-

lungssträngen experimentieren; so gewinnen Sie schnell einen Eindruck von aufwendigen Arbeitsschritten der Filmproduktion. Es reicht, eine unvorhergesehene oder komische Situation zu schildern.

Für das Beispiel, das Sie als fertiges Video über den c't-Link am Ende des Artikels finden, haben wir eine kurze skurrile Sequenz geschaffen: Die Geschichte spielt in einem Garten mit einem Baum. Die Sonne scheint, Vögel fliegen. Der Protagonist, nennen wir ihn Gregor, betritt von links das Bild, geht in die Bildmitte zu einem Baum und bleibt dort stehen. Plötzlich sprengt eine Explosion dem Baum die Krone ab. Anschließend schwebt von oben ein Computer langsam ins Bild und landet auf dem Baumstamm. Gregor steht vor dem Computer und tippt auf der Tastatur. Auf einmal blitzt und qualmt das technische Gerät und Protagonist und Computer verschwinden in einer Rauchwolke. Heraus tritt ein Roboter, der mit mechanischen Schritten nach rechts aus dem Bild geht. Der Titel unseres Films lautet: „Die Verwandlung“ – Anklänge an Kafkas Werke sind natürlich rein zufällig.

Dank des Drehbuchs haben Sie einen ersten Überblick über Figuren und Requisiten, die im Film vorkommen. Im nächsten Schritt greifen Sie zu Schere, Papier und Kleber und legen den Hintergrund. Der muss gar nicht groß sein: Eine DIN-A4-Seite reicht völlig aus. Im Beispiel setzt sich der Hintergrund aus einem Garten mit Baum, Sonne, Vögeln und Wolken zusammen. Manches darin soll sich später im Film bewegen und so für Dynamik sorgen. Deshalb werden Vögel und Wolken nicht festgeklebt.

Da Gregor von links ins Bild laufen und den Betrachter später anschauen soll, reicht eine einzige Protagonisten-Pappfigur nicht aus. Außer der Seitenansicht fordert das Beispiel-Drehbuch eine Frontalansicht Gregors, wenn er den Betrachter erstaunt anschaut. Schneiden Sie Arme, Beine, Rumpf und Kopf aus buntem Tonpapier aus und kleben Sie die Einzelteile zu zwei fertigen Figuren zusammen.

Ähnliches gilt für den Roboter: Seine Schritte wirken nur dann mechanisch, wenn man mit zwei Modellen arbeitet, die sich perspektivisch leicht voneinander unterscheiden. Ein Modell sollte im 90-Grad-Winkel nach rechts schauen und das

zweite Modell eine leicht auf den Zuschauer ausgerichtete Körperhaltung einnehmen.

Studioarbeit






Das Drehbuch steht, Hintergrund, Protagonisten und Requisiten sind fertig. Suchen Sie nun einen geeigneten Standort für Ihr Trickfilmstudio, ein Schreibtisch reicht aus. Achten Sie darauf, dass ausreichend Lichtquellen vorhanden sind. Für ein möglichst gutes Filmergebnis arbeiten Sie mit einem Stativ. Das klicken Sie sich in wenigen Minuten aus Duplo- oder Legosteinen zusammen. Der Vorteil der Arbeit mit einem Stativ: Die Aufnahmen verwackeln nicht und man kann eine feste Kameraperspektive wählen. Konstruieren Sie das Stativ so, dass es später nicht auf den Aufnahmen auftaucht – hier helfen Probeaufnahmen.

Jetzt fehlt noch die passende App – davon tummeln sich zahlreiche Varianten in Googles und Apples digitalen Einkaufsmärkten. Das Beispiel wurde mit der App Stop Motion Studio von Cateater produziert. Diese bringt mehrere Vorteile mit: Es gibt sowohl für Android als auch für iOS eine kostenlose Version, ohne nervige Werbung. Außerdem ist die Bedienung unter beiden Betriebssystemen identisch und selbst für Filmneulinge selbsterklärend. Mit der kostenlosen Version der App realisieren Sie bereits längere Filmprojekte. Wer mit dem Stop Motion Studio nicht so richtig warm wird, findet unter iOS mit dem Easy Stop Motion Studio eine Alternative – unter Android macht die Trickfilmerei auch mit der App Clayframe Spaß.

Stativ Marke Eigenbau: Mit wenigen Handgriffen bauen Sie eine stabile Halterung zusammen.

Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

Legetrickfilme drehen

-  Schere, Tonpapier, Stifte, Kleber, Watte, Knete, Schreibtischlampe, iOS- oder Android-Smartphone, Trickfilm-App
-  Kreativität, sicherer Umgang mit Smartphones, etwas handwerkliches Geschick
-  Eine kurze Filmsequenz entsteht in weniger als einer Stunde.
-  Kinder ab acht Jahren arbeiten im Team mit den Eltern, Kinder ab zehn Jahren legen allein los.
-  Für Tonpapier, Kleber & Co. sollte man rund fünf Euro einplanen. Für die ersten Gehversuche reicht die kostenlose Version der Trickfilm-App Stop Motion Studio aus.

Smartphone-Studio

Gefilmt wird, wie der Name der App bereits vermuten lässt, nach dem Stop-Motion-Prinzip, wie man es etwa von „Wallace & Gromit“ und „Shaun das Schaf“ kennt. Dafür wird jede kleine Bewegungsänderung von Figuren und Umgebung in Einzelbildern festgehalten. Nachdem ein Foto im Kasten ist, bewegen Sie die Figuren ein kleines Stück weiter, drücken wieder auf den Auslöser und so weiter. Die





Die App „Stop Motion Studio“ gibt es für Android und iOS. Sie lässt sich intuitiv bedienen.

Fotos setzt die App am Ende zum fertigen Film zusammen. Anders als herkömmliche Videoaufnahmen besitzen Stop-Motion-Filme einen ganz eigenen, sympathisch-ruckeligen Charme.

Diese Wirkung lässt sich variieren: Je mehr Bilder Sie pro Bewegungsablauf anfertigen, desto flüssiger bewegen sich die Figuren später. Ein Antippen des Feldes „Einstellungen“ führt zur Eingabe für die Anzahl der Bilder, die die App pro Sekunde abspielen soll (Frames per Second/FPS). Bei Filmprojekten mit vielen Bildern lohnt es sich, die FPS-Rate weiter nach oben zu schrauben, auch das trägt zu einem flüssigeren Filmserlebnis bei. Das Beispiel arbeitet mit acht FPS und besteht aus 256 Bildern. Das ist ein guter Kompromiss: Auf der einen Seite stocken die Bewegungen nicht zu sehr, auf der anderen Seite kommt der Film mit relativ wenigen Bildern aus und behält den typischen Stop-Motion-Charme.

Uuuund: Action!

Richten Sie das Stativ aus, sodass die Kamera die Szenerie optimal erfasst und bringen Sie die beweglichen Requisiten in Ausgangsstellung. Aktivieren Sie in der App das Gitternetz – es hilft bei der Ausrichtung der Gegenstände. Sollte das Tageslicht nicht reichen, leuchten Sie das Bild mit einer Steh- oder Schreibtischlampe aus. In der App aktivieren Sie den automatischen Weißabgleich, die automatische Belichtung und den Autofokus der

Kamera. Bei unseren Testgeräten (LG G5 mit Android 7 und iPhone 5s mit iOS 10.2.1) arbeitete die Automatik tadellos und sorgte für gute Bilder.

Die Dreharbeiten können beginnen: Nehmen Sie zunächst ein paar Bilder der Szene auf. Bewegen Sie Vögel und Wolken zwischen den Einzelaufnahmen um wenige Millimeter: Die Vögel fliegen und es scheint ein leichter Wind zu wehen. Jetzt betritt der Protagonist das Bild. Langsam bahnt er sich seinen Weg in Richtung Bildmitte. Das Aufnahmeprinzip bleibt das Gleiche: Sie rücken Gregor ein wenig in das Bild, drücken auf den Auslöser, ver-

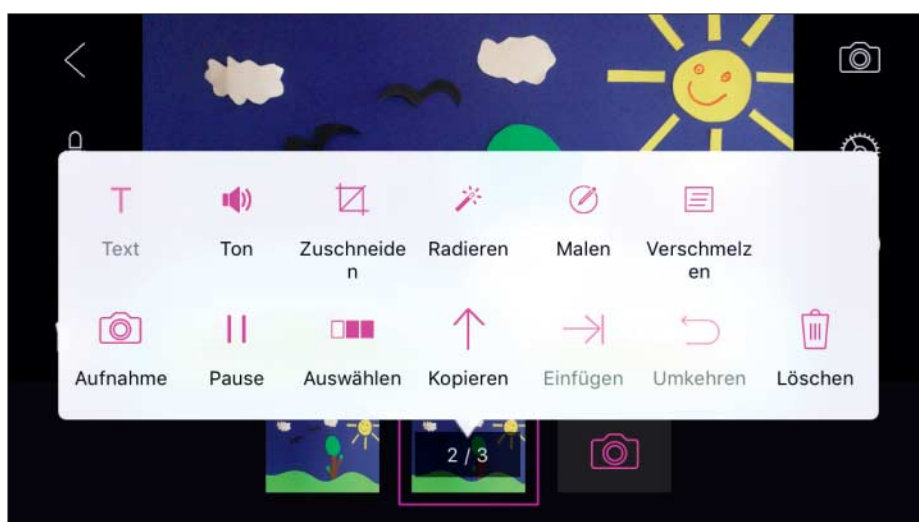
schieben ihn um wenige Millimeter und nehmen das nächste Foto auf. In der Bildmitte erreicht der Protagonist den Baum. Dort verharrt er für ein paar Sekunden, bevor Sie den Helden in Seitenansicht gegen einen in Frontalansicht tauschen. Vergessen Sie nicht, bei jedem neuen Foto auch die Hintergrundrequisiten immer wieder leicht weiterzubewegen.

Die Explosion können Sie auf Wunsch etwas aufwendiger gestalten: Im Beispiel haben wir ein sternförmiges Objekt ausgeschnitten und über dem Baum positioniert. Rote und gelbe braune Papierschnipsel garnieren den Explosionsvorgang. Nach der Explosion beginnt der Computer von oben ins Bild zu schweben.

Den Baum hat das Ereignis ein wenig in Mitleidenschaft gezogen: Seine Krone wurde weggesprengt und im Bild durch eine Bruchkante ersetzt. Am Boden komplettieren feine Bruchstücke die Szene nach dem großen Knall. Der Protagonist wendet sich dem Computer zu, der auf der Bruchkante des Baumes gelandet ist. Dafür wird seine Figur wieder gegen die Seitenansicht ausgetauscht. Das Tippen auf der Tastatur erledigen zwei Papphände, die Sie zwischen Gregor und Computer in Position bringen und zwischen den Fotos ein wenig nach oben und unten bewegen.

Wattewolken

Es folgt der zweite Höhepunkt: Gregor verwandelt sich in einen Roboter. Damit



Tippt man auf ein Bild in der App, öffnet sich ein Dialogfenster mit Bearbeitungsoptionen.

die Verwandlung nicht zu abrupt kommt, verschleiern Sie das Geschehen mit einer Rauchwolke. Im Beispiel tritt diese aus dem Computer aus und verhüllt anschließend den Protagonisten. Kleiner Tipp: Mit Watte lassen sich perfekte Rauchscheiden formen. Legen Sie nach und nach immer mehr Watte rund um Computer und Gregor aus und halten Sie die einzelnen Schritte mit Fotos fest. So entfaltet sich der Rauch später im Film gleichmäßiger. Drücken Sie die Watte zudem ein wenig platt, um den zweidimensionalen Charakter des Films trotz des plastischen Materials beizubehalten. Tippen Sie auf das Mikrofonsymbol, um eine Tonaufnahme zu starten. Wenn Sie jetzt leicht ins Mikrofon pusten, haben Sie eine passende klangliche Untermalung für die Rauchentwicklung.

Die Verwandlung ist geglückt und der Roboter geht mit mechanischen Schritten nach rechts aus dem Bild, indem Sie die beiden Robotermodelle abwechselnd fotografieren und immer ein Stückchen weiterbewegen. Merken Sie sich beim Wechsel der Modelle möglichst gut die Ausgangsposition. Ein kleines Stück Knete kann als Gedächtnisstütze dienen. Markieren Sie damit die Positionen. Der Vorteil: Knete lässt sich ohne Rückstände vom Tonpapier entfernen und wiederverwenden.

Credits

Der Film ist im Kasten, aber es fehlen noch ein Vor- und Abspann, die das Werk

Watte eignet sich gut für die Darstellung von Rauchwolken.



einrahmen. Beides rundet das Projekt ab und sorgt dafür, dass das Video weder unverhofft beginnt noch abrupt endet. Die Funktion für Vor- und Abspanne kann man per In-App-Kauf nachrüsten. Das ist aber nicht nötig, wenn man beides mit etwas Geduld stilgerecht selbst bastelt und nachträglich ins Video einfügt.

Für Vor- und Abspann kommt ein neuer Hintergrund zum Einsatz. An den Ecken kleben Verzerrungen aus Tonpapier, die Mitte bleibt frei. Für den Vorspann haben wir Wortschnipsel aus Zeitungen und Magazinen ausgeschnitten und zu Wortkombinationen wie „Regie: Tim Burton“ zusammengeklebt. Die Wortbänder laufen anschließend im Halbkreis durch

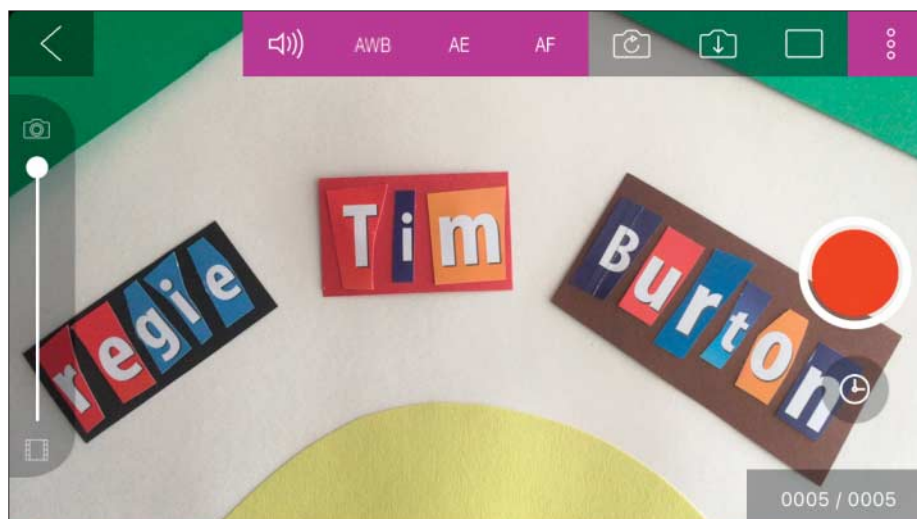
das Bild und werden mit der Stop-Motion-App auf die gleiche Art eingefangen, wie bereits die anderen beweglichen Elemente im Film.

Um den Vorspann vor das eigentliche Video zu rücken, tippen Sie im Filmeditor das erste Bild des Vorspanns an und anschließend aus dem Dialogfenster „auswählen“. Haben Sie alle Bilder, die zum Vorspann gehören, ausgewählt, kopieren Sie diese. Ärgerlicherweise kann man Bilder im Editor der App nicht ausschneiden. Nachdem Sie die Kopien ganz am Anfang eingefügt haben, müssen Sie die überflüssigen Originale daher anschließend manuell löschen. Für perfekte Übergänge zwischen Vorspann, Film und Abspann sorgen Sie, indem Sie immer die ersten und letzten Bilder ein- beziehungsweise ausblenden. Die Blendenfunktion öffnet sich nach einem Antippen des Filmklappensymbols am linken Bildrand der App.

Castingshow

Stop-Motion-Filme mit Schere und Papier zu produzieren ist nur eine Möglichkeit von vielen. Wenn Sie weder Tonpapier schneiden noch kleben wollen, können Sie auch Figuren aus Knete formen. Oder Sie erzählen kurze Geschichten mit Lego- und Playmobil-Figuren oder mit Spielzeugautos oder Kuscheltieren – die Möglichkeiten sind schier grenzenlos.

(mre@ct.de) **ct**



Mit ausgeschnittenen Buchstaben oder Wörtern arrangieren Sie Vor- und Abspann Ihres Videos.

Beispielvideo, Stop Motion App:
ct.de/yhc5



Oculus-Home-Menü für Rift und GearVR: Dieses hübsche Wohnzimmer ist so etwas wie eine Betriebssystemoberfläche.

Virtuelle Kämpfe

Ökosystem-Strategien der VR-Hersteller im Vergleich

Noch steckt Virtual- und Augmented-Reality-Technik in der Nische – ob die Brillen irgendwann zum Alltag gehören, ist unklar. Dennoch versuchen die Hersteller schon jetzt, ihre Ökosystem-Claims abzustecken. Im Vordergrund stehen wie so oft die Nutzerdaten.

Von Christophe Leske

Im Markt der Virtual und Augmented Reality tobt ein Kampf um die technologische Vorherrschaft der kommenden Jahre. Es stehen sich mehrere Hard- und Softwaresysteme unversöhnlich gegenüber – jeder Hersteller entwickelt eine eigene geschlossene Plattform, mit der Aussicht auf große Marktanteile und dazugehörige Nutzerdaten.

Oculus zum Beispiel setzt auf eine Doppelstrategie: die „große“ Oculus Rift für den Heim-PC und die „kleine“ GearVR in Zusammenarbeit mit Samsung für den mobilen Einsatz. Beide Brillen

verwenden die Software **Oculus Home**, die die Steuerung von Virtual-Reality-Apps erlaubt und ebenfalls ein einfaches grafisches Betriebssystem darstellt – andere Brillen als Rift und GearVR unterstützt Oculus Home nicht. Die Nutzer sollen in der virtuellen Umgebung verbleiben und Apps vorzugsweise aus dem Oculus Home Store beziehen. Zwar kann man sowohl bei der GearVR als auch bei der Rift Software von außerhalb des Stores installieren und starten – aber das erfordert Know-how des Users. Beide Systeme starten externe Inhalte standardmäßig erst einmal nicht – man muss die „unbekannten Quellen“ zuerst manuell aktivieren.

Google beackert zurzeit ausschließlich VR mit dem Smartphone. Die bisherige **Cardboard**-Infrastruktur soll künftig von **Daydream** ersetzt werden. Die gegenüber Cardboard technisch stark verbesserte Plattform hilft Handy-Herstellern, vergleichbare Angebote zum aktuellen Mobile-VR-Klassenprimus Samsung GearVR zu entwickeln. Die marktbeherr-

schende Position von Android soll dabei als Brechstange für den entstehenden VR-Markt genutzt werden.

Microsoft: Eine für alle

Natürlich will auch Microsoft an der virtuellen Zukunft teilhaben und proklamiert deswegen „**Windows Holographic** – one platform for VR, AR and MR“. Auf der herstellereigenen Mixed-Reality-Brille HoloLens (Kostenpunkt: 3300 Euro) läuft



Der Carmel-Browser für Oculus-Headsets wirkt zurzeit noch ziemlich rudimentär. Er könnte sich langfristig als trojanisches Pferd entpuppen.

ein angepasstes Windows 10. Im Bereich VR will sich Microsoft auch für die Hardware anderer Hersteller öffnen: HP, Dell, Asus und Acer haben bereits Windows-Holographic-VR-Headsets zu Kampfpreisen ab 300 Dollar angekündigt.

Valve schafft dagegen Fakten in Sachen VR-Inhalte: die hauseigene Verteilungsplattform Steam, seit Jahren Marktführer für digitale Spiele, bietet einen Virtual-Reality-Modus namens **SteamVR** an. Damit lassen sich Spiele und Anwendungen in VR starten, unterbrechen und beenden. Dies entspricht in seiner Funktion einem rudimentären VR-Betriebssystem.

Insgesamt mutet SteamVR (und sein technischer Standard „OpenVR“) offener an als die Konkurrenz-Plattformen – schließlich unterstützt Steam nicht nur die hauseigene, gemeinsam mit HTC entwickelte Vive-Brille, sondern auch Oculus Rift und Razers „offene“ OSVR. Das ist allerdings keine Wohltätigkeit der Steam-Macher – Valve will natürlich vor allem Software über die eigene Plattform verkaufen (einem Gerücht zufolge kassiert das Unternehmen 30 Prozent Provision). Und je mehr Hardware-Plattformen bedient werden, desto besser die Verkäufe.

Vision: Offenes VR

All diesen geschlossenen Systemen steht die Vision eines offenen Standards gegenüber. Schon seit Ende 2015 verfolgt die **WebVR**-Initiative unter Führung von Mozilla die Anbindung von Headsets an Web-Browser. Theoretisch eine tolle Sache: Die Inhalte-Anbieter entwickeln ihren VR-Content für WebVR – und nicht für einzelne Hardware-Plattformen. Theoretisch kann man WebVR schon mit Cardboard, Daydream, Gear VR, HTC Vive und Oculus Rift verwenden.

Bislang unterstützt allerdings nur Google mit dem Chrome-Browser für Android Cardboard und Daydream „out of the box“, Nutzer von PC-VR-Brillen und Desktop-Browsern müssen Vorab-Software verwenden – bei Firefox unterstützen zurzeit nur die Nightly Builds für Windows VR-Brillen, bei der Google-Konkurrenz muss man eine experimentelle Chromium-Version herunterladen.

Dass VR im Web großes Potenzial hat, steht außer Frage: Vor allem, wenn die WebVR-Unterstützung auch in die normalen Versionen der Browser kommt.

Etwas weniger heimelig als bei Oculus sieht das SteamVR-Bedien-Menü aus.



So lange wollen Oculus und Facebook nicht warten. Die Firmen arbeiten nicht nur an einem eigenen WebVR-Browser namens Carmel, sondern auch an einem Framework zur vereinfachten Erstellung von Benutzerelementen namens ReactVR. Langfristig soll Carmel in die eigene VR-Umgebung eingebettet werden – das erinnert stark an die Verzahnung des Internet Explorer mit Windows. Seit dem Dezember 2016 ist eine Preview von Carmel in der Rubrik „Galerie Apps“ im Oculus Home Store für die GearVR erhältlich.

Nachdenklich stimmt, dass Oculus und Google mit ihren integrierten Browsern nicht nur ein Monopol erschaffen, sondern auch vermehrt biometrische Nutzerdaten für personalisierte Werbung

abgreifen könnten. Wer den Zugang zum Web kontrolliert, kontrolliert die Nutzerdaten – und die werden in VR in Zukunft vermehrt biometrische Anteile enthalten, etwa wofür man sich genau auf einer Seite interessiert und wie lange man wohin geschaut hat. Laut Oculus-AGB können obendrein Informationen über „Körperbewegungen und -maße“ gesammelt werden.

Mit einem freien WebVR-Browser ist die Spionier-Gefahr geringer. Dazu braucht es jedoch offene Systeme, herstellerübergreifende Standards und die Möglichkeit, unterschiedliche VR-Browser wählen zu können. Zumindest auf den mobilen VR-Plattformen sieht es zurzeit nicht danach aus. (jkj@ct.de) **ct**

Wir wollen Deine Daten!

Was treibt Oculus, Facebook und Google dazu, eigene Web-Browser für Virtual Reality zu entwickeln? Unsere Daten natürlich, schließlich soll die Werbung passgenau auf uns zugeschnitten sein. Facebook und Google wollen deshalb alles über uns wissen.

Bei Facebook ist das trojanische Pferd der Browser in der Oculus-Run-time, dem Treiber für das Headset. Die Software zeigt beim Aufsetzen immer zuerst die Oculus-Home-Umgebung an und hält den Nutzer darin, so lange es geht. Der Browser – mit dem schönen Namen Carmel – wird darin voraussicht-

lich so verankert, dass man nicht mehr das Headset abnehmen muss, wenn man schnell mal was im Internet nachgucken möchte. Den Preis für diese Bequemlichkeit zahlt man mit seinen Daten, die zurück an den Anbieter gesendet werden.

Schon heute bieten Analytics-Firmen sogenannte Gaze-Maps an, die der Kundschaft detailliert zeigen, wohin ein Benutzer in der virtuellen Welt geschaut hat. Bislang werten VR-Headsets nur Kopfbewegungen und keine Pupillenbewegungen aus. Brillen, die die Augen genau überwachen können, stehen aber schon in den Startlöchern.



Profis für alle Fälle

Workstation-Grafikkarten von AMD und Nvidia

Ob zur 10-Bit-Fotobearbeitung, zum Gestalten von Häusern oder zur Erschließung von Öl- und Gasvorkommen: AMD und Nvidia haben neue Workstation-Karten im Angebot, die sich dank moderner GPUs und riesiger Speicher für nahezu alles eignen.

Von Martin Fischer

Konstrukteure, Render-Künstler und professionelle Bildbearbeiter kaufen üblicherweise nicht jene Normalo-Grafikkarten, die sich Gamer in ihre Systeme stecken, sondern spezielle Profi-Modelle. AMD und Nvidia bieten solche unter den Bezeichnungen „Radeon Pro“ und „Qua-

dro“ an. Diese Karten sind auf den ersten Blick sehr teuer – und das, obwohl auf ihnen die gleichen Chips wie auf Gamer-Grafikkarten sitzen. Doch die Anforderungen an sie sind wesentlich strenger: Sie müssen immer zuverlässig arbeiten, Profi-Programme problemlos ausführen (dafür gibts dann Hersteller-Support) und dazu exklusive Sonderfunktionen bieten. Schiefgehen darf nichts, denn jedes Problem kostet Zeit und damit Geld.

Nvidia hat kürzlich zahlreiche neue Profi-Grafikkarten vorgestellt, von denen wir vier ergattert haben: die Quadro P2000 (670 Euro), die Quadro P4000 (1300 Euro), die Quadro P5000 (1800 Euro) und die Quadro P6000 (4500 Euro). Dazu holten wir AMDs günstige Radeon Pro WX 4100 (310 Euro) und WX

5100 (450 Euro) ins Labor – sie konkurrieren leistungsmäßig nicht mit den Nvidia-Karten, ihr Fokus liegt auf Bildbearbeitung, CAD und Multi-Monitor-Arbeitsplätzen.

Sechs Knechte

Auf den Workstation-Grafikkarten arbeiten die derzeit modernsten Grafikchips, nämlich Nvidia Pascal und AMD Polaris. Sie entfalten bei vergleichsweise geringer Leistungsaufnahme hohe Render-Performance, sind also sehr effizient. Doch nicht nur die Leistung stimmt, sondern auch die Funktionsvielfalt. Alle GPUs sind zu den 3D-Schnittstellen Direct3D 12, Vulkan und OpenGL 4.5 kompatibel und führen auch universelle Berechnungen durch – Nvidia-GPUs über CUDA 8 und OpenCL

1.2, AMD-GPUs über OpenCL 2.0. Im Vergleich zu ihren Vorgängern verarbeiten sie Geometrie effizienter, indem sie unsichtbare Dreiecke frühzeitig in der Render-Pipeline verwerfen. Überdies führen die GPUs auch Half-Precision-Code (FP16) aus, der vor allem im Bereich des Maschinellen Lernens (Deep Learning, KI) verwendet wird. Die FP16-Leistung der Karten reicht zumindest zum Testen von Code, wer hohe Performance will, sollte zur Tesla GP100 greifen.

Bildsignale geben die Grafikkarten über vier Mini- oder normalgroße DisplayPort-Buchsen aus. Sie unterstützen den Standard 1.4 und steuern daher sogar 5K-Displays über ein einziges Kabel mit 60 Hz an. Bis zu vier 5K-Displays soll jede Karte gleichzeitig betreiben können. Testen konnten wir aber nur den Vierschirmbetrieb bei 4K und 60 Hz – das klappte.

Auf Wunsch geben die Profi-Grafikkarten Bilder in wesentlich höherer Farbtiefe aus – mit 10 Bit pro Komponente stellen sie bis zu 1,07 Milliarden Farben dar. Das ist wichtig für medizinische Bildgebungsverfahren oder zur Bearbeitung von besonders feinen Farbverläufen. Damit die 10-Bit-Ausgabe funktioniert, müssen Grafiktreiber, Betriebssystem (Windows 7, 8 oder 10), Programm (etwa Adobe Photoshop) und Display mitspielen.

Dank der fortschrittlichen Video-Engines spielen die GPUs auch Filme mit 10 Bit Farbtiefe ab und damit besonders kontrastreiches HDR-Material (High Dynamic Range). Die Video-Engines beschleunigen dabei nicht nur die Video-Formate H.264 und H.265/HEVC, sondern auch VP9.

Radeon-Zwerge

Radeon Pro WX 4100 und WX 5100 sind fürs professionelle Bearbeiten von Fotos und zur Geometrie-Beschleunigung in CAD-Programmen gedacht. Die schwächere WX 4100 hat dafür einen Polaris-11-Grafikchip mit 1024 Kernen und 4 GByte Speicher – im Leerlauf ist die Karte sehr sparsam (5 Watt) und fast nicht hörbar (0,1 Sone). Unter Dauerstress springt die Leistungsaufnahme auf gute 45 Watt. Der kleine Lüfter dreht sich dabei halbwegs leise (0,4 Sone). Unter mit Furmark simulierter Extremast schluckt die WX 4100 im Mittel 52 Watt und überspringt damit die von AMD angegebene TDP um 2 Watt.

Auf der Radeon Pro WX 5100 sitzt ein stärkerer Polaris-10-Grafikchip mit 1792 Kernen. Schaut man nur auf die Spezifikationen, müsste die WX 5100 wesentlich schneller sein als die WX 4100 – ist sie aber nicht. Der Grund liegt im Drosselungsverhalten der GPU. Damit die Karte die TDP von 75 Watt einhält, reduziert die GPU ihren Takt unter Last auf Werte, die deutlich unter den angegebenen 1086 MHz liegen. AMD spricht von einem „typischen Takt“ von nur 713 MHz – in unseren Tests fiel die Taktfrequenz in 3DMark auf bis zu 442 MHz, im Furmark sogar auf bis zu 302 MHz. Dadurch ist die WX 5100 häufig nur geringfügig schneller als die WX 4100. Beispielsweise führt sie

im DirectX-12-Benchmark Time Spy mit nur 7 Prozent (1889 zu 1764 Punkte). Spürbare Vorteile ergeben sich bei Anwendungen, deren Fokus auf dem Bearbeiten von Geometriemodellen liegt und die folglich nicht die ganze GPU auslasten – wie es die verschiedenen Tests der Benchmark-Suite SPEC Viewperf 12 demonstrieren. Im Catia-Durchlauf liegt die WX 5100 rund 33 Prozent vorn, bei Siemens NX um zirka 36 Prozent. Quasi gleichauf liegen die Karten im Medical-01 und Showcase-01. Im OpenCL-Test Luxmark rechnet die WX 5100 um ein Drittel schneller, im Tessellation-Stresstest Unigine Heaven 4.0 kaum. Eben deswegen verlangt AMD für die WX 5100 nur einen geringen Aufpreis zur WX 4100 – wer sich für die WX 5100 entscheidet, sollte das mit Bedacht tun.

Quadro-Riesen

Die Quadro P2000 ist für anspruchsvolle CAD-Projekte gedacht, Nvidia nennt speziell die Programme Solidworks, Siemens NX und PTC Creo. Ihr Grafikchip hat wie die WX 4100 ebenfalls 1024 Shader-Rechenkerne; bei Profi-Anwendungen ist sie – auch dank ihres sehr hohen Turbo-Taktes – jedoch manchmal sogar doppelt so schnell unterwegs, wie die SPEC-Viewperf-Tests zu Catia, Creo und Maya zeigen. Beim datenintensiven Energy-01-Test arbeitet sie sogar viermal so schnell. Das spiegelt sich auch im mehr als doppelt so hohen Preis wider (670 Euro). Ihre Leistungsaufnahme hält sie dabei in Zaum: 5 Watt im Leerlauf und 64 Watt un-

Technische Daten

	Quadro P2000	Quadro P4000	Quadro P5000	Quadro P6000	Radeon Pro WX 4100	Radeon Pro WX 5100	Radeon Pro WX 7100
Hersteller / Codename	Nvidia / GP106	Nvidia / GP104	Nvidia / GP104	Nvidia / GP102	AMD / Polaris 11	AMD / Polaris 10	AMD / Polaris 10
Shader-ALUs	1024	1792	2560	3840	1024	1792	2304
Shader-(Turbo-)/Speichertaktfrequenz	1076 MHz (1481 MHz) / 3504 MHz	1202 MHz (1480 MHz) / 3802 MHz	1607 MHz (1734 MHz) / 2256 MHz	1506 MHz (1645 MHz) / 2256 MHz	1201 MHz / 1500 MHz	1086 MHz / 2500 MHz	1243 MHz / 500 MHz
max. Turbo-Taktfrequenz	1721 MHz	1708 MHz	1733 MHz	1657 MHz	-	-	-
Rechenleistung SP / DP [TFlops]	3,03 / 0,04	5,3 / 0,08	8,88 / 4,4	12,73 / 6,36	2,46 / 0,07	3,9 / 0,122	5,73 / 0,179
Direct3D / OpenGL / OpenCL	12_0 / 4.5 / 1.2	12_0 / 4.5 / 1.2	12_0 / 4.5 / 1.2	12_0 / 4.5 / 1.2	12_0 / 4.5 / 2.0	12_0 / 4.5 / 2.0	12_0 / 4.5 / 2.0
Speichergroße	5 GByte GDDR5	8 GByte GDDR5	16 GByte GDDR5X	24 GByte GDDR5X	4 GByte GDDR5	8 GByte GDDR5	8 GByte GDDR5
Datentransferrate	140 GByte/s (160 Bit)	243 GByte/s (256 Bit)	288 GByte/s (256 Bit)	432 GByte/s (384 Bit)	96 GByte/s (128 Bit)	160 GByte/s (256 Bit)	224 GByte/s (256 Bit)
Ausgänge / gleichzeitig nutzbar	4 × DP 1.4 / ja	4 × DP 1.4 / ja	4 × DP 1.4, DL-DVI / ja	4 × DP 1.4, DL-DVI / ja	4 × Mini-DP 1.4 / ja	4 × DP 1.4 / ja	4 × DP 1.4 / ja
10 Bit / HDR	ja / ja	ja / ja	ja / ja	ja / ja	ja / ja	ja / ja	ja / ja
geeignet für 5K	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)	ja (5120 × 2880)
Kühlung	Single-Slot, aktiv	Single-Slot, aktiv	Dual-Slot, aktiv	Dual-Slot, aktiv	Low-Profile, aktiv	Single-Slot, aktiv	Single-Slot, aktiv
Stromversorgung	PEG	PEG, 1 × 6-pin	PEG, 1 × 8-pin	PEG, 1 × 8-pin	PEG	PEG	PEG, 1 × 6-pin
TDP	75 Watt	105 Watt	180 Watt	250 Watt	50 Watt	75 Watt	130 Watt
Leistungsaufnahme 2D / Multimonitor/3D/Furmark/Peak ¹	5 / 10 / 63 / 64 / 92 Watt	5 / 12 / 99 / 100 / 146 Watt	7 / 15 / 173 / 176 / 246 Watt	9 / 20 / 201 / 231 / 295 Watt	5 / 14 / 45 / 52 / 77 Watt	12 / 19 / 58 / 61 / 102 Watt	12 / 29 / 122 / 134 / 201 Watt
Lautheit Leerlauf / Last / Max	0,1 / 0,6 / 0,6 Sone	0,3 / 1,0 / 1,0 Sone	0,1 / 1,1 / 1,1 Sone	0,1 / 1,4 / 1,4 Sone	0,1 / 0,4 / 0,5 Sone	0,1 / 0,1 / 0,1 Sone	0,1 / 1,4 / 1,9 Sone
Preis	670 €	1300 €	1800 €	4500 €	310 €	450 €	690 €

¹ kurzzeitig auftretende Spitzenwerte



Radeon Pro WX 4100

Die preisgünstige Einsteiger-Karte eignet sich zur 10-Bit-Fotobearbeitung und einfachen CAD-Modelle. Bei umfangreichen Datensätzen limitiert der nur 4 GByte fassende Grafikspeicher. Dank des sparsamen Polaris-Grafikchips kommt sie ohne zusätzliche Stromversorgung aus. Sie kostet 310 Euro.

- ↑ preiswerte 10-Bit-Karte
- ↓ nur 4 GByte Speicher



Radeon Pro WX 5100

Bei der Darstellung von Drahtgitter-Modellen (Wireframes) ist die Radeon Pro WX 5100 wesentlich schneller als eine WX 4100. Bei Anwendungen, die alle Funktionseinheiten vollständig auslasten, drosselt die GPU ihre Taktfrequenz extrem, um die TDP nicht zu überschreiten. Die WX 5100 hat 8 GByte Speicher und kostet 450 Euro.

- ↑ schnelle Geometrieverarbeitung
- ↓ drosselt stark unter Last



Quadro P2000

Anspruchsvolle CAD-Projekte sind die ideale Spielwiese für die Quadro P2000. Ihr effizienter Pascal-Grafikchip macht auch beim Rendern eine gute Figur und kommt dabei mit weniger als 70 Watt aus. Die Workstation-Karte belegt nur einen Steckplatz, hat 5 GByte Speicher und kostet 670 Euro.

- ↑ sehr effizient
- ↓ knapp bemessener Speicher

ter Volllast. Der Lüfter der Single-Slot-Karte bleibt selbst unter Last erträglich, im Leerlauf ist er kaum zu hören.

Die Quadro P4000 ist dank ihres GP104-Grafikchips schnell genug für Echtzeit-Raytracing-Berechnungen (etwa über Nvidia Iray) und Virtual Reality. Sie ist zwar doppelt so teuer wie die P2000, aber nur selten doppelt so schnell. Üblicherweise liegt ihr Leistungsvorsprung zwischen 22 Prozent (Solidworks) und 70 Prozent (Medical-01). Im CUDA-Raytracing-Test Arion erreicht sie 1990 Punkte (+77 Prozent), im OpenCL-Test Luxmark

2270 Punkte (2 Millionen Dreiecke, +58 Prozent). Mithilfe der rund 1000 Euro teuren Zusatzkarte Quadro Sync II lässt sich das Bildsignal von bis zu vier P4000-Karten synchronisieren, um große Videowände aus 16 einzelnen Displays zu betreiben. Die Karte schluckt unter Last rund 100 Watt und ist aus einem geschlossenen Gehäuse heraus hörbar (1,0 Sone). Im Leerlauf ist sie sehr sparsam (5 Watt), lässt ihren Lüfter aber schneller drehen als nötig (0,3 Sone).

Zum Verarbeiten besonders großer Datenmengen sind die High-End-Karten

Quadro P5000 und P6000 gebaut. Auf der P5000 setzt Nvidia einen GP104-Grafikchip ein, der dank seiner 2560 Kerne mitsamt hohem Turbo-Takt fast 9 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde schafft. Der 16 GByte große, ECC-geschützte GDDR5X-Speicher fasst auch umfangreiche Datensätze, wie sie in komplexen Workflows anfallen. Die 1800 Euro teure Dual-Slot-Karte nimmt unter Last bis zu 176 Watt auf und ist beim Rendern rund 25 Prozent schneller als die P4000. In speicherintensiven Anwendungen sind es auch mal bis zu 50 Prozent, wie es bei-

SPEC Viewperf 12

	Catia-04 [fps] besser ▶	Creo-01 [fps] besser ▶	Energy-01 [fps] besser ▶	Maya-04 [fps] besser ▶	Medical-01 [fps] besser ▶	Showcase-01 [fps] besser ▶	Snx-02 [fps] besser ▶	Sw-03 [fps] besser ▶
Quadro P2000	112,3	100,1	8,6	80,3	35,9	50,3	86,5	125,2
Quadro P4000	156,4	129,9	16,4	112,1	61,1	83,9	134,5	152,9
Quadro P5000	185,6	151,4	23,9	125,6	86,7	104,6	186,1	174,7
Quadro P6000	205,4	155,3	32,5	134,6	116,9	145,1	223,2	176,9
Radeon Pro WX 4100	50,7	53,2	2,2	44,6	17,0	31,9	55,3	79,8
Radeon Pro WX 5100	67,3	66,8	2,9	53,4	16,8	34,8	75,7	85,5
Radeon Pro WX 7100	112,3	82,9	5,2	80,0	41,3	71,0	105,5	111,1
AMD Fire Pro D700, 6 GB GDDR5 ¹	46,5	26,50	2,88	41,0	21,4	40,0	52,3	44,2
Quadro M6000	125,8	96,6	17,5	102,95	65,0	85,8	166,4	138,9
Quadro M4000	89,2	73,4	6,0	70,7	25,3	41,8	75,4	124,8
Quadro K6000	105,4	85,4	7,3	81,2	46,1	69,1	104,0	128,0

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6770K, 16 GByte RAM, VSync aus, Radeon Pro 17.Q1, Quadro 375.86 ¹gemessen unter Win 8.1 EP auf Mac Pro (late 2013), Intel Xeon E5-1680 v2, 4 × 16 GByte DDR3-1866



Quadro P4000

Der GP104-Grafikchip ist schnell genug, um VR-Welten mit konstant 90 fps darzustellen und über Plug-Ins wie iRay in Echtzeit zu raytracen. Durch die Single-Slot-Bauform passt die Quadro P4000 auch in kompakte Workstations. Die Karte benötigt einen zusätzlichen PCIe-Stromstecker und kostet 1300 Euro.

- 👆 VR-fähig
- 👇 hoher Preis



Quadro P5000

Dank des 16 GByte großen Speichers kommt die Quadro P5000 auch bei großen Datensätzen nicht ins Schwitzen. So eignet sie sich etwa für das Entwickeln besonders detaillierter Spiele-Welten und fürs Arbeiten mit unkomprimierten Texturen. Der hohe Turbo-Takt sorgt für eine hohe SP-Rechenleistung. Die Quadro P5000 kostet 1800 Euro.

- 👆 3D-Performance
- 👇 gedrosselte Double Precision



Quadro P6000

Maximale Leistung bietet die Quadro P6000 dank ihrer Pascal-GPU mit 3840 Kernen und dem 24 GByte fassenden Speicher. Die Karte fühlt sich wohl bei der Analyse von gewaltigen Datenmengen, bei der Fahrzeug-Visualisierung und geologischen Analysen zum Erschließen von Öl- und Gasvorkommen. Sie kostet 4500 Euro.

- 👆 maximale Leistung
- 👇 sehr hoher Preis

spielsweise die SPEC-Tests Energy und Medical verdeutlichen. Beim Raytracen via CUDA ist sie bis zu 40 Prozent schneller, via OpenCL bleibt sie zumindest im Luxmark merkwürdigerweise gleichauf. Unter Dauerlast hört man den Axiallüfter deutlich (1,1 Sone), im Leerlauf rauscht er dagegen nur leise (0,1 Sone).

Satte 24 GByte Speicher und einen 12-TFlops-Grafikchip mit 3840 Shader-Rechenkernen bietet die Quadro P6000. Der primäre Einsatzzweck liegt beim Visualisieren riesiger Datenmengen, etwa in der Automobilentwicklung und beim Erforschen von Öl- und Gasvorkommen. Durch den modernen GDDR5X-Speicher und 384 Datenleitungen erreicht die P6000 eine enorme Transferrate von

über 400 GByte/s, die das flinke Verarbeiten großer Datensätze beschleunigt. Trotz der enorm hohen Leistung kommt die P6000 mit 250 Watt aus; in 3D-Anwendungen maßen wir rund 200 Watt, bei Maximallast 231 Watt. Der Radiallüfter drehte sich etwas schneller als jeder der P5000, blieb aber dennoch erträglich (1,4 Sone); im Leerlauf war er fast nicht zu hören (0,1 Sone). Die P6000 ist im Vergleich zur P5000 rund 40 Prozent schneller beim Raytracen via OpenCL und CUDA und 30 Prozent schneller bei Tessellation-Berechnungen. Im SPEC-Viewperf12 setzt sich die P6000 nicht in jedem Test ab – bei Creo und Solidworks liefert sie ähnliche Leistung wie die P5000, bei Energy, Medical und Showcase

liegt die 4500-Euro-Karte zwischen 35 und 40 Prozent vorn.

Fazit

Egal ob günstige Radeon Pro oder leistungsfähige Quadro – die neuen Karten sind dank ihrer modernen GPUs sparsam, schnell, leise und bringen Neuerungen wie DisplayPort 1.4, HDR, GDDR5X-Speicher und volle HEVC-Hardwaredekodierung mit. Dazu sind sie im Leerlauf kaum hörbar, taugen also auch für Workstations, an denen nicht nur entwickelt, sondern auch längere Zeit konzentriert getippt wird. Das macht die neuen Quados besonders für Aufrüster interessant, die ihr lautes und lahmes Workstation-Alteisen ersetzen wollen. (mfi@ct.de) **ct**

Benchmark-Ergebnisse

	3DMark Firestrike [Punkte] besser ▶	Time Spy [Punkte] besser ▶	VRMark Orange Room [Punkte] besser ▶	VRMark Blue Room [Punkte] besser ▶	Luxmark Sala [Punkte] besser ▶	Luxmark Room [Punkte] besser ▶	Heaven DX 11 [fps] besser ▶	Heaven OpenGL [fps] besser ▶	Arion CUDA [Punkte] besser ▶
Quadro P2000	8372	3141	5226	901	2629	1439	68,1	57,3	1121,63
Quadro P4000	13302	4975	8609	1529	4225	2270	120,3	97,5	1990,5
Quadro P5000	16405	6419	10400	2117	4313	2015	154,5	113,5	2760
Quadro P6000	18525	8060	10274	3012	6121	2875	199,5	156,9	3923
Radeon Pro WX 4100	4534	1764	2889	413	1389	733	31,3	25,1	–
Radeon Pro WX 5100	4925	1889	3165	462	1841	1007	32,7	27,4	–
Radeon Pro WX7100	10041	3860	6000	1023	2933	1544	71,4	56	–

gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-6770K, 16 GByte RAM, VSync aus, Radeon Pro 17.Q1, Quadro 375.86



Der Traum vom Einen

Vier Steckernetzteile mit USB-C-Buchse im Vergleich

USB-C ist die Zukunft, immer mehr Smartphones, Tablets und Notebooks verwenden den Anschluss (auch) zum Aufladen. Da liegt der Wunsch nahe, mit einem Netzteil alle Geräte zu versorgen. Die Spezifikation gäbe das wohl her, doch gibt es so manchen Unterschied bei Preis, Leistung und Sicherheit.

Von Benjamin Kraft

Ein Netzteil, das alle elektronischen Helferlein lädt – was wäre das für eine Erleichterung, nicht zuletzt fürs Urlaubsgepäck. Glücklicherweise bieten ähnlich wie bei den USB-C-Adaptoren [1] immer mehr Hersteller Steckernetzteile an, die an ihrer USB-C-Buchse nach dem Standard USB Power Delivery (USB PD) Ladestrom liefern. Wie hoch der ausfällt, han-

deln die beteiligten Geräte über den Control Channel (CC) aus. Mehr zur Funktionsweise von USB PD, zu seinen Stärken und Schwächen steht in [2].

In der Regel spielen Geräte und Netzteile unterschiedlicher Hersteller klaglos zusammen. Doch Funktion und Preis sind nur zwei Kriterien, die man bei der Wahl eines neuen Netztesiles berücksichtigen sollte. Ein weiteres ist die Betriebssicherheit, mit der es offenbar nicht alle Hersteller so genau nehmen. So versetzte ein iPhone-Billignetzteil einem Studenten im Februar 2016 einen derart starken Stromschlag, dass er einen Herzstillstand erlitt [3]. Grund war die hohe Luftfeuchtigkeit im Bad, wo er sich aufhielt – doch mit einem korrekt isolierten Netzteil hätte das nicht passieren dürfen.

Was geht, was lädt?

Um uns einen kleinen Überblick der verfügbaren Alternativen zu verschaffen und

deren Sicherheit zu prüfen, kauften wir vier Steckernetzteile mit PD-fähiger USB-C-Buchse. Drei der Kandidaten findet man nur im Amazon Marketplace. Sie kommen also direkt aus China, Amazon gibt nur den Mittelsmann [4]. Den preislichen Einstieg markiert mit 24 Euro der Amp PD Duo Pro Wall Charger von Auker, der maximal 29 Watt bereitstellt. Per Aufsteckadapter wechselt man zwischen einer USB-C- oder zwei USB-A-Buchsen.

Bis zu 30 Watt liefert der Anker PowerPort+ 5 für 47 Euro an seiner USB-C-Buchse und bringt noch vier rechteckige USB-A-Buchsen mit. Von iVoler stammt das „75W USB Type C Ladegerät mit Power Delivery“, das auch drei USB-A-Buchsen besitzt und knapp 40 Euro kostet.

Als Vertreter der eher teuren Originalnetzteile trat der „USB-C 87 Watt Power Adapter“ von Apple an, der nicht nur bei der Leistung, sondern mit knapp 90 Euro

auch beim Preis das Feld nach oben hin absteckt. Mangels USB-A-Buchse kann man konventionelle USB-Geräte an ihm nur mit einem entsprechenden Adapterkabel laden, und zwar mit bis zu 5 V/3 A.

Unser Test hatte zwei wesentliche Aspekte: Zum einen ließen wir einige Messungen zur Betriebssicherheit durchführen, zum anderen mussten die Netzteile zeigen, ob sie drei aktuellen Mobilgeräten genug Energie für den Betrieb liefern konnten.

Überwiegend sicher

Einige der Sicherheitsprüfungen wie die Burst/Surge-Tests, bei denen sich alle Netzteile unauffällig verhielten, konnten wir selbst durchführen. Für die anspruchsvolleren Disziplinen wandten wir uns an die Spezialisten vom Phoenix Testlab im nordrhein-westfälischen Blomberg, eine unter anderem von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAKKS) und der Bundesnetzagentur zertifizierten Prüfstelle. Zunächst checkte man dort für uns den Berührungsstrom, den Menschen an elektrisch leitenden Teilen des Mobilgeräts spüren, wenn es am Netzteil hängt. Den Grenzwert von 0,353 mA riss keines der Ladegeräte, selbst das schlechteste Ergebnis fiel mit 0,29 mA noch unproblematisch aus. Doch empfindliche Nutzer greifen besser zu Ladegeräten mit niedrigem Berührungsstrom.

Als nächstes prüften die Test-Ingenieure für uns die Güte der Isolation gegen Kriech- und Luftströme an den Gehäusen und den Anschlussbuchsen. Sie legten eine Spannung von 3000 Volt an, wobei es auch zu keinem Überschlagn durch Gehäuseöffnungen oder -spalten kommen durfte. Einen Grenzwert gibt es dabei nicht, doch darf die Stromstärke nicht sprunghaft ansteigen. Eine so hohe Spannung kann durchaus auch im Hausnetz anfallen, etwa wenn Großverbraucher eingeschaltet werden oder in der Nähe ein Blitz einschlägt.

Während die Messungen an den Buchsen keinen Anlass zur Beanstandung gaben, sah es an den Gehäusen anders aus. Für diese Messung wurden sie mit Ausnahme der Stecker in Alufolie eingewickelt und daran ein Messfühler angeklemmt. Der Strom ließ bei allen Netzteilen die Folien mehr oder weniger laut flattern und brummen, was sich bei dem Anker PowerPort+ 5 besonders eindrucksvoll anhörte. Doch nur beim Aukey kam es zu einem Überschlagn, sodass es in diesem Test durchfiel.

Strippengespräche

Bei USB-PD handeln Netzteil und Endgerät aus, mit welcher Kombination aus Spannung und Stromstärke die Leistung fließen soll. Dazu bietet zunächst das Netzteil die verfügbaren Kombinationen an, die Gegenstelle fordert dann das am besten geeignete Profil an. Diese Kommunikation belauschten wir mit einem USB Power Delivery Analyzer von Total Phase, den wir zwischen Abnehmer und das Kabel steckten.

Erste Erkenntnis: Kabel ist nicht gleich Kabel. Eine vorgeblich für bis zu 100 Watt geeignete Strippe von Adata deckelte den Energiefluss zwischen dem Apple-Netzteil und dem MacBook Pro auf 60 Watt, mit dem Apple-Ladekabel, das aktuellen MacBooks beiliegt, waren bis zu 87 Watt möglich. Denn bei USB-PD ist das Kabel kein dummer Draht, sondern ist ebenfalls daran beteiligt, das Ladeprofil auszuhandeln. Um höhere Stromstärken transportieren zu dürfen, müssen Kabel mit einem Chip elektronisch markiert sein. Meldet sich die Strippe nicht richtig, überträgt sie nicht mehr als 3 Ampere.

Mit dem Apple-Kabel loteten wir aus, welche USB-C-Geräte die Netzteile mit ausreichend Leistung für den Betrieb füttern konnten. Als Abnehmer dienten ein aktuelles MacBook Pro 13" mit Touch Bar (2016), das Android-Tablet Google Pixel C und das Acer-Ultrabook Swift 7 SF713-51.

Dabei gab es zwei Überraschungen. Das Aukey Amp PD Duo schwächelte am Acer Swift 7: Trotz funktionierender Kom-




munikation konnten sich die beiden nur auf 5 V/3 A (15 W) einigen, obwohl auch das Doppelte drin gewesen wäre. Dennoch zeigte unser Leistungsmessgerät nur das Grundrauschen von 0,2 Watt. Die Erklärung: Das Swift 7 erwartet eine Spannung von 20 Volt, die das Aukey-Netzteil nicht liefert. Beim MacBook Pro gelang es immerhin im Leerlauf, für Betrieb und Batterieladung gleichzeitig genug Leistung bereitzustellen. Unter Vollast und mit voller Displayhelligkeit reichte es dann nicht mehr fürs Laden des Akkus.

Überraschung Nummer zwei lieferte das Anker-Netzteil, das laut Hersteller und Aufdruck per USB PD maximal 30 Watt bereitstellen soll, und zwar in den Kombinationen 15 V/2 A oder 20 V/1,5 A. Dennoch versorgte es das MacBook Pro mit gut 45 Watt (15 V/3A). Zudem bestand das bei Phoenix Testlab getestete Exemplar zwar alle Prüfungen, wollte anschließend aber mit keiner unserer USB-C-Gegenstellen mehr in Kontakt treten und lud Geräte nur noch an den USB-A-Buchsen.

Interessant lasen sich auch die Kommunikationsprotokolle zwischen dem Google Pixel C und den Ladegeräten. Immer wieder meldete die Software des Mess-Adapters, dass es zu „PD Fractions“ gekommen sei. Laut Total Phase deutet dies auf Übersprecher zwischen den Kommunikations- und Versorgungsleitungen hin. Die taten der Ladefunktion aber offenbar keinen Abbruch. In einigen Fällen wies das Protokoll auch „Soft Resets“ der ausgehandelten Verbindung aus.



Beim Test der Spannungsfestigkeit geben die Prüfer 3 kV auf die Netzteile. Steigt die Stromstärke wie hier sprunghaft an, fällt das Netzteil durch.

			
Anker PowerPort+ 5 USB-C mit USB Power Delivery	Apple 87 W USB-C Power Adapter	Aukey Amp PD Duo Wall Charger	iVoler 75W USB Type C Ladegerät mit Power Delivery
<ul style="list-style-type: none"> ↑ USB-C und USB-A ↑ viele Anschlüsse ↓ liefert mehr Energie als spezifiziert 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ hohe Leistung ↓ nur USB-C ↓ teuer 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ USB-C oder USB-A ↓ keine 20-V-Profile ↓ Spannungsfestigkeitstest nicht bestanden 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ USB-C und USB-A ↑ 20-V-Profil bis 60 W ↓ höchster Berührstrom

iPhones und iPads luden übrigens mit Apples USB-C-Lightning-Kabel nur am Apple-Netzteil via USB-C mit voller Geschwindigkeit. An den anderen klappte das allein mit dem großen iPad Pro, das als einziges iOS-Gerät USB PD beherrscht. Ein Google Nexus 5X sowie das Pixel C hingegen meldeten umgehend „Schnelles Laden“ im Display.

Fazit

Der Traum, mit einem Ladegerät sämtliche Peripherie vom Smartphone bis zum Notebook zu versorgen, ist noch nicht in Erfüllung gegangen. Die meisten Kombinationen aus Spannung und Stromstärke deckte das teure Apple-Netzteil ab, das aber klassische USB-A-Buchsen vermissen lässt.

Der Allrounder im Feld stammt von iVoler, versorgt USB-C-Geräte mit maximal 60 Watt und stellt an seinen USB-A-Anschlüssen weitere 15 Watt bereit. Die Sicherheitsprüfungen bestand es problemlos – und es kostet weniger als die Hälfte des Apple-Netzteils.

Ankers PowerPort+ 5 hinterließ einen zwiespältigen Eindruck. Zwar haben wir keine Sicherheitsbedenken. Aber dass das Gerät ein Energieprofil, das zudem offiziell noch nicht einmal vorgesehen ist, nur einer Gegenstelle anbietet, machte uns stutzig.

Der kompakte Amp PD Duo von Aukey eignet sich nur für Geräte, die keine 20 Volt benötigen und bestand die Prüfung der Spannungsfestigkeit nur zum

Teil. Zudem muss man sich zwischen USB-C und -A entscheiden. Dafür ist er am günstigsten und braucht von den getesteten Ladegeräten am wenigsten Platz im Handgepäck. (bkr@ct.de) **ct**

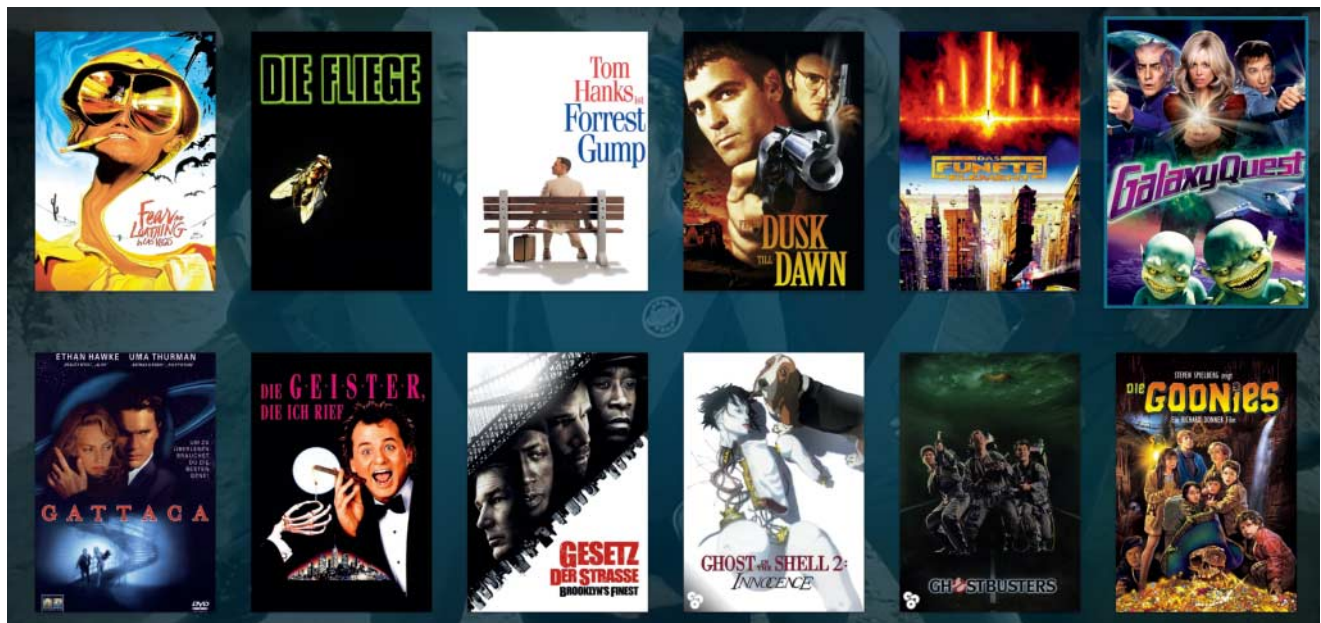
Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Aus eins mach viele, USB-C-Adapter im Test, c't 4/17, S. 120
- [2] Florian Müssig, Alles kann, nichts muss, Technische Hintergründe zu USB Typ C, c't 4/17, S. 124
- [3] Christian Wölbert, Herzstillstand in der Badewanne, Gefährliches Handy-Netzteil analysiert, c't 18/16, S. 107
- [4] Christof Windeck, Christian Wölbert, Maximaler Profit, minimales Risiko, Amazons unfaires China-Business, c't 20/15, S. 88

Video zur Spannungsfestigkeit:
ct.de/yfy

USB-C-Netzteile mit Power Delivery				
Modell	PowerPort+ 5 USB-C mit USB Power Delivery	87 W USB-C Power Adapter	Amp PD Duo Wall Charger	75W USB Type C Ladegerät mit Power Delivery
Hersteller	Anker	Apple	Aukey	iVoler
Ladeports	1 × USB-C; 4 × USB-A (2,4 A)	1 × USB-C	1 × USB-C oder 2 × USB-A (2,4 A)	1 × USB-C; 3 × USB-A (2,4 A)
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	28 mm × 78 mm × 120 mm / 216 g	27 mm × 80 mm × 80 mm / 309	27 mm × 50 mm × 52 mm / 81 g	26 mm × 70 mm × 91 mm / 222 g
Ladeleistung (USB PD / USB A)	30 W / 30 W	87 W / n. v.	29 W / 30 W ³	60 W / 15 W
Bestanden: Ableitstrom / Spannungsfestigkeit	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
Stromversorgung MacBook Pro 13" (2016) (Profil)	✓ (15 V / 3 A (48 W)) ²	✓ (20 V / 3 A (57 W))	– ⁴ (14,5 / 2 A (30 W))	✓ (15 V / 3 A (48 W))
Stromversorgung Google Pixel C (Profil)	✓ (9 V / 2,7 A (26 W))	✓ 9 V / 2,7 A (25 W)	✓ (9 V / 2,7 A (25 W))	✓ (9 V / 2,7 A (27 W))
Stromversorgung Acer Swift 7 (Profil)	✓ (20 V / 1,4 A (31 W))	✓ (20 V / 2 A (40 W))	– ⁵ (5 V / 3 A (< 0,2 W))	✓ (20 V / 1,4 A (40 W))
Preis	47 €	89 €	24 €	37 €
¹ ohne Kabel oder Stecker ² Profil laut Datenblatt nicht unterstützt; Batterie lädt unter hoher CPU-Last langsam, bei voller Helligkeit nicht ⁴ Batterie lädt im Betrieb nicht ⁵ siehe Text ³ USB-C und USB-A lassen sich nicht gleichzeitig nutzen.				
✓ ja – nein				

Anzeige



Ordentlich Filme schauen

Filmbibliothek ideal für Kodi vorbereiten

Das Media Center Kodi ist auf den meisten Plattformen mit wenigen Klicks installiert. Bis Ordnung in einer großen Filmsammlung herrscht, vergehen jedoch mitunter mehrere Stunden. Tipps und Tools zum schnellen Sortieren.

Von Dennis Schirmacher

Kodi v17 ist da: Eine gute Gelegenheit, Ordnung in die eigene Filmsammlung zu bringen. Das Media Center kann nicht nur unzählige hochauflösende Videoformate abspielen, sondern Inhalte auch optisch ansprechend präsentieren, inklusive Metadaten wie Inhaltsangabe, Cover und Trailer. Damit das klappt, muss man Kodi lediglich mitteilen, wo lokal oder auf Netzwerkspeichern Filme zu finden sind.

Die Informationen bezieht Kodi automatisch online vom Community-Projekt The Movie Database (TMDB). Dabei orientiert sich der TMDB-Scraper

standardmäßig am Namen der Filmdatei. Alternativ kann man in Kodi auch die Option „Filme liegen in getrennten Ordnern, die dem Filmtitel entsprechen“ aktivieren. So oder so ist entscheidend, dass die Bezeichnung korrekt ist. Stimmt diese nicht, wird der Titel mit falschen Infos verknüpft oder taucht erst gar nicht in der Bibliothek auf. Angst vor Lücken des Online-Archivs braucht man nicht zu haben: Die TMDB-Datenbank ist riesig und wir haben alle 200 Titel unserer Test-Bibliothek gefunden.

Filmname reicht nicht

Probleme tauchen auf, wenn es in der Datenbank mehrere Titel mit demselben Namen gibt. Nehmen wir als Beispiel für eine fehlerhafte Verknüpfung den Film „Auf der Flucht“, in dem Harrison Ford den flüchtenden Dr. Richard Kimble mimt. Selbst wenn die Datei den korrekten Titel trägt, verknüpft der TMDB-Scraper die Datei mit den Infos zum Original „Auf der Flucht“ aus dem Jahr 1963; das ist schlicht und ergreifend der erste Tref-

fer für diesen Titel in der TMDB-Datenbank. Der Schlüssel für eine korrekte Verknüpfung ist neben dem korrekten Filmenamen das Jahr, in dem der Titel in die Kinos kam. Erst wenn der Dateiname „Auf der Flucht 1993“ lautet, klappt es mit der richtigen Darstellung in der Bibliothek.

Damit man nach dem Importieren von großen Sammlungen nicht den Überblick verliert, bei welchem Film es zu Fehlern gekommen ist, hilft ein Blick in die von Kodi standardmäßig protokollierten Ereignisse unter „Einstellungen/System“. Dort kann man die den Fehler verursachende Datei ausfindig machen und Gegenmaßnahmen ergreifen. Achtung: Kodi schreibt nach jedem Neustart eine neue Log-Datei. Führt man anschließend keinen erneuten Bibliotheks-Scan durch, tauchen im Log keine falsch indexierten Titel auf. Wer der Übersicht halber gerne eine ausgedruckte Liste in der Hand halten möchte, muss lediglich das Video-Add-on „Missing Movies“ aus dem Kodi-Repository installieren. Nach dem Start

kann man über den Punkt Export eine Text-Datei mit den fehlerhaften Einträgen erzeugen, abspeichern und ausdrucken.

Helferlein

Das Umbenennen klappt am bequemsten über den Datei-Explorer am Computer mit einer Tastatur, kann aber auch direkt aus Kodi über den integrierten Dateimanager geschehen. Bei großen Filmsammlungen artet das jedoch in Fleißarbeit aus. Doch keine Panik: Um diese Arbeit so effizient wie möglich zu erledigen, gibt es diverse kostenlose Open-Source-Tools, die Dateien automatisiert umbenennen.

In die engere Auswahl haben wir MediaElch und tinyMediaManager (siehe c't-Link) genommen, weil es diese Tools jeweils für Linux, macOS und Windows gibt. Beide Werkzeuge beziehen die Infos unter anderem aus der TMDb. Mit tinyMediaManager konnten wir bereits nach kurzer Einarbeitungszeit unsere Filmsammlung optimal für das Einlesen durch Kodi vorbereiten. Beachten sollte man aber, dass tinyMediaManager eine Java-Laufzeitumgebung (JRE) ab Version 1.7 benötigt.

Komfortabel verwalten

Beim ersten Start von tinyMediaManager legt man den Speicherort der Filme fest. Nach einem Klick auf den Aktualisierungsknopf im Hauptfenster des Tools erschienen in unserem Fall alle Titel zur weiteren Bearbeitung in einer Liste, auch die nicht korrekt benannten. Bevor es losgeht, empfiehlt es sich, in den Einstellungen des Tools unter dem Punkt Filme/Allgemein den Haken bei „Automatisch umbenennen“ zu setzen.

Nun braucht man nur noch die unter Kodi nicht korrekt erkannten Filme in der Liste zu markieren und nach einem Rechtsklick die Option „Suchen & Scraper aller ausgewählten Filme“ zu starten. In den anschließend auftauchenden Fenstern muss man lediglich das jeweils korrekte TMDb-Suchergebnis auswählen und mit „Ok“ bestätigen. Im Anschluss funkt tinyMediaManager das API von TMDb an, lädt automatisch verschiedene Bilder (Poster, Logo et cetera) herunter und packt die Metadaten in eine *.nfo-Datei. Auf Wunsch kann man beides in den Einstellungen unterbinden. Wer

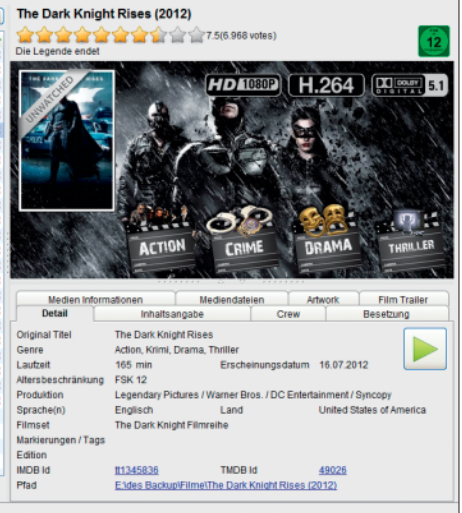
möchte, kann mit dem Tool alle Infos auch manuell bearbeiten.

Unter dem Reiter „Film Dateien umbenennen“ kann man feintunen: Standardmäßig hängt das Tool noch Infos zum Video- und Audiocodec an einen Dateinamen. Wer das nicht will, löscht in dem Reiter einfach die Parameter \$V \$A aus der Zeile hinter „Dateiname“. Praktisch: tinyMediaManager benennt nicht nur Dateien automatisch um, sondern erzeugt auch einen neuen Ordner nach dem von Kodi verlangten Namensschema und kopiert den Titel inklusive *.nfo-Datei und Bildern dorthin – der alte Ordner wird automatisch gelöscht.

Korrektes Ergebnis

Am Ende spuckt tinyMediaManager dem Kodi-Namensschema (Filmtitel plus Jahr) entsprechende Pfade aus. Damit klappt das Einlesen in die Filmbibliothek des Media Centers fehlerfrei. Das geht übrigens auch offline, da Kodi direkt auf die Metadaten in den von tinyMediaManager angelegten *.nfo-Dateien und die heruntergeladenen Bilder zugreift. Dafür muss man in Kodi beim Import unter „Bitte Informationsquelle auswählen“ die Option „Local information only“ anklicken.

Um einen falsch verknüpften Bibliothekseintrag für eine einzelne nachträglich korrekt umbenannte Datei zu aktualisieren, muss man nicht einen Komplett-Scan durchführen. Ein Weg ist zum Beispiel, in Kodi den Punkt „Informationen“ eines fehlerhaften Eintrags in der Biblio-



Mit dem kostenlosen tinyMediaManager kann man seine Filmsammlung mit wenig Aufwand optimal für den Import in das Media Center Kodi vorbereiten.

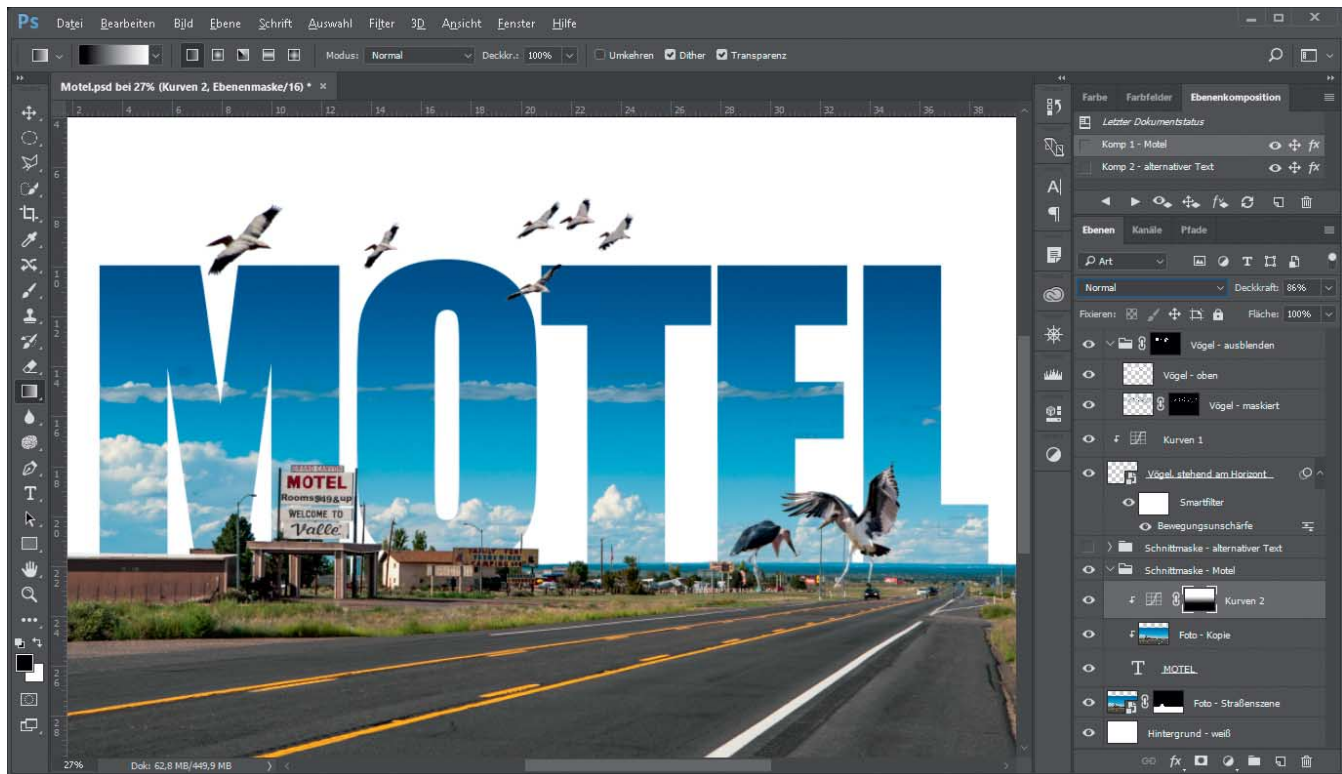
thek aufzurufen und dort auf Aktualisieren zu klicken. Findet der TMDb-Scraper einen Titel gar nicht, etwa aufgrund eines Schreibfehlers, und taucht dieser nicht in der Bibliothek auf, fügt man die Filmdatei mit korrigiertem Namen entweder manuell per Rechtsklick direkt aus dem Kodi-Dateimanager zur Bibliothek hinzu oder führt einen Komplett-Scan durch.

Da geht noch mehr

Wer schon eine korrekt benannte, aber noch nicht mit Metadaten und Bildmaterial versehene Filmsammlung auf einem Speichermedium liegen hat, kann tinyMediaManager auch komplett automatisiert laufen lassen. Das gelingt über die Option „Alle ungescrapten Filme suchen & scraper – nimm beste Treffer“. Der Vorgang gerät jedoch schnell ins Stolpern: Bereits ein einziger Buchstabendreher in einem Titel führte in unserem Versuch zu keinem Ergebnis und wir mussten Hand anlegen.

Zusätzlich kann man mit dem tinyMediaManager diverse Untertitel herunterladen. Bereits vorhandene Untertitel benennt das Tool automatisch der Filmdatei entsprechend um – das klappt auch, wenn die Untertitel in einem Unterordner des Filmordners liegen. Dank MediaInfo lassen sich darüber hinaus technische Infos zu Audio- und Videoformaten von Videodateien einsehen. (des@ct.de) **ct**

Tools zum Verwalten von Filmarchiven:
ct.de/yt5n



Schicht für Schicht

Tipps zu Ebenen, Masken, Einstellungsebenen und Smartobjekten in Photoshop

Die Ebenenpalette in Photoshop kann mehr als nur Pixel übereinanderschichten. Im Umgang mit Verrechnungsmodi, Einstellungsebenen, Smartobjekten, Ebenenslidern und Ebenengruppen stecken Feinheiten und Möglichkeiten, die auch vielen versierten Photoshop-Nutzern verborgen bleiben.

Von André Kramer

Seit Photoshop 3.0 sind Ebenen aus der Bildbearbeitung nicht mehr wegzudenken. Photoshop, Photoshop Elements, Affinity Photo, PaintShop Pro, PhotoLine und andere schichten aber nicht einfach

nur Pixel übereinander. Sie verrechnen diese mit verschiedenen Methoden, blenden über Masken oder Schnittmasken nur Teile der Ebenen ein und wenden mit nichtdestruktiven Einstellungsebenen Anweisungen zur Farb-, Kontrast- oder Belichtungskorrektur an, ohne die Originalpixel anzugreifen. Ebenengruppen dienen nicht nur der Übersicht, sondern ermöglichen, alle enthaltenen Ebenen gemeinsam zu bearbeiten. Diese Techniken kommen im Artikel am Beispiel von Photoshop zur Sprache, sind aber auch mit den anderen oben genannten Programmen möglich.

Schnittmasken

Der Himmel im ersten Beispiel soll aus dem Schriftzug „Motel“ ausgeschnitten werden – letzterer bildet dabei eine

Schnittmaske. Bis zum Horizont soll das Foto mithilfe einer Maske eingeblendet bleiben. Also benötigt man zusätzlich zur Bildebene noch eine Kopie derselben. Sie entsteht über Strg+J beziehungsweise Cmd+J.

Zwischen den beiden Bildebenen soll die Schriftebene stehen. Da eine neue Ebene immer über der aktiven Ebene entsteht, klicken Sie die Hintergrundebene an, bevor Sie den Schriftzug platzieren. Wenn Sie nun mit dem Schriftwerkzeug ins Bild klicken, entsteht automatisch eine Schriftebene. Die obere Ebene blenden Sie über die Sichtbarkeits-Schaltfläche aus, um den Schriftzug zu platzieren. Anschließend blenden Sie die obere Ebene wieder ein und die untere aus. Ein Klick in die Ebenenpalette zwischen Schrift-

Ebene und oben liegender Bildkopie bei gedrückter Alt-Taste erstellt die Schnittmaske. Die obere Ebene wird nun mit der Schriftebene maskiert. Photoshop rückt sie ein und zeigt so an, dass sie sich ausschließlich auf die darunterliegende Ebene bezieht.

Blenden Sie die Hintergrundebene wieder ein und erstellen Sie über die Masken-Schaltfläche in der unteren Symbolleiste der Ebenenpalette eine Ebenenmaske. Die Ebene bekommt ein weißes Maskensymbol. Ein Klick bei gedrückter Alt-Taste auf dieses Symbol blendet die weiße Maske zur Bearbeitung ein. Ein Klick ohne gedrückte Alt-Taste aktiviert ebenfalls die Maske zur Bearbeitung, zeigt aber weiterhin das Bild. Wählen Sie nun das Verlaufswerkzeug (G) und ziehen Sie auf die Maske einen Schwarzweißverlauf von oben nach unten entlang des Horizonts. Je kürzer Sie die Verlaufslinie zeichnen, desto direkter ist der Übergang. Der blaue Himmel wird ausgeblendet und nur die Schrift mit dem maskierten Himmel bleibt stehen. Details wie die

Schilder haben wir nachträglich mit Pinsel und Rechteckauswahl maskiert.

Ein Schwarzweißverlauf eignet sich gut, um Bildteile per Maske auszublenden. Mit einem Verlauf von Schwarz nach transparent lassen sich auch mehrere Verläufe auf ein Bild anwenden. Eine Alternative dazu ist, den Verrechnungsmodus beim Schwarzweißverlauf auf Multiplizieren zu setzen. Dann wird immer nur der dunklere Anteil hinzugefügt, ohne dass der weiße die vorige Bearbeitung überdeckt.

Den Hintergrund bildet eine deckend weiße Ebene. Zunächst muss man dafür die bisherige Hintergrundebene über einen Doppelklick in eine normale Ebene umwandeln – sie lässt sonst keine Ebene hinter sich zu.

Tipp: Der Schriftzug lässt sich übrigens jederzeit ändern; der Effekt bleibt derselbe. In der Palette Ebenenkompositionen lassen sich Schnappschüsse für unterschiedliche Positionen und die Sichtbarkeit einzelner Ebenen anlegen. Das ist vor allem für Webseiten-Entwürfe praktisch.

Hier bietet sich die Funktion für Varianten mit verschiedenen Schriftzügen an.

Bildkomposition

Eine Bildkomposition muss keine anspruchsvolle Montage sein. Das bekommen nur Profis mit viel Erfahrung hin. Semi-Profis müssen tricksen. In das Motel-Bild haben wir ein paar Vögel einmontiert – unter offensichtlicher Missachtung realer Größenverhältnisse.

Unschärfe ist ein gutes Mittel, um Unsicherheiten hinsichtlich Perspektive, Licht, Farbe und Kontrast zu vertuschen. Die Unschärfe sorgt dafür, dass der Betrachter das Bild leichter akzeptiert. Alles was unscharf ist, wird unwillkürlich als weniger wichtig wahrgenommen, und der Betrachter denkt nicht weiter drüber nach. Eine Faustregel: Wenn ein Objekt doppelt so weit entfernt ist wie das Motiv im Vordergrund, braucht es doppelt so viel Weichzeichner.

Die Vögel haben wir mit dem Filter Bewegungsunschärfe aus dem Menü Filter/Weichzeichnerfilter leicht bearbeitet. Er liefert natürlichere und weniger milchig wirkende Resultate als der Gauß'sche Weichzeichner. Ein Radius von fünf Pixeln reichte, um den aus nächster Nähe aufgenommenen Piepmätzen die Illusion von Entfernung zu geben.

Verrechnungsmodi

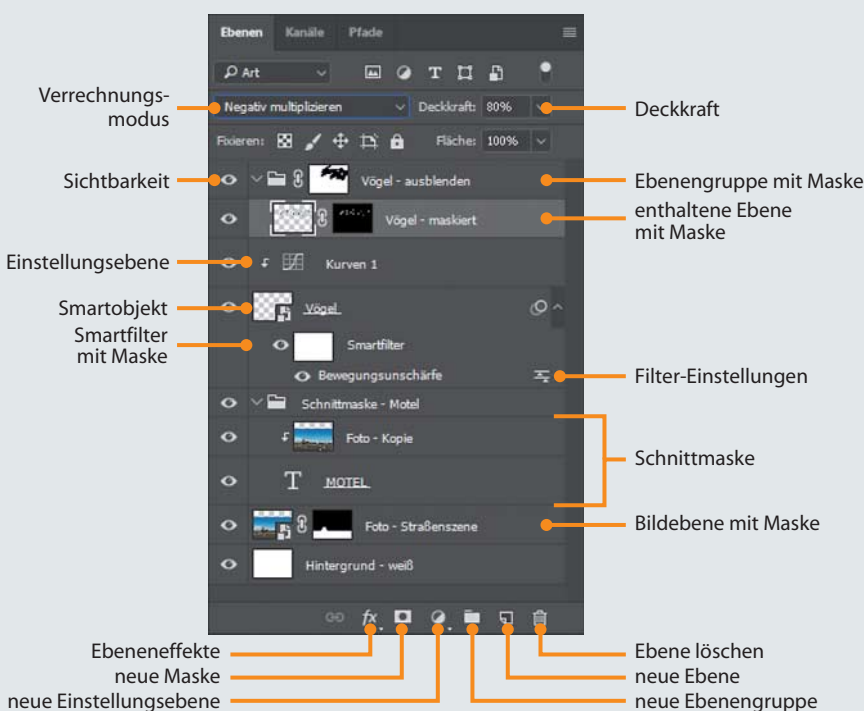
Photoshop und andere Programme verrechnen Ebenen mit Modi wie „Negativ multiplizieren“ oder „Weiches Licht“. Diese teils mathematischen, teils assoziativen Bezeichnungen gehören mittlerweile plattform- und produktübergreifend zum Vokabular der Bildbearbeitung.

Der Standardmodus Normal zeigt oben liegende deckende Pixel an und lässt nur in transparenten Bereichen die unteren Ebenen durchscheinen. Die Modi sind in Blöcken zusammengefasst, deren einzelne Einträge sich in ihrer Wirkung jeweils ähneln. Wichtig sind die Blöcke, die mit den Modi Abdunkeln, Aufhellen und Ineinanderkopieren beginnen.

Die Modi im Block Ineinanderkopieren erhöhen den Kontrast. Der Modus Weiches Licht hellt auf, wenn die Farbe der oben liegenden Ebene heller als 50-prozentiges Grau ist und dunkelt das Bild ab, wenn die Farbe dunkler ist. „Hartes Licht“ entspricht einer Kombination aus

Die Ebenenpalette

Die Grafik zeigt Pixel- und Schriftebenen, Einstellungsebenen, Ebenengruppen, Smartobjekte, Masken und verschiedene Einstellungen.





Zugegeben, das sieht doof aus, ist aber auch noch nicht fertig. Die Schrift soll im nächsten Schritt als Schnittmaske dienen. Das Foto wird als Kopie aus den Buchstaben ausgeschnitten.



Die Schnittmaske blendet nur Teile der Kopie des Fotos ein. Den Himmel im Hintergrundfoto haben wir mit einem Schwarz-weißverlauf ausgeblendet.

Multiplizieren und Negativ multiplizieren und kommt zum Einsatz, wenn die Wirkung von Weiches Licht zu schwach ausfällt.

Um auf die Schnelle den Kontrast in einem Bild zu erhöhen, duplizieren Sie die Hintergrundebene (Strg/Cmd+J) und stellen den Ebenenmodus der Kopie auf Ineinanderkopieren, Weiches Licht oder Hartes Licht. Der Effekt lässt sich mit dem Deckkraftregler bei Bedarf zurücknehmen.

Ein vergleichbar einfacher Trick betont die Lichter, beispielsweise in einem

Hochzeitskleid. Zunächst müssen Sie die Lichter auswählen, was gut mit dem Werkzeug „Auswahl/Farbbereich“ funktioniert. Per Schieberegler stellen Sie den auszuwählenden Bereich ein. Die Schwarzweißmaske im Vorschaufenster des Dialogs hilft dabei. Nach Quittieren kopieren Sie die gewählten Pixel mit Strg/Cmd+J auf eine neue Ebene und ändern den Ebenenmodus auf Aufhellen oder Negativ Multiplizieren.

Tipp: Auch der Pinsel hat Verrechnungsmodi. Sie sind praktisch beim Bearbeiten von unsauberen Masken. Steht der

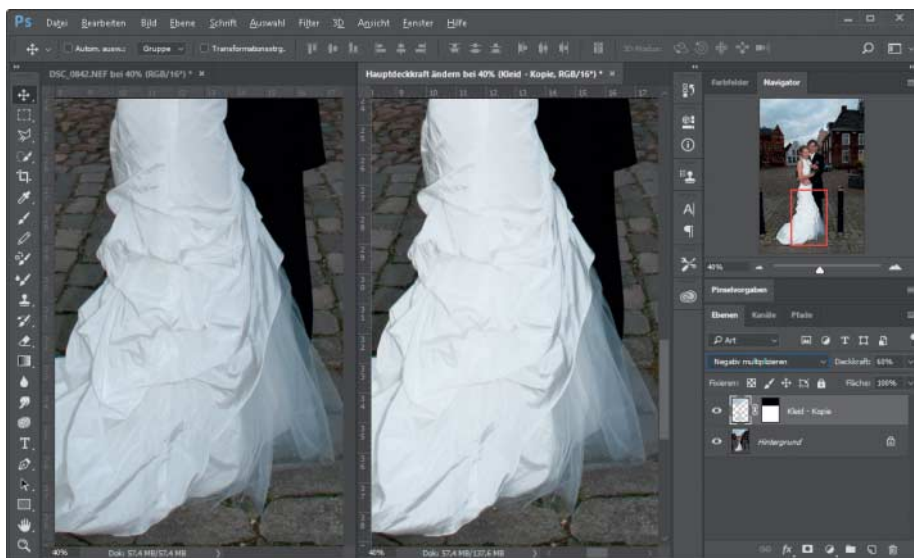
Verrechnungsmodus des Pinsels auf Ineinanderkopieren, lassen sich mit einem weißen Pinsel graue Bereiche übermalen; schwarze Bereiche bleiben in dem Fall unbeeinflusst.

Manuelles HDR

Kameras können nur einen begrenzten Dynamikumfang einfangen. Szenen mit extremen Helligkeitsunterschieden wie nächtliche Szenen in spärlichem Laterne-licht erfordern daher Belichtungsreihen. Gezielt auf das Licht beziehungsweise die Schatten belichtete Aufnahmen fangen das gesamte Helligkeitsspektrum ein. Man kann sie in der Bildbearbeitung mit HDR-Technik kombinieren oder manuell überblenden. Letzteres wirkt natürlicher.

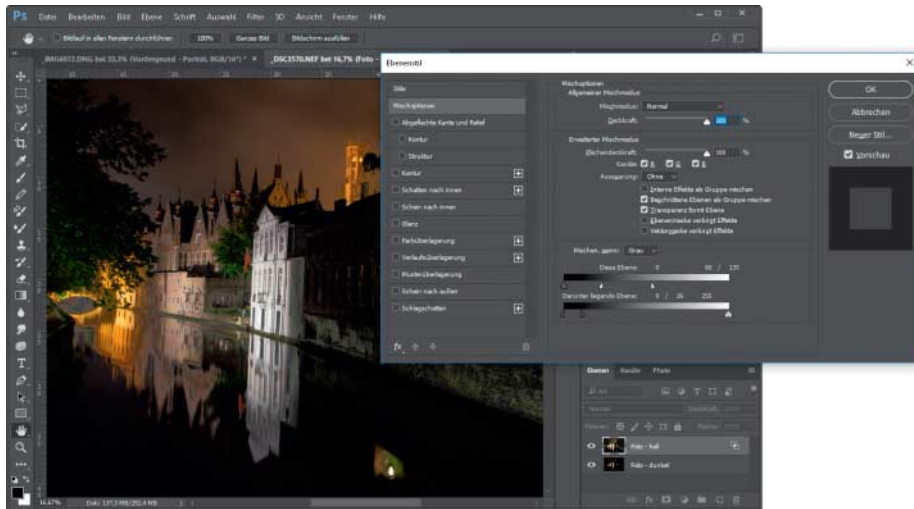
Zunächst öffnen Sie alle Fotos der Reihe, platzieren sie als Ebenen übereinander und bringen sie über „Bearbeiten/Ebenen automatisch ausrichten“ zur Deckung. Anschließend können Sie den Befehl „Ebenen automatisch überblenden“ wählen und sind fertig – die Automatik liefert ein annehmbares Ergebnis. Ein kleines, häufig übersehenes Werkzeug im Fenster für Ebenenstile bietet aber mehr Kontrolle.

Sie finden es im Menü-Eintrag „Fülloptionen“ hinter dem fx-Symbol unten in der Ebenenpalette. Die Fülloptionen bestehen aus Deckkraft und Überblendmodus sowie unten aus zwei Reglern, die das Tonwertspektrum von 0 (Schwarz) bis 255 (Weiß) abbilden. Bewegt man diese Regler, ändert sich die Ebenendeckkraft

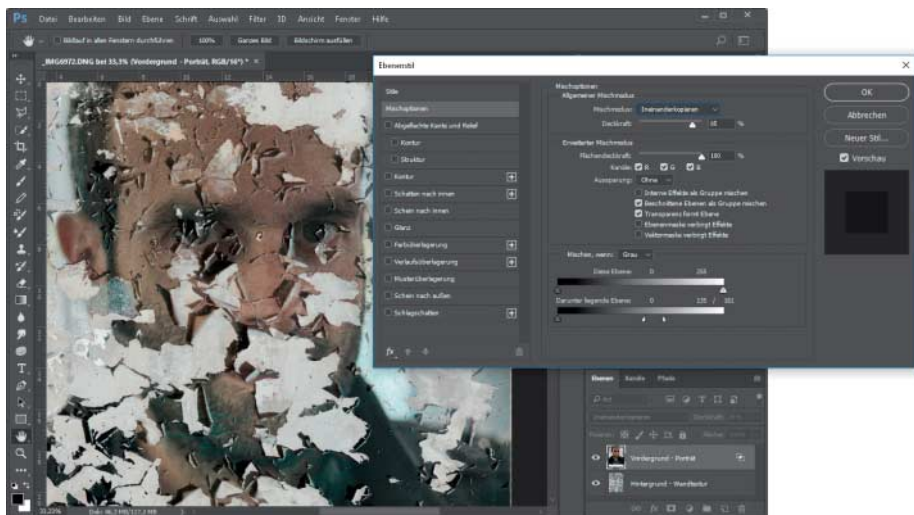


Verrechnen Sie Fotos mit einer Kopie ihrer selbst – wie hier im Ebenenmodus „Negativ multiplizieren“. Er bringt das Kleid zum Strahlen (links Original, rechts Resultat).

Anzeige



Das überbelichtete Foto (oben liegende Ebene) weist ausgefressene Lichter auf. Die Ebenenslider blenden die Lichter aus und lassen das unterbelichtete Foto (untere Ebene) durchscheinen.



Das Porträt liegt im Modus Ineinanderkopieren über der Textur. Diese besteht aus dunkler Farbe, die von einer hellen Wand blättert. Die Ebenenslider blenden dort gezielt die hellen Pixel aus.

für das jeweilige Tonwertspektrum; der obere regelt die Deckkraft für die gewählte Ebene, der untere diejenige für die darunterliegenden Bildteile.

Im Beispiel bildet das unterbelichtete Foto die Hintergrundebene; das überbelichtete liegt als Ebene darüber. Es weist ausgefressene Lichter in der weißen Häuserfassade auf. Sie sollen ausgeblendet werden, damit dort nur das dunklere Hintergrundbild durchscheint. Öffnen Sie die Fülloptionen der oberen Ebene und ziehen Sie den Regler „Diese Ebene“ von Weiß langsam Richtung Schwarz, bis alle

zu hellen Pixel verschwunden sind. Bei gedrückter Alt-Taste können Sie den Anfasser teilen und auf diese Weise einen weichen Übergang erzeugen.

Die Slider eignen sich auch, um Feuer oder Rauch einzufügen. Fotografiertes Feuer hat üblicherweise einen schwarzen Hintergrund. Mit den Deckkraftschiebern blenden Sie den dunklen Tonwertbereich aus und integrieren das Feuer so nahtlos ins Bild.

Tipp: Ebenenslider und Verrechnungsmodi lassen sich kombinieren. Im nächsten Bild wurde ein Porträt mit einer

Textur verrechnet, in der dunkle Farbe von einer hellen Wand blättert. Die Ebenenslider des Bereichs „darunter liegende Ebene“ blenden auf der Porträt-Ebene die hellen Pixel der verrechneten Wand-Ebene aus, sodass es wirkt, als würde das Porträt von der Wand blättern.

Einstellungsebenen

Tonwerte sollten Sie nur mit nicht-destruktiven Einstellungsebenen bearbeiten, um die Originalpixel zu erhalten. Die entsprechende Schaltfläche in der Symbolleiste der Ebenenpalette öffnet ein Menü mit allen verfügbaren Einstellungsebenen. Nur wenige sind nötig, um Helligkeits- und Farbwerte zu beeinflussen.

Eine Ebene „Farbton/Sättigung“ eignet sich, um ein Bild schnell komplett zu entsättigen. Kopierte und entsättigte Bild-ebenen eignen sich, um den Kontrast im Original zu verstärken. Dazu muss man anschließend den Ebenenmodus in Ineinanderkopieren ändern. Zum Erhöhen der Sättigung greift man am besten zu einer Einstellungsebene Dynamik. Der Dynamik-Regler schont Hauttöne und bereits gesättigte Bereiche.

Um die Sättigung selektiv zu verringern, etwa um das Gelb der Straßenmarkierung im Titelbild abzuschwächen, eignen sie sich nicht. Eine Ebene „Schwarzweiß“ lässt sich gut zum Verringern der Sättigung zweckentfremden. Den Grad der Sättigung regelt man über den Deckkraftregler der Einstellungsebene: Bei 100 Prozent Deckkraft ist das Bild schwarzweiß, bei 0 Prozent voll farbig. Die Ebene bietet selektive Kontrolle über die Farbbereiche Rot, Grün und Blau sowie Cyan, Magenta und Gelb. So kann man im Beispiel die Gelbtöne herunterfahren, ohne Grün- und Blauanteile zu beeinflussen.

Gradationskurven sind das Standard-Werkzeug, um Helligkeit und Kontrast zu bearbeiten. Die Einstellungsebene zeigt die Tonwerte als Diagramm, das auf der x-Achse die Ausgangswerte von ganz dunkel nach ganz hell und auf der y-Achse die Zielwerte aufträgt. Anders als bei Reglern kann man über die Kurve die Helligkeitsverteilung gezielt steuern, denn die Ausgangsgerade lässt sich beliebig formen. Zieht man sie in einem Bogen nach oben, hellt sich das Bild schonend auf. Ein

Bogen nach unten dunkelt es ab; eine S-Kurve erhöht den Kontrast. Das Bildbeispiel zeigt ein extremes umgekehrtes S, das den Kontrast stark vermindert, dabei die Tiefen aufhellt und die Lichter abdunkelt.

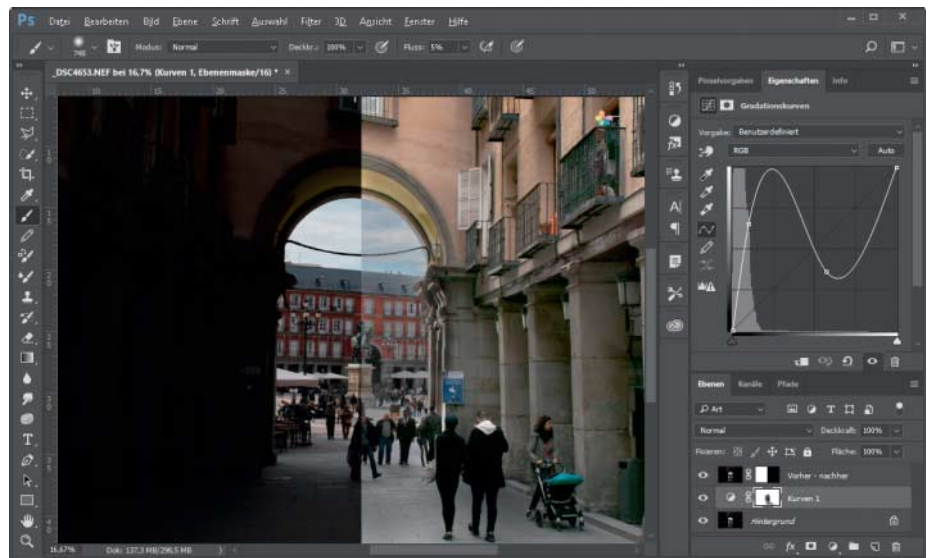
Smartobjekte

Smartobjekte sind Photoshops Workaround für Funktionen, für die es keine nichtdestruktive Variante gibt. Sie betten eine oder mehrere Ebenen als Datei ein und erhalten auf diese Weise alle Pixel im Originalzustand. Darauf lassen sich Filter nichtdestruktiv anwenden, beispielsweise Scharfzeichner oder Camera Raw. Als Smartobjekt eingebettete Bilder behalten ihre Auflösung, sodass sie auch nach mehrfachem Skalieren nicht an Qualität verlieren. Der Befehl „Filter/Für Smartfilter konvertieren“ erstellt ein Smartobjekt; ein Doppelklick öffnet den Inhalt als separates Dokument.

Mehrere Ebenen lassen sich so gemeinsam mit denselben Filtern bearbeiten. Rechts neben dem Filtereintrag in der Ebenenpalette gibt es ein kleines Symbol mit zwei Reglern, über das man die Art und Stärke der Anwendung des Filters kontrollieren kann. In diesen Fülloptionen für Smartfilter lässt sich nicht nur die Deckkraft, sondern auch der Ebenenmodus des Filters einstellen.

Ebenengruppen

Ebenengruppen erzeugt man über das Ordnersymbol unten in der Ebenenpalette. Per Drag & Drop lassen sich Ebenen



Kein Werkzeug korrigiert Helligkeitsswerte flexibler als die Gradationskurve. Diese extreme Variante hellt die Tiefen auf und dunkelt die Lichter ab (links vorher, rechts nachher).

hineinbefördern. Zusammengehörige Bildelemente sollte man nicht nur zur besseren Übersicht in eine Ebenengruppe legen. Die Hubschrauber im Hintergrund des letzten Bildbeispiels werden im Zweifelsfall nur gemeinsam bewegt und teilen sich Farbeigenschaften. Deckkraft und Verrechnungsmodus ändert man am besten für alle betreffenden Ebenen gemeinsam für die Gruppe. Die Eigenschaften übertragen sich auf alle Elemente.

Bei ausgewählter Gruppe kann man alle Elemente gemeinsam verschieben. Photoshop wendet seit Version CS6 Ebenenstile wie Schlagschatten auf alle Ele-

mente der Gruppe an. Auch Schnittmasken lassen sich auf Gruppen anwenden. So kann man Einstellungsebenen gezielt und ohne viel Aufwand auf eine Ebenengruppe beziehen.

Tipp: Es gibt auch Gründe für Gruppen, die nur eine Ebene enthalten wie die fliegenden Vögel im Titelbeispiel. Sie wurden aufwendig per Maske freigestellt, aber nicht alle sollten zu sehen sein. Legt man die Ebene mitsamt ihrer Maske in eine Gruppe, kann man Teile des freigestellten Fotos über die Gruppenmaske ausblenden, ohne die ursprüngliche Maske zu zerstören. (akr@ct.de) **ct**



Auf Smartobjekte wendet Photoshop Filter nichtdestruktiv an. Jeder Smartfilter besitzt eigene Fülloptionen für Deckkraft und Ebenenmodus.



Die Hubschrauber-Gruppe steht auf Luminanz und 80-prozentiger Deckkraft. Die Einstellungsebene „Farbton/Sättigung“ wirkt auf sie als Schnittmaske.

Leichter rauskommen

Kündigungsrecht bei Online-Laufzeitverträgen



Bild: Rudolf A. Blaha

Juristen stehen die Haare zu Berge, wenn sie sehen, wie Unternehmen bisweilen mit Kunden umgehen, die aus ihrem Laufzeitvertrag aussteigen wollen. Die Regeln sind eigentlich klar und gerade erst reformiert worden. Aber nicht alle halten sich daran: Im Selbstversuch haben wir Webhosting-Pakete gekündigt, aber unsere Tipps und Erfahrungen gelten für alle Online-Verträge.

Von Holger Bleich und Nicolas Maekeler

Adresse angeben, IBAN abtippen, AGB-Häkchen setzen und „Bestellen“ klicken: Schon ist der Vertrag geschlossen und das Geld fließt vom Konto ab. Im Web machen es Anbieter ihren Interessenten so leicht wie möglich – lange Vertragsfristen oder Preiserhöhungen verstecken sie gerne hinter Sternchentexten, um die Einstiegshürde möglichst gering zu halten. Doch was ist mit den Ausstiegshürden? Wie leicht kommen Kunden wieder raus aus den Laufzeitverträgen?

Als Tester beauftragten wir unseren anonymen Käufer, die im August 2016 für einen c't-Test von Webhosting-Paketen [1] geschlossenen Verträge zu kündigen, und zwar bei acht Providern: 1&1, 1blu, All-Inkl, Goneo, Hetzner Online, Host Europe, Netcup und Strato. Vier der Bestellvorgänge waren ausschließlich per Web erfolgt.

Die Verträge hatten Mindestlaufzeiten von einer Woche bis zu 12 Monaten. Diese Laufzeiten würden sich erneuern, wenn der Kunde nicht fristgerecht kündigt. Es handelte sich also um Verträge, wie sie für alle möglichen Online-Dienste üblich sind, etwa kostenpflichtige E-Mail-Postfächer, Web-Offices oder Cloud-Speicher – aber auch für Handy-Verträge. Sie gleichen den klassischen Mietverträgen aus der Offline-Welt. Juristen sprechen von sogenannten „Dauerschuldverhältnissen“ – also um den fortlaufenden Austausch von Leistung und deren Bezahlung.

Kündigung ohne Unterschrift

Wie der Kunde aus einem Dauerschuldverhältnis herauskommt, bestimmen die Regelungen zur Vertragskündigung im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB). Unternehmen ergänzen diese allgemeinen Regeln meist mit speziell auf ihre Konstellation zugeschnittenen Klauseln, den „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ (AGB).

Diese Klauseln sind allerdings nur zulässig und somit Vertragsbestandteil, wenn sie sich an geltendes Recht halten. Im Oktober 2016 ist eine wichtige Änderung im AGB-Recht in Kraft getreten, die insbesondere Unternehmen beachten müssen, deren Angebote sich (auch) an Verbraucher richten. Sie betrifft sämtliche Verträge, die nach dem 30. September 2016 auf AGB-Grundlage zustande gekommen sind.

Der einschlägige Paragraph 309 BGB enthält einen Katalog von Klauseln, deren Verwendung innerhalb von AGB in jedem Fall unzulässig sind. Die Neufassung von Nr. 13 dieser Vorschrift regelt seit Oktober 2016 insbesondere, dass eine Bestimmung unzulässig ist, „durch die Anzeigen oder Erklärungen, die dem Verwender oder einem Dritten gegenüber abzugeben sind, an eine strengere Form als die Textform gebunden werden“.

Das bedeutet, dass nun beispielsweise die Kündigung per E-Mail möglich ist. Zuvor hatte gegolten, dass die Schriftform verlangt werden durfte – also ein Schreiben mit eigenhändiger Unterschrift. Diese strengere Schriftform dürfen Vertragsgeber jetzt nur noch fordern, wenn es sich um Verträge handelt, die der notariellen Beurkundung bedürfen, etwa Grundstückskaufverträge. Für unzulässig erklärt der Katalog auch „besondere Zugangserfordernisse“. Der Anbieter darf also nicht verlangen, dass man sich irgendwo einloggen oder ein bestimmtes Formular nutzen muss, um wirksam zu kündigen.

Juristischer Dauerbrenner

Die neue Regelung soll Unternehmen daran hindern, mit den AGB Formalien in den Weg zu legen, die Rechte des Kunden blockieren. Zu diesen vertraglichen Rechten gehören nicht nur Kündigungen, sondern etwa auch Anfechtungen, Mängelanzeigen, Fristsetzungen oder sonstige Erklärungen im Rahmen der Abwicklung, Durchführung oder Beendigung eines Vertrags.

Eine Formulierung im AGB-Kleingedruckten wie „Die Kündigung des Vertrags bedarf der Schriftform“ ist daher seit Oktober 2016 unzulässig. Insbesondere

bei Online-Verträgen, wo Anbieter zum Vertragsschluss keine eigenhändige Unterschrift fordern, waren derartige Formulierungen bislang ein beliebtes Mittel, um den Weg zur Beendigung des Vertrags so steinig wie möglich zu gestalten.

Solche Fälle waren denn auch Dauerbrenner in der Rechtsprechung. Zuletzt äußerte sich im Juli 2016 der Bundesgerichtshof (BGH) in einem Urteil zur Wirksamkeit der Schriftformklausel einer Online-Partnervermittlung [2]. Der Vertragsschluss erfolgte dort ausschließlich online. Der BGH entschied: „Bei einer derart umfassenden und bis auf die Kündigung durch den Kunden ausnahmslos digitalen Ausgestaltung der Vertragsbeziehung ist es allein sachgerecht, für die Beendigungsmöglichkeit dieselben elektronischen Möglichkeiten und Formen zuzulassen wie für die Begründung des Vertrags und seine gesamte Durchführung.“

Geklagt und letztlich Recht bekommen hatte in diesem Verfahren der Bundesverband der Verbraucherzentralen (vzbv). Perfiderweise hatte der Partnervermittler sich selbst die Möglichkeit eingeräumt, den Vertrag im Falle einer außerordentlichen Kündigung per E-Mail zu kündigen, Kunden diese Möglichkeit aber per AGB verwehrt. Die Verwendung unzulässiger Klauseln hat zur Folge, dass diese unwirksam sind. Es gelten dann die gesetzlichen Bestimmungen. Außerdem läuft das Unternehmen Gefahr, dass ein Verbraucherverband oder Mitbewerber von den AGB-Klauseln Wind bekommt und eine Abmahnung verschickt.

Einseitiger Wille

Viele Vertragspartner glauben, eine Kündigung bedürfe der Bestätigung. Dem ist aber nicht so: Es handelt sich – juristisch formuliert – um eine einseitige, empfangsbedürftige Willenserklärung, die auf die Beendigung eines Dauerschuldverhältnisses gerichtet ist. Einseitig bedeutet, dass der Vertragspartner sie keineswegs akzeptieren oder bestätigen muss. Die Kündigung wird in dem Moment wirksam, in dem sie dem Vertragspartner zugeht (Paragraph 130 Abs. 1 BGB).

Eine Kündigung gilt als „zugegangen“, wenn sie „in den Machtbereich des Empfängers“ gelangt ist. Er muss mit normalem Verhalten die Möglichkeit haben, vom Inhalt der Erklärung Kenntnis zu nehmen. Zum „Machtbereich“ des Empfängers gehört zum Beispiel sein Briefkasten, aber auch sein E-Mail-Postfach.

Geben Sie Ihre Erklärung also per E-Mail ab, gelangt sie in den „Machtbereich“ des Empfängers, sobald sie bei ihm auf dem Server eingeht oder zum Abruf bei seinem Provider liegt. Das heißt: Erhalten Sie keine vom Server generierte Unzustellbarkeitsnachricht, gilt die E-Mail als zugestellt. Ob sie vielleicht im Spam-Ordner des Vertragspartners ungelesen versauert, kann Ihnen egal sein, denn auch dieser Ordner gehört zu dessen „Machtbereich“.

Die „Möglichkeit der Kenntnisnahme“ besteht – zumindest bei geschäftlich betriebenen Accounts – allerdings nur, wenn die Nachricht zu den gewöhnlichen Geschäftszeiten eingeht. Andernfalls gilt sie erst am nächsten Werktag als zugegangen.

Schriftform vs. Textform

Nach Paragraph 126 BGB erfordert die Schriftform, dass eine Urkunde eigenhändig vom Aussteller durch Namensunterschrift unterzeichnet werden muss. Für die Textform gemäß Paragraph 126b BGB genügt es hingegen, wenn es sich um eine lesbare, auf einem dauerhaften Datenträger abgegebene Erklärung handelt, in der die Person des Erklärenden genannt ist. Dies kann eine E-Mail, ein Fax, ein maschinell erstellter Brief oder eine SMS sein. Ist der Empfänger via WhatsApp erreichbar, genügt sogar eine Nachricht auf diesem Kanal. Die Anbieter stehen aber nicht in der Pflicht, die Kontaktaufnahme über SMS- oder Fax-Nummern zu ermöglichen.

Die Textform verlangt übrigens eine Erklärung in Schriftzeichen; auf die Verwendung von Emoticons sollten Sie daher bei vertragsrelevanten Mitteilungen lieber verzichten. Auch gesprochene Mitteilungen – etwa eine Nachricht auf dem Anrufbeantworter – genügen nicht. Die Abgabe der Erklärung auf einem dauerhaften Datenträger soll dem Empfänger ermöglichen, die Erklärung zu speichern. Eine E-Mail fällt darunter, weil sie im Mail-Postfach des Unternehmens landet. Nicht ausreichend sind hingegen gesprochene Mitteilungen – auch nicht, wenn sie auf einem Anrufbeantworter hinterlassen wurden.

Vorbildlich verbraucherfreundlich: Ohne Haken und Ösen führt Hetzners Assistent in wenigen Minuten durch den Kündigungsprozess für Domain- und Hosting-Vertrag.

gen. Die Bestimmung des Zugangszeitpunkts ist wichtig, wenn davon abhängt, ob der Kunde die Kündigungsfrist wahrt.

Auch zu Kündigungsfristen enthält der erwähnte Paragraph 309 BGB ein Klauselverbot: Vertragslaufzeiten von mehr als zwei Jahren, stillschweigende Vertragsverlängerungen von mehr als einem Jahr und längere Kündigungsfristen als drei Monate vor Ablauf der zunächst vorgesehenen oder stillschweigend verlängerten Vertragsdauer sind bei Dauerschuldverhältnissen unzulässig.

Anders als oft behauptet hängt der Zugang einer Kündigung nicht von der tatsächlichen Kenntnisnahme des Empfängers ab. Er ist auch nicht daran geknüpft, dass die Erklärung bei einer bestimmten Stelle wie dem Vorstand, der Zentrale oder Hauptverwaltung eingeht. Wählen Sie eine übliche Kontaktadresse des Unternehmens – beispielsweise aus dem Impressum.

Problem Beweislast

Auch wenn für ein Kündigungsschreiben die Textform ausreicht, empfehlen wir, die Kündigung als Brief per Einschreiben mit Rückschein oder per Fax mit Sendebrief zu verschicken – insbesondere, wenn Sie sehr knapp vor Fristende kündigen. Denn im Zweifel trifft Sie das Problem der Beweislast.

Derjenige, der sich auf die Kündigung beruft, trägt auch die Beweislast für den (fristgerechten) Zugang. Als Anscheinsbeweis gilt beispielsweise ein positiver Sendebrief bei einem Fax. Im Falle einer E-

Mail ist man auf eine Eingangs- beziehungsweise Lesebestätigung angewiesen.

Selbst ein ordnungsgemäßes Einwurf-Einschreiben liefert nur einen Anscheinsbeweis. Als wirklich rechtssicher gilt erst ein Einschreiben mit Rückschein. Dieses ist eine nach Paragraph 175 Zivilprozessordnung anerkannte Zustellungsmethode. Ein Haken hat aber sogar sie: Wird das Einschreiben nicht angenommen oder bei Hinterlegung nicht abgeholt, ist der Brief und damit auch die Kündigung nicht zugegangen. Welchen Inhalt das Kündigungsschreiben hatte, muss der Erklärende im Streitfall ebenfalls beweisen. Es kann deshalb hilfreich sein, wenn man dann einen Zeugen benennen kann.

Praxis-Check

In der Theorie steht der Kunde bei der Kündigung von Dauerschuldverhältnissen nach der verbraucherfreundlichen Gesetzesänderung alles in allem gut da. Bleibt die Frage, ob die Unternehmen dennoch versuchen, ihm Steine in den Weg zu legen und seine Rechte unzulässig einzuschränken. Deshalb machten wir die Probe aufs Exempel. Zurück also zu den eingangs erwähnten Test-Verträgen mit acht Webhostern: Gerade mal vier der acht von uns untersuchten AGB-Kündigungsklauseln (Stand: 1. Februar 2017) erachten wir – bestätigt vom externen Verbraucherschutz-Experten Ronny Jahn – als zulässig: Bei 1&1, 1blu, Hetzner und Host Europe gab es keinen Grund zur Beanstandung.

Goneo und Strato verweigern in den Kündigungsklauseln die Kündigung in

Textform, was nach der Gesetzesänderung unzulässig und damit unwirksam ist. Zumindest, wenn Sie Ihren Vertrag nach dem 30. September 2016 dort geschlossen haben, müssen die Hoster Ihre Kündigung auch in E-Mail-Form zur Kenntnis nehmen.

Netcup gestattet die Textform zwar grundsätzlich, schränkt sie aber gleich wieder unzulässig ein: „Eine Kündigung per E-Mail ist zulässig, wenn die vom Absender genutzte E-Mail-Adresse für den Kunden-Account hinterlegt ist, die E-Mail ein digitalisiertes/eingescanntes Schreiben in PDF-Form enthält, das den Willen einer Kündigung ausdrücklich bekundet und vom Kunden handschriftlich unterschrieben ist.“ Die Begrenzung auf eine bestimmte E-Mail-Adresse ist genauso unwirksam wie der Formzwang auf ein eingescanntes PDF.

Bei All-Inkl heißt es in den AGB gar wörtlich: „Die ordentliche Kündigung des Vertrags zu Hosting- oder Domain-Services durch den Kunden kann nur über die MembersArea – online – geschehen.“ Diese Hürde darf der Hoster seinen Kunden nicht auferlegen. Die Kündigung auf einen bestimmten Zugang zu beschränken, ist der heftigste Eingriff ins geltende Verbraucherrecht, den wir in den geprüften AGB gefunden haben.

Kündigen schwer gemacht

Nun baten wir unseren Testkunden, seine Verträge zu kündigen. Er hielt sich dabei weitgehend an die von den Webhostern vorgeschlagenen Wege, die allerdings nicht immer leicht zu finden waren. Völlig problemlos klappte die Kündigung nur bei Hetzner, Netcup und Strato. Der unaufdringliche Online-Kündigungsassistent von Hetzner führte besonders klar durch den Prozess – die Kündigung des Vertrags und die Löschung der zugehörigen de-Domain war in weniger als fünf Minuten erledigt und bestätigt.

1&1 nervte dagegen mit Rückholangeboten und Fragen, warum man denn kündigen möchte. Der Clou folgte aber, als der Vorgang vermeintlich durch war: Die Kündigung sei nun „beauftragt“, teilte 1&1 mit. Man möge bitte anrufen und dies bestätigen. Tue man dies nicht, „bleibt das Vertragsverhältnis weiter bestehen“. Als der Kunde anrief und die Kündigung „aktivierte“, musste er sich wieder zweimal fragen lassen, warum er eigentlich kündige.

Hier zieht 1&1 zu Lasten des Kunden alle Rückhol-Register. Rechtlich bewegt sich das unfreundliche Verfahren wohl in

einer Grauzone. Wenn er den Vertrag über das Kundencenter kündigen möchte, ist für den Verbraucher nicht deutlich, zu welchem Zeitpunkt er eine Kündigungserklärung abgibt. Was ist, wenn der Kunde am Tag des Fristendes um 23:59 Uhr die Kündigung vormerken lässt? Kündigt er damit noch fristwährend? Das bleibt unklar.

All-Inkl und Host Europe bestehen darauf, dass der Kunde vor der eigentlichen Vertragskündigung die zugehörige de-Domain kündigt, was kurz vor Fristende wertvolle Zeit fressen kann. Denn bei All-Inkl musste unser Kunde dazu im Kundenbereich die betreffende Stelle finden, ein PDF generieren lassen, dieses ausdrucken, ausfüllen, wieder einscannen und zum Provider mailen, der dann beim DeNIC den sogenannten CLOSE-Prozess beantragte, also die Löschung der Domain.

Ähnlich lief es bei Host Europe – mit der zusätzlichen Schwierigkeit, dass der Kunde erst herausfinden musste, wie er den vom normalen Kundenmenü separierten Administrationsbereich zu seinen Domains freischalten kann. Dieses Procedere der separaten, vorgeschalteten Domain-Kündigung ist eigentlich unnötig, wie andere Webhoster beweisen. Außerdem könnte es durchaus rechtswidrig sein: Wir halten es für eine unzulässige Voraussetzung, dass die Domains geschlossen sind.

Auch 1blu macht es seinen Vertragsnehmern schwer: Unser Testkunde musste in der FAQ aufwendig nach Optionen zur Vertragskündigung suchen, denn im Kundenmenü findet sich nichts. Schließlich spürte er den Link zu einem PDF auf, das er ausdrucken, ausfüllen, einscannen und mailen musste. Dass ihm die auch in Textform per einfacher E-Mail offenstand, sah er in den AGB zu spät.

Störfaktor Kunde

Bei Goneo fand unser Kunde nur einen dürrtigen Hinweis im Hilfe-Wiki: „Wir benötigen Ihre Kündigung, wie in unseren AGB angegeben, schriftlich und unterschrieben per Fax oder Post von Ihnen.“ Schriftform, ganz Old School? Das wollte er nicht gelten lassen und kündigte per E-Mail. Die Goneo-Rechnungsstelle akzeptierte dies nicht und wiederholte die Forderung nach der Schriftform. Unser Kunde verwies auf das neue Gesetz, und die Rechnungsstelle insistierte umgehend: „Dieses gilt erst für Verträge, die nach dem 01. 10. 2016 geschlossen wurden. Da Sie seit dem 18. 08. 2016 Kunde bei uns sind, ist unsere Klausel rechtskräftig.“

Ruf! Mich! An! 1&1 besteht auf einem Telefonanruf des Kunden, um die Kündigung zu „aktivieren“.

Auch ein anschließender Verweis unseres Kunden auf das oben erwähnte BGH-Urteil half nichts. Goneo wurde zunehmend ungehalten: „Dieses Urteil wurde für eine Partnervermittlung erwirkt. Wir sind ein Webhoster. Somit ist dieses Urteil nicht für uns gültig. Sollten Sie keine Kündigung einreichen, bleibt Ihr Vertrag weiterhin bestehen. Es steht Ihnen frei, dieses von Ihrem Anwalt prüfen zu lassen.“

Nun legten wir diesen Fall der Goneo-Pressestelle vor. Der von c't geschilderte Kundendialog sei „keineswegs exemplarisch für unsere Kundenbeziehungen, sondern ist im Ergebnis wohl dem Umstand geschuldet, dass noch nicht alle Kundendienstmitarbeiter bezüglich der

Änderung im Umgang mit per einfacher E-Mail ausgesprochenen Kündigungen abschließend gebrieft waren. Wir bitten das zu entschuldigen.“

Immerhin: Das Unternehmen versprach, künftig fristgerechte Kündigungen „als solche in der bezeichneten Textform (normale E-Mail) akzeptieren und bestätigen“ zu wollen: „Wir nehmen Ihre aktuelle Anfrage zum Anlass, dies per sofort umzusetzen.“ (hob@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Daniel Berger, Holger Bleich, Neue Heimat, Acht Webhosting-Pakete für dynamische Inhalte, c't 20/16, S. 136
- [2] BGH-Urteil vom 14. 07. 2016: Az. III ZR 387/15

Muster für Kündigungsschreiben

[Name und Anschrift des Vertragspartners]

[eigener Name und Anschrift]

Kündigung des Vertrages [Kundennummer/ Vertragsnummer/ Vertragsgegenstand]

Sehr geehrte Damen und Herren,

(1) ordentliche Kündigung

hiermit kündige ich fristgerecht den o. g. Vertrag zum [Datum]

oder: hiermit kündige ich den oben benannten Vertrag zum nächstmöglichen Zeitpunkt.

(2) außerordentliche Kündigung

hiermit kündige ich den oben benannten Vertrag außerordentlich und mit sofortiger Wirkung. Die Kündigung begründe ich wie folgt: [Grund der außerordentlichen Kündigung: Störungen oder Probleme im Vertragsverhältnis]. Hilfsweise kündige ich zum nächstmöglichen Zeitpunkt.

Bitte bestätigen Sie mir den Erhalt der Kündigung sowie das Datum des Vertragsendes binnen zwei Wochen.

Mit freundlichen Grüßen

[Name]

Tipps & Tricks

Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

unsere Kontaktmöglichkeiten:

ct hotline@ct.de

f **g+** **c't magazin**

Twitter [@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Nik-Plug-ins als Stand-alone-Programme

? Ich würde gerne die von Google kostenlos angebotene Nik Collection einsetzen. Allerdings besitze ich keine Photoshop-Lizenz. Laufen die Programme auch eigenständig oder in einem kostenlosen Programm?

! In Gimp oder Paint.Net lassen sich die Plug-ins der Nik Collection nicht verwenden, sondern nur in neueren Versionen von Photoshop und Photoshop Elements sowie nach Angabe des Plug-in-Ordnerns auch in PaintShop Pro (siehe c't 1/17, S. 112).

Einige Plug-ins der Nik Collection lassen sich aber auch als eigenständiges Programm nutzen. Im Programmverzeichnis unter „Google/Nik Collection“ finden Sie einzelne Ordner für jedes Programm, die jeweils eine 8BF-Datei (das Photoshop-Plug-in) und eine ausführbare EXE-Datei enthalten.

Die EXE-Datei können Sie aus diesem Ordner heraus starten oder eine Verknüpfung auf dem Desktop anlegen. Die älteren Plug-ins Dfine, Sharpener Pro und Viveza bieten keine Möglichkeit, eine Datei zu öffnen. Daher sind sie als eigenständige Variante völlig nutzlos. Analog Efex Pro, Color Efex Pro, HDR Efex Pro und

Silver Efex Pro besitzen aber ein kleines Datei-Menü, über das man JPEG-Dateien öffnen und JPEG- sowie TIFF-Dateien exportieren kann. Die JPEG-Qualität ist auf 80 Prozent voreingestellt. TIFF-Dateien speichern die Programme unkomprimiert und in 8 Bit Farbtiefe pro Kanal. Die JPEG-Kompression und verlustfreie TIFF-Kompression lassen sich in den Programmeinstellungen anpassen. (akr@ct.de)

Netzwerkproblem mit WLAN-Repeater am LAN

? Ich habe vor Kurzem ein Netzwerk-kabel vom Router zu unserem WLAN-Repeater verlegt, da die Geschwindigkeit der Funkanbindung nicht zufriedenstellend war. Jedoch funktioniert unser Netzwerk nicht mehr richtig, sobald ich das Kabel an den Repeater anstecke. Selbst wenn ich mein Laptop mit einem Kabel direkt mit dem Router verbinde, sind Verbindungen ins Internet sehr langsam. Erst wenn ich den Repeater wieder abziehe, funktioniert alles wieder. Woran kann das liegen?

! Der Grund für die Probleme ist vermutlich der eingestellte Modus. Steht dieser auf „Repeater“, verbindet sich der Reichweitenverstärker bei eingestecktem Netzwerk-kabel auch per WLAN mit dem Router. Stellt man nun mittels eines Netzwerk-kabels eine zweite Verbindung zum Router her, entsteht bei vielen Modellen eine Schleife. Dies kann dazu führen, dass sich Broadcast-Pakete „im Kreis drehen“, das Netzwerk fluten und somit verlang-

samen. Um dies zu vermeiden, ist die Umstellung in den Access-Point-Modus erforderlich. Die Kommunikation mit dem Router erfolgt dann über das Netzwerk-kabel und nicht mehr per Funk – das Gerät fungiert nur noch als Basisstation.

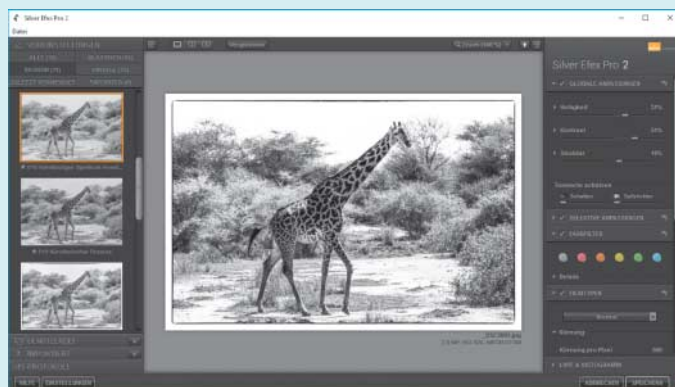
Lassen Sie das Kabel zunächst ausgesteckt, um die Konfiguration vorzunehmen. Handelsübliche Repeater/Access-Points haben ein Webinterface, über das die Einstellung der Modi erfolgt. Um auf dieses zuzugreifen benötigt man die IP-Adresse. Meistens rufen die Geräte eine IP-Adresse aus Ihrem Heimnetz ab, seltener behalten sie ihre Werkseinstellung (siehe Anleitung). Mit Netzwerkscannern wie Fing ermitteln Sie die IP-Adressen aller Geräte in Ihrem Netz. Schauen Sie auf der rechten Seite der Liste nach der Herstellerangabe, stimmt diese mit Ihrem Access-Point überein, steht die IP in derselben Zeile. Geben Sie die IP im Browser ein und konfigurieren Sie über den Assistenten den Access-Point-Modus. Ist dies getan, darf das Kabel angesteckt werden. (amo@ct.de)

Radeon RX 460 und GeForce 1050 unter Linux

? Funktionieren die günstigen DirectX-12-Grafikkarten, die Sie in c't 1/17, Seite 80 getestet haben, auch unter Ubuntu und an deren Distributionen?

! Grafikkarten der Baureihen Radeon RX 460 und GeForce 1050 lassen sich auch unter Linux einsetzen.

Die Radeon-Karten sind derzeit deutlich einfacher in der Handhabung, denn aktuelle Distributionen wie Ubuntu 16.10 und Fedora 25 unterstützen diese bereits von Haus aus. Die beiden richten die passenden Treiber sogar automatisch ein, damit sich Anwender um nichts kümmern brauchen. Der Support ist aber noch nicht



Die Programme der Nik Collection laufen auch eigenständig. Nur die neueren besitzen ein Datei-Menü, um JPEG-Fotos zu öffnen und zu speichern.

allumfassend: HDMI- und DisplayPort-Audio funktionieren beispielsweise derzeit nicht. Diese Funktionen beherrscht AMDs proprietäre Treiber „AMDGPU-Pro“, der teilweise auch mehr 3D-Performance liefert. Die Einrichtung und Pflege des Treibers kann aber mühsam sein, daher sollte man sich überlegen, ob die Vorteile den Aufwand rechtfertigen.

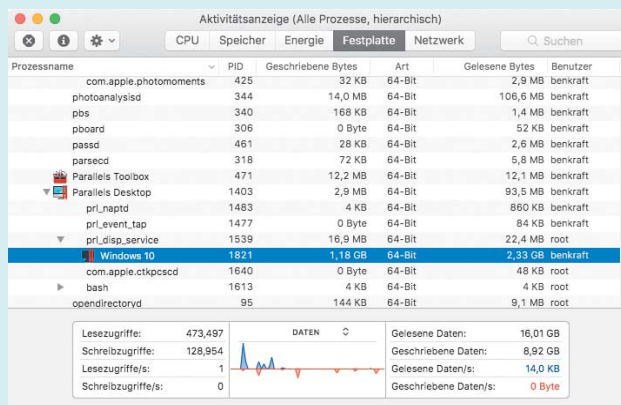
Für Nvidias neueste Chips bringen aktuelle Linux-Distributionen noch keine Treiber mit. Die Lage wird sich erst mit einer von Nvidia signierten Firmware bessern, die Nvidia vor Monaten in Aussicht gestellt, aber bislang nicht veröffentlicht hat. Mit Hilfe von Nvidias proprietärem Linux-Treiber lässt sich die GeForce 1050 aber schon jetzt gut unter Linux einsetzen. Das ist aber aufwendig: Die Treiberpakete, die man bei Ubuntu über die „Zusätzliche Treiber“-Funktion erhält, unterstützen die 1050 noch nicht. Das dürfte sich mit Ubuntu 17.04 ändern. Bis dahin muss die Treiber daher auf anderen Wegen oder komplett manuell einspielen, was Zeit kostet und tiefgreifende Linux-Kenntnisse erfordert. (thl@ct.de)

Hohe Schreiblast durch VM auf der SSD?

! Auf meinem Mac mini läuft Windows 10 in einer virtuellen Maschine. In der Aktivitätsanzeige ist mir im Reiter „Festplatte“ eine besonders hohe Schreiblast von mehreren hundert Gigabyte pro Tag aufgefallen. Verursacht das virtualisierte Windows so viele Schreibzugriffe und verkürzt sich dadurch die Lebensdauer meiner SSD?

! Eine derart hohe Schreiblast sollten auch zwei parallel laufenden Betriebssysteme nicht verursachen. Dennoch sollten Sie die VM als Schuldige zunächst ausschließen. Dafür ist die Aktivitätsanzeige nur über Umwege geeignet, denn sie unterscheidet bei der angegebenen kumulierten Schreibmenge nicht nach Laufwerke.

Um anzeigen zu lassen, wie viel die laufenden Prozesse jeweils schreiben, aktivieren Sie für die Aktivitätsanzeige über das Menü „Darstellung“ die Ansicht „Alle Prozesse, hierarchisch“, sortieren die Liste nach Namen und scrollen bis zu ihrem Virtualisierungsprogramm. Nun sollten Sie das Schreibaufkommen Ihrer laufenden VM sehen. Mehr als ein paar Gigabyte



pro Tag sollten es nicht sein. Wenn doch, wiederholen Sie die Diagnose noch einmal mit dem Windows Task Manager in der VM und schauen, welcher Prozess dort Amok läuft.

Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die Schreibmenge auf das Konto der automatisierten Backups von Time Machine geht: Apples Backup-Dienst legt stündlich eine inkrementelle Sicherung an, die alle veränderten Dateien umfasst. Bei Ihrem VM-Container handelt es sich aus Sicht von Time Machine schlicht um eine große Datei, die sich verändert, sobald Windows läuft. Daher fließt der VM-Container jedes Mal in das stündliche Backup ein, sodass die beobachtete Schreibmenge schon nach wenigen Stunden erreicht wäre. In diesem Fall wird aber nicht die SSD, sondern Ihr Time-Machine-Laufwerk belastet.

Um die VM von der Sicherung auszunehmen, öffnen Sie in den Systemeinstellungen den Punkt „Time Machine“, klicken unten rechts auf „Optionen...“ und fügen die VM hinzu, entweder per Drag & Drop oder mit der Plus-Taste. Bei Parallels Desktop liegen die VMs im Ordner „/Benutzer/Dokumente/Parallels“, bei VMWare Fusion lautet der Pfad „/Benutzer/Dokumente/Virtuelle Maschinen“. Um alle VMs von der Sicherung auszuschließen, fügen Sie entsprechend den gesamten Ordner hinzu. (bkr@ct.de)

Mehrere USB-Sticks an Wii U

! Ich habe die Konsole von Nintendo Wii U in der 8-GB-Version – der Speicherplatz reicht nur für wenige Spiele aus. Nun überlege ich, mehrere Sticks an die vier USB-Ports anzuschließen. Ich denke dabei an besonders kleine Sticks, die kaum abstecken, damit ich die Konsole gefahrlos transportieren kann.

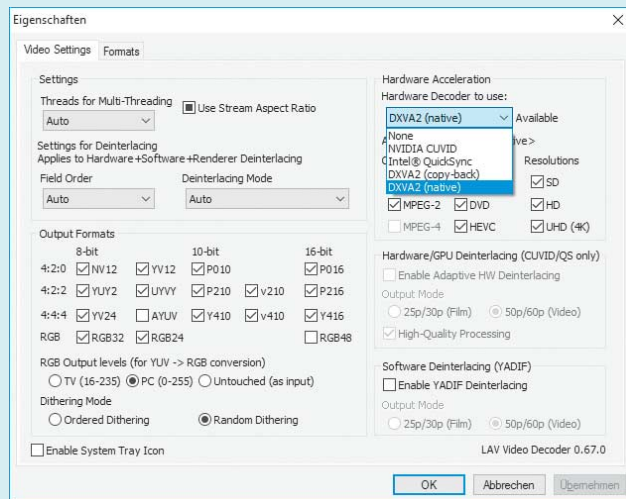
Mit der Menü-Option „Alle Prozesse, hierarchisch“ zeigt die Aktivitätsanzeige im Reiter Festplatte die Schreibzugriffe einzelner Prozesse.

! Das geht leider nicht: Man kann an der Konsole immer nur einen USB-Datenträger betreiben. Sind etwa zwei Sticks parallel angeschlossen, versperrt ein entsprechender Hinweis den Zugang zum Hauptmenü der Konsole. Diese Meldung verschwindet erst, wenn nur ein USB-Datenträger angeschlossen ist. Immerhin kann man Spiele von einem auf einen anderen angesteckten USB-Datenträger kopieren. Das ist zum Beispiel nützlich, wenn man mit seiner Spielesammlung von einem kleinen auf einen größeren USB-Stick umziehen will. Noch ein Tipp für den Betrieb externer Festplatten ohne eigene Stromversorgung: Die Wii U erkennt derartige Massenspeicher in der Regel erst, wenn man sie per Y-Kabel an zwei USB-Buchsen anschließt. So steht mehr Leistung zur Verfügung. (des@ct.de)

Android Auto: Nachtmodus deaktivieren

! Seit Sommer benutze ich in meinem Auto das Smartphone als Navi. Es verbindet sich per Android Auto mit dem Infotainment-System, auf dessen Display dann Google Maps zu sehen ist. Jetzt in der dunklen Jahreszeit schaltet sich aber oft das Fahrlicht automatisch ein, worauf Google Maps in den Nachtmodus wechselt. Auf dem schwarzen Hintergrund kann ich die Karte und die Navigationsanweisungen kaum noch erkennen.

! Den vom Fahrzeug gesteuerten Wechsel in den Nachtmodus können Sie in Android Auto verhindern. Starten Sie dazu die App und wechseln Sie in den Entwicklermodus. Hierfür öffnen Sie durch Antippen der drei Striche links oben das Menü und wählen „Info“. Nun tippen Sie mehrmals schnell hintereinander auf „Über



Über die DXVA2-Schnittstelle lassen sich die Video-Einheiten moderner GPUs nutzen und die CPU-Kerne bei der Wiedergabe von DVB-T2 HD entlasten.

aber gelesen, dass das Programm meine Sicherheit reduziert, weil es sich in HTTPS-Verbindungen einklinkt. Kann ich dieses Verhalten womöglich abschalten?

! Vor Kurzem haben Sicherheitsforscher die Virens Scanner-Hersteller aufgerufen, auf die Überwachung gesicherter Verbindungen zu verzichten – zu groß sei das Risiko, dass Angreifer die Security-Software dazu missbrauchen, um vermeintlich gesicherte Verbindungen auszuspionieren. Um bei Kaspersky die Überwachung von HTTPS-Verbindungen abzuschalten, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Icon im Infobereich der Taskleiste und wählen aus dem Kontextmenü „Einstellungen“.

Klicken Sie dort in der linken Spalte auf „Erweitert“ und in der rechten Spalte auf „Netzwerk“, um die Netzwerkeinstellungen zu öffnen. Unter der Überschrift „Untersuchung von sicheren Verbindungen“ findet sich die Option „Sichere Verbindungen nicht untersuchen“. Wenn Sie diese auswählen, erscheint ein Warnhinweis („Das Sicherheitsniveau wird reduziert.“). Klicken Sie auf „Fortsetzen“ und verlassen Sie die Einstellungen.

Wenn Sie Kaspersky ganz aus Ihrem Browser verbannen wollen, können Sie unter „Verarbeitung des Datenverkehrs“ das Häkchen „Skript für die Interaktion mit Webseiten in den Datenverkehr einbinden“ entfernen. Das beeinträchtigt aber unter anderem auch die Safe-Money-Funktion und die Kindersicherung des Sicherheitspakets.

Im Unterschied zu anderen Virenschutzpaketen akzeptiert Kaspersky diese Änderungen, ohne danach immer wieder zu betonen, dass man nicht die empfohlenen Sicherheitseinstellungen benutze.

(ghi@ct.de)

Android Auto“, bis die App meldet, dass sie in den Entwicklermodus wechselt.

Danach taucht in dem Menü, das Sie über die drei Punkte rechts oben öffnen, der Punkt „Entwicklereinstellungen“ auf. Dort können Sie unter „Tag/Nacht“ wählen, ob die Umschaltung vom Fahrzeug oder vom Smartphone gesteuert wird, oder den Modus fest auf Tag oder Nacht einstellen. Wenn Ihr Infotainment sein Display bei Dunkelheit dimmt, dürfte die feste Einstellung auf Tag die beste Lösung sein. Den Entwicklermodus können Sie im Menü unter den drei Punkten wieder beenden; Ihre Einstellung bleibt erhalten.

(ad@ct.de)

Hardware-Beschleunigung bei DVB Viewer aktivieren

? Was muss ich in der TV-Software DVB Viewer einstellen, damit der HEVC-Datenstrom bei DVB-T2 HD von der Video-Engine meiner GPU dekodiert wird?

! Video im HEVC-Format können die Video-Einheiten in der GPU wesentlich effizienter verarbeiten als die CPU-Kerne. Das senkt die Prozessorlast und reduziert die Leistungsaufnahme. Um die Hardware-Beschleunigung im DVB Viewer zu aktivieren, öffnen Sie unter Einstellungen die Optionen. Wählen Sie anschließend im linken Scroll-Feld DirectX aus.

Im rechten Fensterabschnitt im Reiter „Video“ wählen Sie im Auswahlfeld hinter HEVC Video Decoder den „LAV Video Decoder“ und hinter Video Renderer: „EVR Custom Video Renderer“ aus, falls dies nicht bereits der Fall ist. Klicken Sie nun auf die Schaltfläche „...“ hinter dem

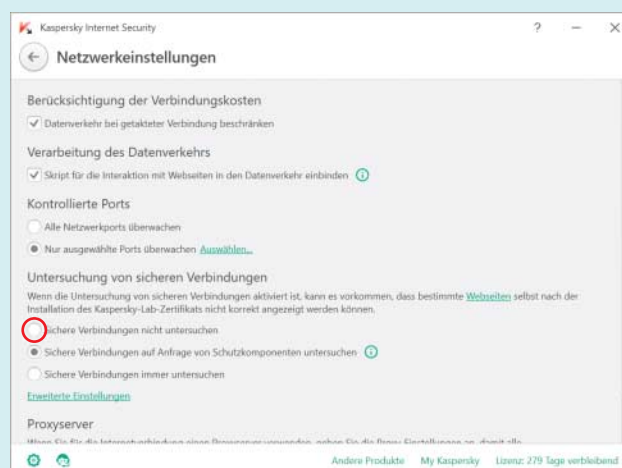
HEVC Video Decoder. Erschrecken Sie nicht vor dem sich öffnenden Eigenschaften-Fenster mit seinen zahlreichen Einstellmöglichkeiten. Wählen Sie in diesem Fenster oben rechts unter „Hardware Decoder to use“ die Option „DXVA2 (native)“ aus und bestätigen mit OK. Letzteres gilt auch für das Optionen-Fenster.

Nach einem Neustart sollte die Video-Einheit in der GPU die Dekodierarbeit übernehmen. Dies erkennen Sie daran, dass die CPU-Last des DVB Viewer im Task Manager nur noch im einstelligen Prozentbereich liegt. Allerdings haben nur recht moderne Grafikkarten und in Prozessoren integrierte Grafikeinheiten Video-Engines, die die Wiedergabe von HEVC beschleunigen.

(chh@ct.de)

HTTPS-Überwachung bei Kaspersky ausschalten

? Aufgrund diverser guter Testergebnisse verwende ich bisher Kaspersky Internet Security. Vor Kurzem habe ich



In den erweiterten Einstellungen von Kaspersky Internet Security lässt sich die Überwachung von HTTPS-Verbindungen abschalten.

Anzeige

Basiswissen zum Linux-Kernel

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Thorsten Leemhuis

Die Rolle des Kernels

? Welche Aufgabe erledigt der Linux-Kernel in meinem System?

! Der Linux-Kernel ist das zentrale Element jedes Linux-basierten Betriebssystems. Er ist in jede noch so kleine Interaktion mit dem System involviert – er wird daher schon aktiv, wenn Sie nur den Finger auf das Touchpad legen.

Die Hauptaufgabe des Linux-Kernels: die Hardware vollständig in Gang bringen und damit eine Umgebung bereitstellen, in der Sie Programme ausführen können.

Auf dieses Ziel arbeitet der Kernel hin, sobald Sie Linux über den Boot-Manager starten. Der lädt dann einen Linux-Kernel in den Speicher und führt diesen aus. Mit den Tausenden im Kernel enthaltenen Treibern beginnt er dann, Mainboard, Prozessor, Grafikchip und alle anderen Komponenten des Systems zu aktivieren.

Anschließend bindet der Kernel den Datenträger mit der Linux-Installation ein und ruft das dort liegende Init-System auf. Das startet dann mithilfe des Kernels zahlreiche Programme, die dann letztlich die Bedienoberfläche stellen, über die Sie mit dem System per Tastatur, Maus & Co. interagieren. Dabei ist jedes Mal der Kernel involviert, denn dessen Treiber abstrahieren Hardware-Unterschiede. Dadurch können Anwendungen beispielsweise zum Speichern vorgesehene Daten einfach an den Kernel übergeben, ohne sich um die Unterschiede scheren zu müssen, die beim Speichern auf USB-Sticks, Netzlaufwerken und den verschiedenen Festplatten-Typen (PATA, SATA, SCSI, NVMe ...) zu beachten sind. Das erledigt der Kernel mit seinen Treibern.

Parallel zur Initialisierung der Hardware hat der Kernel die Umgebung aufgesetzt, in der er die Programme ausführt. Der Kernel kontrolliert diesen „User-space“ und regelt beispielsweise, wie häufig und lange ein Programm den Prozessor nutzen darf, bevor er an das nächste übergibt. Er verteilt auch den Arbeitsspeicher und schirmt die Programme voneinander ab, offeriert zugleich aber auch Wege,

über die Programme miteinander kommunizieren können. Ferner erledigt der Kernel zahlreiche Aufgaben, für die er durch seine zentrale, alles kontrollierende Position schlicht am besten positioniert ist. Daher kümmert er sich etwa um die Zugriffsrechte und hilft mit Dateisystemen beim Ordnunghalten.

Linguistik

? Meinen die Bezeichnungen Kernel, Linux und Linux-Kernel eigentlich alle das Gleiche?

! Im allgemeinen Sprachgebrauch werden diese drei Wörter oft synonym verwendet. Tatsächlich können sie aber für ganz unterschiedliche Dinge stehen.

Eindeutig ist lediglich die Bezeichnung „Linux-Kernel“: Damit ist immer der Betriebssystemkern gemeint, dessen Entwicklung Linus Torvalds vor 25 Jahren begonnen hat.

Wie jede andere Software hat auch dieser Kern (Englisch: Kernel) einen Namen: „Linux“. Mancher empfindet die Bezeichnung „Linux-Kernel“ daher ähnlich holprig und redundant wie „weißer Schimmel“ oder „iPhone-Smartphone“. Sie sorgt aber für Klarheit, denn der Begriff „Linux“ wird schon lange auch für Android, Fritz!OS, Ubuntu und Tausende andere Betriebssysteme genutzt, die Linux als Kernel einsetzen.

Noch mehrdeutiger ist die Bezeichnung „Kernel“, schließlich hat jedes Betriebssystem einen solchen – auch Windows. Trotzdem ist mit dem Begriff häufig Linux (der Kernel) gemeint.

Versionsfragen

? Welche Linux-Version verwendet meine Distribution?

! Der Befehl `uname -r` liefert die Versionsbezeichnung des gerade laufenden Linux-Kernels. Diese ist bei einigen Distributionen aber nur ein grober Anhaltspunkt.

Ubuntu 16.10 beispielsweise verwendete zeitweise einen Kernel, der sich als „4.8.0-34-generic“ identifiziert. Das „4.8.0“ deutet an, dass der Quellcode von Linux 4.8 die Basis bildet; tatsächlich ist es aber die Version 4.8.11, was man allerdings nur im Quellcodeverwaltungssystem des Ubuntu-Kernels erfährt. Bei der „34“ handelt es sich um eine Ubuntu-eigene Revisionsbezeichnung zur eindeutigen Identifikation.

Mit „generic“ kennzeichnet Ubuntu seine Standard-Kernel-Variante. Neben diesem Image gibt es bei Ubuntu beispielsweise noch eines mit der Kennzeichnung „lowlatency“. Dieses entsteht aus demselben Quellcode, ist aber anders konfiguriert; dadurch kann er bei Bedarf schneller reagieren, was für Industriesteuerungsanlagen wichtig sein kann, aber den Datendurchsatz senkt.

Ähnlich machen es auch andere Distributionen. Bei Enterprise-Distributionen darf man allerdings nicht allzu viel auf die Versionsnummer geben: Der aktuelle Kernel von Red Hat Enterprise Linux 7 identifiziert sich etwa als „3.10.0-514.2.2.el7.x86_64“. Er unterscheidet sich aber stark von Linux 3.10, denn Red Hat hat in seinen Kernel viele Funktionen und Treiber eingebaut, die in spätere Versionen des Linux-Kernels eingeflossen sind.

Abgehackt?

? Der Kernel meiner Linux-Distribution basiert auf einer Linux-Version, die laut Linux-Kernel-Entwicklern oder Kernel.org nicht mehr gepflegt wird. In einer Freigabe-Mail war sogar zu lesen: „Alle Anwender müssen upgraden.“ Muss ich jetzt auf eine neue wechseln, damit mein System wieder sicher ist?

! Daran brauchen Sie keinerlei Gedanken zu verschwenden, solange Ihre Linux-Distribution noch gewartet wird. Innerhalb des Support-Zeitraums pflegen alle ordentlichen Distributoren den standardmäßig eingerichteten Kernel; sie reichen daher korrigierte Versio-

nen als Update nach, um zwischenzeitlich publik gewordene Sicherheitslücken zu stopfen.

Bis zum Support-Ende von Ubuntu 16.10 braucht es Sie daher nicht zu jucken, dass die Kernel-Entwickler die Pflege von Linux 4.8 aufgegeben haben, auf dem der Ubuntu-16.10-Kernel aufbaut.

Komplettpaket

? Der Linux-Kernel meiner Distribution unterstützt die Sound- und WLAN-Chips meines Notebooks nicht. Wie kann ich die Treiber aktualisieren?

! Am besten wechseln Sie auf eine neuere Linux-Distribution, die einen jüngeren Kernel mitbringt. Die Treiber für diese und viele andere Hardware-Komponenten sind nämlich ein integraler Bestandteil des Kernels; ein in Linux 4.9 enthaltener Treiber lässt sich deshalb nicht unter Linux 4.4 einsetzen.

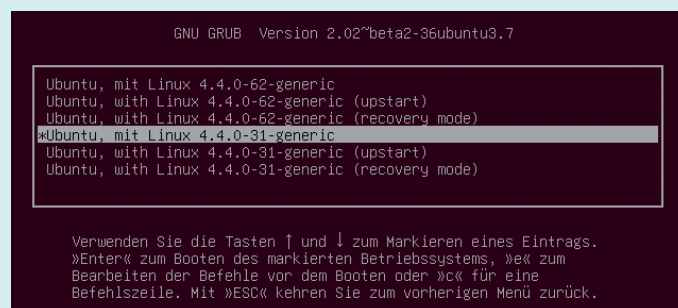
Das ist die Kurzantwort auf ein komplexes Thema mit vielen „Wenn und Aber“. So gibt es beispielsweise einige unabhängig vom Kernel gewartete Treiber, die sich durchaus mit verschiedenen Linux-Versionen kombinieren lassen; solche Treiber sind aber eher die Ausnahme, wenn man von den Kernel-Treibern absieht, die AMD und Nvidia für ihre Grafikchips anbieten.

Fähige Programmierer können natürlich durchaus Treiber aktueller Linux-Kernel in ältere einbauen. Wie viel Arbeit so ein „Backport“ macht, hängt vom Einzelfall ab. Es wird aber schnell aufwendig, daher ist es selbst für Entwickler oft effizienter, eine neuere Linux-Distribution oder wenigstens einen jüngeren Linux-Kernel zu installieren.

Sicherheit

? Die Systemaktualisierung will auch den Linux-Kernel aktualisieren. Muss ich dieses Update wirklich einspielen? Ich habe Angst, dass irgendwas danach nicht mehr funktioniert.

Falls ein neuer Ubuntu-Kernel Probleme bereitet, kann man über den Boot-Manager-Eintrag „Erweiterte Optionen für Ubuntu“ das bislang genutzte Kernel-Image starten.



! Sie sollten den neuen Kernel installieren: Jedes Jahr werden Dutzende moderate und eine Handvoll schwerwiegende Sicherheitslücken im Linux-Kernel gefunden. Angreifer machen sich diese Lücken zunutze und übernehmen damit immer wieder Server, Router und IoT-Geräte. Auf Desktop-Systeme haben sie es bislang zwar selten abgesehen; das kann sich aber jeden Tag ändern.

Bei Debian, Fedora, Ubuntu und den meisten anderen Distributionen gibt es ohnehin keinen Grund zur Angst, denn diese installieren neue Kernel-Images parallel zum gerade verwendeten. Sollte ein neuer Kernel tatsächlich mal Probleme bereiten, lässt sich der zuvor eingesetzte Kernel nach wie vor über den Boot-Manager starten; manchmal ist der Eintrag für den alten Kernel allerdings in einem Untermenü versteckt.

Auswechseln?

? Linus Torvalds hat eine neue Linux-Version veröffentlicht. Lohnt sich der Umstieg? Arbeitet mein System mit der neuen Version vielleicht sogar schneller?

! Alle zehn Wochen erscheinen neue Linux-Kernel, die größere Verbesserungen enthalten. Ob der Umstieg lohnt, hängt vor allem von der Antwort auf zwei Fragen ab: Profitieren Sie von den Verbesserungen der neuen Version? Rechtfertigen die Vorteile den Aufwand, den Sie mit einem Wechsel auf eine neuere Kernel-Version haben?

Die Antworten auf diese Fragen sind sehr individuell. Ob für Sie relevante Än-

derungen dabei sind, beantwortet ein Studium von Artikeln wie dem Kernel-Log der c't, die Verbesserungen neuer Linux-Versionen beschreiben. Zu denen gehören immer neue und verbesserte Treiber, durch die Ihr System womöglich besser oder schneller läuft. Bei neuen PCs ist das häufiger mal der Fall, weil die dafür zuständigen Treiber oft noch Feinschliff erhalten. Manchmal sprechen auch Features für den Umstieg, wenn sich durch sie irgendwas realisieren lässt, das vorher nicht oder nur erheblich umständlicher möglich war.

Noch individueller ist die Klärung, ob die Vorteile den Aufwand rechtfertigen. Die Antwort hängt nämlich vor allem von Ihrer Motivation und Ihren Linux-Kenntnissen ab. Wer häufiger neue Linux-Kernel installiert, erledigt das mit einer Handvoll Kommandos, während er ein Heißgetränk aus der Küche holt. Wer hingegen das erste Mal einen neuen Kernel einspielt, braucht dafür schnell viele Stunden; dabei kann die Linux-Installation im dümmsten Fall sogar so durcheinander geraten, dass sich mancher nur noch mit einer Neuinstallation zu helfen weiß.

Sie sollten daher ein wenig Zeit und Experimentierfreude mitbringen, wenn Sie eigenhändig auf eine jüngere Kernel-Version wechseln wollen. Ein aktuelles Backup sollten Sie ebenfalls anlegen. Und vergessen Sie nicht, dass ein Wechsel nichts Einmaliges ist, denn auch der Kernel braucht Wartung: Im Linux-Kernel werden immer wieder Sicherheitslücken gefunden und durch neue Versionen gestopft, daher müssen Sie nach solchen Ausschau halten und diese bei Bedarf zeitnah einspielen, um sich keiner Gefahr auszusetzen. (thl@ct.de)

Anzeige

Anzeige



Hinter Gittern

Layout-Grids mit CSS

Komplexe Webseiten-Layouts mit CSS zu erstellen, ist eine Frickelei. CSS-Grids, die jetzt in alle aktuellen Browser kommen, ändern das endlich.

Von Herbert Braun

CSS ist zwar ein mächtiges Gestaltungswerkzeug, aber miserabel bei Layouts. Seit dem Aussterben der Tabellenlayouts vor gut 15 Jahren quälen sich Webdesigner mit Floats und anderen krummen Tricks, die sich in Form von CSS-Frameworks verfestigt haben [1]. Grid-Layouts bessern endlich diese zentrale Schwäche der Stylesheet-Sprache nach.

Mit den aktuellen beziehungsweise bevorstehenden Releases beherrschen

Chrome (Version 57), Firefox (Version 52), Opera (Version 43) und Safari (Version 10.1) Grid-Layouts. Auch das W3C hat seinen Segen in Form einer Candidate Recommendation erteilt. Edge und Internet Explorer, die als erste Grids einführen, unterstützen nur eine veraltete Version davon, was aber niemanden daran hindern sollte, damit loszulegen.

Ausprobiert

Grids bieten ein flexibles CSS-System, um Elemente horizontal oder vertikal anzuordnen – aber machen dies nicht schon Flexboxen? Tatsächlich können Flexboxen die Größe der enthaltenen Elemente perfekt an verschiedene Platzbedürfnisse anpassen. Doch beherrschen sie das nur für die Horizontale oder die Vertikale, nicht für beide gleichzeitig. Im Layout sind sie

eine Weiterentwicklung klassischer Float-Tricks und wie diese zeilenbasiert und ein-dimensional; Layouts sind aber zwei-dimensional. Allerdings haben Grids manches von Flexboxen übernommen.

Veranschaulichen lassen sich Grid-Layouts am Beispiel eines simplen Zweispaltenlayouts mit Kopf- und Fußbereich:

```
<body>
  <header>Überschrift</header>
  <nav>Navigation</nav>
  <main>Inhalt</main>
  <footer>Footer</footer>
</body>
```

Das allgegenwärtige `<div class="row">`, das sich häufig um Layout-Zeilen legt, brauchen Sie nicht. Um die Ergebnisse besser zu sehen, sollten Sie die vier Bereiche mit `background-color` unterschiedlich

einfarben und den Body bildschirmfüllend gestalten (`height: 100vh; margin: 0;`). Nun stellt der Browser die vier Blöcke untereinander dar und lässt den unteren Teil des Body leer.

Letzteres ändert sich durch folgende Zuweisung an den <body>:

```
display: grid;
```

Alternativ können Sie auch Grids definieren, die sich nach außen wie Inline-Elemente verhalten (`inline-grid`).

Die vier Blöcke teilen sich den freien Platz im Container – in diesem Fall den gesamten Viewport des Browsers – gleichmäßig in Abhängigkeit von ihrem natürlichen Platzbedarf auf. Sie können auch eine gleiche Höhe unabhängig von den Inhalten erzwingen – am einfachsten mit:

```
body {
  display: grid;
  grid-auto-rows: 1fr;
}
```

Mit `fr` führt das Grid-Modul eine neue Einheit ein. Der Name steht für „fraction“, den Anteil am verfügbaren Platz. Man spricht auch von „flexibler Länge“ oder „`<flex>`“ (nicht zu verwechseln mit Flexbox!). Im Beispiel könnte auch `100fr` stehen – relevant ist nur das Verhältnis der Zeilen zueinander. `fr` sind keine echte Längeneinheit: Sie lassen sich nicht außerhalb von Grids einsetzen und nicht in `calc()` verrechnen.

Statt den Grid-Container mit den Inhalten aufzufüllen, können Sie auch den nicht benötigten Platz frei lassen. Das tun Sie mit `align-content` (vertikal) und `justify-content` (horizontal).

```
body {
  display: grid;
  align-content: space-evenly;
  justify-content: center;
  grid-auto-columns: 50%;
}
```

`align-content`: space-evenly verteilt Freiraum gleichmäßig über, unter und zwischen den vier Zeilen. Um die Auswirkungen von `justify-content: center` sehen zu können, müssen Sie die Größe der Spalte begrenzen, zum Beispiel mit `grid-auto-columns`. Der Default-Wert von `align-content` und `justify-content` ist `stretch`.

Falls Sie nur ein bisschen Abstand zwischen den Grid-Boxen brauchen, können Sie statt `align-` und `justify-content` lieber die guten alten `margins` verwenden – oder `grid-gap`:

```
grid-gap: 1em .5em;
```

Die erste Angabe bezieht sich auf den Zeilen-, die zweite auf den Spaltenabstand. Mit `grid-row-gap` und `grid-column-gap` können Sie diese auch einzeln angeben.

Wie bei Flexboxen fällt der Wechsel zwischen Horizontale und Vertikale leicht:

```
grid-auto-flow: column;
```

Statt vier Zeilen haben Sie jetzt vier Spalten. Der Default-Wert für diese Eigenschaft lautet `row`.

Zeilen und Spalten

In der Regel werden Sie in einem Grid
aber nicht Spalten oder Zeilen brauchen,
sondern beides. Der einfachste Weg zu
diesem Ziel geht so:

```
body {
  display: grid;
  grid-template-rows: 4em 1fr 4em;
  grid-template-columns: 8em 1fr;
}
```

Das sollte nicht schwer zu lesen sein: Das Grid besteht aus drei Zeilen und zwei Spalten; Kopf- und Fußzeile sowie linke Spalte haben eine definierte Größe, die mittlere Zeile und die rechte Spalte schnappen sich den jeweiligen Rest.

Ohne weitere Angaben verteilen sich die vier Elemente nacheinander – je nach `grid-auto-flow` zeilen- oder spaltenweise – auf die ersten vier Boxen; die beiden übrigen bleiben leer. Explizit lassen sich Inhalte auf Grid-Bereiche (Zellen) mit `grid-row` und `grid-column` zuweisen:

```
header {
  grid-row: 1;
  grid-column-start: 1;
  grid-column-end: 3;
}
```

Anders als bei Programmiersprachen üblich beginnt die Zählung bei eins (CSS-Profis kennen das von `nth-child()` & Co.). Bei einem zweispaltigen Grid steht 1 für ganz links, 3 für ganz rechts und 2 für die Mittel-

linie. Soll ein Inhalt mehr als einen Grid-Bereich umfassen, kann man `-start` und `-end` von `grid-row` beziehungsweise `grid-column` angeben. Es geht aber auch kürzer:

```
nav {
  grid-row: 2 / span 2;
  grid-column: 1;
}
```

Der Schrägstrich erlaubt die Nutzung der Kurzform. `grid-row: 2 / span 2;` bedeutet das Gleiche wie `grid-row: 2 / 4;`.

Das Grid-Modul stellt gleich zwei Möglichkeiten zur Verfügung, diese numerischen Zuweisungen zu ersetzen. Die erste besteht darin, den Grid-Linien zusätzlich einen frei wählbaren Namen zu geben:

```
grid-template-columns: [left]
    8em [main-left] 1fr [right];
grid-template-rows: [top] 4em
    [main-top] 1fr [foot-top]
    4em [bottom];
```

Damit können Sie die obige Zuweisung an `nav` folgendermaßen ändern:

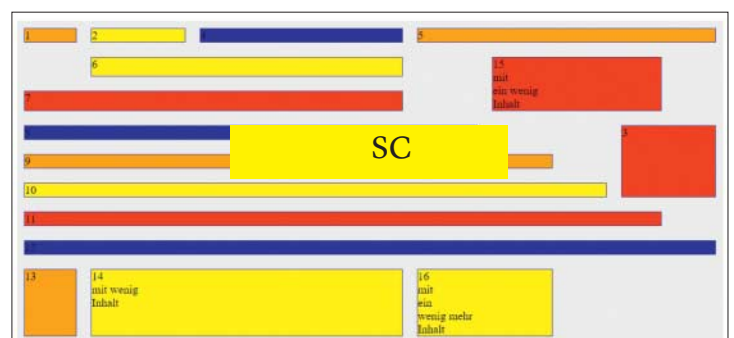
```
nav {
  grid-row: main-top / bottom;
  grid-column: left;
}
```

Besonders praktisch ist die zweite Variante, die nicht die Linien, sondern die Bereiche benennt:

```
body {
  display: grid;
  grid-template-rows: 4em 1fr 4em;
  grid-template-columns: 8em 1fr;
  grid-template-areas:
    "head head"
    "nav  main"
    "nav  foot";
}
```

Sie zeichnen in `grid-template-areas` das Grid mit Variablennamen nach. Benachbarte Bereiche mit gleichem Namen werden zusammengefasst. Achten Sie darauf,

CSS-Grids ermöglichen komplexe, robuste Layouts ohne faule Tricks und ohne überflüssiges HTML.





Grids müssen nicht unbedingt gefüllt sein – jeder Bereich lässt sich individuell ausrichten.

jede Zeile in Anführungszeichen zu setzen. Nun bleibt nur noch, jedem Element mit `grid-area` den betreffenden Bereich zuzuweisen:

```
nav {grid-area: nav;}
```

Faszinierend, aber noch ein bisschen redundant. Tatsächlich kann man sich `grid-template-rows` und `-columns` sparen, wenn man die Kurzschreibweise `grid` verwendet:

```
body {
  display: grid;
  grid:
    "head head" 4em
    "nav main" 1fr
    "nav foot" 4em
  / 8em 1fr;
}
```

Die Höhe steht bei der jeweiligen Zeile, die Spaltenbreiten sind durch einen Schrägstrich abgetrennt.

Die Grid-Spezifikation steckt noch voller interessanter Details, die man zum Einstieg nicht kennen muss, die aber später das Leben leichter machen können: etwa die Möglichkeit, Grid-Bereiche auszurichten (`align-items` und `justify-items` im Grid-Container, `align-self` und `justify-self` im Bereich selbst) oder die `minmax()`-Funktion für flexible Größenangaben wie `minmax(100px, max-content)`. Eine schöne Schreiberleichterung ist `repeat()`, das ein klassisches Layout-Grid à la Bootstrap ganz einfach macht:

```
grid: repeat(auto-fill, 2em) /
  repeat(12, 1fr);
```

Damit entsteht ein Grid aus 12 gleich großen Spalten. Die Anzahl der 2em hohen Zeilen hängt vom verfügbaren Platz ab.

Praxisprobleme

Noch sind nicht alle Browser Grid-erleuchtet. Bis es soweit ist, müssen Work-

arounds her. Wer einen Relaunch plant, kann mit `@supports` arbeiten:

```
@supports (display: grid) {
  /* Grid-Stile ... */
}
```

Browser, die mit Grids umgehen können, verstehen auch `@supports`.

Ähnlich könnte man bei einem Neudesign vorgehen: Grid-Stile stehen in einem `@supports`-Block, das klassische Gegenstück ebenfalls:

```
@supports not ((display: grid) or
  (display: -ms-grid)) {
  /* Workaround */
}
```

Manche älteren Browser verstehen `@supports` leider nicht – insbesondere sämtliche Internet Explorer. Dessen letzten beiden Versionen kann man aber die abgespeckte Grid-Variante vorsetzen. Wenn es nicht akzeptabel ist, dass die Seite in Internet Explorer 9 (Baujahr 2011), Android-Browser 4.3 (2013) und Safari 8 (2014) übel aussieht, muss man die Fallback-Variante ohne `@supports`-Bedingung einsetzen und eventuelle Konflikte ausgleichen, zum Beispiel, indem man `height` und `width` auf `auto` setzt:

```
/* Fallback */
nav {
  float: left;
  width: 8em;
  (...)
}
/* Grid */
@supports (display: grid) or
  (display: -ms-grid) {
  header, nav, main, footer {
    float: none;
    width: auto;
    height: auto;
  }
  body {
    display: -ms-grid;
  }
}
```

```
display: grid;
(...)
```

Diese Lösung präsentiert aktuellen Browsern inklusive Edge ein Grid-Layout. Um Internet Explorer 10 und 11 gezielt anzusprechen, braucht es einen CSS-Hack wie `@media (-ms-high-contrast: none) {...}`.

Die Microsoft-Grid-Syntax ist im Wesentlichen eine vereinfachte Version des neueren Standards. Wer auf die schicken Kurzschreibweisen verzichtet, hat kaum mehr zu tun, als ein `-ms-` vor alle Grid-Eigenschaften zu setzen:

```
body {
  display: -ms-grid;
  -ms-grid-rows: 4em 1fr 4em;
  -ms-grid-columns: 8em 1fr;
}
header {
  -ms-grid-row: 1;
  -ms-grid-column-span: 2;
}
```

`grid-template-rows` und `-columns` heißen hier einfach `grid-rows` beziehungsweise `-columns`. Statt `grid-row/column-start/end` gibt es `grid-row/column` und `grid-row/column-span`. Das war es auch fast schon – ansonsten unterstützt die Implementierung nur noch `-ms-grid-row/column-align`, die `align-` und `justify-self` entsprechen (siehe c't-Link).

Praxistauglich

Zwanzig Jahre musste CSS alt werden, bevor es ein vernünftiges Werkzeug fürs Layout bekam. Zugegeben, in der Übergangszeit machen die Grid-Layouts erst einmal zusätzliche Arbeit. Trotzdem ist es sinnvoll, sich schon jetzt damit zu beschäftigen, denn in ein, zwei Jahren werden sie ein Standardwerkzeug sein.

Anders als bei aufsehenerregenden Schmuckeffekten, mit denen CSS-Neuerungen oft glänzen, geht es hier um Praxisprobleme, die jeder Webentwickler schon hunderte Male lösen musste. Einfacher ging es noch nie: Das Grid-Modul kombiniert die Schlichtheit der alten Layout-Tabellen mit der Flexibilität moderner Stylesheets und stopft damit eine klaffende Lücke. (jo@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Herbert Braun, Neue Web-Layouts, CSS-Gestaltung mit Flexboxen, c't 11/15, S. 150

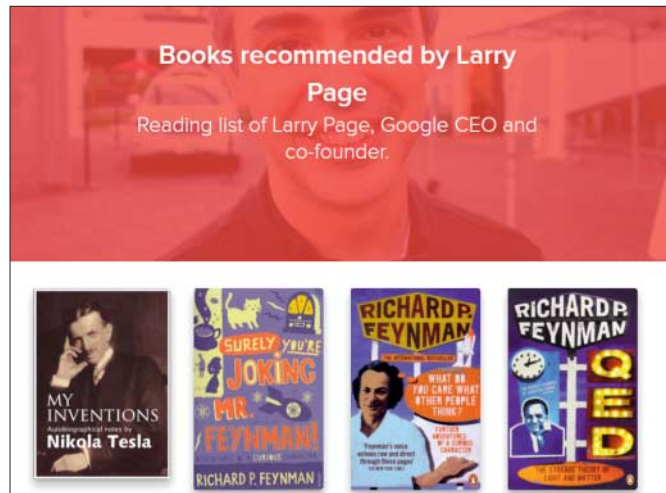
Weiterführende Informationen:
ct.de/y94p

Anzeige

Stoff für den Kopf

www.bookicious.com/collections

<https://www.highlyreco.com>



Mauro Sicard liest gerne. Der 18-jährige Web-Entwickler und „Entrepreneur“ hat aus seinem Hobby ein Projekt gemacht. Er sammelt, welche Bücher Größen aus der IT-Szene wie Bill Gates und Larry Page empfehlen. Diese Kollektion hat er auf der Website **Bookicious** veröffentlicht.

Die englischsprachige Site richtet sich vor allem an Gründer und Maker wie Sicard selbst. Unter den gelisteten Büchern finden sich aber auch Perlen, die jedermann interessieren könnten, zum Beispiel die Einstein-Biographie von Walter Isaacson oder „Moby Dick“. Bookicious enthält die Empfehlungen von 18 IT-Persönlichkeiten, bei der ähnlich gelagerten Site **Highly-reco** sind es sogar 40. (jo@ct.de)

Coder-Mucke

musicforprogramming.net

Beim Programmieren und anderen geistigen Tätigkeiten taucht man am besten in einen Tunnel ab; so kann ein ungemein produktiver Flow entstehen. Am besten, man blendet dafür die ablenkenden Umgebungsgeräusche aus oder übertönt sie mit Musik – die idealerweise auch noch die Konzentration fördert. Nach Ansicht des Entwicklers John Davies muss sie dazu zum Beispiel Brummen und Texturen ohne Rhythmus enthalten; Schlagzeug und Gesang dagegen sollten sehr dosiert vorkommen, wenn überhaupt. Nach eigenen Angaben hat er Jahre damit zugebracht, die Musik auf **musicForProgramming** zusammenzutragen. Die Website ist gestaltet wie ein Listing im Editor SublimeText. Man kann die 46 Stücke direkt abspielen oder herunterladen. (jo@ct.de)

Alle Links dieser Seite
unter ct.de/yrvv



Alle Wege führen zur Philosophie

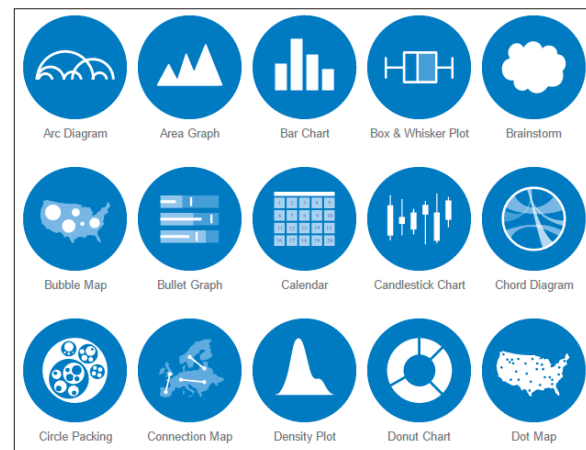
<https://xefer.com/wikipedia>

https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Getting_to_Philosophy

Die Beobachtung ist nicht neu, aber immer wieder faszinierend: Starten Sie bei einem beliebigen Artikel in der Wikipedia, klicken Sie auf den ersten Link und wiederholen sie das für alle weiteren Artikel, zu denen sie im Folgenden kommen. Irgendwann landen sie mit großer Wahrscheinlichkeit beim Eintrag für „Philosophie“. Sie können das aber auch die Website **Xefer** für Sie machen lassen, dort werden die Verknüpfungen hübsch visualisiert. (jo@ct.de)

Daten schön präsentieren

datavizcatalogue.com



Immer nur Tortendiagramme – langweilig, insbesondere weil es für viele Daten geeignetere Visualisierungen gibt. Severino Rebecca präsentiert auf seiner Site **The Data Visualisation Catalogue** 60 Darstellungsmöglichkeiten. Für jede einzelne beschreibt er, welche Typen von Daten sich damit besonders gut verbildlichen lassen. Außerdem stellt er jeweils Alternativen vor sowie Tools, mit denen man vorgestellte Visualisierungen generieren kann. (jo@ct.de)

Hype-Videos

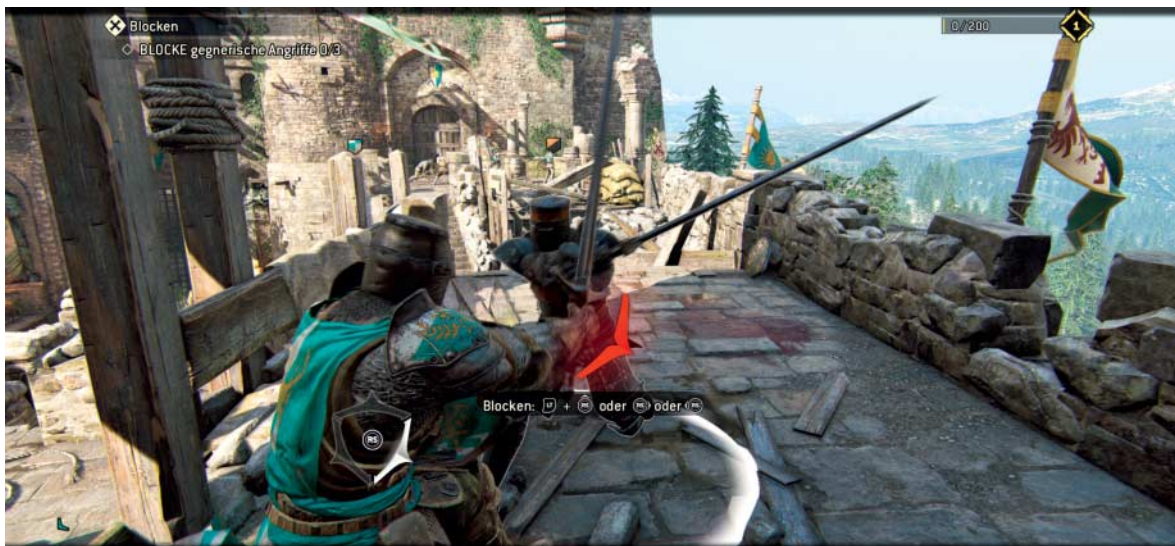
Gruselige Überraschung für Kunden eines Elektroladens: Die fiese Gestalt aus einem **Horrorvideo** – zunächst nur auf einem Fernseher zu sehen – beginnt plötzlich, diesem zu entsteigen.

<https://www.facebook.com/techinsider/videos/663960513802308/> (1:47, Englisch)

Pierre-Alexandre Chauvat hat Ausschnitte aus mehr als 50 Filmen geschickt aneinandergeklebt – heraus kommt ein rasanter Kurzfilm namens **Everybody wants to kill Bruce 2**. <https://vimeo.com/194076406> (12:38, Englisch)

Anzeige

Blocken und Parieren sind die wichtigsten Fähigkeiten, die es bei „For Honor“ zu erlernen gilt.



Ein Fest für Axt und Schwert

Wo gab es die besten Blank-, Stoß-, Wurf- und Schlagwaffenkrieger? Waren es Wikinger, japanische Samurai oder Ritter? Bei **For Honor** entführt eine mysteriöse Macht die drei legendären Kriegerkulturen, die in der Realität durch Jahrhunderte und Kontinente getrennt waren, samt Burgen und Landschaft aus ihrer jeweiligen Heimat und setzt sie gemeinsam an fremden Gestaden ab.

Auf engem Raum entbrennt ein Kampf um Ressourcen, bei dem die Kriegsgöttin Apollyon insgeheim die Fäden zieht. Dies zu erkennen und den Kreislauf des Krieges zu brechen ist das Ziel der drei Story-Solokampagnen, die den Spieler in die Haut von Legionären, Berserkern und Katanaschwingern schlüpfen lassen. Ob Kämpfe auf brüchigem Eis, Verfolgungsjagden zu Pferd oder Verteidigung eines Riesenrammbocks – das Spiel bietet hier viel Abwechslung.

Ähnlich wie bei Multiplayer-Shootern à la „Call of Duty“ stellt der Einzelspielermodus aber in erster Linie eine besonders aufwendige Art von Lehrgang dar. Er bereitet Kämpfer auf das eigentliche Ereignis vor: die Multiplayer-Auseinandersetzung mit weltweit verteilten Spielern.

Gebietseroberungen, Scharmützel und Duelle prägen den Spielablauf. Jede

Fraktion wartet von Anfang an mit vier Kämpferklassen auf, die sich in Wendigkeit, Kraft und Reichweite sowie durch die verwendeten Waffen voneinander unterscheiden. Nobushis und Walküren etwa sind kaum gepanzert, verfügen dafür aber über Lanzen. Erfolgreich durchgeführte Bewegungskombinationen können verheerend wirken und selbst die titanischen Gesetzesbringer erledigen.

Darstellung und Animation der Akteure sind vom Feinsten, dasselbe gilt für die grafische Umsetzung der Schauplätze. Die Steuerung der Spielerfigur, die aus der Verfolgerperspektive gezeigt wird, ist ganz auf Konsolen-Controller ausgelegt und grundsätzlich bei allen Kämpfern gleich. Mit der linken Schultertaste visiert man einen Gegner an und aktiviert den wichtigsten passiven Modus, die Auslage. Sie bestimmt die Position der eigenen Waffe, die Angriffe meist automatisch abfängt. Die drei möglichen Positionen (links, rechts und oben) werden durch ein Dreieck angezeigt, genau wie die Auslage des Gegners.

Beim Angriff blinkt die gefährliche Seite rot, und dann sollte man schnellstens reagieren. Besonders wichtig ist das gegenüber Charakteren wie der Friedenshüterin und dem Orochi. Sehr schnell und

wendig können diese aus dem Stand einen wahren Klingensturm entfesseln. Doch ihre Kraft reicht nicht aus, um eine Auslage lange zu halten. Stattdessen muss man im rechten Moment die Waffe hochreißen, um eine Attacke abzuwehren. Konterattacken bringen den Feind ins Straucheln; Rempeler können Blockaden brechen und sogar zum schnellen Sieg führen, wenn der Gegner von Brücken oder in brennende Holzhaufen stürzt.

Ärgerlich ist der umfassende Online-Zwang, der auch die Solokampagnen betrifft. Im Zusammenspiel mit nicht immer stabil reagierenden Servern bringt diese Form des Digital Rights Management das Kriegerherz zum Bluten. Manchem vergällt so etwas die fast grenzenlose Freude an dem derzeit wohl besten Schwertkampfspiel. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

For Honor	
Vertrieb	Ubisoft, www.ubisoft.com/de-DE/game/for-honor
System	Windows (getestet), PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	3,2-GHz-PC, 6 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Uplay
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕
8 Spieler • Deutsch • USK 18 • 60 €	

Anzeige

Tempel, Raumschiffe und biomechanische Gerätschaften tragen bei „Torment: Tides of Numenera“ zur eigen-tümlichen Atmosphäre bei.



Die Welt von überübermorgen

Eine Milliarde Jahre in der Zukunft ist die Alleinherrschaft der Menschheit über die Erde längst vorbei. Acht Reiche kamen und gingen; jedes hat seine Spuren hinterlassen. Im daraus entstandenen neunten Reich teilen sich Menschen, Monster, Mutanten und Maschinen eine zerrissene Welt. Bei **Torment: Tides of Numenera** findet der Spieler sich in einer keineswegs alltäglichen Rolle wieder: Er belebt den abgelegten Wirtskörper des „Wandelnden Gottes“ und erforscht auf der Suche nach seinem Schöpfer die farbenfrohen Lande.

„Jede hinreichend fortschrittliche Technologie ist nicht mehr von Magie zu unterscheiden.“ Dieses Bonmot des Science-Fiction-Autors Arthur C. Clarke bildet gewissermaßen den Ausgangspunkt für die enorme Vielfalt der neunten Welt. Sie ist durch verschiedene Rassen, Religionen und Kulturen mit widersprüchlichen Charakteristiken geprägt. Es finden sich Bauwerke und Technologien höchst unterschiedlicher Art. Vieles ist im Wirbel der gewaltigen Zeiträume in Vergessenheit geraten. Verstaubte Maschinen, genannt „Numenera“, wollen entschlüsselt werden.

Das Spiel beruht auf dem SciFi-lastigen Pen-and-Paper-Rollenspiel „Numenera“ von Monte Cook. Der Mix aus Science Fiction und Fantasy schafft eine ganz eigene Aura. Jedes Versatzstück des großen Weltenpuzzles wirkt originell und einzigartig, auch wenn es spieltechnisch keine Innovationen zu feiern gibt. Der Spieler verfolgt das Geschehen aus isometrischer Perspektive. Allein oder gemeinsam mit Gefährten durchstreift er ziemlich große Einzel-Maps. Kraft, Geschwindigkeit, Intellekt und Gesundheit sind die zentralen Ressourcen. Man kann Kleidung, Panzer und Waffen erwerben oder erbeuten. 25 Talente lassen sich entwickeln; das Spektrum reicht von Mechanik bis Überredungskunst.

Begeisterte Erkunder werden viel Freude an dieser Welt haben. Requisiten, Charaktere und Quests sind einfallreich gestaltet. Informationen werden oft in Form von Geschichten weitergegeben; mit jeder Interaktion entschlüsselt man einen kleinen Aspekt einer Kultur. Wie schon bei „Planescape: Torment“ aus dem Jahr 1999 liegt der Schwerpunkt des Spielgeschehens auf Erforschung und Kommunikation. Die rundenorientierten Kämpfe

tragen zur Spannung bei, stehen aber nicht im Mittelpunkt. Sie werden gewürzt durch „Cyphers“, die man im Spielverlauf auffindet – mächtige technische Hilfsmittel, die aber jeweils nur einmal benutzt werden können.

Es gibt ein komplexes Moralsystem. Dieses unterscheidet nicht zwischen guten und bösen Handlungen, sondern zwischen fünf verschiedenfarbigen „Gezeiten“, die den Story-Verlauf beeinflussen. Auf diese Weise erreicht die Spielzeit Dutzende von Stunden; zudem verspricht das Konzept einen hohen Wiederspielwert. Action-Freunden wird der langsame Fortschritt allerdings viel Geduld abverlangen.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Torment: Tides of Numenera

Vertrieb	Techland Publishing, https://torment.inxile-entertainment.com
System	Windows (getestet), Mac OS, Linux; PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	3,3-GHz-PC, 6 GByte RAM, 512-MByte-Grafik
Kopierschutz	DRM-frei über gog.com
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕

1 Spieler • Deutsch (Sprachausgabe Englisch) • USK 12 • 45 €

60 Kilo Gehacktes, bitte!

Der ehemalige Reporter Frank West kehrt im Splatter-Actionspiel **Dead Rising 4** zurück in die Ortschaft Willamette, wo er sich abermals durch Zombie-Horden kämpfen muss.

Eigentlich wollte West sein restliches Berufsleben geruhsam als Hochschullehrer verbringen, doch seine Studentin Vicky überredet ihn zu einem Besuch in Willamette. Eine geheime Abteilung des Militärs führt dort dubiose Experimente an Menschen durch.

Leider gehen diese schief: Als West die Wahrheit erfährt, kommt es zur unweigerlichen Zombie-Apokalypse. Da heißt es, schnell die Kamera gegen die Motorsäge zu tauschen und sich den Weg durch die geifernden Massen freizukämpfen. West landet im Einkaufszentrum von Willamette, doch leider ist er dort nicht in Sicherheit: Dort ist gerade Black-Friday-Verkaufstag; die Läden und Passagen sind vollgestopft mit Untoten.

Um der Geschichte auf den Grund zu gehen, muss West den weitläufigen Konsumtempel mit seinen Geschäften, Garagen und Foyers erkunden. Dazu schießt er Fotos und stöbert Pläne auf, die ihm bei der Recherche helfen. Anders als beim ersten Serienteil von 2006 tickt dabei nicht permanent die Uhr. West kann sich Zeit lassen, auch die hintersten Ecken zu durchsuchen.

Unterwegs findet er Baupläne für immer bessere Hieb- und Schusswaffen. Da macht es einfach Spaß, mit den verschiedenen Bauteilen herumzuxperimentieren. Insbesondere die selbstgebastelten Sprengbomben schüren die kindische Freude am Zerstören. West muss immer wieder improvisieren, beispielsweise mit Baseballschlägern, Elektroschockern, Christbaumschmücken und Kuscheltieren. Im Mittelalter-Trakt greift er zu Schild und Schwert. Später streift Frank sich den Exoskelett-Anzug über und schwingt herausgerissene Straßenlaternen.

Neue Schlagkombinationen erlauben spektakuläre Rundum-Schläge im Mutanten-Pulk, die einen großen Bonus aufs Punktekonto spülen. Die Kämpfe laufen zwar geschmeidig ab, allerdings verliert die Kamera den Helden manchmal aus dem Blick, sodass der Spieler dann quasi blind weiterkämpfen muss.

Wer den mittleren Schwierigkeitsgrad wählt, kommt nur selten in lebensbedrohliche Situationen. Wenn West mit dem Elektroauto durchs Foyer fährt und jeden Zombie mit einer einfachen Berührung niedermäht, wird es gar allzu einfach; selbst „Lollipop Chainsaw“ fällt gegen diese übertriebene Splatter-Orgie zurück.

Zur Halbzeit der insgesamt rund zwölfstündigen Spielzeit macht sich denn auch Routine breit. Die Gegner sind sich

allzu ähnlich: egal ob Mensch, Untoter oder Elektro-Zombie. Selbst die Bosskämpfe stechen kaum heraus – da wird man des Ambientes bald überdrüssig.

Story und Charaktere orientieren sich an Horrorkomödien wie der aktuellen TV-Serie „Ash vs. Evil Dead“; wobei Frank West jedoch der Charme eines Bruce Campbell fehlt. Mit seiner deutschen Macho-Stimme klingt er noch unsympathischer als im englischen Original.

Das kanadische Studio des Publishers Capcom hat zwar ein hübsch dekoriertes Einkaufszentrum gebaut, doch im Detail fehlt es Dead Rising 4 an Abwechslung – daran ändert auch der Co-op-Modus wenig. So ist die Zombie-Schlachteplatte ein durchaus kurzweiliger wie routinierter Arcade-Splatter-Spaß; etwas mehr Tiefgang hätte jedoch nicht geschadet.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

Dead Rising 4

Vertrieb	Capcom, Microsoft
System	Xbox One (getestet), Windows 10
Hardwareanforderungen	Intel i5-2400 oder AMD FX 6300, 6 GByte RAM, GTX 760 oder HD 7850 mit je 2 GByte V-RAM
Kopierschutz	Microsoft
Idee ○	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ○
1 bis 4 Spieler • Deutsch • USK 18 • 50 €	

Fürs stilvolle Abschlachten menschenfressender Mutanten erntet der Spieler in Dead Rising 4 besonders viel Lob und Geld.

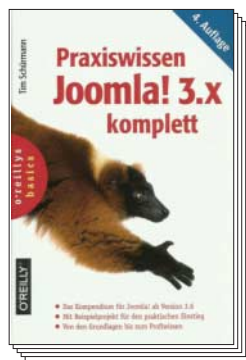


Wege zum Web-Portal

Joomla ist hinter Wordpress die Nummer 2 im weltweiten Ranking der CMS-Installationen. Die 4. Auflage von Schürmanns Standardwerk berücksichtigt die Versionen bis 3.6, was dem aktuellen Stand entspricht.

Das Buch hat den Charakter eines Ratgebers und orientiert sich weitgehend an der täglichen Praxis von Portalschaffenden. Der thematische Bogen der Erläuterungen spannt sich von der Installation über Anpassungen bis zum Aufbau von Workflows zur Content-Pflege.

Am Beispiel eines Film- und Kino-Portals beschreibt Schürmann eine typische Einrichtung. Dabei berücksichtigt er Text-, Bild- und Videobereiche mit allen gängigen Medienformaten und Darstellungsmöglichkeiten. Zu den Bestandteilen dieses Musterprojekts gehören Lösungen für alle typischen CMS-Aufgaben. Das beginnt beim Anlegen von Seiten unter-



schiedlichen Typs, geht weiter über die Menüformen und reicht bis zum Hinzufügen von Komponenten und Modulen für bestimmte Optionen und Darstellungsformen. Joomlaisten alter Schule werden unter anderem das interessant finden, was Schürmann über die Änderungen und Neuerungen des 3.6er Release sagt. Allerdings geht er nur auf diejenigen der insgesamt rund 400 großen und kleineren Abweichungen zur Vorgängerversion ein, die für Anwender wesentlich sind.

Im Template-Kapitel erfährt man nicht nur, wie man vorhandene Stilvorlagen einbaut und modifiziert, sondern lernt auch neue Templates nach eigenem Entwurf zu entwickeln. Für dieses Kapitel sind CSS- und HTML-Grundkenntnisse empfehlenswert; der Autor beschreibt die einzelnen Segmente beim Aufbau von Templates im Detail. Schürmann geht selbst auf die alte Generation von Joomla-

la-Templates ein, die den XHTML-Standard nutzen und noch bis zum Joomla-Release 2.5 verwendet wurden. Für Online-Redakteure und Content-Produzenten liefern die Beiträge zu SEO, Mehrsprachigkeit, Textverschlüsselung und Kommentarmöglichkeiten viele Tipps und Beispiele aus der Praxis.

Die Themenbereiche Datenbank und Datenbankfehler, CMS- und Datensicherung sowie Systemoptimierung bieten Informationen für Administratoren und helfen bei der Provider-Wahl, wenn es darum geht, eine möglichst performante Basis für die Joomla-Installation zu bekommen. So findet vom Neuling bis zum Profi jeder, der mit Joomla arbeitet, relevantes Praxiswissen vor. Nicht zuletzt eignet sich das Buch gut als Nachschlagewerk zum neben den Arbeitsplatz Legen.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

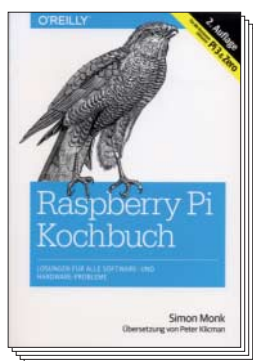
Praxiswissen Joomla! 3.x komplett	
Autor	Tim Schürmann
Erscheinungsort, -jahr	Heidelberg 2016 (4. Aufl.)
Verlag	d.punkt
ISBN	978-3-9600-9007-6
1004 Seiten · 40 €	

Würziges für die Raspi-Küche

Über zehn Millionen Exemplare des Einplatinen-Computers Raspberry Pi („Raspi“) haben bislang ihren Weg zu Bastlern, Experimentierern und Do-it-Yourself-Programmierern gefunden; ein Ende ist nicht in Sicht. Der Raspi 3 und der Zero, die zwei in der neuen Auflage von Monks „Kochbuch“ zusätzlich berücksichtigten neueren Modelle, bilden wichtige Meilensteine in der Geschichte des Projekts. Erheblich gewandelt hat sich in den vergangenen Monaten vor allem die Software-Landschaft.

Der Autor bietet nach bewährter Manier viele kurze Kapitel zu allen möglichen Themen rund um den Raspi. Er erklärt etwa Installation und Konfiguration des auf Linux beruhenden Standard-Betriebssystems Raspbian und beschreibt, wie sich das Computerchen auf vielfältige Weise ins heterogene Netzwerk integrieren lässt.

Auch wer bei der täglichen Bildschirmarbeit Mühe hat, die Maus loszu-



lassen, muss sich für den Raspi mit der Kommandozeile anfreunden. Das Hantieren mit Skripten und Parametern gehört für denjenigen zum täglichen Brot, der Code für solche Systeme schreibt. Monk führt in die Programmierung mit Python ein. Schnell kommt er zu hardwarenahem Arbeiten und zeigt etwa, wie man eine USB-Kamera zur Erkennung von Gesichtern und Gegenständen nutzt.

Vor allem präsentiert Monk jede Menge Rezepte zur Umsetzung typischer Elektronik-Projekte mit dem Raspberry Pi. Dabei erklärt er nicht nur die Verwendung gängiger Komponenten und deren Anschluss an die GPIO-Pins des Raspi. Er berücksichtigt auch speziellere Hardware wie Beschleunigungs- und Magnetfeldsensoren sowie Displays mancherlei Art. Breiten Raum widmet er der Steuerung von Motoren; auch die Integration mit dem Arduino kommt nicht zu kurz. Aus-

führlich beschreibt Monk ferner den Einsatz von Erweiterungsplatinen (HAT) und ihre Entwicklung.

Zumindest streckenweise setzt die Lektüre des Buchs grundlegende Kenntnisse von Elektronik und Software-Entwicklung voraus. Anfänger können zwar die meisten Anleitungen nachvollziehen, aber die kompakte Darstellung spricht vorwiegend fortgeschrittene Leser an.

Der Großteil von Monks Hardware-Rezepten ist zeitlos und funktioniert mit allen aktuellen Raspi-Boards. Mit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Software kann derzeit aber kein gedrucktes Buch mithalten; Leser müssen sich also ergänzend online informieren. Das betrifft insbesondere die jüngsten Neuerungen des Systems wie etwa den Pixel-Desktop.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Raspberry Pi Kochbuch	
Lösungen für alle Software- und Hardware-Probleme	
Autor	Simon Monk
Erscheinungsort, -jahr	Heidelberg 2017 (2. Aufl.)
Verlag	O'Reilly
ISBN	978-3-9600-9033-5
466 Seiten · 30 €	

Anzeige



PLUG'N'PLAY

TOM TURTSCHI

Aufgelöst stürze ich aus der Wohnung. Der Türknauf entgleitet meiner Hand, die Tür fällt donnernd ins Schloss; gleichzeitig erfasst mich der Sensor und das Treppenhauslicht springt an. Ich zucke zusammen, kneife die Augen zu und horche dem Knall nach. Das Echo hetzt von Tür zu Tür den Flur entlang, jagt über die Fliesen und verhallt im Treppenhaus. Ich verharre, lausche. Nichts rührt sich.

Langsam setze ich mich wieder in Bewegung. Ich schleiche vorsichtig Richtung Aufzug – bloß weg von hier.

Bevor ich den Rufknopf betätigen kann, setzt sich der Lift in Bewegung und kriecht langsam Stockwerk um Stockwerk hoch. Es dauert mir zu lange und ich möchte um keinen Preis jemandem begegnen – nicht hier. Ich entscheide mich für die Treppe.

Plötzlich ist alle Vorsicht vergessen; ich hetze, fliege die Stufen hinunter. In meinem Kopf löst sich eine Kaskade wirrer Gedanken – was habe ich mit ihr gemacht? Ich sehe die rote Schliere in ihrem Gesicht, ihr einzelnes Auge, das mich fixiert und verschlingt. Verdammt – mir ist eine Sicherung durchgebrannt. Wie konnte ich derart die Beherrschung verlieren? Dieser Blick!

Noch immer fühle ich das explosive Gemisch aus Lust und Ekel, fühle die Druckwelle der Detonation, und ich weiß: Ich befinde mich auf der Flucht. Ich falle, stürze, unablässig – es gibt kein Zurück und nichts wird mein Vergehen ungeschehen machen.

Die Flügeltür gleitet zur Seite, zu langsam für mein Tempo; ihre stählerne Flanke knallt mir an die Schulter. Ich trudele auf den Gehsteig. Die Straße ist verlassen.

Nebelschwaden kriechen um zerfetzte Müllsäcke herum über den leprösen Teer. In den Pfützen spiegeln sich die kariösen Reihen der bleichen Fassaden. Die Straßenflucht pulsiert im Schein eines Baustellenlichts. Ich drehe mich um und zähle die Stockwerke hoch, Reihe neun Spalte drei; das Fenster ihres Habitats kauert sich dunkel in die orthogonale Sturheit der Wohnzellen. Ich wische mir mit dem Ärmel den Regen aus dem Gesicht, schaue die Straße hinauf und hinunter. Ich habe keine Ahnung, aus welcher Richtung wir gekommen sind. Diese trostlose Gegend um Westport ist mir unbekannt.

Ich zwinkere die Karte ins Auge und geopositioniere mich.

Die Delgado-Station liegt einige Häuserblocks weiter. Mit dem öffentlichen Verkehr wird es die halbe Nacht dauern, bis ich zu Hause bin. Aber ich werde keinen Quadkopter rufen: Die Metro ist anonymere als ein Taxiflug. Und in meinem Zustand ist an Schlaf sowieso nicht zu denken.

Ich logge über Cyberghost ein, verschlüssle meine IP und starte das Navi. Ich folge der roten Linie in der Exosicht, ducke mich die Fassaden entlang. Das schützt mich kaum vor dem Nieselregen, aber hoffentlich vor fragenden Blicken.

Die unzähligen Überwachungskameras zwingen mich zu ausgedehnten Umwegen. Im Zickzack-Kurs eines flüchtenden Hasens trianguliere ich um Wohnkasernen und Kameras herum, Richtung Delgado – glücklicherweise ist die Gegend einsam, und ich denke, keiner einzigen Linse gelingt es, mich zu erfassen.

Sie nannte sich Lila. Lila Pastis. Was für ein kurioser Name. Ich glaube nicht, dass man so heißen kann. Mir ist ein Rätsel, wie es möglich sein sollte, ein Profil mit falschem Namen anzulegen – aber dermaßen dämlich kann niemand wirklich heißen.

Die Metro-Station Delgado ist wie ausgestorben. Ich brauche nicht lange zu warten, da öffnet sich schon die Vakuumröhre, gleiten die Waggons heran, stoppen und die Schiebetüren der Kabinen fahren mit einem lauten Pfeifen zur Seite.

Ich steige als einziger Fahrgast in den dritten Wagen. Ich setze mich auf die Bank am hinteren Ende, die an der seitlichen Wand angebracht ist und quer zur Gleitrichtung steht. Sie sieht aus wie die Bank, auf der mein Verhängnis heute Nachmittag seinen Anfang nahm ...

Kurz nach 14 Uhr bestieg ich die Metro nach Fox 2, um die behördlich geforderten Nachweise persönlich zu überbringen. Der Wagen war überfüllt. Ich hatte wenig Lust, die dreißig Minuten stehend zu verbringen; so schlängelte ich mich um die Körper herum den Gang entlang bis zu dem Kerl mit

In der letzten Zeit hatte ich mein „Digital Karma“ etwas vernachlässigt, und es konnte nicht schaden, die Wartezeit zu nutzen und etwas an meiner Reputation zu feilen.

der Rastafrisur, der seine Tasche auf dem Sitz neben sich deponiert hatte. Ich bat ihn höflich, den Platz freizugeben. Er nahm mich nicht wahr. Seine Lippen bewegten sich unablässig, modulierten Laute, denen die Puste fehlte. Die rechte Hand vollführte seltsame Drehbewegungen, als ob er ein Ventil öffnen und schließen würde. Sein Blick ging durch mich hindurch.

Ich checkte seinen Status und stellte fest: Er sitzt auf einem virtuellen Katamaran vor Singapur und bespricht mit dem Tauchlehrer ein Problem des Druckausgleichs. Ich schickte ein Posting ab und umgehend reagierte er auf mein Anliegen. Freilich dürfe ich mich setzen. Er packte seine Tasche und rückte etwas zur Seite.

Ich nickte dankend und zögerte. Unter der Tasche kam ein plattgewalztes, widerwärtiges Stück dehydrierter Zellulosebrei zum Vorschein. Das Taschentuch war nicht mal ordentlich zerknüllt. Durch die Fasern schimmerten rote Flecken. Ich stellte mir die blutige Rotze vor und dachte: Genau wegen solch ätzender Unappetitlichkeiten hasse ich den öffentlichen Verkehr.

Ich überwand meinen Ekel, schnippte das Ding mit dem Handrücken auf den Boden und setzte mich.

Ich zog es vor, mich augenblicklich aus dem unangenehmen Setting zurückzuziehen und öffnete über die Icons in der Exosicht meinen persönlichen Homespace. In der letzten Zeit hatte ich mein „Digital Karma“ etwas vernachlässigt, und es konnte nicht schaden, die Wartezeit zu nutzen und etwas an meiner Reputation zu feilen. Ich bewertete und setzte Likes und vergab Sterne und schrieb drei kurze Reviews. Die Quotes in meinem Punktestand zogen erfreulich rasch an.

Ich hatte die Primärsensoren nicht vollkommen ausgekoppelt und so riss mich das giftige Zischen der Tür neben mir aus der Entrückung. Aus dem hinteren Wagen traten zwei Polizeibots. Sie stapften an mir vorbei ans andere Ende und knieten vor der Schleuse zur nächsten Kabine nieder. Dort lag ein Mann am Boden, Schaum vor dem Mund, die Glieder spastisch verrenkt. Der Mann hatte ein Time-out, offensichtlich war er offline. Er zuckte mit den Händen, begann zu röcheln. Einer der Ordnungshüter entnahm seiner Serviceklappe eine Spritze und injizierte dem Mann ein Beruhigungsmittel. Dann packte er den erschlaffenden Körper und verstaute ihn in einem Arrest-Gestell auf dem Rücken seines Kollegen. Sie öffneten die Schleuse zum nächsten Wagen und verschwanden.

Ich blickte mich um. Keiner hatte Notiz von der Szene genommen. Der Wagen war voll besetzt, aber niemand anwesend.

Da bemerkte ich das Taschentuch am Boden. Die Schritte der beiden Beamten hatten es direkt vor meine Füße geweht und umgedreht. Der Abdruck einer Lippe lächelte mir entgegen. Darunter stand in hakeligen Lippenstiftstrichen ein Icon, ein Herz. Und eine IP.

Keine Ahnung, welche Teufel mich ritten.

Vermutlich erinnerte mich dieser sonderbare Notizzettel an jene berühmte Film-Schlusszene, in der Marilyn Monroe ihren Mund an die beschlagene Scheibe der Duschkabine drückt. Der Abdruck hat mich immer an einen Vogel im Morgennebel erinnert. Die Kamera zoomt auf den Vogel zu und erfasst durch ihn hindurch Marilyn, die ein letztes Mal zwinkert, bevor sich die Nürbs ihres traurigen Gesichts in ein kristallines Gitter auflösen, Polygon um Polygon vom Wasser erfasst und weggespült wird. Dann löst sich die Kontur des Vogels langsam auf und er wird vom Nebel verschluckt. Ein schaurig schöner Abgang – aber der Feuervogel über dem Herz auf dem Papier zu meinen Füßen verschwand nicht.

Ich wählte die IP.

In meiner Exosicht stabilisierte sich ein Hologramm. Eine Blondine lächelte mir nett zu. Sie kam mir etwas zu adrett rüber; das Häschen auf dem rosa und goldenen Kleidchen wirkte mädchenhaft. Dazu dieser Name: Lila Pastis.

Nach wenigen belanglosen Sätzen äußerte sie sich erstaunt über mein Haar. Natürlich, sie hatte eine Rastafisur erwartet, nicht meine schütterten blonden Strähnen. Die Bot-

schaft war gar nicht für mich bestimmt gewesen, ich war der falsche Adressat. Na ja, nicht jeder ist ein Humphrey Bogart, aber sie war auch nicht gerade eine Marilyn Monroe. Ich klickte sie weg und machte mich an eine weitere Review.

Drei Stationen später stockte mir der Atem. Einen solchen Übergriff hatte ich noch nie erlebt; entsetzt starrte ich auf die fremde Hand auf meinem Knie. Ich drehte mich zu dem Kerl um, um ihn zurechtzuweisen. Der Taucher war verschwunden und eine forsche, bübische Brünnette in einem knallroten Pullover zwinkerte mir zu. Gleichzeitig poppte eine Textnachricht von der Zuckerwattenfee herein:

👋👉👉 Hi! Du kickst mich einfach so raus? Lila mag das nicht!]

Verwirrt schrieb ich ein Post zurück und rechtfertigte mich, mir sei nicht danach, neue Freunde zu sammeln.

„Vergiss mein Püppchen – ich sitze neben dir.“

Ich konnte es nicht fassen. Die Brünnette hatte mich direkt angesprochen! Diese vorwitzige Draufgängerin hatte so gar nichts mit ihrem Avatar gemein. Verwirrt scannte ich ihr Äußeres, suchte im Schnelllauf in den Profilen nach ihren Personalien. Keine Übereinstimmung, no data –

„Keine Panik. Mich findest du da nicht, im Netz tummeln sich nur meine Avatare. Aber sieh mich an!“

Verwirrt registrierte ich ihr schelmisches Grinsen. „Ich heiße Lila. Echt.“

Mir war das unendlich peinlich. Sie gefiel mir, aber ich bin nicht gemacht, um mit wildfremden Passanten anzubändeln und Echtkonversation zu betreiben. Meiner Ansicht nach gehört es sich nicht, jemanden so zu bedrängen. Ich streckte das Bein durch und versuchte, ihre Hand abzuschütteln. –

Erschrocken blicke ich zur Tür. Eine Horde Jugendlicher schiebt sich herein. Ihre Augen starren in eine andere Sphäre; sie nehmen keinerlei Notiz von mir, gehen in die gegenüberliegende Wagenhälfte und setzen sich. Auf dem Bahnsteig patrouillieren zwei Ordnungshüter. Sie kommen näher, aber bevor sie zusteigen, schließt die Tür und wir gleiten weiter.

**EINE WELLE AUS ERREGUNG UND SCHAM
SCHWAPPT HOCH, UND JÄH WIRD MIR
BEWUSST, WIE UNSER ALLTAG VON STILLEN
ÜBEREINKÜNFTE GETRAGEN WIRD.**

Wie lange kann ich mich verbergen? Irgendwann werde ich erwischt, zur Rechenschaft gezogen. Und ich werde die Konsequenzen tragen müssen. Ich weiß nicht, wie ein solches Vergehen geahndet wird. Nie hatte ich Anlass, mich um rechtliche Dinge zu kümmern. Ich bin nicht mal sicher, ob Unsittlichkeit, Perversion, ein triebhaft verübtes Verbrechen relevant für das Strafrecht sind oder ob das als Krankheit gilt. Ich bin mir einzig darüber im Klaren, eine Grenze überschritten zu haben.

Das Auge. Ihr einzelnes Auge. Da ist es wieder!

Eine Welle aus Erregung und Scham schwappt hoch und schnürt mir den Magen zu. Mir wird übel und ich merke,

dass ich friere. Der Nieselregen in Delgado hat mich völlig durchnässt.

Jäh wird mir bewusst, wie unser Alltag von stillen Überinkünften getragen wird. Jeder Einzelne baut sein Leben auf die Stützpfeiler der Gemeinschaft, die mit der Macht der Gewohnheit zementiert wurden. Bisher dachte ich, die Semmelweis-Erlasse seien eine Notwendigkeit für soziale Sicherheit und persönliche Freiheit. Sie gehen auf die Epidemie zurück – wie so viele unserer Regeln und Verhaltensweisen stammen sie aus der Zeit der großen Seuche.

Ich habe die Epidemie natürlich nicht erlebt. Ich kenne auch niemanden, der selber vom Virus infiziert gewesen wäre – die Sache lag massiv im Plusquamperfekt wie die Römer, die beiden Weltkriege, das finstere Zeitalter der religiösen Verblendungen. Die Berichte, die die Zustände schildern, als die Welt in der eigenen Scheiße zu ersticken drohte, stammen aus einer dunklen, mystischen Zeit. Aber die Maßnahmen gegen das mutierte Norovirus und die globale Diarrhö wurden tradiert, zu einer moralischen Selbstverständlichkeit. Ich habe mich nie daran gestoßen.

WIE MASSIV DIE GEFAHREN TATSÄCHLICH SIND, DENEN ICH MICH DURCH MEINE FAHRLÄSSIGKEIT AUSGESETZT HABE, WAR MIR NICHT BEWUSST.

Die Gründe, die den Frühmenschen zu Körperkontakt veranlassten, sind eh hinfällig geworden: Die reichhaltigen Möglichkeiten zu sozialer Interaktion im Brainweb sind so vielfältig und facettenreich, dass es mir nie eingefallen wäre, jemanden zu umarmen oder die Hand zu reichen. Warum sollte ich mit einer Frau ins Bett steigen, wenn ich mit der Partnerin über eine Brain-to-Brain-Bridge den Nucleus accumbens in den Basalganglien mit Raffinesse und Zärtlichkeit kitzeln kann?

Ich friere erbärmlich. Der Druck im Magen lässt nach, dafür rumort es in meinen Eingeweiden. Die Ausläufer der Gewissensbisse erreichen die Därme, eine instabile Lage macht sich in turbulenten Überdruckzonen und böigen Fallwinden bemerkbar. Ich bin unschlüssig, ob ich mir das jetzt einbilde, die Epidemie zu lebhaft vorstelle oder ob mich die Krämpfe im Bauch beunruhigen sollten. Wie wird das Virus übertragen? Sind das die ersten Symptome?

Außer dem moralischen Imperativ finde ich wenig Einträge zur Epidemie im Exocortex. Ich zwinkere über einige Suchmasken zum historischen Wiki. Also doch. Beim Händeschütteln wechseln 36 Millionen Keime ihren Besitzer. Ein Kuss überträgt 80 Millionen Bakterien von dem einen Ökosystem auf das andere. Wie massiv die Gefahren tatsächlich sind, denen ich mich durch meine Fahrlässigkeit ausgesetzt habe, war mir nicht bewusst.

Ob ich mich infiziert habe? Möglicherweise ist das die Strafe, die mich erwartet: Ich beginne innerlich zu verfaulen, metabolisiere mich selber. Werde als zuckender Haufen in den eigenen Exkrementen ersticken.

Ich weiß nicht – wenn es mir gelungen wäre, rechtzeitig ihre Hand abzuschütteln, wäre vielleicht alles anders gekommen. Aber spätestens, als die Wärme ihrer Hand durch meine Hose drang und ich das nicht als unangenehm empfand, war es um mich geschehen. Das Verhängnis nahm seinen Lauf. Ich folgte ihr. Quer durch die Stadt, irgendwo in Delgado betraten wir ein Haus, stiegen die Treppe hoch und landeten in ihrem Habitat. Mir fiel die urige Gemütlichkeit voller Tand und Nippes in ihrem Domizil auf, aber die Bilder verblassten hinter dem einzigen Motiv: Ich sah nur sie.

Ihre ganze Feststofflichkeit, die aus den Fersen in eleganten Schwüngen zum Scheitel hochschoss; die zur Kochnische wieselte, Tee aufsetzte; wie der Samt ihrer Stimme mich umschmeichelte, ihr bübisches Lächeln mich neckte, wie sie neben mich auf das Sofa segelte, wie die Maschen ihres roten Pullovers sich über den zarten Busen wölbten.

Irgendwann hatte sie mich dazu gebracht, alle Konnektivität zu kappen. Ich fühlte mich schutzloser als ein nacktes Baby. Sie legte ihre Hände auf meine Schultern. Ich registrierte durch das Shirt die Fingerkuppen, die Richtung Hals glitten, einer um den anderen über den schmalen Kragen holpten und sich zitternd auf meine Nackenhaut setzten. Elektrisiert erstarrte ich. Wie durch den unvermittelten Kontakt von Anode und Diode unter Strom und durch den Kurzschluss außer Gefecht gesetzt.

Ich fixierte ihr Gesicht, den schelmisch lächelnden roten Mund, die schwarzen Augen, zwei glitzernde Tümpel in der Savanne ihrer bronzenen Haut. Wie eine durstige Gazelle stand ich vor der Tränke, gebannt, magisch angezogen vom Feuchten ihrer Augen. Das Gesicht wuchs auf mich zu, ich saß festgezurrt in der Klemme ihrer sanften Berührung, unfähig, mich dieser Offenbarung zu entziehen. In den schwarzen Teichen spiegelten sich die Umrisse meiner ängstlichen Erwartung, sie wich meinem Blick nicht aus, schob ihr Gesicht immer näher – und da passierte es.

Die Augen kippten in ein einziges, riesiges Zyklopenauge, mein Blickfeld bestand aus nichts als weißer Unschärfe mit dem dunklen Planeten, dessen Gravitation mich mit aller Macht an sich zog und den Rest der Welt konfiszierte. Dabei fühlte ich die Spitze ihrer Zunge, die sich zwischen meine Lippen schob, schüchtern um Einlass begehrte, insistierte und, als sie den Bewohner in meinem Mund entdeckte, sich stürmisch und haltlos über ihn hermachte.

Ich schloss die Lider, eine Milliarde Synapsen feuerten zum Hirn, das Adrenalin flutete die entferntesten Zellen im Körper, das Herz hetzte mich in ungeahnte Höhen – ich wusste nicht, wie mir geschah. Ich dachte, mich berührt die Unendlichkeit, ich glaubte, mich streift die Ewigkeit.

Ich kann nicht sagen, für wie lange – Minuten, Stunden?

Plötzlich ergriff mich Panik und ich stürmte grußlos zur Tür hinaus. Ich war völlig verstört und außer mir über meinen Blackout. Aber noch viel mehr bestürzt mich jetzt: Ich verspüre keine Reue. Nie hätte ich gedacht, wie berauschend der Kick ist, sich offline zu verbinden. Ehrlicherweise fürchte ich, ein Serientäter zu werden.

Ich bin infiziert. Mein Leben implodiert ... in welche Richtung ich auch flüchte, nach diesem Kuss werde ich für immer ein Gehetzter sein: Presche ich vor, verfolgen mich die Gesetzeshüter und droht die Liquidation; halte ich mich zurück, fliehe ich vor der Erinnerung und mir selber.

(bb@ct.de) ct

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Die besten Raspi-Projekte“:

Peter Siering (*ps@ct.de*), „DVB-T2: Das ändert sich!“: Sven Hansen (*sha@ct.de*)

Chefredakteur: Johannes Endres (*je@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 & Medien (*software-medien@ct.de*)

Leitende Redakteure: Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

Redaktion: Dieter Brors (*db@ct.de*), Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Daniel Herbig (*dahe@ct.de*), Ulrich Hilgefort (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Martin Reche (*mre@ct.de*), Peter Schmitz (*ps@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*hps@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Peter-Michael Ziegler (*pmz@ct.de*)

Ressort Systeme & Sicherheit (*systeme-sicherheit@ct.de*)

Leitende Redakteure: Peter Siering (*ps@ct.de*), Jürgen Schmidt (*ju@ct.de*)

Redaktion: Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Johannes Merkert (*jme@ct.de*), Fabian A. Scherschel (*fab@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 (*hardware@ct.de*)

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*), Martin Fischer (*mfi@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Anke Poimann (*apoi@ct.de*)

Ressort Internet & Mobiles (*internet-mobiles@ct.de*)

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

Redaktion: Jo Bager (*jo@ct.de*), Bernd Behr (*bb@ct.de*), Daniel Berger (*dbe@ct.de*), Holger Bleich (*hob@ct.de*), Hannes A. Czerulla (*hcz@ct.de*), Lea Lang (*lel@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Alexander Spier (*asp@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Newsroom/heise online: Jürgen Kuri (*Ltg., jk@ct.de*)

Redaktion: Kristina Beer (*kbe@ct.de*), Volker Briegleb (*vbr@ct.de*), Martin Holland (*mho@ct.de*), Axel Kannenberg (*axk@ct.de*), Andreas Wilkens (*anw@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*Ltg., uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Koordination Social Media: Martin Fischer (*mfi@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

Dokumentation: Thomas Masur (*tm@ct.de*)

Korrespondenten Verlagsbüro München: 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 Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan (*bse@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, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurhieden

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)

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., BdWV 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 chloroffreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA



Vorschau 7/17

Ab 18. März 2017 am Kiosk und auf ct.de



Curved Displays mit 34 Zoll und 21:9

Große Monitore im 21:9-Format können zwei kleinere Schirme ersetzen. 34-Zöller mit gebogenem Panel versprechen dabei gute Ergonomie, weil der Sehabstand zu allen Bildpunkten gleich bleibt. Manche Modelle zielen auf Spieler, andere bieten Extras wie eine versenkbare Webcam oder einen USB-Hub.



Adapter für schnelles WLAN

Ihr neuer Router funkt mit 1300 statt 54 MBit/s, aber das alte Notebook hechelt hinterher? Mit einem passenden USB-Adapter machen Sie ihm wieder Beine. c't gibt Tipps zur Auswahl und zeigt, was man für optimalen Durchsatz beachten muss – auch an stationären PCs.

Außerdem:

Wörterbuch-Apps für Android

Weltenbummler schleppen ungern Papier-Wörterbücher mit sich herum. Stattdessen übersetzt das Smartphone fremdsprachige Speisekarten und Mietwagentarife. Kann man den Wortschatz aufs Gerät laden, spart dies teures Datenvolumen im Ausland und nimmt Funklöchern ihren Schrecken.

FinTechs, Blockchains und Robo-Advisor

Ist für die Geldverwaltung immer noch die Hausbank um die Ecke zuständig? Das war vorgestern. Immer mehr Finanz-Start-ups locken mit neuen Produkten wie Smartphone-Bankkonto, automatisierten Anlagestrategien und alternativen Krypto-Bezahlssystemen. Chance oder Risiko?

Raspi-GUI ohne X

Hübsche Oberflächen mit Touch- oder Mausbedienung sind für die Kivy-Bibliothek für Python kein Problem. Die Entwürfe entstehen am PC, das Ergebnis landet auf dem Raspberry Pi. Der braucht dafür nicht einmal einen X-Server.

Noch mehr Heise-Know-how:



c't Digitale Fotografie
jetzt im Handel



Technology Review 3/17
jetzt im Handel



Make 1/2017
jetzt im Handel