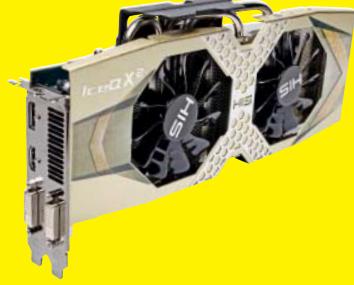




*magazin für
computer
technik* 24

31. 10. 2015

Kaufberatung
Grafikkarten



Produktfälschungen, Ladenhüter, Billig-Schrott ...

Die Schnäppchen-Lügen

Werbetricks durchschauen • Den wirklich besten Preis finden

Das zweite Windows 10
15-Zoll-Notebooks mit SSD
Mini-PC für Gamer
Sony Z5 und Z5 Compact
3D-Grafikpower für Linuxer

WPS-Sicherheitslücke in Routern
Der Jeep-Hack im Detail
So funktionieren Beacons
Kinder: Pong coden
DMX-Lichtsteuerung mit Arduino

Tipps & Hardware für mehr Ergonomie
Möbel, Mäuse, Tastaturen

Besserer Ping • Mehr VoIP-Qualität • Ruckelfrei streamen

Internet-Zugang ausreizen

Windows-Tipps • Schnelle WLAN-Router im Test • QoS im Router



€ 4,50

AT € 4,70 • CH CHF 6,90
LUX, BE € 5,30
NL, IT, ES € 5,50

Anzeige



Da läuft einiges schief!

Ich gebe zu, ich rege mich immer noch tierisch über den Stunt auf, den sich die Deutsche Telekom im Vorsicht-Kunde-Fall auf Seite 70 geleistet hat: Da wird einem Telefonkunden, der seinen DSL-Zugang bislang bei einem Drittanbieter hatte, rotzfrech die Leitung gekappt, nur damit die Telekom einem eigenen Kunden einen Vollanschluss verkaufen kann.

Na und weil "einfach so Telefon abschalten" nach aktueller Gesetzeslage nicht geht, schiebt man dem sabotierten Kunden dann einen Multiplex-Anschluss unter, über den der nur noch telefonieren kann. Das Schlimmste dabei: Die Telekom kommt mit dieser Nummer durch - weder der Kunde noch der Drittanbieter können den Rosa Riesen irgendwie dazu bewegen, wieder eine vollwertige Leitung zur Verfügung zu stellen.

Die oft ins Feld geführte Regulierungsbehörde steht als zahnloser Tiger daneben - es gibt nun mal kein Recht auf DSL in Deutschland. Es gibt zwar die Verpflichtung der Telekom, die Leitung mit Drittanbietern zu teilen, aber nur, wenn das technisch möglich ist. Und was für den einzelnen Teilnehmer technisch möglich ist, bestimmt der Netzinhaber.

So was geht, weil wir essenzielle Infrastrukturkomponenten wie das Telefon- und Datennetz weitgehend unreguliert in die Hände von privatwirtschaftlich geführten Unternehmen legen. Die sind sich aber stets selbst die nächsten. Sie wollen

Gewinne erwirtschaften und sind ihren Anteileseignern und nicht der Gesellschaft verpflichtet. Das Wohl des Kunden - insbesondere wenn es der Kunde eines Konkurrenten ist - liegt ihnen kaum am Herzen.

Was helfen da die Versprechungen unseres Nicht-nur-Verkehrsministers Dobrindt? 2,7 Milliarden Euro nimmt der Bund jetzt in die Hand, um eine flächendeckende Breitbandversorgung mit mindestens 50 MBit/s bis 2018 sicherzustellen. Toll, doch Geld allein wird hier nicht reichen. Was wir brauchen, ist ein verbindlicher Rechtsanspruch auf eine zeitgemäße Anbindung ans Datennetz. Nur so kann man die Konzerne zwingen, auch unrentable Gebiete zu erschließen - und zwar mit richtiger Breitbandtechnik. Doch so wie die aktuellen Förderrichtlinien aussehen, wird es wohl wieder auf Funknetze wie LTE hinauslaufen, die allabendlich zusammenbrechen, wenn das ganze Dorf Netflix schaut, und für die es obendrein keine echte Flatrate gibt.

Georg Schnurer

Georg Schnurer

Anzeige

Anzeige

aktuell

Prozessorgeflüster: 30 Jahre i386, 20 Jahre P6	16
Hardware: 27-Zoll-Tablet, Mini-PC für 4K-Displays	17
Server & Storage: Xeon E3, Speichersysteme	18
Spiele: Valves Steam Link und Controller	20
Spiele: Broforce fertig, Playstation 4 günstiger	22
Mobiles: Verschlüsseltes Android, neuer Blackberry	24
Peripherie: Monitore, Drucker und VR-Brillen	26
Netze: Doppelter Mobilfunkdurchsatz am Zellenrand	27
Sicherheit: Verwundbare Kabel-Deutschland-Router	28
Technische Software: ECAD, LabView-Toolkits	30
Anwendungen: Bildbearbeitung, Visualisierung, Office	32
Projektmanagement, Übersetzen, Webspeicher	33
Audio/Video: Apple Music, Raumklang-Receiver	36
Recht: Vorratsdatenspeicherung beschlossen	38
Linux: MySQL 5.7, NetBSD 7.0, OpenBSD 5.8	39
Agritechnica: Smart Farming, BayWa-CEO im Interview	40
Apps: Mini-Videos, Wörterbücher, Visualisierung	42
Internet: mTAN-Hack, Firefox, Adblocker	44
Sicherheit: SHA-1 am Ende, App-TAN nicht sicher	46
Apple: Patentstreit, iOS 8 und 9 nicht entschlüsselbar	48
Windows 10: Das bringt die zweite Ausgabe	50
Forschung: eCall gegen Geisterfahrer, zeitstabile ReRAMs	52

Magazin

Vorsicht, Kunde: Kalter DSL-Entzug	70
Jeep-Hack: Fahrsicherheit moderner Autos gefährdet	72
Start-up-Porträt: Der Mail-Provider Posteo	76
Der E-Book-Markt in Deutschland	80
Schnäppchen-Lügen: Werbelügen durchschauen	82
Die wirklich besten Preise online finden	90
Tipps zu Widerruf und Reklamation	92
Bücher: Wirklichkeitstheorie, Prezi, E-Commerce	188
Story: Der Lehrer von Bernhard Horwathitsch	196

Internet

Datenschutz: Die Konzepte der TK-Riesen	150
Web-Tipps: Netzradar, Library of Babel	186

Software

Fahrradcomputer-App: BikeComputer Pro	62
RSS-Feedreader für Linux	62
Android-Tastatur: Programmierbar und mehrsprachig	62
Musik-Plug-ins: Soundtoys 5	63
Spiele: Might & Magic Heroes VII, WRC 5	190
The Beginner's Guide, Goggles – World of Vaporua	191
Zelda: Triforce Heroes, Disgaea 5: Alliance of Vengeance	192
Hopiko, Magic Flute by Mozart, Indie- & Freeware-Tipps	194



Die Schnäppchen-Lügen

Viele Angebote im Web und auf den Prospekten der großen Technikmärkte locken mit vermeintlicher Top-Ausstattung. Hinterher entpuppen sie sich aber als Billig-Schrott oder Ladenhüter. Wir geben Tipps, wie Sie die Werbetricks durchschauen und die wirklichen Schnäppchen finden.

Werbelügen auf die Schliche kommen	82
Die wirklich besten Preise online finden	90
Tipps zu Widerruf und Reklamationen	92

Das zweite Windows 10	50	3D-Grafikpower für Linuxer	104
Sony Z5 und Z5 Compact	64	Mini-PC für Gamer	134
Der Jeep-Hack im Detail	72	Kinder: Pong coden	160
15-Zoll-Notebooks mit SSD	94	DMX-Lichtsteuerung	
Kaufberatung Grafikkarten	100	mit Arduino	168



So funktionieren Beacons

Wenn die Smartphone-App dem Nutzer auch ohne GPS den Weg durch Messehallen, Supermärkte und Flughäfen zeigt, mag das wie pure Magie wirken. Tatsächlich steckt dahinter ein Netz aus Mini-Sendern, sogenannten Beacons. Ein Blick auf die Grundlagen und den Stand der Technik.

Möbel, Mäuse, Tastaturen



138

Immer nur im Sitzen zu arbeiten führt zu Muskelschwund, Rückenschmerzen oder gar Diabetes. Ergonomische Hardware und ein paar einfache Tricks helfen dabei, bei der Arbeit am PC gesund und fit zu bleiben.

Immer in Bewegung bleiben 138

Günstige Möbel für ergonomisches Arbeiten 140

Alternative Mäuse, Tastaturen und Exoten 142

WPS-Sicherheitslücke in Routern

Sicherheitslücken in dem bequemen WLAN-Anmeldeverfahren WPS betreffen Millionen von Routern, die unter anderem Vodafone-Kunden zwangsweise benutzen müssen. Wenn die WPS-PIN-Anmeldung eingeschaltet ist, können Angreifer das WLAN-Passwort knacken.



Schwachstelle in Zwangsroutern von Kabel Deutschland/Vodafone 28
So funktioniert der Pixiedust-Angriff auf WPS 146

Internet-Zugang ausreizen

Wenn eine große Mail verschickt wird, soll das gleichzeitige VoIP-Telefonat nicht stottern und der Netflix-Stream nicht ruckeln. Wir nehmen Netzwerk-Tuning-Tipps für Windows unter die Lupe und testen WLAN-Router daraufhin, wie gut sie mit ihren Quality-of-Service-Einstellungen den Internet-Verkehr optimieren.

Windows-Tipps für Tempo im Netz 110
Schnelle WLAN-Router 114
QoS im Router 122



110

© Copyright by Heise Medien

Hardware

Streaming-Clients: Chromecast & Chromecast Audio	56
Quadrokopter: Syma X5SW	56
Kopfhörer: Sennheiser HD8 DJ und HD 650	58
Lüfterregelung für den Einbau in einen PC	58
USB-Stick mit WLAN und Akku	60
SATA-Adapter: Schnell mit USB 3.1	60
Tastatur: SteelSeries Apex M800 mit farbigen LEDs	61
Smartphones: Sony Xperia Z5 und Z5 Compact	64
Lichtsteuerung: Neue Philips Hue Bridge	67
15-Zoll-Notebooks mit guter Ausstattung	94
Grafikkarten: Kaufberatung von Office bis Gaming	100
3D-Leistung von Treibern und Karten unter Linux	104
Schnelle WLAN-Router mit QoS	114
Bandbreitenmanagement im Test	122
USB-Messgeräte zeigen Bus-Spannung und Strom	130
Mini-PC für Gamer	134
Ergonomie: Günstige höhenverstellbare Tische	140
Alternative Mäuse, Tastaturen und Exoten	142

Know-how

Solid-State Disks: Aufbau und Funktionsweise	68
Beacons: Kleine Bluetooth-Funkfeuer	124
WPS-Sicherheitslücke in WLAN-Routern	146
Windows: Direkte Portzugriffe	182

Praxis

Internet-Zugang ausreizen: Windows-Tipps	110
Fit am PC: Ergonomisch arbeiten	138
Hotline: Tipps und Tricks	154
FAQ: Facebook und Datenschutz	158
Kinder: Pong online coden	160
Lightroom: Schnell und ressourcenschonend arbeiten	164
DMX-Lichtsteuerung mit Arduino	168
Android-Tastatur anpassen und selbst gestalten	174
Spiele-Entwicklung: Einstieg in Unity, Teil 2	176

Ständige Rubriken

Editorial	3
Leserforum	10
Schlagseite	15
Seminare	205
Stellenmarkt	206
Inserentenverzeichnis	208
Impressum	209
Vorschau	210

Anzeige

Anzeige

LESERFORUM

Nur eine Illusion

„Dinge, denen wir vertrauen können“, Editorial c’t 23/15, S. 3

Als Informatiker verfolge ich mit großem Interesse den VW-Abgas-Skandal und habe mich darüber gefreut, dass Sie dies im aktuellen Editorial zum Thema machen und offene Quellen als Lösung vorschlagen. Dennoch oder gerade eben weil ich selbst ein großer Open-Source-Enthusiast bin, muss ich mich hier ein wenig skeptischer positionieren.

Offene und frei verfügbare Quellen sind toll – keine Widerrede. Allerdings ist es eine Illusion zu glauben, dass man damit Betrug verhindern kann. Ob auf einem Steuergerät nun das Resultat aus Quelle X läuft oder aber eine betrügerische Abwandlung davon, lässt sich selbst für einen Experten nicht praktikabel feststellen.

In der Realität ist es ja oft schon schwer genug, aus gut bekannten Quellen reproduzierbare Binärdateien zu erstellen (siehe TrueCrypt bzw. Tor Deterministic Builds). Darauf hinaus zeigt die Erfahrung, dass selbst bei großen und beliebten Open-Source-Projekten das „Mehraugenprinzip“ nicht notwendigerweise zu fehlerfreier Software führt. Nicht nur in der akademischen Welt weiß man, dass sich Hintertüren sogar vor den Augen geschulter Code-Reviewer verstecken lassen. Wieso also nicht auch alternatives Verhalten in Test-Situationen?

Als einfacher Käufer bleibt einem leider nicht viel mehr übrig, als sich auf die Herstellerangaben zu verlassen sowie darauf zu hoffen, dass die Kontrollprozesse funktionieren. Entsprechende Prüfer hingegen müssen sich jetzt mehr denn je fragen, ob die Testverhältnisse der Realität gerecht werden.

Karol Babioch

Wer soll das bezahlen?

Ihren Wunsch nach Transparenz kann ich nur unterstützen, aber ich weiß nicht, wer – am Ende – den technischen Fortschritt bezahlen soll. Wenn Betriebssoftware eines Fernsehers beispielsweise offengelegt würde, würden Wettbewerber diesen Code als Basis für ihr Gerät benutzen – besondere Bemühungen und Gerätefunktionen lassen sich kaum schützen und damit wirtschaftlich amortisieren. Nur auf Open-Source zu bauen wird sicherlich den Fortschritt bremsen und zu unfairen Gehältern bei Programmierern führen. Eine Ebene weiter gedacht: Wie kann beispielsweise hochgradig spezialisierte Software für lebenserhaltende Medizingeräte weiterentwickelt und auf Sicherheit gepflegt

werden, wenn sich durch Offenlegung der Wettbewerb massiv verzerrt? Bei elementaren Betriebssystemen wie Linux oder Android mag dies funktionieren, aber bei funktionaler Software sehe ich kaum Möglichkeiten. Bitte diese sehr wichtige Diskussion weiterführen!

Dr.-Ing. Jürgen Kelch

Intranet of Things

Ihr Editorial im aktuellen Heft c’t 23 hat mir wirklich sehr gut gefallen. Ich habe an der Hochschule Hannover ein Mikroprozessortlabor aufgebaut, in dem ich versuche, den Studenten das Thema „Internet der Dinge“ über die Programmierung von Mikrocontrollern mit Ethernet-Anschluss (Arduino Due mit Ethernet-Shield) beizubringen.

Allerdings gehe ich gezielt mehr den Weg „Intranet der Dinge“, lehne also den direkten Zugang ins Internet ab. Meine Begründung dafür lässt sich auch aus Ihrem Editorial ableiten, wobei ich den Anschluss von Geräten an eine sog. Cloud (des Geräteherstellers) als noch problematischer sehe als die Betrugs-Firmware in den Geräten.

In unserem Labor arbeiten wir im eigenen LAN (standalone mit Router) mit Ethernet und WLAN auf Basis UDP und Rundruftechnik. Die mess- und steuerungstechnischen Anwendungen arbeiten also ähnlich wie im Kraftfahrzeug mit dem CAN-Bus, nur dass wir über UDP wesentlich längere Telegramme verschicken und damit ein unbegrenztes Reservoir von Objekten aufbauen können. Wir haben übrigens entdeckt, dass sich wegen der Rundruftechnik (alle hören alles) implizit Szenarien wie die Schwarmintelligenz (Ameisen, Bienen) einstellen.

Prof. Dr.-Ing. Robert Patzke

Gefahren des Pinnings

Festgenagelte Zertifikate, TLS wird sicherer durch Certificate Pinning, c’t 23/15, S. 118

Ich hätte mir etwas mehr zu den Gefahren des Zertifikats-Pinnings gewünscht. So ermöglicht HPKP eine neue Art von Erpressungsszenarien. Verliert man „firma.de“ an einen Angreifer, kann dieser ein Key-Rollover auf ein eigenes Zertifikat durchführen, die Gültigkeit seines Pins auf ein halbes Jahr setzen, includeSubdomains setzen und hält damit die Domain als Geisel. Alle Kunden, die den bösen Pin haben, sind Gründe für den eigentlichen Eigentümer, sich dann erpressen zu lassen.

Darüber hinaus ist die Verwendung von HPKP mit includeSubdomains problematisch. Denn dabei müssen alle Subdomains die Pining-Anforderung erfüllen. Die Verwendung „interner“ CAs sowie die CAs, die man aufgezwungen bekommt (z. B. Remote-Management-Schnittstellen iRMC/iDrac) ist dann nicht mehr per https möglich, da dort ja eigentlich immer Hersteller-spezifische, self-signed Konstrukte verwendet werden. Darüber hinaus kann es zu Ausfällen interner Infrastruktur unter der gleichen Domain kommen, wenn andere CAs verwendet werden. Ich denke, das ist auch der Grund, warum größere Unternehmen da eher zurückhaltend sind.

Name der Redaktion bekannt

Bratbirnen am Steuer

Filme aus der Luft, Die Quadrocopter-Reihe DJI Phantom 3, c’t 23/15, S. 74

Generell vermisst habe ich einen Hinweis auf die Versicherungs- und Informationspflicht eines (zukünftigen) Kopter-Piloten. Es häufen sich leider die Fälle, in denen irgendwelche Bratbirnen mit den Koptern gefährlichen Unsinn veranstalten. Informationsquellen gibt es reichlich, beispielsweise Foren wie drohnen-forum.de oder auch Einsteiger-videos bei YouTube. Aber wirklich eine gute Idee, dieser Artikel über den Phantom; das Teil ist einfach nur klasse und macht einen Heidenspaß.

M. Krüger

Es fehlen Informatik-Lehrer

Pflichtfach Informatik, Bildungsexperten fordern verpflichtenden Unterricht an allgemeinbildenden Schulen, c’t 23/15, S. 84

Vielen Dank für diesen wichtigen Artikel, in dem der entscheidende Knackpunkt aus meiner Sicht allerdings etwas zu kurz kommt:

Anzeige

73 Prozent der Lehrkräfte fordern zwar Informatikunterricht, der Anteil derer, die ein solches Fach unterrichten könnten, liegt aber im unteren einstelligen Prozentbereich. Aktuell kann sich eine weiterführende Schule glücklich schätzen, wenn sie überhaupt eine/n studierten Informatiker/in in ihren Reihen hat, und ein Blick auf die Zahl der Informatik studierenden Lehramtler offenbart sehr schlechte Perspektiven. Zudem sind deutsche Lehrkräfte nach wie vor eine Berufsgruppe mit deutlich unterdurchschnittlicher Technik-Affinität, das belegt unter anderem eine Studie von Ralf Biermann („Der mediale Habitus von Lehramtsstudierenden“, 2009) und bestätigt sich in meiner Ausbildungstätigkeit. Medienpädagogik für Lehramtler ist nur an wenigen Studienorten ein Thema, geschweige denn ein verpflichtendes.

Die Frage nach Medienbildung oder Informatik stellt sich für mich nicht – beides ist unverzichtbar, wobei erstere die Grundlagen eines souveränen Umgangs mit digitalen Medien vermittelt; darauf wird dann der Informatikunterricht gesattelt. Bei jeder Technologie, jedem Werkzeug ist die Vermittlung einer sicheren und kompetenten Nutzung unabdingbare Voraussetzung für die kreative und produktive Arbeit damit.

Günter Steppich

Kultusministerien sind gefordert

Ich war überrascht von Ihrem Artikel über den Zustand von Informatik in der Schule. Ich selbst habe 1999 Abitur gemacht. In den davor liegenden neun Schuljahren hatte ich zwei Jahre „computergestützte Mathematik“ (Excel, BASIC-Skripte etc.), drei Jahre Informatik-Unterricht und eine Internet-AG genossen. Das Abitur selbst habe ich mit Informatik als drittem Prüfungsfach abgelegt. Und auch wenn damals sicher nicht alles ideal war, so muss ich doch meiner Schule und meinen Informatiklehrern für diese für damalige Verhältnisse schon sehr fortschrittliche Ausbildung danken. Nicht zuletzt das hat meinem Weg in die Software-Industrie Anschub gegeben.

Damals habe ich Informatikunterricht trotz meiner eigenen Affinität noch unterschätzt. Dabei habe ich selbst verkannt, wie stark der Einfluss der Informationstechnologie auf die Welt werden würde. Heute ist klar, dass jegliche Lebensbereiche nicht nur von der Informatik berührt, sondern von ihr revolutioniert werden. Wer die Welt von heute und morgen mitgestalten möchte, kommt deswegen an Informatik nicht vorbei. Nicht zuletzt der Abgasskandal von VW zeigt dies. Es war ein Stück Software, was diesen erst möglich gemacht hat. Ich hoffe, dass die Kultusministerien es sehr bald schaffen, sich an diese Realität anzupassen, damit Deutschland den Anschluss nicht (noch weiter) verliert.

Alexander Schöcke

Nicht nur für Kinder

Lauf, Algorithmus, lauf, Mit Kindern ein Sortiernetzwerk praktisch ausprobieren, c't 23/15, S. 170

Das praktische Sortiernetzwerk ist vermutlich nicht nur für Kinder eine starke Unterrichtsidee. Ich werde es demnächst mit meinen Studierenden ausprobieren. Natürlich werden wir danach schauen, was sich am Rechner mit dem neuen Wissen alles machen lässt. Vielen Dank für diesen coolen und ziemlich verblüffenden Inspirationsartikel.

Peter Kocmann

Zum Ärger bei Microsoft

In einem Rutsch, Windows installieren ohne anschließende Update-Orgie, c't 23/15, S. 98

Gerade habe ich erfolgreich ein Windows 7 damit bearbeitet. Die erste Anleitung, die gut funktioniert. Ich möchte mich auf diesem Wege herzlich bedanken, von Microsoft ist ja als einzige Unterstützung ein Knüppel zwischen die Beine zu erwarten. Dass die Updates von Microsoft nicht funktionieren oder nur mit stundenlangem Warten auf die Update-Suche, ist sicher böse Absicht von Microsoft. Schließlich würden die am liebsten verhindern, dass überhaupt noch jemand Windows 7 installiert. Sonst gäbe es ja auch schon längst mal ein SP2 oder so.

Sven-Uwe Urban

Ohne Klickorgie

Acht mit allem, Windows 8.1 installieren ohne anschließende Update-Orgie, c't 23/15, S. 102

Die Klickorgie, um die Zugriffsrechte für das entpackte Windows-Image im Ordner d:\work\mount zu erhalten, lässt sich auch sparen:

```
takeown /A /R /D Y /F d:\work\mount
icacls d:\work\mount /grant Administratoren:F /C /T
rmdir /s d:\work\mount
```

Philipp Lessner

WLAN per QR-Code

Per Kamera ins Netz, WLAN-Zugang über QR-Code für iOS und Android, c't 23/15, S. 174

Ich habe aufgrund Ihres Artikels ein wenig experimentiert und bin dabei über folgende Punkte gestolpert:

Im WLAN-String hat sich ein Tippfehler eingeschlichen. Nach „Wifi“ muss ein Semikolon anstelle des Doppelpunktes folgen, also „Wifi;T:WPA.....“. Dann funktioniert es auch mit einem Windows-Phone.

Wenn ich die erstellte plist-Datei mit der Endung .plist per E-Mail auf iOS-Geräte (5.x und 8.x) schicke, werden diese nicht erkannt und können nicht wie gewünscht verarbeitet werden. Erst mit

der Endung .mobileconfig funktioniert der von Ihnen beschriebene Weg.

linuxpaule (via c't-Forum)

Unter Android funktioniert der WLAN-String lediglich mit einem Doppelpunkt nach dem Schlüsselwort „Wifi“.

Ganz einfach

Besser texten und rechnen, Tipps und Tricks zu LibreOffice Writer und Calc, c't 22/15, S. 152

Zum Abschnitt „Rechnen mit Formeln in Writer“ habe ich eine Anmerkung: Es ist ganz einfach, im Writer eine Calc-Tabelle einzufügen. Dann stehen dort auch alle Funktionen der Tabellenkalkulation zur Verfügung. Einfach in Calc eine Tabelle öffnen, Zellen mit der Maus auswählen, kopieren und in Writer einfügen.

Michael Odenwaeller

Ergänzungen & Berichtigungen

Flugsimulator in der DJI-App

Filme aus der Luft, Die Quadrocopter-Reihe DJI Phantom 3, c't 23/15, S. 74

Den erwähnten Flugsimulator gibt es bislang nur in der iOS-Version der DJI-GO-App.

Text-Maschinen

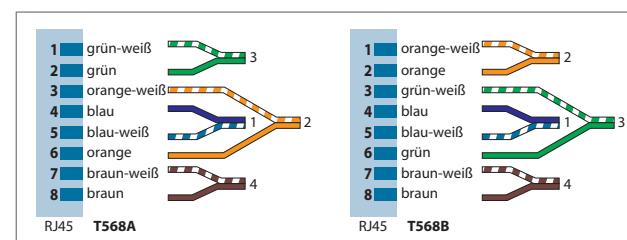
Laser-Multifunktionsfarbdrucker bis 400 Euro für den Arbeitsplatz, c't 22/15, S. 96

In der Tabelle mit den technischen Daten steht beim HP Color LaserJet Pro M277dw unter „Faxen im Netz“ irrtümlich ein „–“ für „nicht vorhanden“. Korrekt ist: Der M277dw kann vom PC aus Faxe senden. Beim Samsung Xpress C480FW fehlt unter „Treiber für Mac/Linux“ die Angabe, dass Samsung OS-X-Treiber ab 10.5 und auch Linux-Treiber bereitstellt. In den Bewertungen der Text-Kopierqualität des HP Color LaserJet Pro M277dw und des Ricoh SP C250SF steht statt des Kreissymbols für „zufriedenstellend“ nur jeweils „3“.

Belegung Netzwerkstecker

LAN-Buchse an WD My Cloud reparieren, Hotline-Meldung, c't 23/15, S. 159

In der Illustration zur Belegung von Patchkabeln auf Seite 159 fehlt die Beschriftung. Die korrigierte Grafik zeigt den Unterschied zwischen den beiden Standards T568A und T568B von Fast-Ethernet-Kabeln.



Anzeige

Anzeige



Er soll die Mechanik der Waage
vor seinem Geschäft so manipuliert haben, dass die
Messergebnisse verfälscht wurden ...

Andreas Stiller

Prozessorgeflüster

Von Alten und Jungen

Auf dem IT-Markt geht's drunter und drüber, alles ändert sich, jeder frisst jeden auf – oder spaltet sich. Aber es gibt auch Stabiles, etwa den i386-Befehlssatz oder die P6-Prozessorarchitektur, die beide Jubiläen feiern. Bedroht wird die Lebensdauer von Prozessoren derweil aber durch bösartige Software.

Der Trend bei Intel hält an: PCs und Mobile verlieren, Server gewinnen. Erstere verloren im Vergleich zum Vorjahresquartal rund 8 Prozent. Der Umsatz ging von 9,2 auf 8,5 Milliarden US-Dollar zurück. Für Server und Rechenzentren legte er hingegen um 11 Prozent von 3,7 auf 4,14 Milliarden Dollar zu. Wenn dieser Trend so weiter geht, ist gegen 2023 ein Crossover dieser Segmente zu erwarten. Dank wachsendem Geschäft auf anderen Märkten, etwa bei Internet of Things, blieb bei Intel der Gesamtumsatz des dritten Quartals mit 14,5 Milliarden etwa auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr. Der Nettogewinn sank allerdings um 6 Prozent, ist aber mit 3,1 Milliarden durchaus erklecklich.

AMD genießt mangels Marktpräsenz keinen solchen Ausgleich durchs Servergeschäft, hat nur Chips für Notebooks, Tabs, PCs, Spielkonsolen und Grafikkarten. Und so lag der Umsatz im abgelaufenen Quartal mit 1,06 Milliarden US-Dollar zwar etwas höher als im Quartal zuvor, war aber dennoch um heftige 26 Prozent niedriger als im Vorjahr. Der Nettoverlust betrug 197 Millionen.

Bei Intel kommen demnächst noch die Umsätze mit FPGAs in Höhe von rund 2 Milliarden Dollar jährlich hinzu, denn der geplanten Übernahme von Altera für 16,7 Milliarden US-Dollar steht nun nach dem Okay der EU-Kommission nichts mehr im Wege. Richtig viel Zuwachs erhofft sich Intel zudem in der Zukunft von dem gemeinsam mit Micron entwickelten 3D-XPoint-Speicher. Für diese neue, immer noch recht geheimnisvolle Technologie will Intel jetzt 5,5 Milliarden US-Dollar investieren, und zwar in das chinesische Werk in Dalian. Das soll ab 2016 3D-NAND-Flash- und 3D-XPoint-Speicher produzieren.

Andere Speicherhersteller haben inzwischen reagiert und ebenfalls tausendmal schnellere, ebenfalls nicht genauer spezifizierte Non-Volatile-Speicher angekündigt, allen voran Hewlett-Packard und SanDisk mit dem Storage Class Memory (SCM). Hierbei sollen irgendwie HPs Memristoren mit den ReRAMs von SanDisk verschmolzen werden. Wann diese herauskommen sollen, steht allerdings in den Sternen – auf HPs Memristoren wartet man ohnehin schon Ewigkeiten. Zudem stehen bei beiden Partnern erst einmal erhebliche Änderungen an. HP teilt sich auf und der zweitgrößte SSD-Hersteller SanDisk will sich vom größten Festplattenhersteller Western Digital für 19 Milliarden US-Dollar schlucken lassen.

Storage immer wichtiger

Hier entsteht ab Mitte 2016 ein weiterer Storage-Riese, der dann nicht nur Festplatten und SSDs fabriziert, sondern zunehmend auch große Storage-Systeme und der damit ein schlagkräftiger Konkurrent zum Dell/EMC-Großkonzern werden dürfte. Und auch WDs Hauptkonkurrent Seagate will hier mitmischen. Seagate hat sich mit Übernahme des Flash-Geschäfts von LSI

sowie den Storage- und Cloud-Firmen LaCie, Xyratek und Dot Hill gut aufgestellt, liefert unter anderem auch das Storage-System des frisch eingeweihten Mistral-Rechners des Deutschen Klimarechenzentrums in Hamburg.

Urgesteine

All die Haswell-Prozessoren der neuen Supercomputer beruhen im Kern auf der Instruktionssatzarchitektur (ISA) des i386 und der Mikroarchitektur des Pentium Pro P6. Beide Architekturen feiern dieser Tage Jubiläum. Der 80386 wurde vor 30 Jahren, am 17. Oktober 1985, vorgestellt und der Pentium Pro am 1. November 1995. Dem 80386 vorausgegangen war ein heftiger „Rasenrieg“ bei Intel. Das ist eine freie Übersetzung von „Turf War“ in Anspielung an Rosenkrieg, hier nicht zwischen Eheleuten, sondern zwischen zwei Teams in einer Firma.

Intels erfahrenes Design-Team in Hillsboro/Oregon rund um Projektleiter Fred Pollack hatte nämlich einen ganz neuen, viel besseren, für ADA optimierten Prozessor in Arbeit, den iAPX432. Dummerweise war aber das 80386-Design, das die jungen Ingenieure in Santa Clara um Projektleiter John H. Crawford und Chip-Architekten Pat P. Gelsinger als Nachfolger vom 286 vorstellten, weit schneller und machte schließlich das hausinterne Rennen. Im Laufe der Zeit kamen dann zahlreiche Erweiterungen im Befehlssatz hinzu: MMX, SSE, AVX und insbesondere die 64-Bit-Erweiterung, die aber AMD beisteuerte. Intels eigene 64-Bit-Entwicklung Yamhill ging irgendwie unter und der Versuch, mit dem Itanium eine komplett neue Architektur mit 64-Bit-Instruktionssatz zu etablieren, ging auch total schief – und so blieb's beim Alten.



30 Jahre i386 (hieß damals noch 80386) ...



... und 20 Jahre Pentium Pro P6

Das damals schwer enttäuschte iAPX432-Team berappelte sich aber und designete anschließend in Kooperation mit Siemens den recht erfolgreichen i960, der viele Drucker, Faxgeräte, Speichersysteme antrieb. Später „kaufte“ Intel-Hillsboro dann von Multiflow den Ingenieur Robert Colwell ein, der eine völlig neue Idee für eine Mikroprozessorarchitektur mitbrachte, mit einer Zerlegung der komplexen Befehle in Microcodes, die Out-of-Order ausgeführt werden konnten. Wir wollen endlich Kalifornien schlagen, so Intels Head-Hunter zu Colwell damals.

Pollack und viele von seinem alten iAPX432-Team arbeiteten dann unter Colwells Leitung am Pentium Pro P6 mit. Wie das alles abließ, hat Colwell hübsch in seinem Buch „The Pentium Chronicles“ beschrieben. Jedenfalls waren sie erfolgreich und schlungen die Kalifornier. Und nach den Prinzipien der am 1. November 20 Jahre alten P6-Architektur arbeiten die Core-Prozessoren noch heute.

So lange leben Prozessoren selbst normalerweise nicht. Es gibt diverse Alterungseffekte, die die Betriebszeit auf typischerweise fünf bis sieben Jahre beschränken. Ein wichtiger Effekt in den Halbleitern nennt sich Negative-Bias Temperature Instability (NBTI), der dazu führt, dass die Schaltzeiten immer länger werden.

Nun haben Wissenschaftler der Universität New York ausgetüftelt, dass man gezielt mit bestimmten Befehlsmustern diesen NBTI-Stress erheblich erhöhen kann – die Prozessoren altern dann deutlich schneller. Nach nur einem Monat mit diesem Muster sank die Performance einer Pipelinestufe in einem OpenSPARC-T1-Prozessor um über 10 Prozent. Mit dem ursprünglichen Takt kann der Prozessor dann nicht mehr laufen. Man braucht für das „Malicious Aging in Circuits/Cores“ (MAGIC) aber genaue Kenntnis der Prozessorinterna, etwa Zugriff auf die Verilog-RTL-Sourcen, wie sie Oracle für OpenSPARC-Prozessoren zum Download stellt. Solche MAGIC-Angriffe ließen sich für viele bösartige Zwecke missbrauchen, aber glücklicherweise, so einer der Autoren, der bei Intel als Sicherheitsexperte arbeitet, können Prozessorhersteller auch Abwehrmaßnahmen einbauen. (as@ct.de)

Windows-Tablet im Großformat

Den All-in-One-PC Lenovo Yoga Home 900 kann man auch mal vom Schreibtisch nehmen und zum Spielen auf den Wohnzimmertisch legen. Das 27"-Gerät mit Full-HD-Auflösung und kapazitivem 10-Punkt-Multitouch hat einen integrierten Akku und lässt sich deshalb auch abseits der Steckdose nutzen. Damit soll der 7,6 kg schwere Windows-10-Rechner autark bis zu drei Stun-



den laufen. Im 2 cm dicken Gehäuse steckt ein Mobilprozessor der Serie Core i-5000U und eine GeForce-940A-Grafikkarte.

Lenovo spielt auf den Yoga Home 900 die Touch-optimierte Oberfläche Aura 3.0 auf, die automatisch startet, sobald man ihn flach hinlegt. Im integrierten Store gibt es zudem über 100 passende Apps wie Spiele, Bild-betrachter und Lernanwendungen. Der All-in-One-PC soll hierzulande in einigen Wochen ab 1700 Euro erhältlich sein.

(chh@ct.de)

Bei senkrecht gestelltem Display lässt sich der Yoga Home 900 klassisch mit Maus und Tastatur bedienen.

Nvidia koppelt Treiber-Updates an E-Mail-Registrierung

Ab Mitte Dezember will Nvidia kurzfristige Grafiktreiber-Updates nur noch jenen Nutzern zugänglich machen, die das Tool GeForce Experience installiert und sich mit ihrer E-Mail-Adresse registriert haben. Dies bestätigte Nvidias PR-Manager Ben Berrando gegenüber c't. Die sogenannten Game-Ready-Treiber erscheinen meist gleichzeitig mit wichtigen Spielen und sorgen bei diesen für gute Kompatibilität und Geschwindigkeit.

Spieler mit Nvidia-Grafikkarten sind ab Dezember daher fast schon gezwungen, sich bei Nvi-

dia zu registrieren, insbesondere Nutzer von Dual-GPU-Grafikkarten. Gerade Letztere sind immer auf die neuesten Treiber angewiesen. Einen frei zugänglichen Grafiktreiber will Nvidia alle drei Monate über die Webseite geforce.com und das Windows-Update bereitstellen. Nvidia erklärte gegenüber c't, dass bereits 90 Prozent der Nutzer von GeForce Experience ihre Treiber direkt über das Tool bezogen. AMD schoss direkt per Twitter zurück und erklärte, dass man für AMD-Treiber keine E-Mail-Adresse benötige. (mfi@ct.de)



Ab Dezember müssen sich Besitzer von GeForce-Grafikkarten erst per E-Mail registrieren, um an die neuesten Grafiktreiber zu gelangen.

Mini-PC-Barebone für Skylake-Prozessoren

Mit dem Shuttle XH170V lässt sich ein kompakter Rechner bauen, der drei 4K-Monitore ansteuern kann. Die beiden Display-Ports steuern Ultra-HD-Displays mit 60 Hz an, der HDMI-1.4-Ausgang schafft dabei nur 30 Hz. Der XH170V nimmt LGA1151-Prozessoren mit maximal 65 Watt Thermal Design Power, eine Solid-State Disk im M.2-Format sowie zwei DDR3L-Speichermodule auf.

Zudem passen ein Slimline-Brenner und zwei 2,5"-Laufwer-

ke in das Gehäuse mit drei Liter Volumen hinein. Der XH170V lässt sich liegend und als Mini-Tower betreiben oder über eine optionale VESA-Halterung an der Rückseite eines Monitors befestigen. Zu den Schnittstellen des Mini-PC-Barebones zählen unter anderem moderne Typen wie 4 x USB 3.0, aber auch belegte wie RS-232 und eSATA. Der Shuttle XH170V kostet 270 Euro und ist ab sofort im Handel. (chh@ct.de)



Für das Netzteil ist im Shuttle XH170V kein Platz vorhanden. Deshalb liefert der Hersteller ein externes 90-Watt-Netzteil mit.

Hardware-Notizen

Intel ist unter die PC-Hersteller gegangen: Den **Mini-PC** NUC5PGYH mit Pentium N3700 (4 Kerne, 1,6 GHz) bietet Intel auch als Komplettsystem mit 2 GByte Arbeitsspeicher und 32 GByte eMMC-Flash-Speicher an. Inklusive installiertem Windows 10 Home (64 Bit) kostet der kompakte Rechner rund 260 Euro.

Lian Li verspricht beim **PC-Gehäuse** PC-18 eine bessere Kühlung von Prozessor und Mainboard. Der Hersteller baut in den Midi-Tower eine zusätzliche Halterung für drei 12-cm-Lüfter oder den Wärmetauscher einer Wasserkühlung ein, die längs neben dem Board sitzt. Das Aluminiumgehäuse für 160 Euro eignet sich für Gaming-PCs mit bis zu 41 cm langen Grafikkarten.

Die **LGA1151-Prozessoren** Pentium G4500, G4500T und G4520 mit der integrierten GPU HD 530 können 4K-Displays mit 60 Hz Wiederholrate betreiben, sofern der Ultra-HD-Monitor per DisplayPort am Mainboard angeschlossen ist. Bei der Vorgängerplattform LGA1150 hatte Intel 4K-Auflösung (3840 x 2160) nur bei den teureren Prozessoren Core i3, i5 und i7 freigeschaltet.

Xeon E3-1200 v5 mit Skylake-Technik

Für kleine Server und Workstations mit nur einem Prozessor hat Intel jetzt elf Xeons der Skylake-Generation vorgestellt: Die Baureihe Xeon E3-1200 v5 ist eng mit Core i5-6000 und Core i7-6000 verwandt und passt auf Mainboards mit der Fassung LGA1151. Anders als noch in der bisherigen Haswell-Generation (E3-1200 v4/Core i7-4000) laufen die Xeons anscheinend jedoch nicht mehr auf Mainboards mit Desktop-PC-Chipsätzen wie Z170 oder H170, sondern es muss einer aus der C200-Baureihe sein. Nur damit lässt sich auch ECC-RAM nutzen, also Speichermodule mit zusätzlichem Platz für redundante Informationen zur Fehlerkorrektur.

Genau wie die Core-i-CPUs der Skylake-Generation lässt sich ein Xeon E3-1200 v5 mit bis zu 64 GByte DDR4-Hauptspeicher koppeln. Dazu ist ein Mainboard mit vier DIMM-Slots nötig, pro

Modul sind 16 GByte zulässig. Registered DIMMs (RDIMMs), die viel mehr fassen, unterstützen der Xeon E3 traditionell nicht – dazu ist ein E5 oder E7 nötig.

Unter den elf Xeons sind drei mit reduzierter Thermal Design Power (TDP) von 45 oder sogar nur 25 Watt, dann aber auch mit deutlich niedrigeren Taktfrequenzen, also weniger Rechenleistung. Bei den vier Xeons mit der Ziffer 5 in der Typennummer lässt sich der interne Grafikprozessor namens HD Graphics P530 aktivieren; das ist aber nur sinnvoll auf Boards mit C236, die auch Display-Anschlüsse herausführen. Die P530-Grafik soll für Einsteiger-Workstations ausreichen, die sich zudem per Active Management Technology (Intel AMT) aus der Ferne warten lassen.

Für Server nimmt man eher Mainboards mit einem separaten Grafikchip, der heutzutage fast immer gleich in einem Fern-

wartungsschip (Baseboard Management Controller, BMC) wie dem Aspeed AST2400 integriert ist, um eine Fernbedienung der grafischen Oberfläche zu ermöglichen.

An passenden Mainboards herrscht vom Start weg kein Mangel: ASRock Rack, Fujitsu, Gigabyte, Supermicro und Tyan haben bereits Boards mit den Chipsätzen C236 und C232 vorgestellt. Letztere bieten genau wie ihre engen Verwandten Z170, H170 und Q170 endlich PCIe-3.0-Ports, die einige der Hersteller für M.2-Fassungen für schnelle PCIe-SSDs nutzen. Zumindest der C236 stellt aber auch bis zu acht SATA-6G-Ports bereit, was praktisch ist für NAS und File-Server.

Das Fujitsu D3417-B hatten wir bereits in c't 22/15 erwähnt; anders als dort behauptet, besitzt es aber nur 6 statt 7 SATA-6G-Ports; zusätzlich ist Platz für

eine M.2-SSD. Anders macht es Supermicro beim X11SAE-M, denn hier sind alle acht SATA-Ports nutzbar. Als M.2-SSD muss eine mit PCIe-Controller zum Einsatz kommen. Das 420 Euro teure Supermicro X11SSZ-TLN4F ist mit dem 10-GBit-Ethernet-Adapterchip Intel X550 mit zwei Ports bestückt.

ASRock Rack zwängt die acht SATA-Ports beim C236 WSI auf das Mini-ITX-Platinenformat mit 17 Zentimetern Kantenlänge. Genau wie beim erwähnten Fujitsu D3417-B ist hier eine „stehende“ USB-3.0-Buchse für einen USB-Stick als Bootmedium vorhanden.

Auch Gigabyte hat ein Mini-ITX-Board im Angebot, das MX11-PC0 ist aber mit dem C232 bestückt und besitzt nur vier SATA-Ports. Als Besonderheit ist ein Mini-SAS-Anschluss für eine PCIe-/NVMe-SSD wie die Intel SSD 750 vorhanden. (ciw@ct.de)



Beim Supermicro X11SAE-M sind acht SATA-Ports nutzbar.

Xeon E3-1200 v5 (Skylake-S, LGA1151)

Modell	Kerne/Hyper-Threading	L3-Cache	Takt (Turbo)	GPU	TDP	Preis
Grafikprozessor deaktiviert:						
Xeon E3-1280 v5	4/✓	8 MByte	3,7 (4,0) GHz	–	80 W	612 US-\$
Xeon E3-1270 v5	4/✓	8 MByte	3,6 (4,0) GHz	–	80 W	328 US-\$
Xeon E3-1240 v5	4/✓	8 MByte	3,5 (3,9) GHz	–	80 W	272 US-\$
Xeon E3-1230 v5	4/✓	8 MByte	3,4 (3,8) GHz	–	80 W	250 US-\$
Xeon E3-1220 v5	4/–	8 MByte	3,0 (3,5) GHz	–	80 W	193 US-\$
Xeon E3-1260L v5	4/✓	8 MByte	2,9 (3,9) GHz	–	45 W	294 US-\$
Xeon E3-1240L v5	4/✓	8 MByte	2,1 (3,2) GHz	–	25 W	278 US-\$
Grafikprozessor aktivierbar:						
Xeon E3-1275 v5	4/✓	8 MByte	3,6 (4,0) GHz	P530	80 W	339 US-\$
Xeon E3-1245 v5	4/✓	8 MByte	3,5 (3,9) GHz	P530	80 W	284 US-\$
Xeon E3-1225 v5	4/–	8 MByte	3,3 (3,7) GHz	P530	80 W	213 US-\$
Xeon E3-1235L v5	4/✓	8 MByte	2,0 (3,0) GHz	P530	25 W	250 US-\$

Preise jeweils für OEM-Ware (Tray, ohne Kühlern)

Western Digital kauft SanDisk

Massenspeicher-Hersteller Western Digital (WD) hat sich mit dem Flash-Speicherspezialisten SanDisk auf eine Übernahme geeinigt und rechnet damit, rund 19 Milliarden US-Dollar dafür aufzuwenden. Das kombinierte Unternehmen soll weiter von den aktuellen WD-Chefs geführt werden, SanDisk-CEO Sanjay Mehrotra soll ins Board of Directors der neuen Firma wechseln. Das Joint-Venture zwischen SanDisk und Toshiba über die gemeinsame Entwicklung und Fertigung von NAND-Flash-Speicher wird fortgeführt.

Sowohl WD als auch Konkurrent Seagate haben in den letzten Jahren massiv in Flash-Know-how investiert. 2013 hatte sich WD den Enterprise-SSD-Entwickler sTec einverleibt, später den PCIe-Flash-Spezialisten Virident. Die Tochter HGST hatte derweil Skyera gekauft. Unterdessen hat SanDisk versucht, sich Standbeine im Enterprise-Bereich zu verschaffen. So wurde Mitte 2014 der Server-Flash-Pionier Fusion-io geschluckt, der unter anderem All-Flash-Arrays produziert. (ciw@ct.de)

Server&Storage-Notizen

Intel rüstet seine Fab 68 im chinesischen Dalian für 5,5 Milliarden US-Dollar auf. Im nächsten Jahr soll dort die Fertigung von 3D-Flash-Speicher beginnen; auch das kommende 3D XPoint soll wohl dort produziert werden. Erste Speichermedien mit 3D XPoint sollen im kommenden Jahr unter dem Produktnamen Optane auf den Markt kommen.

Die Verschlüsselung der externen Festplatten My Book und My Passport von **Western Digital** lässt sich mit recht simplen Methoden knacken. Dazu muss der Angreifer jedoch im Besitz der Festplatten sein. Einen Bericht, der die verschiedenen Methoden der Angriffe beschreibt, haben die Forscher online gestellt (s. c't-Link).

WD Festplatten-Verschlüsselung geknackt: ct.de/yjbn

Festplatten für Storage-Systeme

Eine neue Serie von Enterprise-Festplatten im 2,5-Zoll-Format stellt Toshiba vor. Die Platten der AL14SE-Serie drehen mit 10 500 min¹, haben eine 12-GBit/s-Schnittstelle (Dual-Port-SAS) und 128 MByte Cache. Die verfügbaren Kapazitäten reichen von 300 GByte bis 1,2 TByte, dafür baut Toshiba bis zu vier Platten in das 15 Millimeter hohe Gehäuse ein.

Die Zuverlässigkeit der Festplatten gegen nicht korrigierbare Lesefehler liegt mit einem Fehler pro 10^{17} Bit besonders hoch – übliche Server-Festplatten liegen um den Faktor 10 schlechter, Desktop-Festplatten gar um den Faktor 1000. Sie sind mit Sektorgrößen von 512, 520, 524 und 528 Byte erhältlich, die Leistungsaufnahme beziffert Toshiba mit 4 Watt im Standby und maximal 8,7 Watt beim Lesen und Schreiben. Preise und Termine sind noch nicht bekannt.

(ll@ct.de)

Speichersysteme mit SMR-Festplatten

Spectra Logic bringt zum Jahresende das Festplattensystem ArcticBlue auf den Markt. Das Object-Storage-System soll die Langlebigkeit eines Tape-Backups mit den Antwortzeiten eines Festplattensystems vereinen. Dazu setzt Spectra Logic auf Festplatten mit SMR-Aufzeichnung (Shingled Magnetic Recording). Bis zu 6,1 PByte Bruttokapazität stellt das System in einem 32U-Schränk bereit, die Kosten sollen dann bei etwa 10 US-Cent pro GByte liegen.

Zur Erhöhung der Datensicherheit nutzt Spectra Logic ein ZFS-Dateisystem. Eine spezielle Stromspartechnik schaltet einzelne Festplatten ab; der Hersteller will so die Lebensdauer des Systems auf sieben Jahre stei-

gern. Ein System mit 48 Festplatten soll knapp 50 000 US-Dollar kosten.

(ll@ct.de)



Das Storagesystem ArcticBlue ist zum Einbau in Server-Schränke gedacht.

Hochverfügbarer Speicher bis 3 PByte

Die Storage-Systeme DS8880 von IBM sind in drei verschiedenen Modellen verfügbar und ziehen vor allem auf mittelständische Unternehmen. Das Einstiegsmodell DS8884 arbeitet mit Festplatten oder SSDs bis zu 1,2 TByte, der Maximalausbau

liegt bei 1,5 PByte. Das DS8886 ist als Enterprise-System ausgelegt, es unterstützt 768 Laufwerke mit jeweils maximal 4 TByte Kapazität; die Gesamtkapazität beläuft sich damit auf bis zu 3 PByte. Spezifikationen zum All-Flash-System DS8888 hat IBM

noch nicht veröffentlicht, das System wird erst Anfang kommenden Jahres erhältlich sein. Für alle Systeme verspricht IBM eine Verfügbarkeit von 99,9999 Prozent, dies entspricht einer Ausfallzeit von 31,5 Sekunden pro Jahr.

(ll@ct.de)

Anzeige

Martin Fischer, Hartmut Gieselmann

Stuben-Streamer

Steam Controller und Steam Link bringen PC-Spiele auf den Fernseher

Valve Software will den etablierten Spielkonsolen mit einem speziellen Gamepad für PC-Spiele und einer kleinen Streaming-Box Konkurrenz machen. Doch die ersten Geräte leiden an Kinderkrankheiten.

Auf dem PC ist Valve mit seinem Online-Vertrieb von Spielen auf Steam mittlerweile zum Quasi-Monopolisten aufgestiegen. Jetzt drängt das Unternehmen auch auf den Konsolennmarkt. Eigene Hardware soll den Weg ebnen. Dazu gehören ein neu entwickeltes Gamepad, das sich auch für Maus-Tastaturspiele eignen soll, sowie ein kleiner Empfänger für den Fernseher, der Steuerbefehle weiterleitet und vom heimischen PC die Audio- und Video-Ausgabe empfängt. Beide Geräte sind für jeweils 55 Euro über die Steam-Webseite von Valve erhältlich.

Steuer-Chimäre

Valve liefert den Steam Controller mit einem kleinen USB-Funkempfänger und einem USB-Kabel aus. Im Funkbetrieb benötigt er zwei AA-Batterien, mit dem Kabel funktioniert er auch ohne. Beim ersten Kontakt meldet er sich als Standard-USB-Maus und -Tastatur am Rechner an und steuert den Mauszeiger ohne weitere Treiber. Für die Spielsteuerung ist jedoch zwingend der Aufruf von Steam im Big Picture Mode nötig. Denn erst in diesem Modus werden die Tastenkommandos aktiviert. Spiele, die nicht direkt über Steam geladen wurden, ließen sich in unserem Test nicht steuern, selbst als wir sie als externen Titel mit Steam verknüpften; somit lässt sich der Controller auch nicht für Retro-Emulatoren nutzen.

Im Unterschied zu herkömmlichen Gamepads hat der Steam Controller zwei ungewöhnliche Touchpads. Jedes dieser runden Pads lässt sich über die Steam-Software frei konfigurieren. So kann der Spieler entscheiden, ob das Pad den Mauszeiger (und damit etwa den Blickwinkel in einem Ego-Shooter) direkt kontrollieren soll oder wie ein Track-

ball funktioniert und den Mauszeiger auf Wischgesten hin nachlaufen lässt. Alternativ emuliert das Pad Bewegungen eines Analogsticks oder reagiert wie ein Steuerkreuz mit vier frei belegbaren Tasten.

Während die Pads im Mausmodus eine sehr akkurate, zuweilen nervöse Steuerung des Mauszeigers erlauben, sind die Bewegungen im Analogstick-Modus sehr träge und ziehen lange nach. Auf Wunsch vibriert die Oberfläche, je weiter man mit dem Daumen an den Rand kommt, und vermittelt dadurch das haptische Gefühl einer Steuermechanik.

Freie Justage

Neben den Touchpads hat der Steam Controller nur einen einzigen Analogstick sowie vier Knöpfe für den rechten Daumen, die wie gewohnt reagieren. An der Vorderseite findet man je zwei Zughebel für die Zeigefinger und zwei weitere Hebel an der Unterseite, die mit den Haltefingern gedrückt werden und sich etwa für einen Sprung-Befehl nutzen lassen.

Da bislang kein Steam-Spiel von Haus aus für den Steam-



Controller vorbereitet wurde, obliegt es dem Spieler, die Tastenkombinationen und Empfindlichkeiten der Pads und des Analogsticks selbst einzustellen. Dies setzt wegen der vielen Parameter schnell in eine Sisyphos-Arbeit mit ungewissem Ausgang aus. Zwar lassen sich einmal erstellte Profile auch öffentlich mit anderen Spielern teilen, man findet jedoch keine Hinweise, welche unter den Hunderten von Profilen denn nun taugen und welche nicht.

In unseren Tests konnten wir die meisten Spiele eher schlecht als recht steuern. Für Titel, die ein Gamepad bereits unterstützen, nimmt man lieber einen Xbox-360-Controller mit zwei echten Analogsticks in die Hand. Spiele, die sonst nur auf Maus und Tastatur reagieren, benötigen eine lange Eingewöhnung und penible Empfindlichkeitsanpassung, die selten wirklich gut klappt. Kleinteilige Menüs mit vielen Knöpfen (etwa in Civilization) lassen sich mit den Pads nur mühsam bedienen.

Link zum Fernseher

Valves kompakte Streaming-Box Steam Link empfängt die Bild-

und Ton-Ausgabe der Steam-Spiele im LAN von einem PC und gibt sie auf Fernseher oder andere Displays mit HDMI-Anschluss aus. An drei USB-Buchsen oder über den eingebauten Bluetooth-Empfänger der Link-Box lassen sich neben dem Steam-Controller auch andere Gamepads, Mäuse und Tastaturen anschließen, deren Befehle zum PC weitergeleitet werden. Valve unterstützt die Gamepads der Xbox 360/One sowie Logitechs Wireless Gamepad F710.

Kabel oder Kummer

Steam Link klinkt sich per Ethernet-Kabel oder WLAN (2,4 und 5 GHz) ins Heimnetzwerk ein. Dann lassen sich Auflösungen bis zu Full HD mit 60 Bildern pro Sekunde (1080p60) übertragen, die im Test einen Datenstrom von bis zu 16 MBit/s erzeugten.

Im Test war bei uns dazu eine WLAN-Verbindung aber selbst unter optimalen Bedingungen zu langsam: Eingaben wurden nur stark verzögert weitergegeben und die Bildausgabe ruckelte. Selbst eine Begrenzung der Streaming-Bandbreite auf 3 MBit/s brachte nichts – abgesehen von einer schlechteren Bildqualität





An der Unterseite des Controllers findet man über dem Batteriedeckel zwei zusätzliche Hebel, die sich beispielsweise für Sprünge programmieren lassen.

mit Unschärfen und Artefakten. Valve rät deshalb auf seiner Webseite „dringend“ zu einer Ethernet-Verbindung. Die WLAN-Funktion der Link-Box ist im aktuellen Zustand schlachtweg unbrauchbar.

Flotte Windows-Verbindung

Hat man die Link-Box verkabelt, muss man für eine verzögerungs- und ruckelfreie Übertragung einige Details beachten. Fein raus sind Windows-Nutzer, bei denen die Verbindung am besten funktioniert. Sofern die PC-Grafikkarte Spiele in Full HD mit 60 fps rendern (und der PC-Monitor diese auch ausgeben) kann, funktioniert die Übertragung per Ethernet quasi verzögerungsfrei. Selbst im direkten Vergleich konnten wir keine Unterschiede zwischen der Ausgabe auf dem PC-Monitor und einem Fernseher ausmachen. Selbst schnelle Ego-Shooter ließen sich problemlos spielen.

Damit die Übertragung aber so reibungslos klappt, sollte für neuere Spiele mindestens eine GeForce GTX 960 (ab 190 Euro) oder Radeon R9 380 (ab 165 Euro) im System stecken. Geeignete Gaming-Grafikkarten finden Sie in der Kaufberatung ab Seite 100.

Beendet man den Big Picture Mode und lässt Steam im Hintergrund weiterlaufen, lässt sich auch der normale Desktop mit anderen Programmen auf die Link-Box streamen und mit den angeschlossenen Controllern steuern. So konnten wir beispielsweise auch Videos in hoher Qualität ruckelfrei vom PC zum Fernseher streamen.

Linux und OS X

Unter Linux (SteamOS und Ubuntu 12.04) lief die Spiele-Übertra-

gung nicht ganz so rund. Zwar merkten wir bei der Bildübertragung keine Verzögerungen, der Ton hinkte auf dem Fernseher jedoch gut eine Sekunde hinterher und störte das Spielerlebnis arg.

Noch düsterer sieht es unter OS X aus: Weder der Steam Controller noch die Link-Box funktionieren derzeit in Verbindung mit einem Mac. Valve hofft, die Probleme in einigen Wochen per Software-Update zu beheben.

Fazit

Valves erste Hardware ist noch tief im Beta-Stadium und keine ernsthafte Konkurrenz für PlayStation und Xbox. Die Link-Box funktioniert derzeit nur mit potenter Windows-Rechner und einer Ethernet-Verbindung. Der Steam-Controller ist weder Fisch noch Fleisch. Mit nur einem Analog-Stick kann er kein waschechtes Gamepad ersetzen und mit seiner allzu freien Konfiguration ist er nur ein mittelmäßiger Ersatz für eine echte Maus- und Tastaturresteuerung.

Entscheidend wird sein, wie viele Entwickler in den folgenden Monaten eine offizielle Unterstützung für den Steam-Controller einbauen. Ohne diese droht das Gamepad im Kuriositätenkabinett zu verstauben. (hag@ct.de/mfi@ct.de)

Anzeige

Early-Access-Hit Broforce ist fertig

Broforce gehörte schon als Early-Access-Version zu den heißesten Jump&Run-Spielen des Jahres. Mitte Oktober hat das südafrikanische Entwicklerstudio Free Lives das Spiel fertiggestellt und die hochgesteckten Erwartungen erfüllt.

Broforce ist ein 2D-Sidescroller mit wunderschöner Pixelgrafik und komplett zerstörbarer Spielwelt, vollgepackt mit trashigem Humor und überzeichneten Anspielungen auf US-amerikanischen Patriotismus. Der Spieler steuert Figuren, die an Action-Helden der 80er und 90er Jahre erinnern, etwa Rambro, Robocop, MacBrover, Bro Dredd, Bronan the Brobarian und Broniversal Soldier. Jeder „Bro“ hat eine Primärwaffe, eine Spezialfähigkeit und eine Nahkampfwaffe. Während Rambro mit Maschinengewehr, Messer und ein paar Pixelgranaten rum-

rennt, schwingt Indiana Brones lieber seine Peitsche und hat für hartnäckige Gegner auch noch einen Revolver dabei. Zur Not hilft Colonel James Broddock (aka Chuck Norris) mit seinem legendären Roundhouse-Kick.

Broforce bietet einen Kampagnen- und einen Arcade-Modus, die man allein oder mit bis zu drei Freunden in verschiedenen Schwierigkeitsgraden durchspielen kann – entweder zusammen vor dem heimischen Rechner oder online. Das macht tierisch viel Spaß, allerdings leidet bei mehr als zwei Spielern die Übersicht ob der zahlreichen Explosionen.

Broforce ist für knapp 14 Euro über den Humble Store oder Steam erhältlich. Einen kostenlosen Eindruck von Broforce vermittelt der Ableger Expendabros, der zehn Missionen enthält.

(mfi@ct.de)



Bereits die Early-Access-Version von Broforce war ein Leckerbissen für Jump&Run-Fans, im Oktober ist die Vollversion erschienen.

Playstation 4 wird günstiger

Sony hat die unverbindliche Preisempfehlung für die Playstation 4 in Deutschland von 400 auf 350 Euro gesenkt. Damit liegt die Playstation auf ähnlichem Preisniveau wie die hier-

zulande weniger beliebte Xbox One von Microsoft.

Bereits kurz nach der Preissenkung listeten einige Händler die Standardversion mit 500-GByte-Festplatte und einem Game-Controller für 329 Euro. Im November will Sony dann auch neue Bundles mit hochwertigen Spielen veröffentlichen, etwa mit Star Wars Battlefront oder Call of Duty Black Ops 3. (mfi@ct.de)



Sony senkt den unverbindlichen Verkaufspreis der Playstation 4 auf 350 Euro.

Erzähl mal!

Es fühlt sich an wie ein Poetry-Slam-Event, aber es geht um Computer- und Videospiele: Die staffelweise organisierte Veranstaltungsserie „Nacht des nacherzählten Spiels“ soll auch Nicht-Insidern den Reiz von Spielewelten nahebringen.

Am 23. Oktober traten in Berlin wortgewandte Spielefans zum Deutschlandfinale an. Schauplatz: das Microsoft-Atrium Unter den Linden, das der Softwarekonzern bereitstellte. Die vier Besten, die aus vier Ausscheidungsrunden hervorgegangen waren, gaben gemeinsam mit einem per Wildcard bestimmten Publikumskandidaten noch einmal alles. Die Zuhörer ermittelten die Zuschauer-Wildcard Alexander Gehlsdorf als Sieger – Gegenstand seiner Darbietung war Hotline Miami, vorgebrachten im Stil von Wilhelm Busch.

Die „Nacht des nacherzählten Spiels“ ist ein gemeinsames Projekt der Stiftung Digitale Spielekultur und des aus Game-Desig-



Ob rätselreiches Adventure oder nervenzerfetzender Schleich-Shooter: Viele Spiele bieten reichen Story-Stoff. Die Erzähl-Events vermitteln Besuchern Spiele-Erlebnisse ungewohnter Art.

nern bestehenden Teams von Gamestorm Berlin. Die auftretenden Wortakrobaten unterhalten die Zuhörer durch ihre Erfahrungen in der Welt der digitalen Spiele. Die dafür verwendeten Stile sind ausgesprochen vielfältig. Manchmal kommt eine komplette Spielstory zu Gehör, manchmal geht es lediglich um punktuelle Impressionen. (psz@ct.de)

Verbessertes Nvidia-Tool für Lets-Player

Für Besitzer von GeForce-Grafikkarten bietet Nvidia das kostenlose Tool GeForce Experience an (siehe auch S. 17). Es erkennt die Hardware des Systems und stellt die Grafikqualität von Spielen passend ein, lädt aktuelle Grafiktreiber herunter und erlaubt das Streaming von PC-Spielen auf den Fernseher.

Eine neue Beta-Version ver einfacht das Senden von Live-Gameplay an die Videodienste Twitch.tv und YouTube Live. Die Übertragung lässt sich nun di-

rekt im Spiel über ein Overlay anstoßen. Die maximale Sendungsauflösung beträgt 1920 × 1080 Bildpunkte bei 60 Hz.

Wer PC-Spiele nicht ins Netz, sondern auf den Wohnzimmer-Fernseher streamen möchte, kann dies nun in 4K mit 60 Hz und 5.1-Surround-Sound tun. Technisch funktioniert das mit allen GeForce-Grafikkarten ab GTX 950, Nvidia empfiehlt allerdings die 700 Euro teure Gamer-Grafikkarte GeForce GTX 980 Ti. (mfi@ct.de)

Spiele-Notizen

Die wegen zahlreicher Fehler aus dem Verkauf gezogene PC-Version von **Batman Arkham Knight** soll ab Ende Oktober wieder verkauft werden – fehlerbereinigt.

Microsoft hat **Havok** übernommen. Der Anbieter der gleichnamigen Physik-Engine gehörte seit 2007 zu Intel.

Das jüngste Update für **GTA Online** erweitert das Spiel um getunte Fahrzeuge und zusätzliche Garagenstellplätze.

Die Rallye-Simulation **Sébastien Loeb Rally Evo** soll am 29. Januar 2016 für PC, Playstation 4 und Xbox One erscheinen, der bereits als Early-Access-Version spielbare Konkurrenztitel Dirt Rally womöglich noch 2015.

Anzeige

Android 6.0: Verschlüsselung ab Werk, aber nicht für alle

Android kann schon seit Version 3.0 den internen Flash-Speicher verschlüsseln, bislang ist die Funktion aber auf den meisten Smartphones gar nicht vorhanden oder standardmäßig deaktiviert. Google will das nun ändern: Hersteller müssen ihre Android-6-Smartphones und -Tablets mit aktivierter Verschlüsselung des internen Flash-Speichers ausliefern, wenn sie Googles Kompatibilitäts-Test bestehen wollen.

Es gibt allerdings eine Einschränkung: Die Pflicht gilt nur für Geräte, die dank schneller CPU oder spezieller Hardware-Beschleunigung kryptografische Berechnungen (AES ab 128 Bit) mit mindestens 52 MBit/s durchführen. Das geht aus den Mindestanforderungen für Android 6.0 hervor, die Google als PDF veröffentlicht hat (siehe c't-Link).

Auch Geräte mit wenig Arbeitsspeicher sind von der Pflicht ausgenommen – die minimale Größe verschweigt Google allerdings. In der Praxis werden voraussichtlich viele günstige Smartphones und Tablets ohne standardmäßig aktivierte Verschlüsselung auf den Markt kommen. Offenbar befürchtet Google, dass sie mit Verschlüsselung zu langsam werden. Auf Geräten mit

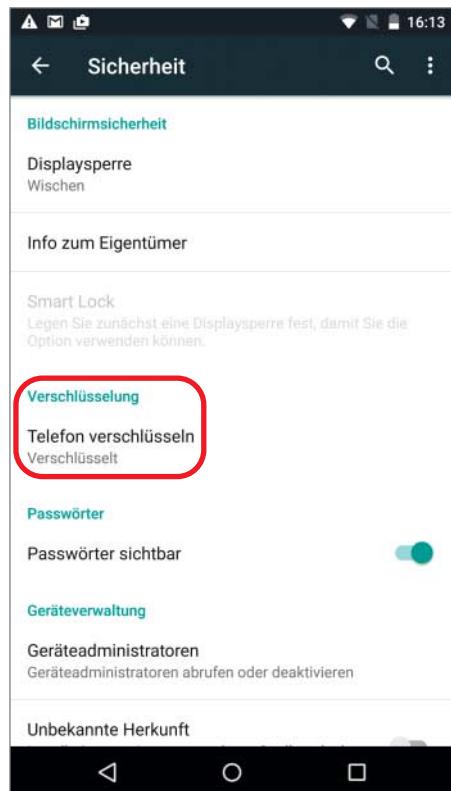
64-Bit-CPU dürfte es keine Performance-Probleme geben.

Ebenfalls außen vor sind Geräte, die nicht mit Android 6.0 ausgeliefert werden, sondern die Software als Update erhalten. Eigentlich wollte Google die Verschlüsselung schon mit Android 5.0 Lollipop obligatorisch machen. Der Konzern ruderte im März aber zurück.

Die Verschlüsselung hilft in der Praxis vor allem persönliche Daten zu schützen, wenn man sein Smartphone verkauft oder weitergibt. Setzt man es auf die Werkseinstellungen zurück, wird der Schlüssel entfernt, wodurch die Daten nicht mehr entzifferbar sind. Ohne Verschlüsselung können auch nach dem Zurücksetzen auf den Werkszustand oft noch Daten ausgelesen werden. (cwo@ct.de)

ct Googles Anforderungen: ct.de/yt27

Erstmals zwingt Google die Smartphone-Hersteller, den Speicher zu verschlüsseln – es gibt aber Ausnahmen.



Lenovo-Ultrabook kehrt zurück zu den Wurzeln



Das Lenovo Yoga 900 ist schneller, aber auch ein bisschen schwerer als der Vorgänger.

Für den Vorgänger Yoga 3 Pro musste Lenovo viel Kritik einstecken. Die vierte Auflage des Ultrabooks, das Yoga 900, soll es besser machen: Den zwar stromsparenden, aber lahmen Intel Core M hat der Hersteller ersetzt und zwar durch CPUs der sechsten Core-i-Generation (Skylake) bis hinauf zum i7. Die Kühlung soll dank eines 30 Prozent größeren Lüfters leiser geworden sein.

Überarbeitet wurde auch die Tastatur, die nun wieder eine Reihe mit richtigen Funktionstasten hat. Beim Yoga 3 waren diese als Doppelbelegung auf die Zifferntasten gewandert. Neun Stunden Laufzeit verspricht Lenovo mit dem neuen Akku, der 66 statt 44 Wh speichert. Der Arbeitsspeicher ist 8

oder 16 GByte groß und die SSD steht mit 256 oder 512 GByte zur Auswahl. Außer den zwei klassischen USB-3.0-Anschlüssen sowie einer USB-Typ-C-Buchse gibt es noch einen SD-Kartenleser und eine Headset-Buchse.

Die verbesserte Hardware fordert bei den Maßen ein wenig Tribut: Mit 15 Millimetern Dicke und 1,3 Kilogramm Gewicht legt das Yoga 900 im Vergleich zum Vorgänger um 2 Millimeter und 100 Gramm zu. Unverändert blieben der 13,3 Zoll große IPS-Touchscreen mit 3200 × 1800 Pixeln und das 360-Grad-Scharnier. In Deutschland soll die günstigste Ausstattungsvariante demnächst für 1700 Euro inklusive Windows 10 erhältlich sein. (asp@ct.de)

Blackberrys Android-Phone mit Tastatur

Dass Blackberry an einem Android-Smartphone arbeitet, ist schon bekannt. Nun haben der Hersteller und ein britischer Vertriebspartner Details bekanntgegeben: Demnach kommt das „Priv“ mit ausziehbarer Tastatur und High-End-Hardware. Das 5,4-Zoll-Display mit AMOLED-Technik ist an beiden Seiten leicht gebogen ähnlich wie bei Samsungs Edge-Serie. Der Bildschirm hat eine Auflösung von 2560 × 1440 Pixeln, was sehr scharfen 540 dpi entspricht.

Trotz großem Akku (3410 mAh) und ausziehbarer Tastatur wirkt das Gerät einigermaßen handlich: Mit 9,4 Millimetern Dicke und 192 Gramm Gewicht liegt es nur wenig über

den Werten aktueller High-End-Smartphones. Es kommt mit Android 5.1, 3 GByte RAM, 32 GByte Flash-Speicher, microSD-Slot und schneller Qualcomm-CPU (Snapdragon 808). Eine Warn-Software namens „DTEK“ soll für Sicherheit und Datenschutz sorgen; Details dazu hat Blackberry aber noch nicht verraten.

Bei einigen deutschen Händlern kann man das Priv für 800 Euro vorbestellen. Damit liegt es preislich gleichauf mit den großen High-End-Smartphones von Samsung und Apple. Infos zum Auslieferungstermin in Deutschland gibt es bislang nicht. Carphone Warehouse will es Anfang November in England ausliefern. (asp@ct.de)



Großer Touchscreen, kleine Tasten: das Priv von Blackberry

Anzeige

BenQ: 4K-Monitor mit 24"-Diagonale

Wer vorrangig Office-Anwendungen nutzt, braucht meist keine riesige Schirmfläche, profitiert aber von der sehr scharfen Schriftdarstellung eines 4K-Monitors. Für diese Zielgruppe hat BenQ nun den BL2420U vorgestellt. Der Monitor hat eine Diagonale von 24 Zoll (rund 61 Zentimeter) und löst mit 3840 x 2160 Bildpunkten auf.

Für den 4K-Betrieb mit einer Bildwiederholrate von 60 Hertz stehen ein DisplayPort und eine HDMI-2.0-Buchse bereit. Signale mit einer kleineren Auflösung oder geringerer Wiederholrate lassen sich auch über die DVI- und HDMI-1.4a-Schnittstellen zuspielen. Das IPS-Panel des BL2420U soll den sRGB-Farbraum

vollständig abdecken, sich durch eine geringe Winkelabhängigkeit auszeichnen und einen Kontrast von 1000:1 erreichen. Die maximale Helligkeit beziffert BenQ mit 300 cd/m². Auf Wunsch passt ein Helligkeitssensor die Display-Helligkeit automatisch an das Umgebungslicht an. An weiteren Extras spendiert BenQ dem BL2420U integrierte Lautsprecher und einen USB-3.0-Hub mit zwei Ports.

Wie es sich für Office-Monitore gehört, lässt sich das Display auf dem Standfuß in der Höhe verstellen, neigen sowie seitlich und ins Hochformat drehen. Der BL2420U ist ab sofort für 590 Euro erhältlich. (spo@ct.de)



BenQs handlicher 4K-Monitor wartet mit Extras wie Lautsprechern und einem USB-3.0-Hub auf.

Epson lässt gefälschte Projektorlampen vom Markt nehmen

Der Projektorenhersteller Epson hat nach eigenen Angaben ein Strafverfahren gegen den britischen Lampenhändler „Just Lamps“ eingeleitet, nachdem der Händler gefälschte Lampen nach Deutschland gelieferte hatte. Laut Epson würden die Fälschungen eine „ernste Gefahr für Gesundheit und Sicherheit von Anwendern“ darstellen: Mindestens eine von Just Lamps verkauft Lampe habe in einem Epson-Projektor



Bild: Epson

Eine der gefälschten Projektorlampen schmolz nach kurzer Betriebsdauer.

schwere Schäden verursacht. Wie das Unternehmen mitteilt, können die Fälschungen überhitzen oder schmelzen. In einigen Fällen seien diese Lampen sogar explodiert.

Insgesamt seien 67 Lampen bei dem englischen Händler beschlagnahmt worden, die sich allesamt als Fälschungen entpuppten. Just Lamps wurde zur Zahlung einer Geldstrafe zuzüglich der Verfahrenskosten verurteilt. (jkj@ct.de)

New York Times verteilt eine Million VR-Pappbrillen

Die US-Tageszeitung New York Times hat mit „The Displaced“ einen Virtual-Reality-Film produziert. Zusammen mit Google will die Zeitung kommenden Monat eine Million VR-Smartphone-Papphalterungen verteilen, um ihn vorzuführen.

„The Displaced“ zeigt das Leben von vom Krieg entwurzelten Kindern. Laut New-York-Times-Chefredakteur Dean Baquet handele es sich bei dem Film um das „erste ernsthafte Stück Journalismus, das Virtual Reality nutzt“.

VR gilt als wirkungsvolles Mittel, um beim Zuschauer Empathie zu erzeugen.

Produziert hat die Zeitung den Film mit dem VR-Studio VRSE, das bereits Erfahrung mit sehr ernsten Themen hat: Im gemeinsam mit den Vereinten Nationen gedrehten VR-Film „Clouds over Sidra“ folgen die Zuschauer einem zwölfjährigen Mädchen durch ein riesiges Flüchtlingscamp in Jordanien.

Der Film ist kostenlos in der VRSE-App zu sehen (erhältlich für Android, iOS und Sam-

sung Gear VR). Um möglichst vielen Lesern zu ermöglichen, „The Displaced“ mit voller Virtual-Reality-Wirkung anzuschauen, verteilt die New York Times zusammen mit Google eine Million VR-Smartphone-Halterungen aus Pappe.

Alle Print-Abonnenten bekommen die Halterung zur Wochenend-Ausgabe am 7. November ins Haus geliefert. „Einige“ Digital-Abonnierten sollen per E-Mail einen Pappbrillen-Gutscheincode bekommen. (jkj@ct.de)

Canon-A2-Fototintendrucker mit 12 Patronen

Canons neu vorgestellter, auf Fotos spezialisierter Tintendrucker ImagePrograf Pro-1000 soll Fotopapiere bis DIN A2 randslos bedrucken und auch bis zu 0,7 Millimeter dicke Fine-Art-Medien verarbeiten können. Damit tritt er gegen das knapp 1200 Euro teure Epson-Modell SureColor SC-P800 an, das ebenfalls A2-Papiere bedruckt.

Der ImagePrograf Pro-1000 nutzt wie sein Konkurrent pigmentierte Farben (Canon Lucia Pro). Um einen großen Farbraum abzudecken, verwendet er elf Einzeltinten inklusive Rot, Blau und zwei Grautönen. Die zwölfte Patrone enthält den für Canons Profi-Fotodrucker typischen Chroma Optimizer, einen Klarlack, der die Schwarzwiedergabe verbessern soll. Wie beim Epson-Drucker gibt es ein Matt-Schwarz und ein Foto-Schwarz für Glossy-

Papiere. Anders als der SC-P800, bei dem sich beide Schwarztinten einen Druckkopf teilen müssen, besitzt der ImagePrograf für jede der zwölf Patronen einen separaten Kopf mit jeweils 1536 Düsen.

Für die Verbindung zum PC stellt der Canon-Drucker außer der üblichen USB-Schnittstelle auch Ethernet und WLAN (IEEE 802.11n) zur Wahl. Via WLAN kommuniziert er außerdem mit Android- und iOS-Mobilgeräten und WiFi-Pictbridge-Kameras und druckt auf Cloud-Diensten gespeicherte Bilder. Zur mitgelieferten Software gehören das leistungsfähige Plug-in „Print Studio Pro“ für Photoshop und Lightroom sowie 17 ICC-Profilen für verschiedene glänzende und matte Druckmedien. Der Canon ImagePrograf Pro-1000 soll ab Februar 2016 für rund 1300 Euro zu haben sein. (rop@ct.de)



Canons A2-Fotodrucker ImagePrograf Pro-1000 druckt mit elf pigmentierten Einzeltinten für einen großen Farbraum und dem Kontrastverstärker „Chroma Optimizer“.

Ericsson beschleunigt LTE

Der Netzwerkzulieferer Ericsson hat seine LTE-Basisstationen mit einer Technik verbessert, die die Interferenz zwischen Zellen senkt. Das bereits beim südkoreanischen Betreiber SK Telecom erprobte Verfahren na-

mens Lean Carrier erhöht laut Ericsson die Downlink-Rate um bis zu 50 Prozent, senkt die Anzahl an Verbindungsabrisse um bis zu 20 Prozent und kommt allen aktuellen LTE-Geräten zugute.

Der Gewinn ergibt sich aus der Reduktion von Interferenzen, die durch Signalisierung zwischen Zellen entstehen. Basisstationen mit Ericsson-Ausrüstung mildern diese Störung, indem sie den Pegel der Referenzsignale senken. Das verbessert den Signalausabstand in Zellrandbereichen, sodass Basisstationen die höherwertige Modulation 256-QAM in größerer Distanz zum Teilnehmer und auch häufiger einsetzen (um bis zu 280 Prozent). So liefern sie unterm Strich mehr Nutzdaten pro Sendeschritt. Der Gewinn steigt umso mehr, je mehr sich die Zellen überschneiden.

Ericsson wertet diese Technik als eine von vielen, die man auch für die kommenden 5G-Mobilfunknetze brauchen wird, weil sie die beabsichtigte höhere Zellendichte im 5G-Mobilfunk gewährleistet. Konzepte wie dieses umschreibt die Firma etwas vollmundig mit „Ultra Lean Design“. (dz@ct.de)

Ericsson-Lean-Carrier

Bis zu 50 Prozent mehr Durchsatz: Ericsson senkt die Störungen zwischen Basisstationen, was die Versorgung von Teilnehmern am Zellrand deutlich verbessert.



Sonderheft Netzwerke: NAS und VoIP im Fokus

Um Kosten zu sparen, wandeln Netzbetreiber die gute alte ISDN- und Analog-Telefonie zu einem IP-Dienst. Das Sonderheft c't Netzwerke liefert Handreichungen für den unliebsamen Umstieg und bringt zusätzlich eine umfassende Orientierung auf dem Markt für Netzwerkspeicher (NAS).

Die schlauen unscheinbaren Boxen sind zwar mit Funktionen so reichhaltig bestückt wie Server, nehmen aber weniger Energie auf als in Handarbeit eingerichtete PCs. Unser Rundumschlag zum Thema NAS enthält Ratgeber zur Wahl von Fertigeräten und Leergehäusen, Konfigurationsbeispiele sowie Erfahrungen beim Umrüsten des preis-

günstigen HP ProLiant Microserver Gen8 mit FreeNAS, Synology und Windows Server.

Vielen Nutzern genügt die Qualität der herkömmlichen Telefonie-Technik, sodass sie nur widerwillig in VoIP-Anpassungen investieren. In unserem VoIP-Schwerpunkt führen wir daher Betreiber auf, die großzügigere Umstiegspläne verfolgen, sodass Sie durch einen Wechsel den Umstieg zumindest noch einige Jahre aufschieben können.

Falls es für Sie unausweichlich ist: Vielleicht tröstet Sie, dass mit VoIP Verschlüsselung, übers Internet vernetzbare Tk-Anlagen, flexible Anrufbeantworter und vieles andere mehr möglich wird. Auch bringt

VoIP sehr gute Sprach-Codecs mit und zur Lebensverlängerung von ISDN- und Analoggeräten kann schon ein einziger Adapter ausreichen. Im Zentrum steht die weit verbreitete Fritzbox, ein Router, der VoIP ab Werk beherrscht.

Die Printausgabe c't Netzwerke erhalten Sie am Kiosk zum Preis von 9,90 Euro. Das Heft ist außerdem online über shop.heise.de erhältlich. Bis zum 22. 11. 2015 liefern wir portofrei innerhalb Deutschlands, nach Österreich und in die Schweiz. Die E-Paper-Ausgaben kosten 8,99 Euro und sind erhältlich als PDF sowie in der c't-App für iPad und Android. (dz@ct.de)

Alcatel-Lucents DSL-Erweiterung

Auf dem Broadband World Forum in London stellte Alcatel-Lucent Mitte Oktober seine ersten für die DSL-Version Vplus entwickelten Geräte für Netzbetreiber vor. Die Technik erweitert das DSL-Angebot um ein Verfahren, das höhere Geschwindigkeiten als VDSL2-Vectoring liefert; in der heute üblichen Konfektionierung mit dem gängigen Profil 17a sind das maximal 100 MBit/s.

Laut dem Netzwerk-Zulieferer seien mit Vplus auf Telefonleitungen bis zu 500 Meter Länge über 200 MBit/s möglich. Bei Entfernungen unter 250 Metern erzielt das Verfahren bis zu 300 MBit/s. Damit stellt Vplus einen attraktiven Zwischenschritt für die Migration zum Gigabit-schnellen G.fast dar, das ebenfalls Kupferdoppeladern nutzt und auf Strecken bis 100 Meter zwischen 500 MBit/s und 1 GBit/s erreicht. Vplus, das ein

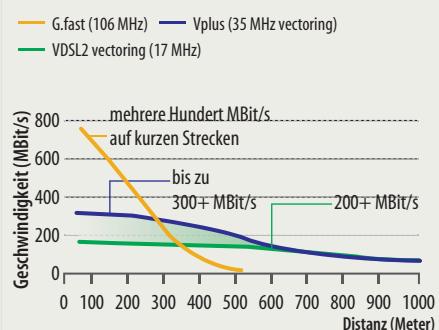
rund doppelt so breites Frequenzband gegenüber VDSL-Vectoring nutzt (35 MHz statt 17 MHz), soll unter dem Dach der ITU als zusätzliches „Profil 35b“ für VDSL2 standardisiert werden.

Netzbetreiber, die ein Telefonnetz unterhalten, bekommen mit Vplus einen weiteren Hebel im Kampf um Marktanteile. Während sie Glasfaseranschlüsse aus Kostengründen meiden, setzen sie sich dem Druck von Kabelanbietern aus, die mittels ihrer Technik bis zu 400 MBit/s liefern.

Zur neuen Vplus-Produktlinie gehören diverse Line-Cards (darunter NDLT-J und -K) und Netzwerkknoten (Micro-Nodes wie 7367 ISAM SX-48U für 48 Teilnehmer) sowie auf der Teilnehmerseite das CPE 7368 ISAM F-101G-P. Das CPE eignet sich für alle drei Verfahren, also VDSL2-Vectoring, Vplus und G.fast. (dz@ct.de)

Vplus-Zwischenschritt

Vplus von Alcatel-Lucent: nicht ganz so schnell wie das bereits kommerziell eingesetzte G.fast, aber deutlich schneller als VDSL2-Vectoring



Anzeige



Ronald Eikenberg, David Wischnjak

Verwundbare Zwangsrouter

Gefährliche Lücken in Kabel-Routern von Vodafone/Kabel Deutschland

Gleich durch zwei Sicherheitslücken können Angreifer in die Netze der Kabel-Kunden von Vodafone einsteigen. Der Provider spricht von weit unter 1000 betroffenen Kunden, laut c't-Recherchen sind es vermutlich weit über eine Million.

Wer über das Kabelnetz von Vodafone (ehemals Kabel Deutschland) online ist, nutzt dafür einen vom Provider vorgeschriebenen Miet-Router. Die Basismodelle stellt das Unternehmen seinen Kunden über die Vertragsdauer kostenfrei – allerdings nur mit softwareseitig gesperrtem WLAN-Modul. Will man kabellos über den Kabelanschluss surfen, kann man die WLAN-Schnittstelle für zwei Euro monatlich freischalten lassen oder alternativ einen eigenen WLAN-Router hinter die Provider-Hardware hängen. Für die erste Option haben sich laut Unternehmensangaben mehr als die Hälfte der rund 2,7 Millionen Kunden entschieden.

Wie eine Untersuchung von c't ergab, holen sich diese Kunden mit der WLAN-Option nicht nur kabelloses Surfvergnügen, sondern auch ein handfestes Sicherheitsproblem ins Haus: Durch zwei Schwachstellen in verbreiteten Standard-Routern des Providers lassen sich die Netzwerke der Kunden kapern. Ein Angreifer in Funkreichweite kann so nicht nur mitsurfen, sondern auch den Datenverkehr mitlesen und manipulieren. Ferner kann er die im Heimnetz angemeldeten Geräte attackieren.

Bei den betroffenen Routern handelt sich um das Modell CVE-30360 von Hitron und den CH6640E von Compal Broadband Networks (CBN). Vodafone gibt darüber hinaus auch noch einen Technicolor-Router an seine Kunden aus, der unseren Beobachtungen zufolge jedoch nur eine geringe Verbreitung hat. Ob auch dieses Modell anfällig ist, konnten wir aus diesem Grund nicht überprüfen. Wer monatlich fünf Euro investiert, bekommt eine Kabel-Fritzbox, die nicht betroffen ist.

Taschenrechner knackt WLAN

Die beiden Sicherheitslücken klaffen in der WPS-Implementierung der Router. WPS (Wi-Fi Protected Setup) erleichtert dem Nutzer das Hinzufügen neuer Geräte ins WLAN, indem er statt des oftmals langen und kom-

plizierten WLAN-Passworts lediglich eine PIN eingeben muss. Gerade auf Smartphone-Tastaturen ist das eine echte Erleichterung. Eine weitere Spielart von WPS ist die sogenannte Push-Button-Methode, bei der auch die PIN-Eingabe wegfällt. Die PIN-Methode hat in der Vergangenheit mehrfach für Negativschlagzeilen gesorgt: So konnten Angreifer bei einigen Router-Modellen etwa ungebremst alle möglichen PIN-Kombinationen durchprobieren oder die vom Hersteller voreingestellte WPS-PIN aus der in Funkreichweite sichtbaren MAC-Adresse des Routers berechnen.

Wie c't herausfand, fällt letzteres Problem auch Kabel-Kunden von Vodafone auf die Füße: Mit einem öffentlich dokumentierten Algorithmus konnten wir von der MAC-Adresse der Hitron-Router zuverlässig auf die voreingestellte WPS-PIN schließen und damit das WLAN-Passwort im Klartext abrufen. Ein Angreifer kann sich auf diese Weise im Handumdrehen Zugriff auf das Netzwerk betroffener Kunden verschaffen.

Dahinter steckt keine Magie, sondern lediglich etwas Mathematik: Die zweite Hälfte der MAC-Adresse (als ganze Zahl) umgerechnet von Hex- in Dezimalschreibweise und auf die letzten sieben Stellen gekürzt, ergibt die ersten sieben Stellen der WPS-PIN. Die achte Stelle ist die WPS-Checksumme und wird aus dem vorher errechneten Teil generiert. Der Angriff erfordert keine spezielle Hard- oder Software; die PIN kann man sogar mit einem Taschenrechner ermitteln.

Pixiedust-Angriff

Durch die zweite Schwachstelle konnten wir nicht nur auf Hitron-Router zugreifen, sondern auch auf das Modell von CBN. Es handelt sich dabei um die sogenannte Pixiedust-Attacke (zu Deutsch Feenstaub), die bereits vor rund einem Jahr öffentlich dokumentiert wurde. Sie ist komplexer als das oben beschriebene Sicherheitsproblem. Das macht für einen Angreifer aber kaum einen

Unterschied: Die Arbeit erledigen frei verfügbare Tools wie pixiewps, das sogar zum Lieferumfang der bei Hackern und Pentestern gleichermaßen beliebten Linux-Distribution Kali gehört. Pixiedust macht sich zu nutzen, dass viele Router-Hersteller bei der Implementierung der WPS-PIN-Methode gepatzt haben.

Bei dieser Methode steht und fällt die Sicherheit mit der Qualität der eingesetzten Zufallszahlen. Das ist jedoch offenbar nicht bis zu allen Herstellern durchgedrungen: In vielen Fällen kommen statt echtem Zufall vorhersehbare Zahlen zum Einsatz – oder sogar einfach nur der Wert 0, wie im Fall der Hitron-Router. Ein Angreifer kann dadurch die Verschlüsselung aufbrechen und die WPS-PIN abgreifen. Mit dieser kommt er wiederum an das für den Verbindungsaufbau nötige WLAN-Passwort im Klartext – egal, wie lang und kompliziert es ist. Der Pixiedust-Angriff ist zwar aufwendiger als das Berechnen der PIN anhand der MAC-Adresse, das Knacken der PIN dauert jedoch selbst mit einem Smartphone-Prozessor nur Sekundenbruchteile. Die interessanten Details der Pixiedust-Attacke erfahren Sie im ausführlichen Hintergrundartikel auf Seite 146.

Um ein potenzielles Opfer zu finden, muss ein Angreifer nicht lange suchen: Die Router spannen bei gebuchter WLAN-Option einen Homespots genannten Hotspot auf, den auch andere Vodafone-Kunden nutzen dürfen. Über den Hotspot-Finder auf der Website des Providers und die gleichnamige App kann man deutschlandweit die Homespots auf einer Google-Karte lokalisieren – und somit auch alle potenziell verwundbaren Router.

Techniker ist informiert

Am 1. September haben wir Vodafone (damals noch Kabel Deutschland) über die kritischen Sicherheitsprobleme informiert. Das

MeinKabel | Tarife | Hilfe & Service

Sie sind hier: Hilfe & Service / Gerätetypen / WLAN-Kabelrouter

WLAN-Kabelrouter

CBN CH6640E0 Hitron CVE-30360 Technicolor TC7200K

Three routers are shown: CBN CH6640E0, Hitron CVE-30360, and Technicolor TC7200K. Each router has a small circle with a plus sign below it, indicating they are affected by the vulnerability.

Vodafone stellt seinen Kabel-Kunden einen von drei Standard-Routern – zwei davon waren bei unseren Versuchen akut gefährdet.

Unternehmen bestätigte unsere Beobachtungen und erklärte, dass man sich nicht darüber bewusst war, dass die Geräte von den Lücken betroffen sind. Es habe sich daraufhin mit den Router-Herstellern in Verbindung gesetzt, die „zeitnah und in guter Qualität“ Software-Updates geliefert haben sollen, welche die Sicherheitslücken stopfen. Mitte Oktober hat der Provider schließlich damit begonnen, die Updates zu verteilen. Sie sollen dafür sorgen, dass die WPS-PIN-Methode zur WLAN-Konfiguration nicht länger zur Verfügung steht. Zunächst sollen die Hitron-Router und anschließend die Geräte von CBN aktualisiert werden. Dieser Vorgang könnte sich jedoch noch bis Jahresende hinziehen.

Stutzig machte uns allerdings die Angabe des Unternehmens, dass lediglich „weit unter 1000“ Router von „der theoretischen Schwachstelle“ betroffen seien – nämlich jene, bei denen die Kunden aktiv die WPS-PIN-Funktion zur Konfiguration genutzt haben. Eine Analyse von c't zeigt ein ganz

anderes Bild: Wir stießen in der Praxis auf kaum einen Router der beiden Typen, der nicht anfällig war. Demnach muss man davon ausgehen, dass fast alle der über eine Million Kunden mit WLAN-Option über eine oder beide Schwachstellen angreifbar sind.

Vodafone will nach eigenen Angaben insgesamt 1,3 Millionen Geräte mit der abgesicherten Firmware versorgen. Kunden mit CBN-Routern können selbst aktiv werden, indem sie das anfällige WPS-Verfahren im Web-Interface deaktivieren („Gateway“ / „WLAN“ / „WPS“). Beim CVE-30360 hilft laut Vodafone das Aktivieren der Push-Button-Methode (PBC). Dass der Router bereits auf dem neuen Firmware-Stand ist, soll man daran erkennen können, dass im Web-Interface nicht länger die WPS-PIN-Funktion angeboten wird. Wer auf Nummer sicher gehen will, verzichtet auf die WLAN-Option und betreibt hinter der Provider-Hardware einen eigenen Access-Point – das spart langfristig auch noch Geld.

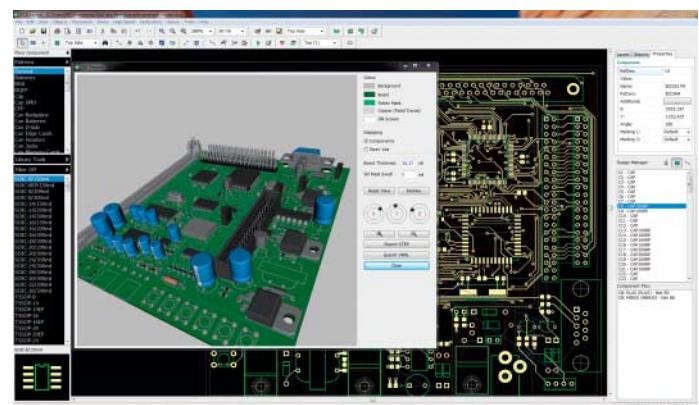
(rei@ct.de)

Anzeige

Anzeige

ECAD-System auch für Leiterbahnpaare

Das CAD-System DipTrace 2.9 beta schließt über aktualisierte Export-Formate und Funktionen für Leiterbahnen mit besonders hohen Datenraten zur ECAD-Konkurrenz auf. Kernstück ist der Differential Pair Manager, mit dem man Signalpaare mit speziellen Anforderungen an Impedanz und Geometrie komfortabel verwalten und automatisch verlegen kann. Für höheren Bedienkomfort sorgt neben frei definierbaren Keyboard-Makros eine detaillierte Echtzeit-Fehlerausgabe, die auf Verstöße gegen Entwurfsregeln aufmerksam macht. Vor allem größere Projek-



Ganz plastisch präsentiert DipTrace, wie die mit dem ECAD-System entworfenen Leiterplatten nach der Bestückung aussehen werden.

te profitieren von einer höheren Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Mit ODB++ und Gerber X2 versteht DipTrace jetzt auch aktuelle Fertigungsformate; 3D-Ansichten einer Leiterplatte lassen sich als STEP- und VRML 2.0-

Dateien exportieren. Registrierte Anwender dürfen die Software nicht-kommerziell auf Platinen beliebiger Abmessungen mit bis zu zwei Signallagen und 500 Pins kostenlos nutzen.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

Kostenlose Toolkits für Labview 2015

Vier bisher kostenpflichtige Toolkits mit Anpassungen an spezielle Projektumgebungen von Labview 2015 gibt es jetzt gratis im Labview Tools Network.

Das Biomedical Toolkit erleichtert die Erfassung physiologischer Daten und hilft beim

Verarbeiten von Signalen und Bildern aus Forschung und Lehre. Das Multicore and Sparse Matrix Toolkit beschleunigt mit Multithreading-fähigen Bibliotheken die Bearbeitung großer Datensätze. Das GPU Analysis Toolkit dient als Schnittstelle zu

CUDA-fähigen Nvidia-GPUs; das Jitter Analysis Toolkit enthält eine Funktionsbibliothek, um digitale Laufzeitvarianzen und Phasenrauschen aufzuspüren.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

ct Downloads: ct.de/yhgc

Elektronik-Rechenhelfer

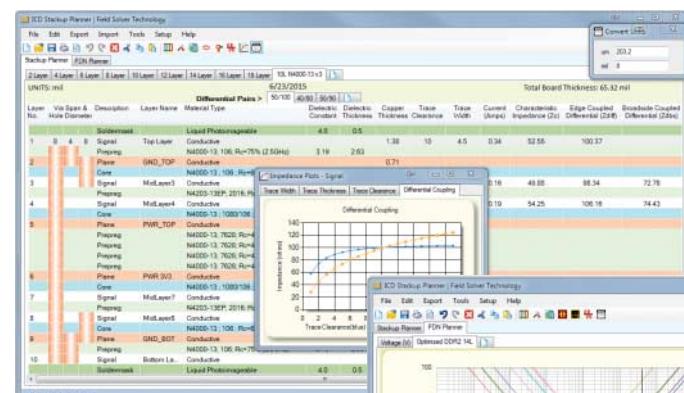
Mit wachsendem Datendurchsatz in elektronischen Schaltungen steigen auch die Anforderungen an den Entwurf der Leiterplatte. Das macht bei vielen High-Speed-Designs komplexe Berechnungen der Lagenaufbauten (Stackup) und Leiterbahnmimpedanzen sowie eine sorgfältige Planung der Stromversorgung

erforderlich. Zwei dafür geeignete ECAD-Helfer des australischen Herstellers In-Circuit Design sind neuerdings über Tecnotron Elektronik verfügbar.

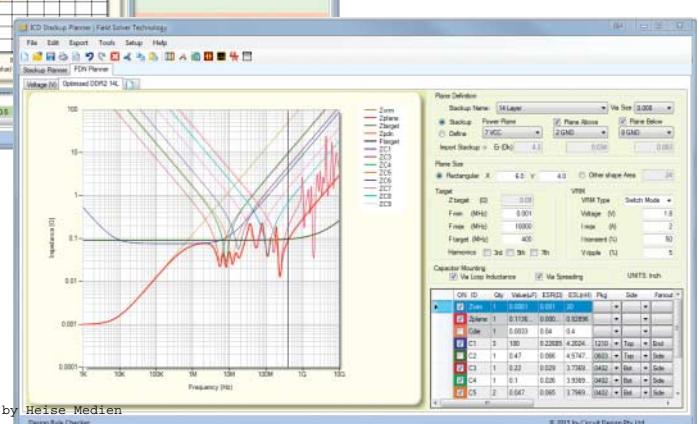
Mit dem ICD Stackup-Planner lässt sich der Lagenaufbau im Hinblick auf EMV, Übersprechen und Signalintegrität bequem und intuitiv verbessern. Er be-

rücksichtigt dazu den Verlauf der Stromversorgung und die dielektrischen Eigenschaften des Platinenmaterials. Dank Schnittstellen zu wichtigen ECAD-Systemen kann man die ermittelten Werte direkt weiterverwenden. Im fertigen Lagenaufbau lassen sich die enthaltenen Stromversorgungssysteme mit dem PDN-Planner für eine niedrige Wechselspannungsimpedanz über eine möglichst hohe Frequenzbreite optimieren. Die Software berechnet dazu über das Schaltverhalten bei hohen Strömen die Flächenresonanz des Impedanzverlaufs und hilft bei der Auswahl von Stützkondensatoren.

(Mathias Poets/hps@ct.de)



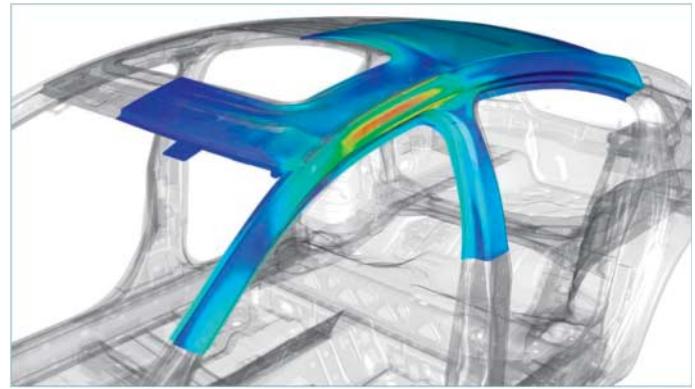
Aus zahllosen Platinen-Parametern errechnen ECAD-Werkzeuge von In-Circuit Design prägnante Grafiken zum Signalverhalten.



Simulationen im Großrechner-on-Demand

Für Simulationen, die in bestimmten Phasen der Produktentwicklung stattfinden, dann aber gewaltige Rechenleistung benötigen, offeriert der Rechenzentrums-Betreiber Rescale Ressourcen zur Miete. Auf dessen Servern kann man mit eigenen Softwarelizenzen arbeiten, nach dem Pay-per-Use-Modell aber auch Anwendungslizenzen aus dem Pool von Rescale mieten. Ab sofort bieten Siemens PLM und

Rescale Lizenzen für das Finite-Elemente-Rechenpaket NX Nastran sowie für die Wärme- und Strömungsanalyse-Software NX Thermal/Flow zum Mieten an. Die Rescale-Simulationsplattform integriert die Anwendungen nahtlos in eine personalisierbare High-Performance-Computing-Infrastruktur und macht diese Ressourcen für Anwender direkt über einen Web-Browser zugänglich. (Ralf Steck/hps@ct.de)



Hochauflöste FEM-Betrachtungen etwa mit NX Nastran belegen viele Rechnerknoten für lange Zeit. Rescale bietet die Ressourcen dafür zur Miete an.

Mit Konstruktionsdaten ins SAP-System

Mit dem SAP Engineering Control Center ermöglicht die EPLAN-Programmfamilie des gleichnamigen Herstellers SAP-Anwendern jetzt umfassenden Zugriff auf EPLAN-Projekte. Durch die

als SAP-Standardprodukt gelistete, zertifizierte Schnittstelle soll die Integration ohne Rückgriff auf ein gesondertes Produktdatenmanagement-System gelingen.

Von der neu geschaffenen Verbindung zwischen SAP-Systemen und EPLAN-Programmen profitieren vor allem in Multi-CAD-Umgebungen entworfene mechatronische Anlagen. Die

tiefe Integration in das SAP-System erleichtert die nahtlose Betreuung von Projekten dieser Art über den gesamten Lebenszyklus.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

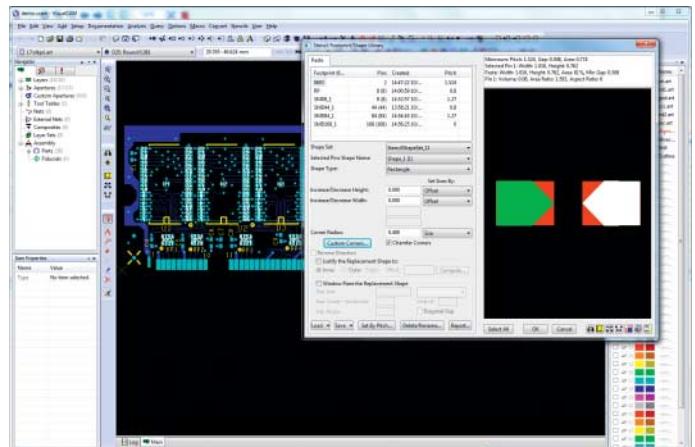
NC-Daten erzeugen und überprüfen

WISE Software hat seine Produkte zur Überprüfung von CAM-Fertigungsdaten mit der Version 16.7 von VisualCAM und Gerb-Tool neu aufgelegt. Die Windows-10-kompatiblen, vom Leiterplattenentwurf unabhängigen Werkzeuge dienen dazu, das Einhalten von Design-Anforderungen vor der Produktion zu verifizieren. Neue Skript- und Makrofunktionen sollen den Bedienkomfort steigern, außerdem erleichtern zusätzliche Befehle das Generieren und Optimieren

von Lötmasken und NC-Daten. Das Format IPC2581 wird jetzt laut Hersteller besser unterstützt als zuvor.

(Mathias Poets/hps@ct.de)

Für die computergesteuerte Fertigung optimiert man die grün-rot-weiß markierte Lötpastenmaske speziell für den Gerber-formatierten Platinenentwurf.



Anzeige

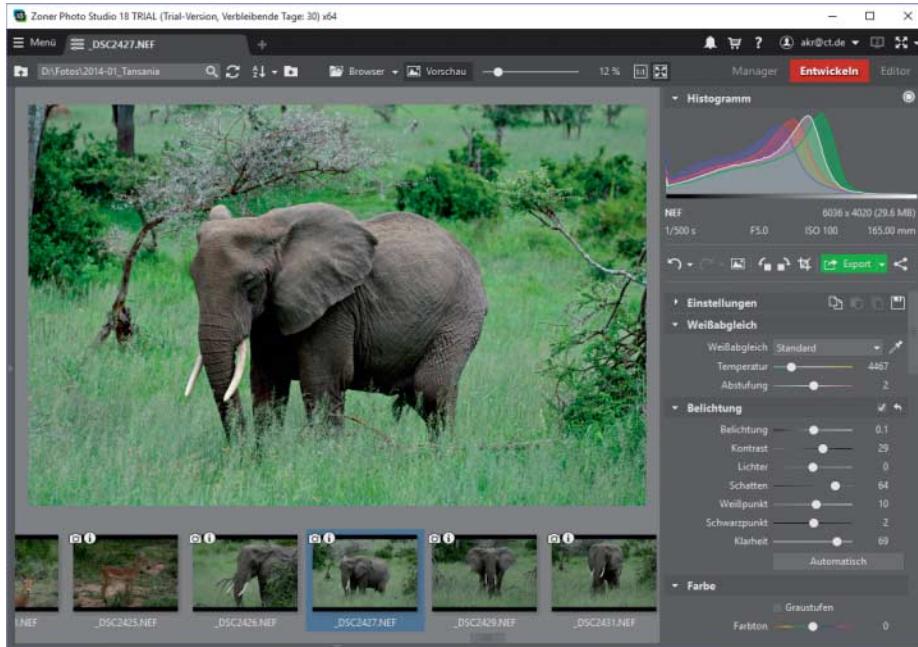
Zoner Photo Studio 18 bringt nichtdestruktive Bearbeitung

Das Fotoprogramm Zoner Photo Studio enthält in Version 18 ein Entwickeln-Modul für nichtdestruktive Fotobearbeitung von Raw- und JPEG-Fotos. Den Bildbetrachter hat Zoner ausgekoppelt, sodass er sich unabhängig vom Rest des Programms starten lässt. Ein Klick führt ins Photo Studio zurück.

Auf Knopfdruck lädt das Programm Fotos oder Alben für den E-Mail-Versand in die Online-Galerie Zonerama. Empfänger erhalten einen Link. Das Programm lädt Fotos auf Facebook oder Twitter. Postkarten druckt und

versendet Zoner selbst. Sie kosten 1,49 Euro via Paypal und 2,20 Euro via Google Wallet. Diashows exportiert Zoner Photo Studio inklusive Musik und Effekten in Full HD. Weitere neue Funktionen sind natürlichere Licht- und Schatteneinstellungen, ein Ölgemälde-Effekt und automatisches Geotagging. Zoner Photo Studio 18 läuft unter Windows 7 bis 10 und kostet 79 Euro (Upgrade: 39 Euro). (akr@ct.de)

ct 30-Tage-Testversion: ct.de/ytdn

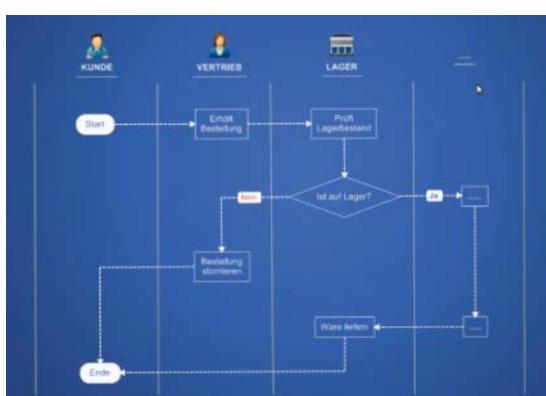


Das Fotoprogramm Zoner Photo Studio 18 bringt ein Raw-Modul zur nichtdestruktiven Fotoentwicklung mit.

Mindmaps, Flussdiagramme und mehr

Das Visualisierungsprogramm MindManager 2016 für Windows kennt außer traditionellen radialen Mindmaps auch diverse Flussdiagramm-Typen von konventionellen Ablaufplänen für logische Entscheidungen und Prozessstrukturen bis zu sogenannten Swim Lane Charts. Darin verknüpft man die Knoten des verzweigten Ablaufs wie üblich, platziert

sie aber systematisch in parallel verlaufenden Bahnen, von denen jede beispielsweise einem bestimmten Ort oder Verantwortungsbereich entspricht. In Concept Charts kann man beliebige Wechselwirkungen abbilden und diese etwa als fördernde oder hindernende Einflüsse kennzeichnen. Alle Knoten und Kanten eines MindManager-Diagramms taugen zudem als Anknüpfunkte für weitere, womöglich anders strukturierte Diagramme. Diese kann man neuerdings in zusätzlichen Programmfenstern gesondert betrachten, ohne die Verknüpfung zu lösen. Das Programm kostet 415 Euro, ein Upgrade 213 Euro. (hps@ct.de)



Der Swim Lane Chart in MindManager 2016 sortiert die Elemente eines Bestellvorgangs in Bahnen für Vertrieb, Kunde und Lager.

Updates für SoftMaker Office

Der Nürnberger Hersteller SoftMaker hat kostenlose Servicepacks für die Windows- und Android-Version seiner Office-Suite herausgegeben. Die Windows-Version erhält neben Fehlerkorrekturen einige neue Funktionen, etwa um Listen und Tabellen aus Datenbanken zu erzeugen. Darüber hinaus wurde der Epub-Export verbessert.

In SoftMaker Office HD für Android rüstet das Servicepack unter anderem den Epub-Export in TextMaker, neue Rechenfunktionen in PlanMaker sowie Tabellenfunktionen und „intelligente“ Hilfslinien in Presentations nach. Laut SoftMaker entspricht der Funktionsumfang der Android-HD-Version jetzt exakt dem der Windows-Version. (db@ct.de)

Plug-in für Drucksachen

Das Acrobat-Plug-in Quite Imposing Plus hilft, Seiten eines PDF-Dokuments auf unterschiedliche Arten neu anzurufen, sodass sie als Buch, Booklet oder in speziellen Arrangements gedruckt werden können. Die Ausschließ-Software bietet Sichtkontrolle aufs Ergebnis. Für die automatisierte Verarbeitung von überwachten Verzeichnissen oder per Kommandozeile hat der Hersteller die Variante Quite Hot Imposing im Programm.

Neu in Version 4 sind Funktionen zum Hinzufügen oder Überlagern von PDF-Seiten. Außerdem sollen sich einmal definierte Layouts auf mehreren Seiten wiederholen lassen. Beim Hinzufügen von Text oder Seitenzahlen kann man jetzt Schrift, Farbe und Winkel frei wählen. Quite Imposing Plus kostet 1006 Euro, für das Upgrade werden 356 Euro fällig. (atr@ct.de)

Notizen

Die Windows-Ausgabe der **Autorensoftware** Scrivener erhält mit dem kostenlosen Update auf Version 1.9 ein aktualisiertes Dateiformat. Es ist kompatibel zu Scrivener 2.7 für Mac und soll künftige mobile Ableger der Software unterstützen.

Version 2.76 der **3D-Renderingsoftware** Blender beschleunigt den Dateibrowser und den Viewport, soll aber mit weniger Speicher auskommen. Animationen sollen dank OpenSubDiv jetzt flüssiger laufen. Version 2.76 ist das letzte große Release vor dem Sprung auf 2.8.

Thomson Reuters hat den Verkauf der **Literaturverwaltungssoftware** Reference Manager zum 1. Oktober eingestellt. Upgrades werden bis Ende 2015 verkauft, Ende 2016 wird der Support eingestellt. Der Hersteller bietet Kunden für 68 Euro ein Crossgrade auf EndNote X7 an.

Strategisch optimaler Ressourceneinsatz

Planview hat seinem Programmepaket fürs Multi-Projektmanagement Planview Enterprise 11.5 Funktionen zur Bewertung und Optimierung der sogenannten Geschäftsfähigkeiten spendiert. Damit sollen Führungskräfte die vorhandenen Kapazitäten und mögliche Investitionen bestmöglich auf alle Projekte aufteilen und ausrichten. Die Software

baut auf Techniken der kürzlich übernommenen Programmschmiede Troux und visualisiert die verwendeten Daten mit dem Microsoft-Webdienst Power BI. Für die Bedienoberfläche verwenden die Entwickler ein konfigurierbares Menüband, in das sich Kennzahlen und Daten zum Projekt-Portfolio als Ribbon-Elemente einbinden lassen.

Die Webdienste des ebenfalls von Planview übernommenen schwedischen Anbieters ProjectPlace sollen Planview-Anwendern nicht nur als alternatives System zur Verfügung stehen, sondern auch als Werkzeuge, um Planview-verwaltete Projekte mit den agilen Methoden von ProjectPlace zu betreuen.
(hps@ct.de)

Jede Kachel ein Bild: zum Beispiel, um Projekte mit Planview Enterprise nach Termin (X-Achse), Größe (Durchmesser), Priorität (Y-Achse) und Fortschritt (Farbe) zu bewerten.



Übersetzungsserver für kleine Teams

Systran bietet seine Übersetzungssoftware in einer zusätzlichen Version für kleinere Firmen und Arbeitsgruppen an: Mit der neuen Team Edition können bis zu 20 Benutzer gemeinsam arbeiten und Geschäftsdokumente, Webseiten, E-Mails und Chat-Nachrichten maschinell übersetzen lassen. Kern der Team Edition ist wie bei allen Unternehmensangeboten des Herstellers der Systran Enterprise Server 8. Er wird als virtuelle Maschine beim Kunden vor Ort eingerichtet – Quell- und Zieltexte werden also nicht über das Web zu einem Server beim Hersteller übertragen, sondern bleiben im Haus. Übersetzungen sind in und aus über 45 Sprachen möglich. Um die Qualität der Übersetzungen zu steigern, können Anwender Benutzerwörterbücher und beliebig viele Übersetzungsmodelle anlegen und berücksichtigen lassen.

Außerdem bringt Systran ein neues Produkt namens „Industry Pack“ für Übersetzungen zu speziellen Fachgebieten auf den Markt. Es umfasst zusätzlich zur Team Edition Serviceleistungen von Systran-Mitarbeitern, die aus den Texten des Unternehmens und Fachbegriffen eine unternehmens- und branchenspezifische Terminologie aufbauen. Mit deren Hilfe kann dann die Übersetzungsmaschine präzisere Ergebnisse liefern. (dwi@ct.de)

Anzeige

Exchange 2016 mit Outlook-Erweiterungen

Microsofts Groupware-Server Exchange 2016 ist laut Hersteller leichter zu administrieren als sein Vorgänger, weil die Entwickler die Rollen von Mailbox und Kontenverwaltung zusammengelegt und damit die ganze Architektur des Server-Schwerpunkts vereinfacht haben. Außerdem wurden die Funktionen zur „Data

Loss Prevention“ erweitert, so dass sie nun außer E-Mails auch angehängte Office-Dokumente vor dem Versand auf vertrauliche Inhalte abklopfen.

Das Programm lässt sich on Premise oder als Cloud-Dienst betreiben. Wie die früheren Versionen soll Exchange 2016 kumulative Updates im Dreimonats-

Rhythmus erhalten, in denen sich auch die Erweiterungen wiederfinden, die Microsoft der gehosteten Anwendung im Kontext von Office 365 gewährt. Das ist ein Unterschied zu den Kauflizenzen von Office 2016, bei denen sich Updates auf Bugfixes und Sicherheits-Patches beschränken.

(hps@ct.de)

Sicherer Web-Speicherdiest

Brainloop bietet Unternehmen momentan als kostenlosen Beta-Test den Web-Speicherdiest Dox mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung zur Nutzung mit Desktop- und Mobilgeräten an. Der Dienst synchronisiert mit Hilfe von Client-Programmen für Windows ab Version 7 und OS X ab Version 10.10 die Inhalte lokaler Verzeichnisse im Hintergrund, ermöglicht aber auch Dateizugriffe und -freigaben über Web. Der Web-Zugang, passend für Mobilgeräte über HTML5, lässt sich auf Wunsch mit einer Zwei-Faktor-Authentifizierung absichern. Zugriffsrechte lassen sich nach Aktionen, Benutzerrollen und Speicherbereichen differenzieren. Die Administrationsfunktionen umfassen auch die Verwaltung und Durchsetzung von Unternehmensregeln. Darunter fallen Login-Richtlinien, Anforderungen an Mobilgeräte und ferngesteuertes Löschen nach Geräteverlust. Außerdem kann man die Versionen freigegebener Dokumente kontrollieren und Aufbewahrungszeiten für gelöschte Inhalte festlegen.

Laut Brainloop werden die Daten auf deutschen, nach ISO 27001 zertifizierten Servern gespeichert. Gebühren beginnen nach Ablauf der Testphase bei netto 180 Euro im Jahr für drei Benutzer. (hps@ct.de)

Anzeige

Projektarbeit mit Plan A und Plan B

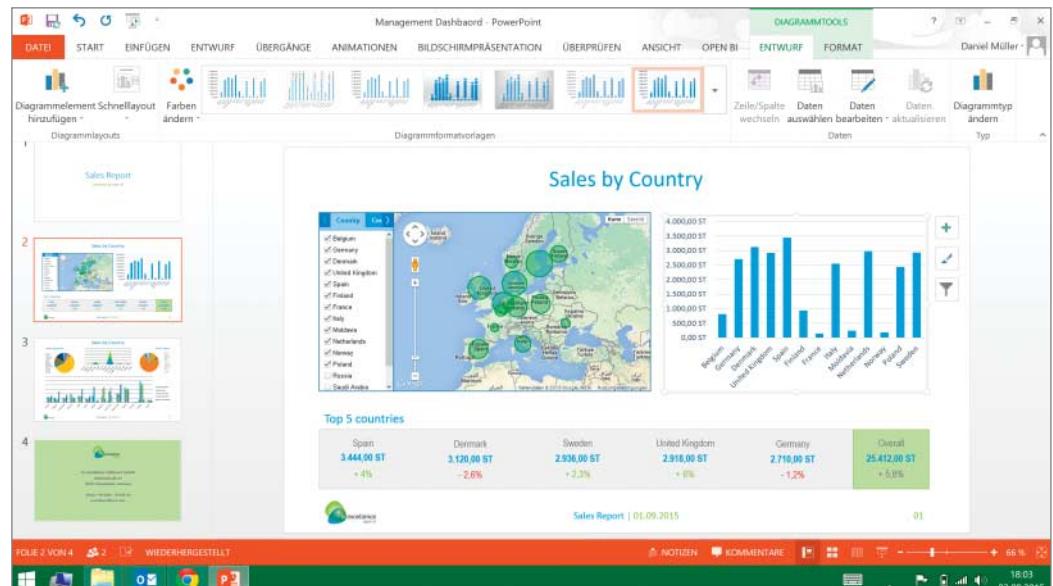
Das Projektmanagementsystem Projectron BCS 7.26 visualisiert Soll- und Ist-Zustände von Projekten einerseits in klassischen Gantt-Diagrammen und andererseits in tabellarischen, sogenannten Basisplänen.

Als neue Varianten neben den bestehenden Tabellen für zeitliche und strukturelle Zusammenhänge sind Pläne für die Arbeitsauslastung und Zuständigkeiten der Teammitglieder hinzugekommen. Änderungen an diesen Plänen, zum Beispiel an Zuständigkeiten, zeigt die Software jetzt prägnant an, indem sie zwei vergleichbare Ausführungen in einer tabellarischen Ansicht gegenüberstellt.

(hps@ct.de)

Geschäftsanalytik per MS Office

Der Business-Intelligence-Spezialist BI Excellence hat unter dem Namen Office Analytics eine Reihe von Add-ins für Microsoft Word, Excel und PowerPoint herausgebracht. Mit deren Hilfe können Anwender aus ihrer gewohnten Arbeitsumgebung heraus Excel-Tabellen sowie Daten aus anderen Datenquellen bis hin zu verteilten Big-Data-Repositories analysieren und zu interaktiven Charts aufbereiten. Den überwiegenden Rechenaufwand dabei erledigt eine zugehörige Windows-Serveranwendung im Hintergrund. Sie ist dafür zuständig, komplexe Recherchen so in die – womöglich unterschiedlichen – Abfragesprachen der kontaktierten Datenbanken zu übersetzen, dass etwa bei einer Big-Data-Analyse nicht viele Gigabytes von Rohdaten heruntergeladen werden, sondern am besten gleich die gewünschten Aggregationen wie Mittelwerte oder Klassierun-



Interaktive Statistik-Charts lassen sich mit Office Analytics in PowerPoint nicht nur bequem entwickeln, sondern auch ohne Server-Kontakt präsentieren.

gen. Um die daraus erarbeiteten Auswertungen später als Bestandteile eines Word- oder PowerPoint-Dokuments zu präsentieren und beispielsweise auf

Einzelaspekte zu fokussieren, kommt man dagegen auch ohne Serverkontakt aus. Lizenzgebühren für das System aus Server und Add-ins für 10 Anwender

beginnen bei 19 000 Euro. Demnächst will der Hersteller seine Software auch als Cloud-Dienst mit geringeren Einstiegskosten vermarkten. (hps@ct.de)

Maschineneinsatz nach Plan

Bosch Software Innovations hat auf Basis seiner IoT-Suite, die in Fabrikhallen das Internet of Things ermöglichen soll, den Production Rules Configurator als neues Werkzeug herausgebracht.

Damit lässt sich festlegen und verdeutlichen, wie maschinen-spezifische Produktionsdaten miteinander zusammenhängen und den gesamten Produktionsablauf beeinflussen. Zum Beispiel

soll das Programm die Daten aus einem MES (Manufacturing Execution System) miteinander verknüpfen und nach festgelegten Regeln Alarm schlagen, wenn eine Maschine vorsorglich nach-

justiert werden sollte. Auch beim Anpassen von Wartungsintervallen und der flexiblen Einsatzplanung von Maschinen soll der Configurator Entscheidungshilfen liefern. (hps@ct.de)

Anzeige

Apple Music: 6,5 Millionen zahlende Kunden

Apple konnte für seinen Musik-Streamingdienst „Apple Music“ in den gut drei Monaten seit dem Start 6,5 Millionen zahlende Kunden gewinnen. Weitere 8,5 Millionen Nutzer seien noch in der dreimonatigen Gratis-Probezeit, teilte Konzernchef Tim Cook mit. Apple Music liegt damit in etwa auf einer Höhe mit dem französischen Konkurrenten Deezer, der die Zahl von 6,3 Millionen Abo-Kunden nennt. Der derzeitige Musik-Streaming-Marktführer Spotify aus Schweden kommt nach jüngsten Zahlen auf 20 Millionen zahlende Abonnenten bei insgesamt 75 Millionen Nutzern.

Apple stieg erst Ende Juni ins Musik-Streaming-Geschäft ein, verzichtete aber auf eine werbe-

finanzierte Gratis-Version seines Dienstes und richtete stattdessen ein Internetradio ein. Der Markteintritt war mit Spannung verfolgt worden, da Apple insgesamt rund 800 Millionen Kunden hat. Marktbeobachter erwarteten, dass mit Apple Music das Musikhören endgültig revolutioniert würde. Davon kann bislang angesichts der Abonnentenzahlen kaum die Rede sein – insbesondere, wenn man berücksichtigt, dass die Apple-Music-App mit jedem iOS 9 mitgeliefert wird. Apple soll intern 100 Millionen zahlende Kunden als Ziel ausgegeben haben. Nach ersten Berichten über geringe Konversionsraten zu bezahlten Abos betonte Apple mehrfach, man plane den Service langfristig. (sha@ct.de)

Dolby Atmos und DTS:X: Sonys erster Receiver für objektbasierten Raumklang

Sony hat mit dem STR-ZA5000ES seinen ersten Audio/Video-Receiver angekündigt, der die objektbasierten Surround-Formate Dolby Atmos und DTS:X mit Höhenlautsprechern unterstützt. Das Modell soll im Frühjahr 2016 in den USA für rund 2800 Dollar auf den Markt kommen. Dolby Atmos wird ab Verkaufsstart ver-

fügbar sein, das kostenlose Firmware-Update für DTS:X kommt eventuell erst später. Letzteres ist auf Probleme bei DTS zurückzuführen, die alle AV-Receiver-Hersteller treffen (siehe c't 22/15, S.18).

Im STR-ZA5000ES steckt eine Endstufe mit 9 x 130 Watt, für den Anschluss von Zuspielern und Displays stehen sechs HDMI-Eingänge beziehungsweise zwei HDMI-Ausgänge bereit. Alle bieten volle HDCP-2.2-Unterstützung und 4K-Wiedergabe mit

Sony bringt mit dem STR-ZA5000ES einen 9.2-Receiver, der auch Deckenlautsprecher befeuern kann.



Da kann man kaum nein sagen: Apple schenkt jedem Kunden einen 3-Monate-Gratiszugang zu Apple Music.

Polar-Armband mit Pulsmesser

Wollte man als Nutzer eines Polar-Produkts seine aktuelle Herzfrequenz erfahren, lief dies bislang zwingend über einen per Funk angebundenen Brustgurt. Nun kündigt das Unternehmen mit dem „A360“ ein Fitness-Armband mit im Gehäuse integrierten Pulssensor an. Laut Polar wird die Herzfrequenz über eine proprietäre Technik ermittelt, die mit zwei grünen LEDs und einer Fotodiode arbeitet.

Das A360 richtet sich offenbar an die gleiche Zielgruppe wie Polars aktuelles Armband Loop: Es ist ein Rund-um-die-Uhr-Aktivitätstracker, bei dem man für Trainingseinheiten einen Sportmodus aktivieren kann. Während des Sports wird dann die Herzfrequenz erfasst – beim Loop über einen Brustgurt, beim A360 dann vom Gerät selbst. Neu ist auch das 13 mm x 23,5 mm große Touch-Farbdisplay mit



Das Fitness-Armband A360 ist Polars erstes Produkt, das zur Herzfrequenzmessung keinen externen Brustgurt benötigt.

einer Auflösung von 80 x 160 Pixel. Darauf zeigt das A360 auch Nachrichten an, die auf einem gekoppelten Smartphone eintreffen (Smart Notification).

Mit einer Akkuladung soll das bis 30 Meter Tiefe wasserdichte Gerät bis zu zwei Wochen laufen – mit 24-stündiger Aktivitätsüberwachung und einer täglichen Sportheinheit von einer Stunde, allerdings ohne Nutzung der Smart Notification. Der Akku lässt sich per Micro-USB aufladen. Das Polar A360 soll ab November mit drei unterschiedlich langen Armbändern in Weiß und Schwarz zu Preisen ab 200 Euro erhältlich sein. (nij@ct.de)

Audio/Video-Notizen

Mit dem „Chord Finder“ macht Überchord ein Feature seiner gleichnamigen Musik-App online zugänglich. Ab sofort können Gitarristen in der **Akkorddatenbank** auf der Homepage des Berliner App-Entwicklers nach Akkorden mit den zugehörigen Griffmustern suchen. Das Angebot ist kostenlos.

Osram bietet für sein Lichtsystem „Lightify“ ab sofort ein **vernetztes LED-Leuchtmittel** für E14-Sockel an. Die Leuchte verbindet sich per ZigBee mit dem Lightify-Gateway von Osram und lässt sich anschließend per App steuern. Die dimmbare E14-Leuchte erzeugt weißes Licht, dessen Farbtemperatur aber von 2700 bis 6500K veränderbar ist.

Anzeige

Holger Bleich

Vorratsdatenspeicherung 2.0

Gesetz zur „Höchstspeicherfrist“ tritt bald in Kraft

Am 16. Oktober passierte der neue Anlauf für eine Vorratsdatenspeicherung den Bundestag. Das Gesetz könnte schon im November in Kraft treten. Bürgerrechtler haben eine Verfassungsklage angekündigt. Die Provider rechnen mit Investitionskosten in Höhe von 600 Millionen Euro.

Auf einmal ging alles ganz schnell: Im Hauptausschuss hat die Bundesregierung Mitte Oktober ihr neues Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung durch den Bundestag gebracht. Nachdem der Rechtsausschuss zugestimmt hatte, stand das sogenannte „Gesetz zur Einführung einer Speicherpflicht und einer Höchstspeicherfrist für Verkehrsdaten“ bereits zwei Tage später im Parlament zur Abstimmung. 404 Abgeordnete haben für die neue Vorratsdatenspeicherung votiert, 148 waren dagegen, 7 enthielten sich – die Opposition verfügt lediglich über 127 Stimmen.

Das Gesetz schreibt Zugangsanbietern vor, zugewiesene IP-Adressen und Port-Nummern sowie die Zeit und Dauer der Internetverbindung für zehn Wochen zu speichern. Außerdem soll bei mobiler Nutzung der Standort für vier Wochen gespeichert werden. Dasselbe gilt für Handygespräche. Bei allen Telefonverbindungen müssen Rufnummer, Zeit und Dauer der Telefonate und Sende- und Empfangszeiten aller SMS-Nachrichten für zehn Wochen gespeichert werden.

Die ursprüngliche Vorratsdatenspeicherung mit längeren Fristen hatte das Bundesverfassungsgericht 2010 kassiert. Voriges Jahr kippte der Europäische Gerichtshof (EuGH) auch die EU-Richtlinie, er zeigte sich zudem äußerst skeptisch gegenüber jeglicher anlasslosen Überwachung. Bundesjustizminister Heiko Maas (SPD) hatte monatelang versucht, Forderungen aus den Reihen von CDU und CSU standzuhalten, schließlich aber auf Anweisung des SPD-Parteichefs Sigmar Gabriel nachgegeben und im Mai einen neuen Gesetzentwurf vorgelegt.

„Zusätzliches Instrument“

Auch der Bundesrat hat dem Gesetzespaket bereits zugestimmt. Nachdem es der Bundespräsident mit seiner Unterschrift abgesegnet hat, dürfte es noch im November 2015 mit seiner Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt in Kraft treten. Das heißt allerdings nicht, dass damit die Speicherpflicht sofort greift. Nachdem das Gesetz in Kraft getreten ist, wird zunächst die Bundesnetzagentur 12 Monate Zeit haben, konkrete technische Auflagen für die Speicherung zu erarbeiten. Danach werden die zur Vorratsdatenspeicherung verpflichteten Provider sechs Monate Frist zur Umsetzung dieser Vorgaben erhalten, sodass mit einer Speicherung wohl frühestens Mitte 2017 zu rechnen ist. „Wir

geben Justiz und Polizei bei schwersten Straftaten ein zusätzliches Instrument in die Hand“, verteidigte Minister Maas seinen Entwurf in der abschließenden Bundestagsdebatte. Es werde zwar in die informationelle Selbstbestimmung eingegriffen, dies sei aber zulässig, wenn man alle Argumente abwäge. Der Entwurf werde „der höchstrichterlichen Rechtsprechung vollumfänglich gerecht“.

Zuvor angehörte Sachverständige sowie diverse Verbände teilen diese Ansichten nicht. Der Gesetzgeber müsste darlegen, inwieweit es überhaupt einer Vorratsdatenspeicherung für alle 80 Millionen Bundesbürger bedürfe, erklärte etwa der Deutsche Anwaltverein (DAV). Laut einer Studie wirke sie sich auf Verbrechensbekämpfung praktisch nicht aus. Berufsgeheimnisträger müssten laut Europäischem Gerichtshof ausgenommen werden, was der Entwurf nicht leiste. Der Gesetzentwurf enthalte zudem – anders als das Bundesjustizministerium meinte – Auskunftsrechte für Geheimdienste. Staatliche Stellen dürften selbst „Früchte illegaler Datensammlung“ verwerten.

In die gleiche Kerbe schlägt der Verband „Reporter ohne Grenzen“. „Dies ist ein schwarzer Tag für den journalistischen Quellenschutz in Deutschland“, sagte Vorstandsmitglied Matthias Spielkamp. „Die Vorratsdatenspeicherung wird Informanten von der Kontaktaufnahme mit Journalisten abschrecken.“ Der neue Straftatbestand „Datenhehlerei“, der ebenfalls im Gesetzespaket enthalten ist (siehe c't 23/15, Seite 47), schaffe Rechtsunsicherheit für Journalisten und ihre Informanten und werde dadurch zusätzlich abschreckend wirken.

Oppositionelle und Bürgerrechtler haben bereits Verfassungsbeschwerde gegen das Überwachungsgesetz angekündigt. Rena Tangens vom Verein Digitalcourage betonte: „Weil politische Diskussion und sachliche Argumente offenbar nichts mehr ausrichten, werden wir den juristischen Weg gehen.“ Vorbereiten wird die Klage der Berliner Anwalt Meinhard Starostik, der bereits rund 35 000 Bürger erfolgreich bei der Verfassungsbeschwerde gegen das vormalige Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung in Karlsruhe vertreten hat. Wer das Vorhaben unterstützen will, kann dies über ein Webformular tun.

Kostenlawine

Schon jetzt ist klar, dass die neue Vorratsdatenspeicherung eine Menge Geld kosten wird, so sie denn tatsächlich umgesetzt werden muss. Im Juli erläuterte die mit der Umsetzung beauftragte Bundesnetzagentur (BNA) in einer internen Präsentation, mit welchen Kosten sie minimal rechnet. Die Behörde selbst will 25 Planstellen schaffen und plant dafür rund drei Millionen Euro pro Jahr ein. Die „reinen Investitionskosten“ für die Speicher-Infrastruktur beziffert die BNA mit mindestens 260 Millionen Euro. Die Wartung werde bei jedem Provider nochmals zwischen 10 und 25 Prozent der Investitionssumme verschlingen.

Der Provider-Verband eco hält diese Schätzung für zu niedrig. Bereits das 2007 verabschiedete, verfassungswidrige Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung habe zwischen 150 und 340 Millionen Euro verschlungen. Nun sei mit deutlich höheren Kosten als bei der Regelung von 2007 zu rechnen: „eco geht nach ersten Hochrechnungen von einer Verdoppelung der Kosten gegenüber dem Niveau von 2007 auf rund 600 Millionen Euro aus.“ Diese Kosten dürften zumindest teilweise auf die Verbraucherpreise umgeschlagen werden. (hob@ct.de)

digitalcourage

Blog Themen Mithören Support Presse Über uns Kontakt

Vorratsdatenspeicherung?
Nicht schon wieder!

Sowohl das Bundesverfassungsgericht als auch der Europäische Gerichtshof in Luxemburg haben die Vorratsdatenspeicherung als grundrechtswidrig abgelehnt. Da der Bundestag nun mit besserem Wissen das neue Gesetz zur Vorratsdatenspeicherung beschließt, werden wir mit unserem Rechtsanwalt Meinhard Starostik Beschwerde beim Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe einlegen.

[Mehr Info zur Vorratsdatenspeicherung](#)

Ja, ich unterstütze die Verfassungsbeschwerde gegen Vorratsdatenspeicherung!

Anrede * Vorname * Nachname *

5-Minuten-Info

VORRATSDATENSPEICHERUNG? NICHT SCHON WIEDER!

Verfassungsbeschwerde unterzeichnet! digitalcourage.de/weg-mit-vds

Über uns

Digitalcourage e.V. engagiert sich seit 1987 für Grundrechte, Datenschutz und eine lebenswerte Welt im digitalen Zeitalter. Wir sind technikaffin, doch wir wahren uns.

Die Bürgerrechtler von Digitalcourage sammeln Geld und Unterschriften für eine Verfassungsklage gegen die beschlossene Vorratsdatenspeicherung.

Neues bei OpenBSD und NetBSD

Die freien Unix-Derivate OpenBSD und NetBSD wurden in neuen Versionen veröffentlicht. Während NetBSD 7.0 mit besserer ARM-Unterstützung glänzt, feiert OpenBSD mit der neuen Version 5.8 seinen zwanzigsten Geburtstag.

NetBSD verbessert mit Version 7.0 den Support für Multiprozessor-ARM-Systeme. Das freie Unix läuft jetzt auch auf einigen günstigen ARM-Boards wie dem Raspberry Pi 2, Odroid C1, BeagleBoard und BeagleBone (Black), Boards mit den Allwinner-CPUs

A20 und A31 (Cubieboard2, Cubietruck, Banana Pi) sowie dem E-Book-Reader Kobo Touch und Sharps ARM-Netbook Netwalker. x86-Systeme mit modernen Intel- oder Radeon-GPUs sollen nun in den Genuss hardwarebeschleunigter Grafik kommen. Der Installer beherrscht inzwischen auch den Umgang mit GPT-Partitionstabellen. Dazu kommen eine Vielzahl neuer und erweiterter Treiber.

OpenBSD wiederum wich anlässlich seines Jubiläums vom üblichen Veröffent-

lichungsschema ab und gab am 18. Oktober Version 5.8 frei – genau zwanzig Jahre nach der Abspaltung von NetBSD. Die neue OpenBSD-Version bringt unter anderem aktuelle Treiber vor allem für Realtek-Hardware und verbesserten GPT-Support bei der Installation. Das recht umfangreiche „sudo“ wurde vom Basissystem in die Ports verlagert und wird durch das einfachere „doas“ von Ted Unangst ersetzt. Die vielen weiteren Neuerungen erläutern die Release Notes auf der Projekt-Website. (lmd@ct.de)

Red Hat übernimmt Ansible

Der Linux-Distributor Red Hat hat angekündigt, das Unternehmen Ansible, das die gleichnamige Open-Source-Plattform herausgibt, für über 100 Millionen US-Dollar zu übernehmen. Die Plattform zur Konfiguration und Automatisierung komplexer Deployments konkurriert mit Konfigurationsmanagement-Werkzeugen wie Puppet, Chef und SaltStack. Das in Python programmierte Ansible ist allerdings jünger und setzt stärker auf Devops-Methoden. Auch das von Red

Hat geförderte Fedora-Projekt setzt Ansible zur Verwaltung seiner IT-Systeme ein.

Einige Ansible-Mitarbeiter arbeiteten früher bei Red Hat; darunter Saïd Ziouani und Todd Barr, Gründer und Chief Executive Officer respektive Senior Vice President für Sales- und Marketing-Belange bei Ansible. Das hinter Ansible stehende Unternehmen wurde 2013 gegründet und hat seinen Sitz in Durham, North Carolina, wo einst auch Red Hat seinen Stammsitz hatte, bevor die Open-Source-

Firma ins wenige Kilometer entfernte Raleigh umzog. Ansible beschäftigt rund 50 Mitarbeiter und hat über 500 Kunden, zu denen auch Atlassian, Cisco, Evernote, Hootsuite, Twitter und eben Red Hat zählen. Ansible ist auch Bestandteil von Red Hat Enterprise Linux (RHEL), das es via Extra Packages for Enterprise Linux (EPEL) erhält. Und auch auf Red Hats Platform as a Service (PaaS) OpenShift und die Open-Stack-Distribution des Unternehmens ist Ansible abgestimmt. (lmd@ct.de)

Oracle veröffentlicht MySQL 5.7

Mit der neuen Version 5.7 will Oracle die Open-Source-Datenbank-Software MySQL durch native JSON-Datentypen und -Funktionen der NoSQL-Welt öffnen. Ein neues Binärformat soll für möglichst effizientes Speichern und Suchen sorgen. Administratoren können mit CREATE TABLE beziehungsweise ALTER TABLE JSON-Spalten erzeugen. Funktionen wie JSON_DEPTH oder JSON_LENGTH liefern Informationen über die Inhalte aus den nicht relationalen Daten.

Bei den Verbesserungen betont Oracle den Performance-Zuwachs gegenüber der Vorversion: Im Testszenario eines SysBench Read-only Point-Selects mit 1024 Connec-

tions erreichte MySQL 5.7 demnach mit 1 600 000 QPS (Queries per Second) die dreifache Geschwindigkeit des Vorgängers. Zu den weiteren Ergänzungen gehören die Optimierung des InnoDB-Speichersubsystems, verbesserte Replikationsfunktionen und Erweiterungen bei der Sicherheit.

Das Performance-Schema zur Überwachung und Optimierung des MySQL-Servers erfuhr eine weitläufige Überarbeitung. Desse Anwendung soll das Sys-Schema vereinfachen, das bisher ein separates Modul war und mit Version 5.7 Einzug in die Grundausstattung hält. Seitdem Oracle im Januar 2010 das Ruder bei MySQL übernommen

hat, kritisieren sowohl Nutzer als auch ehemalige Unterstützer und Programmierer, dass sich die Datenbank immer weiter vom Open-Source-Konzept entferne. Zwar gab es schon vorher eine kommerzielle Variante, seit der Übernahme aber gehe die Schere zwischen der bezahlten und der freien Version immer weiter auseinander. Die Unzufriedenheit führte unter anderem dazu, dass zahlreiche Entwickler und Anwender zum MySQL-Ableger MariaDB wechselten. Bei der Ankündigung zu MySQL 5.7 betont Oracle daher vermutlich nicht zufällig die Bedeutung der Community für das Open-Source-Projekt. (lmd@ct.de)

Peter-Michael Ziegler

Agritechnica 2015

Smart Farming und intelligente Traktoren

Alle zwei Jahre werden auf der weltweit größten Landtechnik-Messe in Hannover Innovationen aus dem Agrarbereich vorgestellt. Die meisten der mehr als 300 Neuheiten der diesjährigen Agritechnica (8. bis 14. November) wären ohne IT nicht möglich.

Fädelt sich ein Lkw mit teilautonomen Fahrfunktionen in den Straßenverkehr ein, ist das vielen Medien eine Schlagzeile wert. Viel weniger bekannt ist hingegen, dass autonomes Fahren im Agrarbereich längst zum Alltag gehört. Mehr als 75 Prozent der hierzulande verkauften Großtraktoren sind mit automatischen Lenksystemen ausgestattet, die es dem Landwirt erlauben, Felder computergestützt mit einer Genauigkeit bis in den Zentimeterbereich zu bearbeiten.

Besitzer von Traktoren mit RTK-Technik (Real Time Kinematic) an Bord brauchen nicht einmal mehr einzutreten, wenn der Schlepper nach dem Abfahren einer Ackerbahn im sogenannten Vorgewende drehen muss, um die nächste Bahn in umgekehrter Fahrtrichtung zu bearbeiten. Das erledigen solche Hightech-Maschinen heute ebenfalls vollautomatisch und hochpräzise; der Fahrer muss nur noch überwachen.

In den USA sind unterdessen schon die ersten autonomen Multi-Fahrzeug-Systeme mit Schwarmintelligenz im Einsatz. Mehrere Mähdrescher ernten dabei gleichzeitig ein großes Getreidefeld ab. Ist der Korntraktor eines Mähdreschers voll, fordert der Fahrer per Tablet-PC einen von mehreren autonomen Traktoren mit anhängendem Überladewagen an. Die System-Software aktiviert ein Gespann in der Nähe, das dann selbstständig zum Mähdrescher fährt, das Korn übernimmt

und zu einem am Feldrand wartenden Lkw transportiert.

Entwickelt haben das System die US-Firmen Kinze Manufacturing und Jaybridge Robotics. Zur Lokalisierung der Maschinen auf dem Feld und die Planung von Fahrtrouten werden RTK-GPS-Signale, Informationen von Inertialsensoren und Odometrie-Daten der Fahrzeuge ausgewertet, also Unterstützung der Satellitennavigation durch Trägheitsnavigation und Erfassung zurückgelegter Wege. Die fahrerlosen Traktoren sind zusätzlich mit Radar- und LiDAR-Systemen zur Hinderniserkennung sowie Videokameras ausgestattet. Kommuniziert wird über WLAN (kurze Entfernung) und Mobilfunk (lange Distanzen).

Teach and Playback

Kinze Manufacturing ist ebenso auf der diesjährigen Agritechnica vertreten wie das Marktoberdorfer Unternehmen Fendt, das zu den Vorreitern bei der Entwicklung autonomer Landmaschinen in Deutschland gehört. Zusammen mit der niederländischen Firma Probotiq hat Fendt beispielsweise Nachrüstlösungen für seine Vario-Reihe konzipiert, die den Schleppern nicht nur vollautonome Fahrfunktionen verleihen, sondern sie auch dazu bringt, Arbeiten, die sonst händisch ausgeführt werden müssen, gleich mit zu erledigen – beispielsweise das Spritzen von Bäumen in Obstplantagen.

Bei den „Fendt Xpert-Systemen“ von Probotiq kommt eine sogenannte „Teach and Playback“-Technik zum Einsatz: Zunächst fährt der Landwirt von einem definierten Startpunkt aus einmal die Reihen der Obstplantage ab und bedient ganz normal die Spritzeinheit. Die Lern-Funktion des Systems registriert dabei alle Aktionen des Fahrzeugs und des Anbaugeräts und hinterlegt diese Informationen in einer digitalen Karte. Sollen die Bäume später erneut gespritzt werden, muss der Landwirt nur die gespeicherte Route aufrufen. Das Fahrzeug macht sich dann von selbst auf den Weg und führt dieselben Aktionen aus wie bei der Lernfahrt.

Zu einer der fünf Goldmedaillen der Agritechnica, die für „wegweisende Innovationen in der Landtechnik“ verliehen werden, hat es 2015 aber kein Hersteller von autonomen Landmaschinen geschafft. Vielmehr stehen erstmals Smart-Farming-Lösungen im Mittelpunkt – ein Novum in der 30-jährigen Geschichte der Agritechnica.

Nährstoffmanagement

Ausgezeichnet wird unter anderem „Connected Nutrient Management“, ein Projekt, an dem gleich mehrere Unternehmen beteiligt sind: die Landmaschinen-Hersteller John Deere, Rauch und Sulky, die Vista Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH sowie der Agrar-Software-Hersteller Land-Data Eurosoft. Die zur BayWa-Gruppe gehörende Land-Data Eurosoft firmiert inzwischen unter dem Namen FarmFacts (siehe dazu auch das Interview auf Seite 41).

„Connected Nutrient Management“ ist ein System, mit dem der Landwirt den Bedarf an Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor auch für Teilbereiche seiner Felder präzise bestimmen kann, um so die Ausbringung von Düngemittel zu optimieren. Dazu werden während der Wachstumsphase Daten von Erderkundungssatelliten ausgewertet, um Biomasse-Karten zu erstellen.

Über den Zuwachs an Biomasse lässt sich dann ausrechnen, wie der Ernährungszustand der Felder ist. Außerdem fließen in die Berechnungen Daten von Bodenproben sowie von Sensoren ein, die den Stickstoffgehalt des Pflanzenbestandes direkt auf dem Acker messen. Aus diesen Informationen generiert das System dann eine Düngerapplikationskarte und liefert auch gleich die notwendigen Einstellparameter für einen ISO-BUS-tauglichen Düngerstreuer mit.

„Eine vergleichbare integrierte Lösung hat es bisher nicht gegeben“, begründet die Jury der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) ihre Goldmedaillen-Vergabe. Bislang sei die Erstellung einer Nährstoffbilanz mit einem großen händischen Rechen- und Planungsaufwand für den Landwirt verbunden gewesen. Das neue System erhöhe nicht nur die Präzision beim Düngereinsatz, sondern reduziere auch Kosten und ermögliche Ertragssteigerungen. Alles Kriterien, die Smart-Farming-Lösungen auszeichnen.

(pmz@ct.de)



Über die satelliten-gestützte Smart-Farming-Lösung „Connected Nutrient Management“ lässt sich der Nährstoffbedarf eines Feldes sehr genau bestimmen.

Digitalisierung der Landwirtschaft

Wer in Deutschland über Landwirtschaft spricht, kommt an der BayWa AG nicht vorbei. Der 15-Milliarden-Euro-Konzern aus München ist nicht nur Europas größter Agrarhändler, sondern auch einer der bedeutendsten Agrartechnik-Distributoren im Land. Weitere Standbeine sind der Handel mit Betriebsmitteln und Baustoffen, Energie sowie der Bau von Windkraft- und Solaranlagen.

Künftig will der Konzern auch zum europäischen Marktführer bei Smart-Farming-Lösungen aufsteigen. Mit der Übernahme des IT-Dienstleisters PC-Agrar wurde Anfang 2015 ein erster Schritt getan. In München sprachen wir mit BayWa-CEO Klaus Josef Lutz über Hightech in der Landwirtschaft, Breitbandversorgung im ländlichen Raum und das Freihandelsabkommen TTIP.

ct: Herr Lutz, mit PC-Agrar hat die BayWa AG seit kurzem einen großen Anbieter von Smart-Farming-Software im Konzern. In welche Richtung entwickelt sich die Landwirtschaft?

Klaus Josef Lutz: Als internationales Handels- und Dienstleistungsunternehmen sind wir in vielen Regionen dieser Erde aktiv. Dabei stellen wir fest, dass der Technisierungsgrad in der Landwirtschaft überall zunimmt. Es gibt einen großen Bedarf an intelligenten Lösungen, um die Produktivität weiter zu steigern und Kosten zu senken.

Schauen Sie sich zum Beispiel die Entwicklung beim Anbau von Getreide an. Durch den Einsatz moderner Technologien konnten in den vergangenen fünfzig Jahren die Erträge pro Hektar verdreifacht werden. Gleichzeitig nimmt mit der wachsenden Weltbevölkerung die verfügbare Pro-Kopf-Anbaufläche aber kontinuierlich ab.

Mit konsequenter Digitalisierung können wir die Landwirtschaft noch effizienter gestalten. Dazu gehören nicht nur vernetzte Maschinen und der Einsatz intelligenter Farm-Management-Systeme, sondern auch die verstärkte Nutzung von Sensorik auf dem Acker und die Einbindung von Daten aus dem All, die neue Erderkundungssatelliten wie Sentinel liefern.

Wir erwarten jetzt keinen Big Bang, der von heute auf morgen alles verändert – aber diese Entwicklung wird die Prozesse im Agrarsektor dramatisch verändern. Wir stehen am Beginn einer – wie wir es nennen – revolutionären Evolution bei der Digitalisierung der Landwirtschaft.

ct: Aber wie passt eine solche Digitalisierungsstrategie mit dem schleppenden Breitbandausbau insbesondere im ländlichen Raum zusammen?

Lutz: Das ist in der Tat ein Problem, das wir auch massiv kritisieren. Hier ist die Politik sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene gefordert. Trotzdem sind unsere Smart-Farming-Produkte bereits in rund 30 000 landwirtschaftlichen Betrieben im

Einsatz. Bei Betrieben mit mehr als 300 Hektar Nutzfläche sind wir damit Marktführer in Deutschland.

Künftig wollen wir aber jedem Landwirt unabhängig von der Größe seines Betriebes ermöglichen, Smart-Farming-Lösungen einzusetzen. Deshalb bauen wir eine neue Produktlinie auf, die von unserer Beteiligung FarmFacts – ehemals Land-Data Eurosoft – vertrieben wird und erstmals auf der diesjährigen Agritechnica zu sehen ist. Die neuen Produkte sind modular gestaltet, Cloud-gestützt und bieten günstige Lösungen für Smart-Farming-Einsteiger. Ziel ist, die Marktführer-Position im Bereich Smart Farming auch auf europäischer Ebene auszubauen.

Außerdem arbeiten wir intensiv am Relaunch unserer E-Commerce-Plattform, der unter dem Arbeitstitel BayWa-Online-World läuft. Das Projekt setzen wir gemeinsam mit unserer IT-Tochter RI-Solution um,



Klaus Josef Lutz ist seit 2008 Vorstandsvorsitzender der BayWa AG. Der Jurist und Hochschulprofessor war früher auch in der IT-Branche tätig, unter anderem als Chef von Digital-Kienzle und der DITEC Informationstechnologie AG.

Freihandelsabkommen per se gut. Wir müssen die Märkte öffnen.

Gerade in der Landwirtschaft ist Freihandel notwendig. In Deutschland produzieren wir mehr landwirtschaftliche Erzeugnisse, als wir verbrauchen. Der Handel mit Agrarprodukten ist also ein wichtiger Geschäftssektor für uns – und dafür benötigen wir globale Märkte. Wer meint, sich in der poli-

„Wir haben den Anspruch, Europas Marktführer bei Smart Farming zu werden“

die auch für die Rechenzentren der BayWa AG zuständig ist. Der zweistellige Millionenbetrag, den wir 2015 voraussichtlich über unsere Online-Shops umsetzen, reicht aber für ein Handelsunternehmen unserer Größe grundsätzlich nicht aus. Da ist noch viel Potenzial nach oben.

ct: Viel diskutiert wird derzeit über TTIP, das geplante Freihandelsabkommen zwischen Europa und den USA. Wie stehen Sie zu TTIP?

Lutz: Das einzige, was ich bislang kritisiert habe, sind die geheimen Schiedsgerichte, die hinter den Kulissen agieren sollen. Das lehne ich aus demokratischen und politischen Gründen ab. Aber da tut sich ja offenbar einiges. Ansonsten sind Freihan-

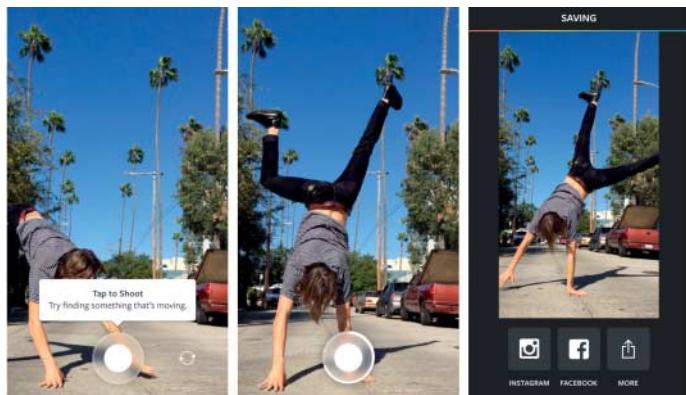
tischen Auseinandersetzung beim Thema Agrar ausschließlich auf lokale Märkte konzentrieren zu können, liegt falsch.

Die Welt verändert sich. Und wir als internationales Unternehmen müssen sehr genau verfolgen, wo sich neue Märkte bilden. Wachstumspotenziale sehen wir beispielsweise auch auf dem afrikanischen Kontinent. Künftig werden Länder des südlichen Afrikas eine wesentlich wichtigere Rolle im Agrarsektor spielen. In Sambia sind wir bereits präsent und vertreiben gemeinsam mit dem südafrikanischen Unternehmen Barloworld ab November dort moderne Landtechnik und bieten den dortigen Farmern auch Beratung beim Pflanzenbau an. (pmz@ct.de)

App von Instagram dreht Mini-Videos

Die Video-App Boomerang von der Facebook-Tochter Instagram erstellt Mini-Clips aus Videoaufnahmen. Momentaufnahmen wie das Auspusten von Geburtstagskerzen, der Sprung vom Dreimeterbrett oder das Kunststück eines Haustiers laufen vorwärts und wieder rückwärts in Schleife.

Die Mini-Videos lassen sich ähnlich wie die seit 2014 möglichen Hyperlapse-Zeitrafferaufnahmen auf Instagram und Facebook veröffentlichen. Boomerang steht für iOS ab Version 7.0 kostenlos zur Verfügung. Eine Android-Version soll in Kürze im Google-Play-Store erscheinen. (akr@ct.de)



Die Video-App Boomerang erfasst Bewegungen, erstellt daraus Mini-Clips und postet sie auf Instagram oder Facebook.

Wörterbuch zum Schütteln

Instadict ist ein einsprachiges Wörterbuch für Android, das durch Schütteln des Mobilgeräts aufgerufen wird; aktuell gibt es Versionen für Englisch, Französisch, Spanisch und Italienisch. Liest der Anwender auf dem Smartphone einen englischen Text, so genügt es zum Nachschlagen, das unbekannte Wort zu kopieren und anschließend das Mobilgerät kräftig auf und ab zu bewegen. Instadict blendet

daraufhin am unteren Bildschirmrand englischsprachige Erklärungen und Umschreibungen des gesuchten Stichworts ein.

Die kostenlose App greift auf den Datenbestand von Wiktionary zurück. Unmittelbar nach der Einrichtung funktioniert sie nur online, für eine schnellere Anzeige der Erklärungen und zur Offline-Nutzung lassen sich die Wörterbuchbestände aber auch herunterladen. (dwi@ct.de)

Lively exportiert Live Photos in gängige Formate

Zu den neuen Funktionen des iPhone 6s gehören die Live Photos: 3-Sekunden-Clips, in denen der Moment vor und nach der eigentlichen Aufnahme mit aufgezeichnet wird. Sie werden auf anderen Geräten unter iOS oder OS X richtig angezeigt – außerhalb des Apple-Kosmos kann man sie jedoch nicht anschauen und auch das Hochladen in soziale Netzwerke ist nicht möglich.

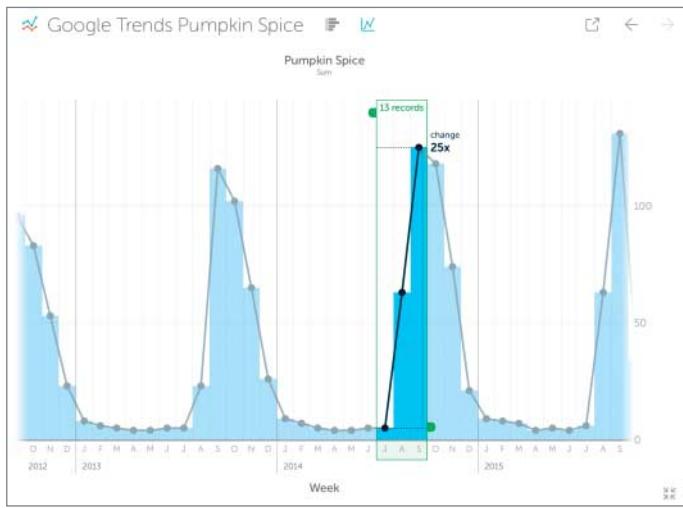
Eine neue App namens Lively verwandelt Live Photos in MOV- oder GIF-Dateien. Die fertigen Mini-Videos und GIF-Dateien speichert Lively im Fotoalbum des Mobilgeräts. Die App für iOS ab 9.0 lässt sich kostenlos einrichten und ausprobieren. Nachdem der Anwender drei Live Photos exportiert hat, werden zur weiteren Nutzung per In-App-Kauf 1,99 Euro fällig. (dwi@ct.de)

Anzeige

Excel-Daten interaktiv im iPad

Mit der kostenlosen iPad-App Vizable von Tableau mausern sich Excel-Daten zu grafischen Auswertungen, die man per Touch umstellen und verfeinern kann. Verglichen mit den Diagramm-Fähigkeiten von Excel bietet Vizable eine größere Auswahl an Charttypen als die Excel-Web-App sowie Funktionen, die deutlich schneller als mit dieser zu einer Prognose oder zu Anmerkungen mit Prozentangaben führen.

An den Funktionsumfang von Tableau Online kommt das derzeit nur in Englisch verfügbare Vizable nicht heran. Anders als der Web-Dienst funktioniert die App aber auch offline bequem mit XLS-, XLSX- und CSV-Dateien als Datenquellen; die Daten dafür müssen aus einem Cloud-Speicher stammen – eine Datei, die als Mail-Anhang auf das Mobilgerät gelangte, bearbeitete die App im Test nicht. (hps@ct.de)



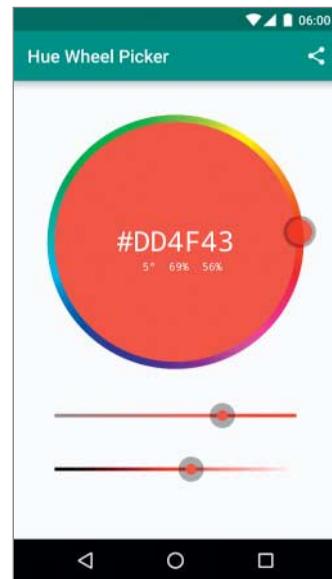
Vizable vom Datenanalyse-Spezialisten Tableau visualisiert Daten unkompliziert und komfortabel.

Anzeige

Farben-Lupe

Außer dem Retro-Minispiel namens Pixolor gibt es im Google Play Store neu auch eine App mit gleichem Namen, mit deren Hilfe sich der RGB-Wert von beliebigen auf dem Bildschirm dargestellten Farben bestimmen lässt. Wenn die App aktiv ist, macht sie sich als runder, zoombarer Kreis bemerkbar, der wie eine Lupe die darunterliegenden Pixel vergrößert darstellt. Auf dem Rand dieses Kreises notiert Pixolor den hexadezimalen Farbcode des Pixels in der Mitte des vergrößerten Bereichs. Aus Screenshots generiert das Tool die passende Farbpalette.

Die App für Android ab Version 4.1 lässt sich kostenlos herunterladen und während einer Testphase werbefrei nutzen. Nach einiger Zeit zeigt sie während der Nutzung Werbeeinblendungen, die sich durch einen In-App-Kauf dauerhaft entfernen lassen. (dwi@ct.de)



Mit dem „Hue Wheel color picker“ von Pixolor lassen sich Farben exakt bestimmen.



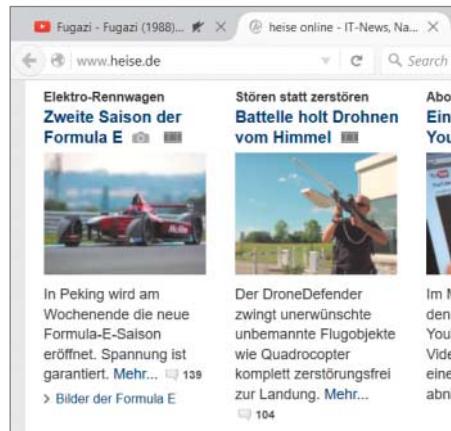
ct Alle Apps
dieser beiden Seiten
unter ct.de/yvug

Firefox blockt Tracker

Mit der Firefox-Version 42, die am 3. November für Windows, Linux, Mac OS und Android erscheinen soll, will Mozilla nicht nur die Frage nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest beantworten, sondern auch ein paar besondere neue Features einführen. Das meistdiskutierte ist der eingebaute Tracking-Schutz: Sobald der Nutzer im privaten Modus surft, lädt Firefox keine Inhalte mehr herunter, die Datenspuren sammeln.

Die Nutzer würden vom privaten Modus erwarten, dass er ihre Privatsphäre auch nach außen schützt, so Mark Mayo, der Leiter der Firefox-Entwicklung. Dabei sollte das Feature schonender mit den Inhalten umgehen als beim kompletten Blocken von Drittinhalten, das auch weiterhin möglich ist. Die Filterliste übernimmt Mozilla von dem Open-Source-Unternehmen disconnect.me.

Diese Neuerung kommt zu einem Zeitpunkt, an dem Online-Werbung im Kreuzfeuer steht und Werbeblocker eine kritische Masse erreicht haben. Der Tracking-Schutz ist nicht explizit als Werbeblocker konzipiert, filtert



Geräuschvolle Tabs lassen sich in Firefox 42 auch identifizieren, wenn sie im Hintergrund liegen, und mit einem Klick zum Verstummen bringen.

aber im Praxistest einen Großteil der Werbeeinblendungen aus. Bei Stichproben von Nachrichten-Websites reduzierte der Blocker die HTTP-Anfragen und das Datenvolumen durchschnittlich auf gut die Hälfte.

Mayo schätzt die direkten Auswirkungen auf die Werbe- und Medienbranche dennoch gering ein. Nur eine Minderheit – vermutlich im einstelligen Prozentbereich – nutze den privaten Modus. Außerdem lässt Firefox Tracker durch, die sich verpflichtet haben, dem „Do Not Track“-Wunsch Folge zu leisten, den Firefox im privaten Modus standardmäßig sendet. Dass der Tracking-Blocker irgendwann auch

im Standard-Modus aktiviert sein könnte, wollte Mayo zumindest nicht ganz ausschließen.

Nicht nur den Inhalteanbietern, sondern auch den Add-on-Entwicklern gibt Mozilla eine bessere Pille mit. Kürzlich kündigte man an, die bisherigen Erweiterungs-Schnittstellen langfristig zu schließen und stattdessen auf das ursprünglich für Chrome entwickelte WebExtensions zu setzen. Vor allem die etwa 30 Prozent Add-ons, die XUL-Overlays einsetzen, müssen komplett neu entwickelt werden.

Firefox 42 unterstützt nun erstmals WebExtensions. Damit zeichnet sich ein einheitliches API für Browser-Erweiterungen

ab; Microsoft Edge soll 2016 nachziehen. Wer eine Erweiterung für Chrome, Safari oder Opera geschrieben hat, muss diese für Firefox nur neu verpacken und signieren. Der Browser kann auch Sound abspielende Tabs identifizieren, man kann sie direkt von der Tableiste aus stumm schalten. Android-Nutzer können Links in einer „Tab Queue“ speichern, um sie zu gegebener Zeit rasch zu öffnen.

Etwa gleichzeitig mit Firefox 42 soll eine weitere Neuheit erscheinen: Firefox für iOS. Mozilla hatte sich lange gegen eine iOS-Version gewehrt, weil diese unter der Oberfläche mit der eingebauten WebKit-Engine arbeiten muss. Mozilla testet den iOS-Browser bisher in vier Ländern, darunter Österreich. Als Zugabe gibt es eine zweite iOS-App namens „Signal“. Da Firefox auf dem iPhone/iPad keine Inhalte filtern kann, tut Mozilla dies mit einer separaten App, von der auch andere Browser profitieren können. Die Standardeinstellung entspricht etwa dem Tracking-Blocker von Firefox 42, aber auch strengere Vorgaben sind möglich. (Herbert Braun/ad@ct.de)

Bild-Zeitung lässt Anleitungen für Werbeblocker abmahnhen

Der Axel-Springer-Verlag reagiert ungehalten auf Versuche, die Adblocker-Sperre seines Online-Angebots Bild.de zu umgehen. Durch technische Maßnahmen wurden Nutzer mit Werbeblockern von der Nutzung ausgeschlossen. Ein Nutzer, der auf YouTube ein Anleitungsvideo eingestellt hatte, das die Über-

windung der Adblocker-Sperre beschrieb, erhielt dafür eine Akmahnung des Medienkonzerns. Das Unternehmen will gegen alle vorgehen, die die Anti-Adblocker-Initiative „unlauter umgehen“ würden.

Der IT-Fachanwalt Thomas Stadler setzte sich mit der Akmahnung auseinander und wi-

dersprach der juristischen Argumentation von Springer, dass die Werbeblocker eine „Umgehung einer wirksamen technischen Maßnahme zum Schutz urheberrechtlicher Werke“ darstellen. Die Werbeblocker-Maßnahme fällt nach seinem Dafürhalten nicht unter den Schutz des Urheberrechts, weil solche Blocker

nur dem Zweck dienten, unerwünschte Werbung auszublenden, wie er in einem Blog-Eintrag (siehe c't-Link) erläutert. Das Ziel hat Springer dennoch erreicht: Das Video verschwand. (uma@ct.de)

c't Blog-Eintrag von Thomas Stadler: ct.de/y5bj

Jetzt im Handel: c't wissen Bloggen

Ein Blog ist mit WordPress, Tumblr & Co. schon in wenigen Minuten startklar. Richtig Spaß macht das Bloggen aber erst, wenn auch Leser vorbeischauen und Kommentare hinterlassen. Das neue Heft c't wissen Bloggen erklärt, wie gezielte Marketing-Maßnahmen mehr Besucher ins Blog locken.

Das von c't zusammengestellte Heft zeigt außerdem, was WordPress alles kann: Mit den

richtigen Plug-ins erstellen Sie ein schickes Foto-Blog und schützen es vor Spammern und Trollen. Fortgeschrittene Nutzer basteln ein eigenes WordPress-Thema und setzen ein einmaliges Design um – ein ausführlicher Praxisartikel hilft bei den ersten Schritten.

Damit kein Anwalt Ihnen den Spaß am Bloggen verdürft, beantworten wir die wichtigsten Rechtsfragen: Welche Angaben

müssen in ein Impressum? Wie sieht eine vollständige Datenschutzerklärung aus? Und wie muss man Werbung im Blog korrekt kennzeichnen?

Das Heft gibt es ab sofort als E-Magazin im PDF-Format im heise Shop, es kostet 7,99 Euro. Die gedruckte Version kostet 8,90 Euro und liegt ab dem 2. November am Kiosk. (dbe@ct.de)

c't Bestellung: ct.de/y5bj



Angriff aufs mTAN-Verfahren

Kriminelle haben eine neue Methode gefunden, das mTAN-Verfahren zu überlisten und vollen Zugriff auf Online-Konten zu erlangen. Beim mTAN-Verfahren wird für jede Transaktion eine TAN an ein Mobiltelefon geschickt, meist per SMS. Erst mit der Eingabe dieser TAN wird die Transaktion ausgeführt. Das Mobiltelefon mit der SIM-Karte dient also als Identitätsnachweis des Nutzers.

Die mobile TAN löst die herkömmlichen TAN-Verfahren ab, bei denen der Nutzer ausgedruckte TAN-Listen hatte, die er auf Anforderung eingab. Der Komfortgewinn wird aber mit möglichen Sicherheitsrisiken erkauft.

Die Opfer waren diesmal Mobilfunkkunden der Telekom. Die Täter gaben sich gegenüber dem Unternehmen als Mitarbeiter von Mobilfunk-Shops aus und ergaunerten auf diesem Wege Zweit- oder Ersatz-SIM-Karten, mit denen sie per SMS

versandte TANs abfingen und damit zuvor ausgespähte Bankkonten abräumten. Dabei gingen sie offenbar gezielt vor und wählten Konten mit großem Verfügungsrahmen aus. Obwohl die Zahl der Fälle laut einem Sprecher der Telekom nur im mittleren zweistelligen Bereich lag, betrug der Gesamtschaden über eine Million Euro.

Die Telekom ergriff umgehend Maßnahmen, um die Händleridentifikation sicherer zu gestalten. In einer Stellungnahme wies sie den Kunden die Schuld zu. Das Grundproblem, schrieb das Unternehmen, sei die Sicherung des Rechners.

Kunden, die ihre Sicherheit beim Online-Banking erhöhen wollen, sollten den Verfügungsrahmen auf das erforderliche Minimum reduzieren und auf das sicherste Authentifizierungsverfahren umsteigen, das ihre Bank anbietet, etwa TAN-Generatoren oder den Zugriff per HBCI, möglichst mit Chipkarte. (uma@ct.de)

Kommentar: Das Elend mit der mTAN

Der Kunde ist schuld, verkündete die Telekom nach dem jüngsten Angriff auf das mTAN-Verfahren. Der Kunde habe seinen Rechner nicht ordentlich gesichert, da liege das Grundproblem für den jüngsten erfolgreichen Angriff. Der Weltkonzern Telekom hat Kriminellen ohne jede Prüfung geglaubt, dass sie für einen Mobilfunk-Shop arbeiten, und SIM-Karten herausgerückt, die auf den Namen von Kunden lauteten. Das hält er für kein ernsthaftes Problem.

Die Telekommunikations-Riesen wollten schon immer das Telefon zum Zahlungsmittel machen – 0900-Rufnummern, WAP-Billing, mobile Payment. Die Liste der Möglichkeiten ist lang, die der Ideen noch länger. Die Sicherheit nehmen die Anbieter dabei aber immer noch auf die leichte Schulter.

Wenn die Telekommunikationsfirmen beim mTAN-Verfahren wiederholt das schwächste Glied in der Sicherheitskette sind, wie sollen ihre Systeme da für alle möglichen Online-Bezahlverfahren taugen?

Immer wieder klagen Kunden über zu hohe Telefonrechnungen. Ihre Beschwerden scheitern häufig daran, dass sie nicht nachvollziehen können, was da passiert ist, und dass sie nicht nachweisen können, dass die Rechnung falsch ist. Das Ende vom Lied ist meistens, dass die Kunden zahlen müssen. Zahlungssysteme und Telefon miteinander zu verheiraten scheint mir vor diesem Hintergrund derzeit keine gute Idee; erst einmal müssen die Telefonfirmen ihre Hausaufgaben machen.

Urs Mansmann

Anzeige

Forscher demontieren App-TANs der Sparkasse

Mit Apps, die TANs erzeugen, wollen Banken das Online-Banking auf dem Smartphone attraktiver machen. Doch zwei Forscher der Uni Erlangen kritisieren die Abkehr unter anderem der Sparkassen vom bewährten Konzept der starken Zweifaktor-Authentifizierung. Sie untermauern diese Kritik mit einem konkret demonstrierten Angriff auf die App-Kombination Sparkasse und S-pushTAN. Der leitet eine Überweisung auf ein anderes Konto um und ändert dabei auch gleich den Betrag. Ähnliche Angriffe seien mit hoher Wahrscheinlichkeit auch gegen App-basierte TAN-Verfahren anderer Banken möglich, warnen die Forscher. Der Sparkasse zufolge funktioniert der Angriff mit der aktuellen Version der S-pushTAN-App nicht mehr.

Immer mehr Banken bieten App-basierte TAN-Verfahren an, die mehr Komfort bieten sollen – aber das letztlich auf Kosten der Sicherheit. Dabei nutzt der Anwender eine Online-Banking-App auf seinem Smartphone; eine zweite App auf demselben Gerät fordert über verschlüsselte Kom-

munikation mit der Bank eine TAN an, die es anschließend anzeigt; ein Klick befördert sie komfortabel in die Banking-App, wo der Anwender den Vorgang abschließen kann. Dadurch funktioniert das Verfahren ähnlich wie die mTAN und hat demgegenüber den Vorteil, dass die Kommunikation mit der Bank kryptographisch gesichert erfolgt und folglich nur schwer angreifbar ist.

Der entscheidende Nachteil dieser komfortablen App-TANs: Der komplette Vorgang einer Online-Banking-Transaktion findet auf einem einzigen Gerät statt. Somit genügt es, in dieses eine Gerät einen Trojaner einzuschleusen. Dass diese Gefahr keineswegs nur theoretisch ist, belegen Vincent Haupert und Tilo Müller von der Forschungsgruppe System Sicherheit und Software-Schutz mit einer Demonstration.

Durch gezielte Manipulationen im Betrieb der Sparkassen-App fängt ihr Schadcode eine vom Nutzer in Auftrag gegebene Überweisung ab und verändert diese. Die vom Anwender tatsächlich durchgeführte Überwei-

sung sendet dann einen deutlich höheren Betrag an ein anderes Konto. Der Anwender hat dabei keine Chance die Manipulation zu erkennen, da „die angezeigten Daten zu jeder Zeit des Transaktionsprozesses den eingegebenen Werten entsprechen“.

Solche Angriffe sind nicht trivial. Man benötigt unter anderem einen speziellen Root-Exploit gegen die auf dem Smartphone eingesetzte Android-Version. Außerdem muss man die Apps analysieren. Zwei bis drei Wochen benötigten die Forscher für diese Analysen. Doch „professionelle Online-Banking-Betrüger könnten das durchaus auch schaffen“, erklärten Haupert und Müller gegenüber c't.

Die Forscher sehen den erfolgreich demonstrierten Angriff als Nachweis einer konzeptionellen Schwäche aller App-TAN-Verfahren, die nicht auf getrennte Hardware setzen. Für sicheres Online-Banking empfehlen sie deshalb dringend, einen zweiten, unabhängigen Authentifizierungsfaktor einzusetzen, wie ihn ChipTAN-Verfahren bieten. (ju@ct.de)



Immer mehr Banken setzen auf das App-TAN-Verfahren für Online Banking. Dabei erzeugt eine App die TAN und überträgt diese direkt in die Online-Banking-App. Das alles findet auf demselben Gerät statt.

Todesstoß: Erster praktikabler Angriff auf SHA-1

Sicherheitsforscher haben die seit einem Jahrzehnt als ange schlagen geltende Hashfunktion SHA-1 erfolgreich attackiert. Dafür haben sie einen 64-GPU-Cluster zehn Tage lang rechnen lassen.

Die Kryptologen haben eine sogenannte Freestart Collision für SHA-1 entwickelt. Das Verfahren ist aber noch keine echte Kollision, die die Hashfunktion kom-

plett aufbricht. Dem Team zufolge ist die Freestart Collision aber ein wichtiger Zwischenschritt und der Ansatz gibt einen Ausblick, wann es soweit sein könnte. Die Sicherheitsforscher gehen von einer baldigen Kompromittierung aus. Frühere Berichte proze zeiten das für das Jahr 2017.

Schon seit 2005 existieren theoretische Kollisionsangriffe auf SHA-1, die die Kryptologen

ausgebaut haben. Ihr Ansatz zeigt auf, dass Grafikkarten die Berechnungen besonders effizient stemmen können. Das geht nicht nur schneller als mit CPUs, sondern senkt auch die Kosten.

Aufgrund ihrer Erkenntnisse raten sie dringlich dazu, SHA-1 sobald wie möglich nicht mehr einzusetzen. Zudem sprechen sie sich gegen das Vorhaben des CA/Browser Forums aus, die Ver-

teilung von SHA-1-Zertifikaten bis zum Ende des Jahres 2016 zu verlängern.

Der beteiligte Sicherheitsforscher Marc Stevens war auch Teil des Teams, das bereits MD5 den Todesstoß versetzt hat. Dabei nutzten sie eine MD5-Kollision, um sich selbst ein CA-Zertifikat zu erstellen, das von allen Browsern akzeptiert wurde. (des@ct.de)

Anzeige

BSI will Sicherheit von Routern kenntlich und vergleichbar machen

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hat den Entwurf eines Konzeptes vorgestellt, mit dem Router auf Sicherheitslücken getestet werden sollen. Ziel ist es, einheitliche Kriterien zu etablieren, um die Sicherheit der Geräte messbar und vergleichbar zu machen. Bis zum 30. November können Hersteller solcher Geräte und In-

ternet Service Provider den Entwurf kommentieren und per E-Mail Ergänzungsvorschläge an das BSI schicken.

Endkunden-Geräte haben zwangsläufig Lücken und das Stopfen derselben scheint bei den meisten Herstellern nicht besonders hoch auf der Prioritätenliste zu stehen. Das BSI begründet seinen Konzeptentwurf

eben damit, dass die Sicherheit – oder mangelnde Sicherheit – eines solchen Gerätes ein wichtiges Kaufkriterium sei.

Die Vorschläge des BSI sehen eine Prüfung der Aktualität der Firmware, der Router-Firewall, der WLAN-Verschlüsselung und der WPS-Umsetzung vor. Dabei sollen Tester die Funktionsweisen allein anhand des Webinter-

faces und anderer dokumentierter Zugriffsmöglichkeiten prüfen – eine Sichtung des Quellcodes der Software ist dem BSI zufolge nicht geplant. Der Test der einzelnen Funktionen schließt dem Konzept zufolge mit einer Punktzahl ab. Am Ende soll ein Gesamtwert die Sicherheit des getesteten Routers widerspiegeln. (fab@ct.de, des@ct.de)

Online-Shops verteilen Exploit-Kit

Unbekannte haben tausende Online-Shops, die auf der Shop-Software von Magento basieren, mit Schadcode infiziert. Besucher von betroffenen Shop-Websites bekommen das Exploit-Kit Neutrino untergeschoben, mit dem die Drahtzieher der Angriffe Bezahldaten abgreifen. Magento zufolge bilden alte Sicherheitslücken das Einfallstor, für die es schon Patches gibt; betroffene Shop-Betreiber haben diese aber noch nicht installiert (siehe c't-Link). Die aktuelle Magento-Version soll nicht mehr anfällig sein.

Zudem erklärte Magento gegenüber c't, dass die Angreifer einige betroffene Seiten über schwache Admin-Passwörter oder Lücken in anderer Software infiltriert haben. Google hat nach Bekanntwerden der Angriffe über 8000 betroffene Webseiten geblockt. Magento zufolge setzen aber nicht alle geblockten Webseiten ihre Shop-Software ein. Die Angreifer scheinen also auch Webseiten zu kompromittieren, die andere Shop-Systeme einsetzen. (fab@ct.de)

ct Sicherheitstipps von Magento: ct.de/y31s

Anzeige

Notizen

Die **Joomla** Version 3.4.5 dichtet drei Lücken ab.

Ein Patch macht das **Akismet**-Plug-in für WordPress sicherer.

In **LibreSSL** klaffen bis hin zur aktuellen Version 2.3.0 zwei Lücken. Die Version in OpenBSD 5.8 soll gefixt sein.

Aktualisierungen für Macs und iOS-Geräte

Der iPhone- und Mac-Hersteller Apple hat Ende Oktober das erste Update für OS X 10.11 El Capitan veröffentlicht. Wie erwartet behebt die Aktualisierung OS X 10.11.1 etliche verbliebene Fehler der knapp einen Monat zuvor veröffentlichten Version. Dazu gehört der Installationsablauf, der bei Aufrüstungen von älteren Versionen zuverlässiger funktionieren soll.

Ferner beseitigt OS X 10.11.1 Absturzprobleme bei den Office-2016-Anwendungen, beim Mailversand, der Anzeige von Mails und Postfächern sowie Audio-Unit-Plug-ins,

die sich nicht alle laden ließen. Hersteller von Musik-Apps hatten zuvor vom Upgrade auf El Capitan abgeraten. Neu hinzugekommen sind Funktionen für Unicode 7 und 8 und eine ganze Reihe neuer Emojis.

Auch sind etliche Sicherheitslücken gestopft, darunter im Web-Browser Safari. Ein Security Update 2015-007 bringt Bereinigungen für frühere OS-X-Versionen, für Mavericks gibt's zudem ein EFI-Update, das die Mac-Firmware gegen Angriffe wappnet. Mit der Finalversion der Entwicklungsumgebung Xcode 7.1 lassen sich nun tvOS-Apps entwi-

ckeln. Dafür bringt sie Swift 2.1 mit und behebt Sicherheitslücken. Letzteres gilt auch für den OS-X-Server in Version 5.0.15.

In iOS 9.1 behebt Apple diverse Fehler, stopft Sicherheitslücken, über die sich iOS-9-Geräte per Pangu-Software knacken ließen, rüstet neue Emojis nach und verbessert die Live-Photos-Funktion für iPhone 6s und 6s Plus – beim Ablegen des Geräts zeichnet es nicht mehr auf. Die neue Apple-TV-4-Box und das kommende iPad Pro samt Computerstift Pencil setzen iOS 9.1 voraus. (dz@ct.de)

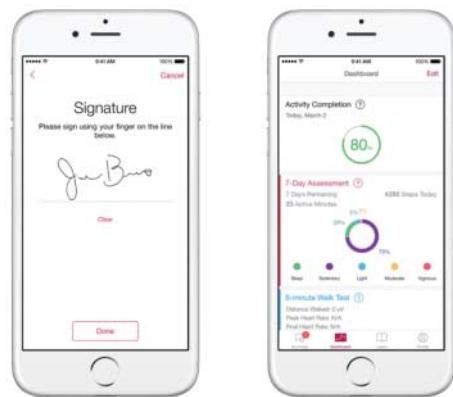
ResearchKit-Studien zur Melanom- und Autismus-Entwicklung

Mehr als 100 000 Nutzer haben im vergangenen halben Jahr Daten zu Studien beigesteuert, die Apples Open-Source-Framework ResearchKit nutzen. ResearchKit erleichtert die Entwicklung von Apps zur Feldforschung. Damit beliefern die Anwendungen Wissenschaftler mit Daten, die die Sensoren der Geräte erfassen und die Teilnehmer selbst beisteuern.

Nach ersten Studien unter anderem zu Asthma, Parkinson, Diabetes und Kreuzbandriss setzen Wissenschaftler verschiedener Universitäten und Forschungseinrichtungen das Framework für weitere Arbeiten ein, wie Apple nun ankündigt: Eine Studie zu Epilepsie will klären, ob sich die Sensoren der Apple Watch zur Erfassung von Krampf-

anfällen einsetzen lassen. Dafür startet der Patient bei einem Anfall eine Watch-App vom Ziffernblatt aus, die mit Beschleunigungssensor und der Herzfrequenzmessung am Handgelenk eine Signatur erstellt und eine Kontaktperson informiert. Die Apple-Watch-App soll neben den Anfällen auch die Medikation des Patienten protokollieren.

Weitere Studien untersuchen, ob sich Fotos zur Analyse von Melanomen und Autismus-Entwicklungsstörungen bei Kindern verwerten lassen. Zur Teilnahme an Studien müssen Nutzer Einwilligungserklärungen unterzeichnen und der jeweiligen App den Zugriff auf verschiedene Daten und Sensoren einzuräumen. (dz@ct.de)



Über 100 000 Nutzer haben inzwischen an Studien auf Basis von Apples Framework ResearchKit teilgenommen.

iOS 8 und 9 nicht entschlüsselbar

Mit Passcode gesicherte aktuelle iPhone-Modelle lassen sich Apple zufolge nur mit Kenntnis des Codes entschlüsseln. Ein US-Richter wollte im Rahmen einer Ermittlung Zugriff auf ein beschlagnahmtes Telefon von Apple erhalten.

Bei den etwa 10 Prozent der Geräte, die mit iOS 7 oder älter laufen, könnten auch Dritte Zugriff auf die darauf gespeicherten Daten erhalten. Apple würde den Zugang dazu aber nur auf ausdrückliche Anordnung von Behörden öffnen. Die aktuellen Verschlüsselungsfunktionen auf Smartphones mit mindestens iOS 8 könne aber auch Apple selbst nicht aushebeln, erklärte das Unternehmen.

Apple-Chef Tim Cook hat sich schon mehrfach für den Schutz der Privatsphäre und harte Verschlüsselung ausgesprochen. So argumentierte er beispielsweise gegen

Forderungen des US-Präsidenten Obama und des britischen Premierministers Cameron nach Hintertüren für Regierungen.

Zuletzt nahm Cook in einem Interview mit dem Wall Street Journal erneut Stellung zu dem Thema: „Wir denken, Verschlüsselung ist ein Muss in der heutigen Zeit. Hintertüren sind kein Muss. Es gibt keine Hintertüren nur für die good guys, es besteht immer die Gefahr, dass diese von bösen Buben ausgenutzt werden.“ Niemand solle sich zwischen Privatsphäre und Sicherheit entscheiden müssen. „Wir sollten intelligent genug sein, beides haben zu können“. Zusammen mit Dropbox und anderen IT-Unternehmen spricht sich Apple auch gegen ein neues Cyber-Sicherheitsgesetz der US-Regierung aus. Es könne staatlichen Stellen die Macht geben, ihre Bürger auszuspionieren, kritisieren die Konzerne. (dz@ct.de)

Apple unterliegt im Patentstreit

Mitte Oktober wurde Apple schuldig gesprochen, in Mobilgeräten Patente der University of Wisconsin verletzt zu haben. Die Geschworenen sprachen der US-Universität Schadensersatz in Höhe von 234 Millionen zu (206 Millionen Euro).

Die Strafe bleibt damit deutlich unter der in diesem Fall höchstmöglichen von 862 Millionen US-Dollar. Der zuständige Richter hatte in der Urteilsbegründung erklärt, dass Apple keine vorsätzliche Patentverletzung nachgewiesen werden konnte. Apple hatte in den eigenen SoCs A7, A8 und A8X Techniken zur Effizienzsteigerung verwendet, die die Universität Wisconsin 1998 patentiert hatte. Das Gericht hatte Apples Forderung zurückgewiesen, das Patent für ungültig zu erklären. (dz@ct.de)

Apple-Notizen

Die **Akkulaufzeiten beim iPhone 6s**, dessen Prozessor zwei verschiedene Hersteller liefern, unterscheiden sich nicht wesentlich. Das meldet die Fachzeitschrift Mac & i auf Grundlage eigener Messungen.

Zuvor hatte ein Nutzer mit der Behauptung Aufmerksamkeit erregt, dass Exemplare mit dem von Samsung gefertigten Prozessor deutlich kürzer durchhielten, als jene mit dem TSMC-Gegenstück.

Mit einer kleinen Aktualisierung auf **watchOS 2.0.1** macht Apple das Betriebssystem seiner Uhr stabiler und behebt eine Reihe von Fehlern, die unter anderem die Batterielaufzeit reduzieren konnten.

Anzeige

Jan Schüßler

Evolution in Häppchen

Was die zweite Ausgabe von Windows 10 bringt

Nach der Veröffentlichung der ersten Fassung von Windows 10 wurde es kurzzeitig etwas still um die Weiterentwicklung. Doch mittlerweile gewähren die neuen Vorabversionen einen recht klaren Ausblick auf die Neuerungen der zweiten Inkarnation von Microsofts Lieblingskind.

Als Windows 10 Ende Juli auf die Öffentlichkeit losgelassen wurde, war recht gut sichtbar: Fertig ist das System keineswegs. Ist es sauber installiert, läuft es zwar durchaus recht stabil. Auch die Koexistenz moderner Apps und konventioneller Desktop-Programme ist nicht per se ein Problem. Verwirrend hingegen ist eine gewisse Inkonsistenz in Erscheinungsbild und Verwaltung: Die alte Systemsteuerung ist noch nicht vollständig in die neuen Einstellungen verfrachtet, einige Funktionen wurden nicht rechtzeitig fertig, und die Stile der Kontextmenüs an diversen Stellen könnten locker aus fünf verschiedenen Betriebssystemen kommen. Dazu kommt noch gelegentlicher Treiber-Trouble.

Betatester im „Windows Insider“-Programm haben derweil mit der Ausgabe mit der Build-Nummer 10565 eine Vorabversion bekommen, die als recht nah am finalen Stadium der zweiten Fassung von Windows 10 gilt. Diese zweite Fassung soll im November an die Anwender verteilt werden – laut bis Redaktionsschluss unbestätigten Informationen von meist gut unterrichteten Quellen soll es bereits der 2. November sein. Das Update hebt Windows 10 auf eine neue Build-Nummer. Microsoft-intern wird es meist Threshold 2 oder TH2 genannt. Der offizielle Name dürfte „Windows 10 Herbst-Update“ lauten, der Download soll als „Windows 10 November 2015“ daherkommen.

In der neuen Ausgabe stecken nicht nur einige kosmetische Retuschen, sondern auch ein paar technische Verbesserungen. Microsoft verteilt die Vorabversion 10565 an Teilnehmer des Insider-Programms im Fast- und im Slow-Ring sowie als ISO-Dateien (siehe c't-Link).

Schlüsselfragen

Es war eines der größeren Ärgernisse beim Gratis-Upgrade auf Windows 10: Auch wer ohnehin sauber neu installieren wollte, sollte einmalig ein Upgrade aus dem laufenden Altsystem heraus durchführen, um in den Genuss des kostenlosen Upgrades zu kommen. Andernfalls war zur Aktivierung ein Key nötig, den man erst kaufen müsste.

Mit dem Herbst-Update soll das unkomplizierter werden, und auch die Vorabversion mit der Build-Nummer 10565 akzeptiert schon während der Installation einen Lizenzschlüssel für Windows 7 oder 8.1. Im Test funktionierte das problemlos. Das Setup-Programm

erkennt zudem am eingegebenen Key, ob der zu einem Windows-10-Upgrade auf die Home- oder die Pro-Version berechtigt. Die korrekte Version landet dann automatisch auf der Festplatte. Dazu passt, dass es für die Vorabversion 10565 keine getrennten ISO-Images für Home und Pro gibt. Ob das auch fürs fertige Windows 10 mit Herbst-Update gilt, sobald es zum Download bereitsteht, ist bislang offen. Ist der Lizenzschlüssel in der Hardware hinterlegt, wie etwa bei den meisten Geräten mit vorinstalliertem Windows 8 oder 8.1, liest das Setup ihn automatisch aus.

Auch bei korrekt ausgeführtem Upgrade gab es hier und dort Aktivierungsprobleme. So berichteten einige Leser, dass ihr Windows 7 oder 8.1 einwandfrei lizenziert und aktiviert war, Windows 10 nach einem problemlosen Upgrade aber partout die Aktivierung verweigerte. In solchen Fällen sollen zumindest jene Anwender, die einen ablesbaren und gültigen Key besitzen, ihn zur nachträglichen Aktivierung einfach eingeben können.

Ist ein Windows 10 mit Herbst-Update aktiviert, zeigt die entsprechende Funktion in den Einstellungen nicht nur den Status der Aktivierung und die Version an. Zusätzlich erfährt der Anwender dort, ob die Aktivierung über einen nativen Windows-10-Lizenzschlüssel erfolgt ist oder über ein sogenanntes Digital Entitlement – also eine auf dem Aktivierungsserver hinterlegte elektronische Berechtigung, auf genau dieser einen Hardware eine Windows-10-Installation ohne Rückfragen zu aktivieren. Welche Lizenzvariante zu welcher Aktivierungsform führt, verrät Microsoft auf einer Webseite (siehe c't-Link).

Anders, als man zunächst meinen könnte, führt auch die Eingabe eines Lizenzschlüssels für ein älteres Windows zur Ausstellung eines Digital Entitlement: Den Nachweis für die Berechtigung zum Gratis-Upgrade über einen

alten Key zu erbringen ist eben nicht gleichbedeutend mit einem richtigen Windows-10-Schlüssel. Deshalb bedeutet das neue Verfahren auch nicht zwingend, dass sich das System nun für immer mit dem Key des Alt-Windows aktivieren ließe: Auf Nachfrage sagte Microsoft ausdrücklich, diese Aktivierungsmethode werde nur solange funktionieren, wie das Angebot zum kostenlosen Upgrade auf Windows 10 besteht. Einmal ausgestellt gilt das Entitlement aber für die komplette Lebensdauer der dabei verwendeten Hardware.

Dies und das

Die Funktionen für Skype-Telefonie, -Video-telefonie und -Chats hat Microsoft wie angekündigt in neue Universal Apps verfrachtet, die zeitnah auch in Windows 10 Mobile wandern sollen. Sie sollen etwa ein direktes Antworten auf Textnachrichten aus dem Info-Center heraus erlauben.

An einigen Stellen hat Microsoft an Detailverbesserungen und -ergänzungen gearbeitet. So zeigt der Webbrowser Edge beim Mouse-over auf Tabs nun kleine Vorschaubildchen an. Favoriten und Leselisten-Elemente sollen sich synchronisieren, sofern Windows 10 mit einem Microsoft-Konto verwendet wird. Auch Cortana soll ein wenig mehr können, etwa ihr Wissen, mit dem sie dem Anwender assistiert, auch aus handschriftlichen Notizen erfassen. Notiert man also beispielsweise die Eckdaten einer anstehenden Konferenz per Stylus auf dem Surface-Tablet, erfasst Cortana auch diese. Zudem soll Cortana mit dem Taxi-Dienst Uber verzahnt sein und so auf Kommando eine Fahrelegenheit ordnen. Diese Funktion ist allerdings länderspezifisch und steht zunächst im Heimatmarkt USA bereit – wie so oft, wenn Cortana neue Funktionen erlernt. Verwunderlich



Feine Details:
Die Kachel-Kontextmenüs werden verschachtelt.

Windows

Edition Windows 10 Home Insider Preview

Aktivierung Windows ist aktiviert.

Product Key Windows 10 on this device is activated with a digital entitlement.

[Get more info](#)

Ändern Sie Ihren Product Key, oder besuchen Sie den Store, um eine andere Edition von Windows zu erwerben.

[Product Key ändern](#)**Der nächste Aufguss von Windows 10 zeigt an, wie die Installation aktiviert wurde.**

ist das nicht: Erst wenn sich eine Funktion großflächig bewährt, wird es sinnvoll, sie auf andere Sprachversionen zu übertragen.

Die Kontextmenüs von Objekten im Startmenü – also etwa angepinnten Kacheln – haben nun Untermenüs, neue Icons für die Kachelgrößen sowie Optionen, um eine App zu bewerten oder zu teilen. Für den Gerätemanager und ein paar andere Programme gibts diverse neu gestaltete Icons. An den Kontextmenüs hat Microsoft generell etwas geschliffen: Sie wurden in den vorherigen Insider-Builds auch bei Mausbedienung arg in die Höhe gestreckt. Stellt man ein, dass Taskleiste, Titelleisten und Co. Akzentfarbe tragen

sollen, zeigen nun speziell die Titelleisten im Vergleich zu älteren Vorabversionen kräftigere Farben.

Sogar die Druckerverwaltung hält eine kleine Neuigkeit bereit. Sie ist nun in der Lage, den „Standarddrucker“ flexibel zu handhaben. So wird stets der zuletzt benutzte Drucker als Standarddrucker gesetzt – es sei denn, die Hardware ist gerade nicht ansprechbar, weil es sich etwa um einen WLAN-Drucker handelt.

Matroschka inside

Eine Änderung, mit der Microsoft vor allem Geschäftskunden anspricht, ist die Erweiterung von Hyper-V um verschachtelte Virtualisierung – also den Betrieb von virtuellen Maschinen in virtuellen Maschinen. In der aktuellen Vorabversion des Windows Server 2016 ist die Funktion bereits enthalten; nun sollen auch die Desktop-Systeme ab Windows 10 Pro die Fähigkeit bekommen.

Wie gehts?

Offen ist bislang, wie Microsoft Millionen Anwender auf die neue Version hieven will. Im Idealfall würde eine Windows-10-Installation einfach via Windows Update ein sogenanntes Delta-Paket bekommen – also einen gro-

ßen Patch, der nur die geänderten Dateien austauscht wie die bereits üblichen kumulativen Updates. Doch bei allen bisherigen Insider Previews wählt Microsoft den viel konservativeren Weg: Ähnlich wie beim Aktualisieren von Windows 7 oder 8.1 auf die 10 erfolgte stets eine komplette Upgrade-Installation, wenn Windows auf eine neue Build-Nummer gehoben wurde. Dafür bootet der Rechner in die Setup- und Reparaturumgebung Windows PE, von wo aus das bestehende Betriebssystem unter Beibehaltung aller Programme und Benutzerprofile gegen das neue ausgetauscht wird.

Microsoft hat also bisher nicht in freier Wildbahn getestet, wie komplette Versions-Updates mittels eines großen Patch funktionieren. Wenngleich Microsoft sich zu der Thematik nicht äußern wollte, liegt damit nahe, dass das Herbst-Update als vollumfängliche Upgrade-Installation daherkommt. Hoffen wir also, dass diese Aktualisierungen geschmeidiger ablaufen als die auf das erste Windows 10 – oder dass Microsoft doch noch eine elegante Installationsmethode aus dem Hut zaubert. Und hoffen wir auch, dass der Anwender diesmal transparenter entscheiden darf, wann der Download des zwei bis drei GByte großen Pakets erfolgen soll.

(jss@ct.de)

ct Alle Links: ct.de/yxne

Anzeige

Anzeige

Anzeige

aktuell | Forschung

Ghosthunter und Cloud-Schutzenkel

Ab April 2018 müssen in der EU alle Neufahrzeuge mit dem automatischen Notrufsystem eCall ausgerüstet sein. Bereits ab Werk werden Module zum Empfang von Satelliten-navigationssignalen sowie Mobilfunk-Chips für die Übermittlung von Daten- und Sprachnachrichten eingebaut. Kommt es zu einem schweren Unfall, soll das eCall-System automatisch einen Notruf absetzen. Übermittelt werden unter anderem der Zeitpunkt des Unfalls, exakte Standortdaten sowie die Fahrzeug-ID.

Begründet wird die eCall-Einführung damit, dass Rettungsmaßnahmen schneller eingeleitet werden könnten, wenn Informationen zu einem schweren Unfall sofort an

eine Leitzentrale übermittelt werden. Die EU-Kommission rechnet vor, dass die Zahl der Unfalltoten damit um zehn Prozent verringert werden könnte. Offiziell heißt es, Standort-informationen würden „das Fahrzeug nur im Fall eines schweren Unfalls verlassen“, etwa wenn die Airbags des Fahrzeugs auslösen.

Aktuelle Forschungsprojekte, die unter anderem das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziert, belegen aber, dass sich hinter eCall noch viel mehr verbirgt. So arbeiten beispielsweise die Universität der Bundeswehr in München, die Universität Stuttgart und das Braunschweiger Unternehmen NavCert gemeinsam an Ghosthunter, einem Projekt, das eCall zusätz-

lich nutzen will, um vor Geisterfahrern zu schützen.

Ghosthunter sieht vor, dass über Satellitennavigation und aus der Fahrzeugsensorik gewonnene Standortdaten in eine digitale Karte eingepflegt werden. Erkennt das System, dass ein Fahrzeug in einem Verkehrsschnitt falsch auf eine Autobahn auffährt, soll nicht nur der Fahrer gewarnt werden. Vielmehr soll die Information auch an die eCall-Zentrale weitergeleitet und von dort per TMC (Traffic Message Channel) an Autofahrer in der Nähe übermittelt werden.

Der Automobilzulieferer Bosch arbeitet an einem ähnlichen Projekt, das als „Schutzenkel aus der Daten-Cloud“ vermarktet wird und 2016 in Serie gehen soll. Voraussetzung ist eine kontinuierliche Verbindung des Fahrzeugs zu einem Cloud-Dienst. Anhand der übermittelten Positionsdaten vergleicht das Bosch-System aktuelle Bewegungen des Fahrzeugs mit erlaubten Fahrtrichtungen, die in einer Datenbank hinterlegt sind. Bei unzulässigen Abweichungen werde der Fahrer auf seinen Fehler aufmerksam gemacht, gleichzeitig würden entgegenkommende Autos gewarnt. Mittelfristig sei auch eine „Integration in eCall“ denkbar, heißt es bei Bosch.



Alle Neufahrzeuge müssen künftig mit dem Notrufsystem eCall ausgestattet sein.

Designregel für ausfallsichere ReRAMs

Sogenannte ReRAM-Speicher (Resistive Random-Access Memory) gelten als Hoffnungsträger für Computer der Zukunft. Sie sind sehr schnell, benötigen wenig Energie und lassen sich sehr gut bis in den Nanometerbereich miniaturisieren. Die Funktionsweise von ReRAM-Speicherzellen beruht darauf, dass sich ihr elektrischer Widerstand durch Anlegen einer äußeren Spannung gezielt verändert lässt. Ein niedriger Widerstandszustand stellt dann beispielsweise eine 1, ein hoher Widerstandszustand eine 0 dar.

„Für viele Anwendungen sind ReRAMs aber noch zu fehleranfällig“, erklärt Professor Regina Dittmann vom Forschungszentrum Jülich. Zwar hätten Laborexperimente gezeigt, dass gespeicherte Informationen auch ohne Auffrischung prinzipiell zehn Jahre lang erhalten bleiben. „Es gibt aber immer einzelne Speicherzellen, die ihre Daten schon viel früher verlieren. Warum, war lange nicht klar.“

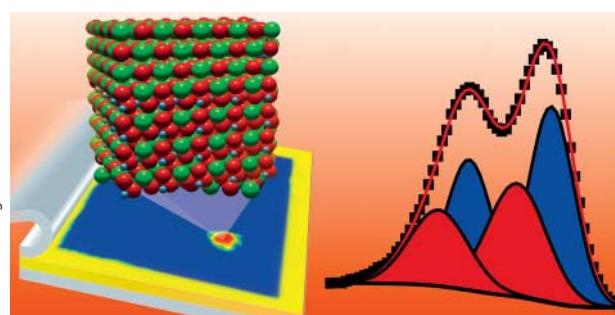
Diese Vorgänge hat Dittmann zusammen mit Kollegen von der RWTH Aachen jetzt durch spektromikroskopische Untersuchungen am Beispiel von Strontiumtitanat-Zellen (SrTiO_3) klären können. Ausgelöst wird die Änderung des elektrischen Widerstands durch die Wanderung von Sauerstoff-Ionen. Bewegen sich die Ionen aus der sauerstoff-

haltigen Metalloxidschicht heraus, wird das Material schlagartig leitfähig – der elektrische Widerstand sinkt also. Doch im Laufe der Zeit kann es passieren, dass die Sauerstoff-Ionen von alleine wieder zurückwandern, wodurch die gespeicherte Information verloren geht.

„Wir haben festgestellt, dass sich bei allen zeitstabilen Strontiumtitanat-Zellen eine Strontiumoxid-Schicht (SrO) an der Oberfläche der Elektrode abgelagert hatte. Dies brachte uns auf die Idee, dass die Strontiumoxid-Schicht Sauerstoff-Ionen nur sehr langsam transportiert – und somit die Zeitstabilität der Zelle verbessert“, erläutert Dittmann. Als eine Art Speicherschicht für Sauerstoff verhindert sie also die Rückdiffusion und

damit die Datenlöschung. Auf Grundlage von theoretischen Berechnungen konnten die Wissenschaftler zudem weitere Materialien bestimmen, die ähnliche Merkmale wie Strontiumoxid aufweisen, sich aber besser auf die Elektrodenoberfläche aufbringen lassen. Laut den Forschern wurde damit erstmals eine Designregel für ReRAM-Zellen aus dem mikroskopischen Verständnis des Sauerstofftransports innerhalb der Zellen abgeleitet. Veröffentlicht wurden die Forschungsergebnisse im Fachmagazin *Nature Communications* (siehe c't-Link). (pmz@ct.de)

c't Nature-Communications-Artikel:
ct.de/y3b2



Blick in ein memristives Strontiumtitanat-Bauelement. Durch spektromikroskopische Untersuchungen wurde eine Strontiumoxid-Schicht identifiziert, die eine Rückdiffusion von Sauerstoff verhindert.

Anzeige

Anzeige



Streaming-Dropse

Googles Chromecast Audio soll Musikfreunde fürs Streaming begeistern. Den Chromecast-HDMI-Stick hat Google überarbeitet.

In der Verpackung des Chromecast Audio finden sich ein USB-Netzteil, ein Micro-USB-Kabel und ein 10 Zentimeter kurzes Klinkenkabel, mit dem man das Gerät über den Aux-Eingang an ein Paar Aktivlautsprecher anschließen kann. Der Ausgang ist als elektrisch/optische Kombibuchse ausgelegt. Ein passendes SPDIF-Kabel gehört nicht zum Lieferumfang, auch ein Adapter zum analogen Anschließen per Cinch fehlt.

Das Setup des Chromecast Audio ist unkompliziert: Die Chromecast-App findet das für die Einrichtung aufgezogene WLAN zuverlässig, anschließend meldet man das Gerät einmalig im heimischen Netz an. Die Streaming-Scheibe erscheint künftig als Ausgabegerät in allen Apps mit Chromecast-Unterstützung wie Google Play Musik, Spotify, Bubble UPnP und zahlreichen Video-Apps. Leider nutzen Letztere das Gerät nicht direkt zur Sound-Ausgabe: Schaut man auf dem Tablet einen Film, muss man zunächst die Chromecast-App bemühen, um den Ton des Mobilgerätes in den Einstellungen unter „Bildschirm/Audiostreamen“ umzulenken; erst danach kann man den Sound auf der HiFi-Anlage genießen.

Laut Spezifikation soll Chromecast Audio sogar hochauflöste Musik bis 24 Bit / 96 kHz wiedergeben können. Im Test gab das Gerät unabhängig vom zugeführten Material nur PCM-Stereoton mit einer festen Abtastrate von 48 kHz aus – leider auch bei Standard-MP3-Dateien mit einer Sampling-Rate von 44,1 kHz.

Aus Googles HDMI-Streaming-Stöckchen Chromecast ist ein Diskus im selben 5,5-cm-Format des Chromecast Audio geworden. Den Vorgänger konnte man direkt in einer HDMI-Buchse des TV-Gerätes parken, der neue Chromecast baumelt an einem kurzen HDMI-Kabel.

Im Innern stecken unverändert 512 MByte RAM und nur 256 MByte Flash, der aktualisierte SoC spielt Videos mit Auflösungen bis zu 1080p ab. Der WLAN-Empfang wurde verbessert (Dual-Band 802.11 b,g,n,ac) und ein Cluster aus drei Antennen soll für besseren Empfang sorgen. Die Inhalte schickt man weiterhin vom Smartphone, Tablet (jeweils iOS oder Android) oder Chrome-Browser über Cast-fähige Apps auf den Diskus.

Alle Apps starten ein wenig schneller als beim Vorgänger. Die Display-Spiegelung kann man auch zum Daddeln auf dem Fernseher nutzen: Das Spiel läuft auf dem TV, das Smartphone dient als Game Controller. Die Latenz ist akzeptabel, die Videoqualität bricht bei bewegten Sequenzen allerdings merklich ein. Viele zum Chromecast-Start angekündigte Funktionen scheinen – zumindest in Deutschland – nicht verfügbar zu sein. „Fast Play“ soll Apps laut Google schon laden, sobald man sie auf dem Smartphone startet, per „Content Prediction“ sollen Mediendienste Inhalte intelligent vorpuffen und per Smartphone soll man App-übergreifend nach Medien suchen können – von all dem sahen wir im Test nichts.

Der Chromecast Audio kann noch nicht überzeugen: Ein Digitalausgang ist zwar vorhanden, aber die bitgenaue Ausgabe nicht möglich. Zum gelegentlichen Musik-Streaming taugt er durchaus, ist allerdings deutlich teurer als ein einfacher Bluetooth-Dongle und kostet genau so viel wie der Video-fähige Chromecast. Besitzer des alten Chromecast können sich das Upgrade auf den Video-Diskus sparen, wenn sie nicht gerade mit schlechtem WLAN-Empfang zu kämpfen haben: Hier könnte immerhin die überarbeitete Antennentechnik eine Verbesserung bringen. (sha@ct.de)

Chromecast / Chromecast Audio

Streaming-Clients

Hersteller	Google, www.google.de
Preis	40 € / 40 €

Günstiger Flugspaß

Der Quadrokopter Syma X5SW mutiert im Zusammenspiel mit Smartphone, WLAN und App zur fliegenden Kamera.

Bevor man mit dem Quadrokopter die ersten Runden dreht, wollen Rotorkörbe, Landbeine und Kamera befestigt werden. Erinnerungen an Einkäufe aus einem schwedischen Möbelhaus werden wach: Schrauben und Werkzeug liegen im Karton und beim Zusammenschrauben ist Feingefühl gefragt. Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen nudelten im Test einige der extrem weichen Schraubenköpfe aus. Hochwertiger präsentiert sich der Rumpf mitsamt seiner Wartungsklappe. Sie gewährt Zugang zum etwas schwachbrüstigen, wechselbaren Akku. Ist er leer, will er über zwei Stunden an einem USB-Anschluss geladen werden – für rund sechs Minuten Flugspaß.

Die Fernbedienung ist ein mit Knöpfen übersäter Klotz, der die Hände mit feingängigen Steuerknüppeln und guter Ergonomie überrascht. Letztere leidet, sobald man die Smartphone-Halterung der Fernbedienung mit sehr großen oder schweren Mobilgeräten strapaziert. Das Smartphone steuert die Video- und Fotoaufnahmen der Quadrokopter-Kamera. Voraussetzung dafür ist eine kostenlose App des Herstellers für Android- und iOS-Geräte. Sie stellt eine stabile WLAN-Verbindung zwischen Kamera und Smartphone her. Die Bildqualität blieb im Test hinter den Erwartungen zurück; Fotos wirken fahl und zu schnelle Flugmanöver quittiert die Kamera mit verwaschenen Videos.

Auf der Habenseite überzeugt der Quadrokopter mit seiner feinfühligen, ruhigen Steuerung. Auch Tempo und Wendigkeit gefallen: Ohne große Übung meisterten wir während unseres Tests nach kurzer Zeit Wurfstarts, rotierten das Fluggerät präzise und vollführten saubere Landungen.

Wer keine knackscharfen Bilder oder Videos erwartet, der hat mit dem Syma X5SW trotzdem seinen Spaß. Denn das Fluggerät bietet richtig gute Flugeigenschaften zum fairen Preis. (mre@ct.de)

Syma X5SW

Quadrokopter mit Kamera

Hersteller	SymaToys, www.symatoys.com
Systemanforderungen	Android ab 4.1, iOS ab Version 6
Preis	76 €

Anzeige



Abgeschottet

**Der geschlossene Kopfhörer
Sennheiser HD8 schirmt nicht nur
DJs effektiv von der Umgebung ab.**

Wenn DJs ihre Tracks in lauten Clubs mit einem Kopfhörer vorhören, muss dieser Umgebungsgeräusche möglichst gut dämpfen. Der HD8 DJ schafft das auch ohne aktive Geräuschunterdrückung allein durch seine passive Dämpfung. Zudem sorgt der hohe Schalldruckpegel von 115 dB (bei 1 kHz mit 1,0 Volt) dafür, dass man selbst kleine MP3-Player kaum bis zum Anschlag aufdrehen kann, ohne dass es einem zu laut wird. Andere HiFi-Modelle erreichen hier meist nur Werte um 100 dB.

Der HD8 steht damit in der Tradition des alten HD-25, der bei Ton-Profis noch immer hoch im Kurs steht. Im Unterschied zum HD-25 umschließen die Polster des geschlossenen HD8 jedoch die Ohren, sodass man weniger das Gefühl hat, in einen Schraubstock gezwängt zu sein. Die Polster sitzen recht stramm, aber angenehm.

Klanglich gefällt der HD8 mit seinem durchaus ausgewogenen Frequenzgang, der tiefe Bässe kontrolliert betont, ohne dass es bollert. Höhen differenziert er sauber, ohne sie zu stark anzuspitzen. Im Vergleich klingt er dadurch sehr viel präsenter als etwa der günstigere HD6 Mix (circa 150 Euro) aus derselben Serie, der uns mit seinem dumpfen Klang und den aufgeblähten Bässen gar nicht zusagte.

Mechanisch macht der HD8 einen flexiblen, gleichzeitig stabilen Eindruck und klappt zum Transport in dem mitgelieferten Hardcase zusammen. Das gewendelte Kabel lässt sich stecken und arretieren, sodass es im Betrieb nicht herausrutscht. Dank seines exzellenten Klangs und der guten Geräuschkopplung ist der HD8 auch für Nicht-DJs für daheim und unterwegs ein Tipp, wenn sie einen präzise aufspielenden Kopfhörer mit hohem Pegel und ausgewogenem Klangbild suchen. (hag@ct.de)

HD8 DJ

Geschlossener DJ-Kopfhörer

Hersteller	Sennheiser, www.sennheiser.de
Anschluss	3,5 mm Stereo-Klinke, Schraubadapter auf 6,3 mm
Preis (Straße)	240 €



Luftikus

Sennheisers HD 650 ist ein sehr transparent klingender offener Kopfhörer für Musikproduzenten und Hifi-Liebhaber.

Wenn Musikproduzenten einen Kopfhörer zum Mixen suchen, setzen sie gerne auf alt Bewährtes statt auf die neueste Mode. So führt denn auch das just erschienene Plugin zur Frequenzkalibrierung von Sonarworks (c't 20/15, S. 67) den mittlerweile zwölf Jahre alten Sennheiser HD 650 als „Mastering-Referenz-Kopfhörer“.

Verdient hat sich der offene, ohrumhüllende Kopfhörer diesen Titel durch seinen sehr luftigen Klang und seinen linearen Frequenzgang. Dieser verläuft fast über das gesamte Frequenzspektrum im Bereich von ± 3 dB und sackt erst unterhalb von 50 Hz ab. Das genügt selbst für tiefe Bässe und Kick-Drums.

Folglich klingt der HD 650 weniger spitz in den Höhen als etwa Modelle von Beyerdynamic oder der hauseigene HD-25. Er verzichtet auf beschönigenden Schmelz, sodass man sein neutrales Klangbild als etwas unterkühlt empfindet. Details und räumliche Staffelungen bildet er überaus präzise ab, sei es eine tiefe Kick-Drum oder eine tickende HiHat.

Nachteil ist, dass er durch seine offene Bauweise Umgebungsgeräusche kaum dämpft und auch die Umgebung am Sound teilhaben lässt – er ist also nur etwas fürs Einzelzimmer.

Durch die großen, weichen ovalen Kissen sitzt er auch über Stunden angenehm, weil er mit weniger Anpressdruck arbeitet als etwa der HD8. Das 3 Meter lange, beidseitig angeschlossene Kabel lässt sich über Steckverbindungen austauschen. Wer einen neutralen, luftigen Kopfhörer für ruhige Räume sucht, um feinste Details seiner Musik zu analysieren, wird die stattliche Ausgabe nicht bereuen. (hag@ct.de)

HD 650

Offener Studio-Kopfhörer

Hersteller	Sennheiser, www.sennheiser.de
Anschluss	6,3 mm Stereo-Klinke
Preis (Straße)	320 €



Drehzahl unter Kontrolle

Die Lüfterregelung Grid+ V2 steuert bis zu sechs PC-Lüfter per Windows-Software an.

Mehr als drei oder vier Ventilatoren lassen sich nur an wenige teure High-End-Mainboards anschließen. Als Alternative zu üblichen Lüfterregelungen für 3,5"- oder 5,25"-Laufwerksschächte bietet NZXT das Grid+ V2 zum Einbau ins PC-Gehäuse an. Statt über Taster und ein LC-Display werden die 3-Pin-Lüfteranschlüsse durch eine Windows-Software eingestellt und überwacht. Das hat den Vorteil, dass sich das kleine schwarze Kästchen über Klebepads mit Klettverschluss an einer nahezu beliebigen Stelle im Rechner anbringen lässt.

Die Stromversorgung erfolgt per Molex-Stecker; mit dem System kommuniziert das Grid+ V2 über ein USB-Kabel, das auf die üblichen Mainboard-Pfostenstecker passt. Die mitgelieferte Kurzanleitung beschreibt lediglich die Installation der Monitoring-Software CAM, nicht aber den ebenfalls notwendigen Treiber, den man an anderer Stelle auf der Hersteller-Webseite zum Download findet (siehe c't-Link). Erst damit lässt sich die Lüfterdrehzahl mittels individueller Profile regeln oder auf einen fixen Prozentwert festlegen. Der Regelbereich von 20 bis 100 Prozent entspricht einer Ausgangsspannung von 4 bis 12 Volt. Hier muss man etwas ausprobieren, denn einige Lüfter laufen bei 4 Volt nur unruhig oder gar nicht erst an.

Beim Abziehen der Lüfterstecker ist viel Kraft aber auch Vorsicht gefragt, damit die Kabel dabei nicht abreißen. Ventilatoren mit 4-Pin-Anschluss sollte man nicht an das Grid+ V2 anschließen, da diese ihre Drehzahl über eine zusätzliche PWM-Signalleitung variieren. Die 30 Euro teure Regelung eignet sich vor allem für Systeme mit einer Wasserkühlung, auf deren Radiatoren mehrere Lüfter sitzen. (chh@ct.de)

c't Treiber Grid+ V2: ct.de/yvmm

Grid+ V2

Lüfterregelung

Hersteller	NZXT, www.nzxt.com
Anschlüsse	6 x 3-Pin, maximal 30 Watt
Preis	30 €

Anzeige

Anzeige



Kleiner WLAN-Speicher

Smartphone oder Tablet bieten häufig zu wenig Speicherplatz für den Videogenuss auf Reisen. Der Sandisk Connect Wireless Stick versorgt Mobilgeräte drahtlos mit Daten.

Akku, WLAN-Modul und etwas Flash-Speicher, fertig ist der WLAN-Stick. Steckt der Sandisk Connect Wireless Stick in der USB-Buchse des PC, wird darüber sein Akku geladen – die WLAN-Funktion steht dann nicht zur Verfügung. Gerade einmal 13 MByte/s konnten wir über den lahmen USB-2.0-Port lesen und schreiben, das Befüllen des 64 GByte großen Speichers dauert so mehr als eine Stunde.

Zur WLAN-Verbindung mit dem Smartphone stehen Apps für Android und iOS zur Verfügung. Maximal drei Geräte können sich gleichzeitig mit dem Stick verbinden. Bei der Inbetriebnahme ist der WLAN-Zugang unverschlüsselt, der erste Schritt ist also die Vergabe eines WLAN-Passwortes. Da es keine Nutzerverwaltung gibt, kann jeder, der dieses Passwort kennt, auf die Konfiguration des Sticks zugreifen – und auch das Passwort ändern. Der Stick lässt sich, wie bei solchen WLAN-Speichern üblich, selbst per WPA2 über 2,4-GHz-WLAN mit dem Router verbinden und gibt diesen Internet-Zugang an die angeschlossenen Geräte weiter.

Die App spielt Fotos, Musik und Videos ab, Fotos und Videos kann sie auch an einen Chromecast-Stick oder ein FireTV weitergeben. Auf Wunsch speichert sie die aufgenommenen Fotos auf dem Stick. Im Test riss die Verbindung in einer Entfernung von etwa 20 Metern ab, bis dahin ließen auch HD-Videos flüssig. Spielt nur ein Gerät ein Video ab, so ist der Akku nach knapp 5,5 Stunden leer.

Unterwegs erweist sich der Stick als praktische Lösung für die Verteilung von Multimedia-Dateien und Backup von Fotos. Daheim ist er aufgrund der geringen Speicherkapazität kaum als Netzwerkspeicher einsetzbar und als USB-Stick zu langsam.

(ll@ct.de)



Schnell angeschlossen

USB 3.0 ist weit verbreitet, aber erst USB 3.1 bringt externe SSDs voll in Schwung. Der USB-3.1-SATA-Adapter Raidsonic IB-AC603-U31 funktioniert jedoch nicht auf allen Mainboards.

Der Raidsonic-Adapter IB-AC603-U31 spricht USB 3.1 und verbindet 2,5-Zoll-SATA-Festplatten oder -SSDs mit dem PC. Wie bei solchen Adapters üblich, reicht die Leistung aus dem USB-Port nicht, um auch die großen 3,5-Zoll-Festplatten anzutreiben.

Passende USB-3.1-Anschlüsse sind noch nicht weit verbreitet. Auf unserem Testsystem, einem Asus Z170 Pro Gaming, hat der Hersteller für USB 3.1 nicht nur eine Buchse vom Typ A verbaut, sondern auch eine vom verdrehsicheren Typ C. Der Raidsonic-Adapter kommt mit einem Typ-A-Kabel und passt so auch in die üblichen USB-3.0-Ports.

Mit dem Asus-Mainboard funktionierte der Adapter nur unvollständig. Beim Lesen von Daten zeigte die Kombination hohe Datenraten, aber beim Schreiben verschwand das Laufwerk nach wenigen Sekunden aus dem Explorer. Aus der Ereignisanzeige ging hervor, dass der Datenträger „überraschend entfernt wurde“. Weder BIOS- noch Firmware-Update des USB-Controllers noch ein Wechsel des SSD-Typs konnten den Fehler beheben. Asus und Raidsonic bemühten sich bis Redaktionsschluss vergebens, den Fehler zu beheben.

So haben wir den Adapter über den Umweg einer USB-3.1-Steckkarte an einem älteren MSI-System getestet – dort funktionierte er auf Anhieb. Die Datenraten lagen mit 539 MByte/s (lesen) und 498 MByte/s (schreiben) nahe an den Werten, die die Samsung-SSD 850 Pro mit 256 GByte beim Anschluss per SATA erreicht.

Auch wenn Asus und Raidsonic bereits an einer Lösung des Problems arbeiten: Der Test zeigte erneut, dass USB 3.1 noch lange nicht überall reibungslos läuft.

(ll@ct.de)

Connect Wireless Stick

USB-Stick mit WLAN

Hersteller	Sandisk, www.sandisk.de
Modellbezeichnung	SDWS4-064G-G46
Maße, Gewicht	77 mm × 19 mm × 11 mm, 23 g
Straßenpreise	16 GByte: 30 €, 32 GByte: 39 €, 64 GByte (getestet): 55 €, 128 GByte: 88 €

Icy Box 70631

USB-3.1-SATA-Adapter

Hersteller	Raidsonic, www.icybox.de
Modellbezeichnung	Icy Box IB-AC603-U31
Lieferumfang	USB-Kabel, Aufbewahrungsbox
Straßenpreis	18 €



Mechanischer Glühwurm

Die Gaming-Tastatur SteelSeries Apex M800 leuchtet in allen Farben und ist vollständig umkonfigurierbar. Eine Überraschung sind die mechanischen Schalter mit ungewöhnlichem Anschlag.

Die Apex M800 von SteelSeries behebt den Hauptkritikpunkt an der ursprünglichen Apex: die Tastentechnik. Beim Apex Gaming Keyboard (siehe c't 21/14, S.92) kam eine schnell ausleiernde Membran zum Einsatz; die M800 setzt hingegen auf einzelne mechanische Switches.

Hier kommen aber keine Cherry-MX-Schalter oder deren chinesische Klone zum Einsatz. Jeder Schalter ist ein hohler quadratischer Stempel, in dem eine RGB-LED mittig durch die Taste strahlt. Die Schalter scheinen von Kaihua zu stammen – demselben Hersteller, der Razer & Co. mit MX-Klonen versorgt. Das Ergebnis ist eine ausgeglichene RGB-Beleuchtung, wie sie sonst nur die Logitech G910 Orion Spark (siehe c't 1/15, Seite 66) bietet.

Der Anschlag der flachen Switches erinnert stark an Membrantasten, die Schalter haben aber einen höheren Schaltpunkt. Dadurch lösen die Tasten schneller aus, was bei hektischen Spielen von Vorteil ist.

Was die Zahl der Bonustasten angeht, musste die Apex M800 gegenüber der Membranschwester deutlich Federn lassen: Von deren 22 Extratasten sind bei der M800 gerade mal 6 übrig geblieben, die alle am linken

Rand liegen. Immerhin wurde die doppelt so hohe Leertaste beibehalten. Die Handballenauflage ist kaum der Rede wert; hier sollte man ein Pad dazukaufen. Davon abgesehen fällt das Tastaturlayout erfreulich konventionell aus: Fast alles liegt am gewohnten Platz. Einziger Ausreißer ist die SteelSeries-Taste zwischen AltGr und Kontextmenü, die Zweitbelegungen der Tasten F5 bis F12 aktiviert.

Zur sinnvollen Nutzung muss man den Treiber installieren, die SteelSeries Engine 3 für OS X oder Windows. Ohne Treiber glüht die Tastatur nervig in Regenbogenfarben vor sich hin. Die Engine dient sowohl zur Anpassung der Beleuchtung als auch zur Umbelegung aller Tasten. Der Treiber ist grafisch opulent, aber teilweise verwirrend – so stellt etwa der Beleuchtungs-Editor acht unbeschriftete Werkzeuge bereit, deren Funktion man sich erst erarbeiten muss. Davon abgesehen lassen die Konfigurationsmöglichkeiten keine Wünsche übrig: Dynamisches Schimmern, Aufglimmen bei Tastendruck und frei wählbare Muster sind ebenso vertreten wie ein Disko-Modus, bei dem die Tastatur einfach nur in allen Farben funkelt (Video siehe c't-Link).

Gegenüber der Standard-Apex fehlt der M800 die Möglichkeit, für eine Anwendung mehrere Belegungen zu definieren. Andererseits lässt sich jedes Tastenbelegungs-Preset nicht nur mit einer, sondern mit mehreren Anwendungen verknüpfen. Der Makro-Editor unterstützt neben Tastenanschlägen auch Mausklicks; pro Makro zeichnet der Editor bis zu 250 Zeichen auf.

Schöner Zug: In der Verpackung liegen drei alternative Tastenkuppen für OS X. Auch zwei zusätzliche Gummifüße gehören zum Lieferumfang. Mit diesen kann man die Tastatur nur steiler stellen, nicht aber vorn aufbocken. Im steilen Betrieb vermisst man die Handballenauflage nicht mehr, dafür werden die Arme schneller lahm. An der Rückseite befinden sich zwei USB-2.0-Ports, zu deren Versorgung die M800 zwei USB-Anschlüsse am Rechner belegt.

Als Hauptkritikpunkt bleibt der Preis: Die Logitech G910 Orion Spark stellt für einen Straßenpreis von 140 Euro ähnlich gute Konfigurationsoptionen, solide Schalter und eine ausgeglichene Beleuchtung bereit, zusätzlich aber weitere Makro- und Multimedia-Tasten sowie eine ordentliche Handballenauflage.

(ghi@ct.de)



Unter den Kuppen der SteelSeries Apex M800 stecken hohle mechanische Schalter, die eine ausgeglichene Beleuchtung ermöglichen.

SteelSeries Apex M800

Gaming-Tastatur mit RGB-Beleuchtung

Hersteller	SteelSeries, www.steelseries.com
Technische Daten	51 cm x 17,5 cm x 3,4 cm; 1,4 kg
Preis	200 € (Straße: 185 €)

ct Video der Apex M800 in Aktion:
ct.de/yv67

Anzeige



Kalorienzähler

BikeComputer Pro verwandelt Android- und iOS-Geräte zum Routenplaner, Navi und Fahrradtacho.

Für die weltweite Routenplanung gewährt die App direkten Zugriff auf kostenlose, herunterladbares Kartenmaterial – beispielsweise von OpenCycleMap, MapQuest und Mapnik. Das ist wichtig für GPS-gesteuertes Radeln in abgelegenen Gebieten ohne Verbindung zu Online-Karten. Wer kann, lagert die platzhungrigen Dateien auf eine Micro-SD-Karte aus.

Die Suchfunktion kennt große und kleine Biker-Hotspots wie Okertalsperre oder Hohe Warte, unterschlägt jedoch die geografische Region. Das ist dann problematisch, wenn ein Suchbegriff zu mehreren Ergebnissen führt. Daher sollte man möglichst genaue Suchbegriffe eingeben, beispielsweise „Hohe Warte Deister“.

Den Routenverlauf bildet die App übersichtlich auf der Karte ab. Die Anzeige der aktuellen Position wird per GPS aktualisiert; akustische und optische Abbiegehinweise erfolgen rechtzeitig. Während des Fahrens macht der BikeComputer seinem Namen alle Ehre: Er informiert unter anderem über Geschwindigkeit, gefahrene Distanz, Fahrzeit, Höchstgeschwindigkeit, Höhenmeter und Kalorienverbrauch. Die aktuelle Version erfasst im Zusammenspiel mit kompatiblen Brustgurten auch die Herzfrequenz des Radfahrers. Alle Daten einer Tour speichert BikeComputer Pro in einer Session und exportiert diese auf Wunsch als GPX-Datei.

Mit dem fünf Euro teuren BikeComputer Pro protokollieren Freizeitradler zuverlässig ihre täglichen (Rad-)Fahrleistungen und finden sich in unbekanntem Terrain zurecht. Wer lediglich einen besseren Fahrradtacho sucht, der greift zur deutlich abgespeckten, kostenlosen Demoversion. (mre@ct.de)

ct Demo, Vollversion: ct.de/ynhe

BikeComputer Pro

Fahrradcomputer-App	
Hersteller	roproducts, www.bikecomputer.roproducts.de
Systemanforderungen	Android ab 2.3, iOS ab Version 7
Preis	5 €

Lesehelfer

FeedReader holt Feeds aus webbasierten RSS-Sammeln wie Tiny Tiny RSS auf den Linux-Desktop.

Einzelne RSS-Feeds kann man dem Tool mit dem unspezifischen Namen FeedReader nicht unterjubeln. Stattdessen verlangt es die Zugangsdaten zu einem Tiny-Tiny-RSS-Server oder für Feedly.com, die das Einsammeln der RSS-Feeds übernehmen. Wer seine News auch auf dem Smartphone oder Tablet liest, muss sie daher nicht zweimal durchsehen. Durch die Meldungen blättert man bequem mit der Tastatur.

FeedReader setzt Gtk+ mindestens in Version 3.12 voraus und nutzt die für neuere Gnome-Versionen typische breite Fensterleiste mit integrierten Bedienelementen. Die Artikel bereitet das Programm lesefreundlich auf, dabei stehen vier Layouts zur Wahl. Gelesene Beiträge kann das Tool bei Bedarf ausblenden. Ob und wie viele Artikel aufbewahrt oder nach einer Woche, einem Monat oder einem halben Jahr gelöscht werden, lässt sich in den Einstellungen regeln. Hier legt man auch fest, in welcher Reihenfolge FeedReader die Artikel auflistet.

Praktisch ist die Integration der „Read it later“-Dienste Pocket, Instapaper und Readability. Um einen Artikel erst später zu lesen, hinterlegt man die Zugangsdaten in den Einstellungen. Über die Schaltfläche mit dem Wolken-Symbol lässt sich ein Artikel für späteres Lesen speichern. Die in Tiny Tiny RSS verfügbaren Labels erkennt FeedReader zwar und zeigt sie in der Leiste, es lassen sich aber keine Labels vergeben. Nach einem Klick auf ein Label zeigt das Tool die in Tiny Tiny RSS zugeordneten Artikel an. Fährt der Mauszeiger über einen Feed in der Seitenleiste, blendet FeedReader ein blaues Häkchen ein, mit dem sich alle Meldungen des Feeds in einem Rutsch als gelesen markieren lassen. (lmd@ct.de)

Hochflexibles Sprachtalent

Multiling O Keyboard unterstützt über vierhundert Sprachen und kennt selbst ausgefallene Tastaturlayouts wie Dvorak und Neo.

Die kostenlose Android-App „Multiling O Keyboard +emoji“, nicht zu verwechseln mit dem älteren Multiling Keyboard, verschafft Ihnen umfassende Fremdsprachenunterstützung und fast grenzenlose Freiheit bei der Gestaltung Ihrer Onscreen-Tastatur. Dazu hat Autor Han Honso über 430 Sprachpakete und Wörterbücher veröffentlicht, samt zugehörigen Schriftzeichen, etwa aus dem asiatischen Raum. Zudem können Sie etliche Layouts und Themes auswählen und so Tastenanordnung und Aussehen der Onscreen-Tastatur anpassen.

Die App unterstützt auch Gesten und Swipe. Für den Wechsel des Tastatur-Layouts legen Sie den Finger auf die Leertaste. Es erscheint dann ein Menü mit einer Liste der zuletzt verwendeten Layouts, wobei Sie die Leertaste auf das gewünschte Layout ziehen. Swipe-Algorithmus und Wortvorschlagshilfe hat der Autor nach eigenen Angaben selbst entwickelt und verwendet dafür keine Funktionen der Google-Bibliotheken. Die App gibt es nicht nur im Play Store, sondern auch als APK-Archiv im Google Drive des Autors zum Download (siehe Link), sodass auch alternative Android-Installations die App nutzen können.

Eine weitere Besonderheit ist, dass Sie vollständig eigene Tastatur-Layouts entwerfen oder die vorhandenen anpassen können. So haben wir bei der Neo-Tastatur kurzerhand die deutschen Umlaute nachgerüstet und einen hexanumerischen Ziffernblock gebaut. Die Programmierung ist überraschend einfach und mächtig. Wie Sie Layouts anpassen oder erstellen, erfahren Sie auf Seite 174. (mid@ct.de)

ct Multiling O Keyboard APK: ct.de/yckf

FeedReader 1.2.1

RSS-Feedreader	
Hersteller	Jan Lukas Gernert, https://jangerert.github.io/feedreader/
Systemanforderungen	Linux, Gtk+ 3.12
Preis	frei

Multiling O Keyboard +emoji

Programmierbare Onscreen-Tastatur für Android	
Autor	Han Honso, multi-lingo.appspot.com
Systemanforderungen	Android ab 2.1
Preis	frei



Hallo Echo!

In der fünften Auflage packt Soundtoys seine Plug-ins in ein virtuelles Rack und bringt mit seinen Filtern, Verzerrern und Delays ordentlich analogen Rotz in digitale Audio-Produktionen.

Rund ein Jahr nach ihrer Ankündigung sind die Soundtoys 5 endlich erschienen. Der US-amerikanische Software-Hersteller packt nun alle seine Plug-ins in sein Effekt-Paket. Die zwölf verschiedenen Module (dazu kommen sechs abgespeckte Varianten) umfassen verschiedenste Modulationen, Filter und Verzerrer, die sich über intern programmierbare LFOs (tieffrequente Oszillatoren) von subtilen Soundpolituren zu abgefahrenen Effektmonstern verwandeln.

Hinzugekommen sind fünf neue Module: PrimalTap ist ein duales Delay nach dem Vorbild des alten Lexicon Prime Time, das mit dreckigen Lofi-Einstellungen und einem Freeze-Modus aufwartet. Little AlterBoy ersetzt das alte Speed-Modul und moduliert Gesang in Echtzeit; er pitcht Stimmen oder lässt sie wie Roboter klingen. Microshift zieht die Stereobreite über kleinste Verzögerungen elegant auseinander, ohne dass die Mono-Kompatibilität leidet. Mit Radiator und Devil-Loc sind zudem ein Kompressor und Limiter mit an Bord, die speziell Schlagzeugspuren mit dem Biss alter Röhren aufpeppen.

Zu den drei wichtigsten Kern-Modulen gehören weiterhin der Decapitator, der verschiedene Zerrstufen analoger Mischpulte emuliert, sodass selbst die sauberste Digitalaufnahme klingt, als wäre sie durch alte Hard-

ware gejagt worden. Man gewöhnt sich so schnell an seinen warmen Sound, dass man ihn bald in jeder Spur eines Mixes einsetzt und nicht mehr missen möchte.

EchoBoy ist ein universelles Delay, das nicht nur verschiedene Sounds von Band- und Öldosen-Echos emuliert, sondern über seine LFOs eine große

Bandbreite von Flanger/Chorus über Slap-Backs bis zu langen Dub-Echos (bis zu 15 Sekunden) erzeugt.

Im Zusammenspiel mit FilterFreak, der seinem Namen mit zwei modulierbaren Filtern alle Ehre macht, lassen sich so statische Rhythmusspuren in lang wabernde, alienartige Klanglandschaften verwandeln. Oder man haucht ihnen über subtile Änderungen etwas Leben ein. Alle Parameter wie die Delay-Time und Filterfrequenz lassen sich vom Host automatisieren.

Spartanisches Rack

Allein diese drei Module gehören zu den besten ihrer Zunft und wären den stolzen Preis des Bundels bereits wert. Zusammen mit den übrigen Effekten wie einem Tremolo, einem Reverse-Hall und einem Panning-Modul lassen sie sich im neuen Rack-Plug-in gruppieren. Dieses ist sehr spartanisch ausgestattet. Immerhin kann man Presets mit mehreren Modulen abspeichern und über eine Feedback-Schleife das Effekt-Signal wieder auf den Eingang routen.

Was dem Rack (wie auch allen anderen Plug-ins) fehlt, ist ein Bypass-Knopf – hier muss man die oftmals versteckten Schalter der Host-Software bemühen. Auch einen A/B-Vergleich sucht man vergeblich. Angeichts dieser Einschränkungen wird man das Rack wohl nur selten einsetzen und häufiger auf die einzelnen Plug-ins zugreifen.

Besitzer des Vorgängers können ihr Bundle für 150 US-Dollar updaten. Das lohnt zwar nicht wegen des Racks, die fünf neuen Plug-ins sind den Aufpreis aber allemal wert. Neugeinsteiger müssen zwar tief in die Tasche greifen, bekommen dafür aber ein exzellent klingendes und bequem einstellbares Effekt-Paket, das andere Delays, Filter und Verzerrer mit Leichtigkeit verdrängt. Soundtoys 5 läuft jetzt auch ohne iLok-Dongle. (hag@ct.de)

ct Video mit Sound-Beispielen: ct.de/y2we



Die programmierbaren LFOs erlauben rhythmische Effekt-Variationen.

Soundtoys 5

Effekt-Plug-ins für Musikproduktionen

Hersteller	Soundtoys, www.soundtoys.com
Systemanforderungen	Windows ab 7, OS X ab 10.8
Formate	VST, AU, AAX (32 und 64 Bit)
Preis	500 US-\$

Anzeige



Hannes A. Czerulla

Größenwahl

Sony Xperia Z5 und Xperia Z5 Compact im Test

Mit dem Xperia Z5 Compact bietet Sony eine echte Mini-Version seines Smartphone-Spitzenmodells Xperia Z5 an. Im Test stellen sich die beiden Modelle als technisch gleichwertig heraus. Doch während das Konzept des Z5 Compact einmalig ist, geht sein großer Bruder im High-End-Getümmel unter.

Ein Spitzen-Smartphone muss nicht zwangsläufig mit einem gigantischen Display und einem entsprechend ausladenden Phablet-Gehäuse protzen. Denn im Unterschied zu anderen Herstellern bietet Sony das Xperia Z5 in zwei Versionen an, die sich technisch zwar kaum unterscheiden, aber verschiedene große Bildschirme haben. Das Xperia Z5 zeigt 5,2 Zoll Bilddiagonale und das Xperia Z5 Compact nur 4,6 Zoll.

Die Gehäuse sind natürlich an die Display-Größen angepasst, und so ist das Z5 knapp zwei Zentimeter länger, ein wenig breiter, aber auch flacher als die Compact-Version. Sony-typisch sind beide nach den Schutzklassen IP68 und IP65 staub- und wasserfest, können bis zu einer halben Stunde unter Wasser überleben und widerstehen auch Strahlwasser. Dem Ausflug unter die Dusche steht nichts im Weg.

Während das Z5 wegen seines schlanken Körpers Eleganz ausstrahlt, wirkt das Z5 Compact plump. Für die Rückseiten hat der

Hersteller milchiges Glas verwendet, das sich im Test als immun gegenüber Kratzern herausstellte. Dem Material sieht man seine Qualität leider nicht an; es gleicht in Haptik und Optik mattem Plastik.

Die Tasten für Lautstärke und Kameraauslöser sitzen außergewöhnlich weit unten am Gehäuserahmen, sodass man umgreifen muss, um sie zu bedienen. Die Lautstärkewippe ist so kurz, dass man nie weiß, ob man die Lautstärke gerade erhöht oder verringert. Praktisch ist hingegen, dass Sony den Fingerabdrucksensor in die Entsperrtaste eingebaut hat und beim Aktivieren des Displays automatisch die Sicherheitsüberprüfung erfolgt. Solange alles funktioniert, merkt man gar nicht, dass man den Sensor gerade verwendet. Er reagiert schnell und zuverlässig. Wegen der ungewöhnlichen Position an der Gehäuseflanke legt man allerdings häufig nur die Daumenspitze auf den Sensor anstatt des gesamten Fingers. Dann hat der Sensor Probleme, den Nutzer zu erkennen, oder

merkt überhaupt nicht, dass ein Finger aufgelegt ist.

Fummeln oder strecken

Der Größenunterschied zwischen den Displays beträgt nur 0,6 Zoll, beeinflusst aber die Einsatzgebiete. Mit dem Z5 fühlt man sich vor allem beim Surfen, Spielen und Videoschauen wohl, weil man auf der großzügig dimensionierten Anzeige Webseiten-Links trifft, fehlerfrei tippt und Spiele ziel sicher bedient. Dank Full-HD-Auflösung beziehungsweise über 400 dpi Pixeldichte erscheinen alle Inhalte gestochen scharf.

Mit 4,6-Zoll ist das Z5 Compact hingegen ein exotischer Knirps. Wer sich an größere Smartphone-Bildschirme gewöhnt hat, wird auf dem kleinen Modell nicht jede Schaltfläche auf Anhieb treffen. Die Bedienung fällt spürbar fummeliger aus als auf dem Z5, aber nach kurzer Zeit gewinnt man an Zielsicherheit. Obligatorische Apps wie WhatsApp, Facebook und Mail-Clients profitieren sowie so kaum von größeren Displays. Und die kompakten Maße haben auch ihre Vorteile: Im Gegensatz zum Z5 kann man die Compact-Version ohne Schwierigkeiten einhändig mit dem Daumen bedienen. Dass das Z5 Compact nur HD-Auflösung (720p) anzeigt, sollte nicht abschrecken. Die Darstellung ist fast so scharf wie auf dem höher auflösenden Z5.

Im Labor lieferten beide Displays ausgezeichnete Werte: Sie stellen den sRGB-Farbraum vollständig dar und gehen sogar ein deutliches Stück darüber hinaus. Farben wirken dadurch fast so kräftig wie auf AMOLED-Anzeigen. Die Kontraste sind zwar nicht auf Spitzeniveau, halten aber mit denen der meisten Konkurrenten mit. knapp 500 beziehungsweise 600 cd/m² Helligkeit reichen in jeder Situation für eine Darstellung ohne behindernde Spiegelungen.

Klein klingt wie groß

Auf die Akustik des Lautsprechers hat die Gehäusegröße wenig Einfluss. Während eines Telefongesprächs ist der Gesprächspartner an beiden Telefonen prima zu verstehen und die Stimme klingt natürlich. Die Lautstärke lässt sich für geräuschvolle Umgebungen weit genug hochdrehen. Im Freisprechmodus dürfen nicht zu viele Nebengeräusche auftreten, da man den Partner sonst nicht mehr versteht. Zum Musikhören auf Zimmerlautstärke sind die Lautsprecher nur bedingt geeignet: Bässe geben sie akzeptabel wieder, doch anderen Frequenzen verzerrt schnell. In lautem Umgebungen zerhackt das Mikrofon des Z5 Compact die eigene Stimme gelegentlich, weil die Geräuschunterdrückung immer wieder ein- und aussetzt. Beim Z5 tritt das Problem kaum auf.

Performance

In beiden Telefonen pocht das gleiche Herz in Form des Octa-Core-Prozessors Snapdragon 810. In den Benchmarks erweist er

Anzeige

sich wie auch schon in vorangegangenen Tests als einer der schnellsten ARM-Prozessoren. Er hält für alle Aufgaben genügend Performance bereit, ist aber auch berüchtigt für sein problematisches Wärme-Management und seinen Hang zum Heruntertakten, wenn er längere Zeit unter Vollast steht. In unserem CoreMark-Benchmark hielt der Chip ein bis zwei Minuten volle Belastung aus, bis er den Takt der vier Cortex-A57-Kerne um rund 25 Prozent reduzierte – Konkurrenten wie das HTC One M9 werden schon nach wenigen Sekunden langsamer. Die unterschiedlich großen Sony-Gehäuse hatten keinen Einfluss auf die Ergebnisse. Und in der Praxis spielt dieses Verhalten bislang kaum eine Rolle, denn auch nach langen Spiele-Sessions bleiben die Bildraten flüssig. Falls Apps und Spiele in Zukunft aber anspruchsvoller werden, könnte die hitzige CPU zum Flaschenhals werden.

Dem Z5 Compact hat der Hersteller nur 2 anstatt 3 GByte RAM spendiert. Unterschiede sind aber nicht spürbar; zwischen Apps zu wechseln oder sie zu starten, dauert auf beiden Telefonen gleich lang. Mit dem größeren Arbeitsspeicher ist das Xperia Z5 aber ein bisschen besser für die Zukunft gewappnet und muss Apps, die aus dem Hintergrund wieder hervorgeholt werden, seltener neu laden.

Software bremst Kamera

Die Kamera, die Sony in beide Geräte einbaut, bildet im Freien kräftige, realistische Farben ab und kombiniert sie mit hohen Kontrasten. Auch die Laborwerte stimmen zuversichtlich mit einem Visual-Noise-Wert von 2,3 und einem Dynamikumfang von 7,85 Blenden. Auf Wunsch nimmt die Kamera bis zu 23 Megapixel auf und liefert dann detaillierte Bilder, auf denen Artefakte nur unter starker Vergrößerung zu finden sind.

Allerdings lässt sich die volle Sensor-Auflösung nur mit der Sony-eigenen Kamera-App nutzen, in alternativen Programmen wie Google Kamera stehen maximal 8,3 Megapixel zur Auswahl. Solange Innenräume halbwegs gut beleuchtet sind, entstehen fantastische Bilder. Sobald es aber schummrig wird, fehlt es an Schärfe und es zeigen sich Rauschen und Artefaktränder um Objekte. Mit 8,3 Megapixel tritt ein wenig Besserung ein. Besonders auf Außenaufnahmen tauchen sporadisch schwammige Bereiche in den Bildecken auf, in denen die Kamera Objektdetails wie Baumkronen zu Pixelpampe zusammenrechnet – das gleiche Verhalten legte das Vorgängermodell Xperia Z3+ an den Tag. Ein optischer Bildstabilisator ist nicht an Bord, obwohl er für Videoaufnahmen nützlich wäre. Denn für wackelfreie Schwenks bräuchte man eine übernatürlich ruhige Hand. Beim Fotografieren kommt man ohne den Stabilisator aus, da die Belichtungszeiten meist sehr kurz ausfallen.

Ein weiterer Schwachpunkt der Kamera ist die langsame Software: Zwar kann man die Kamera direkt mit der Hardware-Taste am

Gehäuse starten, doch die App braucht bis zu drei Sekunden, bis sie bereit ist – zu langsam für so manches Schnappschussmotiv. Nach einem Foto in die Galerie-App zu wechseln dauert ebenfalls mehrere Sekunden.

Während Konkurrenten wie Samsung und LG immer weniger eigene Software in das Betriebssystem pflanzen, bleibt Sony beim alten Bootware-Konzept und pumpt viele eigene Apps ins System. Nicht alle kann man deinstallieren und viele von ihnen wie die Streaming-App PS Video und die Content-Halde Xperia Lounge verlangen ein Nutzerkonto bei Sony. Außerdem müllen sie die Benachrichtigungsleiste mit nutzlosen Meldungen voll.

Fazit

Das Sony Xperia Z5 Compact ist nicht perfekt, bietet aber eine Kombination, die sonst nur Apple in petto hat: ein High-End-Smartphone, das so klein ist, dass man es mit einer Hand bedienen und bequem in die Hosentasche stecken kann. Es ist für Nutzer interessant, die das Smartphone hauptsächlich zur Kommunikation nutzen und sich gleichzeitig Leistungsreserven wünschen. Alternativen mit Android findet man nur bei Sony selbst – beispielsweise den Vorgänger Xperia Z3 Compact. Dieser ist für unter 400 Euro erhältlich und bringt im Vergleich kaum Nachteile mit sich.

Der große Bruder Xperia Z5 sticht nur wegen seines wasserfesten Gehäuses aus der Masse der Spitzen-Smartphones hervor. Konkurrenten wie das Samsung Galaxy S6 bieten bessere Displays und Kameras und sind mittlerweile deutlich preiswerter als das Z5. Die 23-Megapixel-Kamera hätte ohne die Fauxpas das Alleinstellungsmerkmal des Xperia Z5 werden können. Im momentanen Zustand wirkt sie unausgereift. (hc@ct.de)

Literatur

[1] Achim Barczok, Hannes A. Czerulla, Handlichkeit statt Größenwahn, Kleine High-End-Smartphones mit Android, c't 1/15, S. 58

Android-Smartphones

Modell	Sony Xperia Z5	Sony Xperia Z5 Compact
Ausstattung		
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 5.1.1 / Sony UI	Android 5.1.1 / Sony UI
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 810 / 8 × 2 GHz + 4 × 1,5 GHz	Qualcomm Snapdragon 810 / 8 × 2 GHz + 4 × 1,5 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 430	Qualcomm Adreno 430
Arbeits- / Flash-Speicher (frei)	3 GByte / 32 GByte (22,5 GByte)	2 GByte / 32 GByte (22,5 GByte)
Wechselspeicher / maximal	MicroSDXC / 200 GByte	MicroSDXC / 200 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/√ / √	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/√ / √
Bluetooth / NFC / GPS	4.1 / √ / √	4.1 / √ / √
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	√ / √	√ / √
mobile Datenverbindung ¹	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2900 mAh / – / –	2700 mAh / – / –
Abmessungen (H × B × T)	14,6 cm × 7,2 cm × 0,8 cm	12,7 cm × 6,4 cm × 0,9 cm
Gewicht	153 g	138 g
Schutzklasse	IP65/IP68	IP65/IP68
Kamera-Tests		
Kamera-Auflösung Fotos / Video	22,9 MPixel (5520 × 4140) / 4K (3840 × 2160)	22,9 MPixel (5520 × 4140) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus	√ / √	√ / √
RAW-Aufnahmen / Fotoleute (Anzahl)	– / √ (1)	– / √ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	5,6 MPixel (2592 × 1944) / Full HD (1920 × 1080)	5,6 MPixel (2592 × 1944) / Full HD (1920 × 1080)
Display-Messungen		
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 11,4 cm × 6,5 cm (5,2 Zoll)	LCD (IPS) / 10,1 cm × 5,7 cm (4,6 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 Pixel (427 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (322 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	5 ... 596 cd/m ² / 94 %	4 ... 495 cd/m ² / 88 %
Laufzeit-Messungen		
Ladezeit auf 50 % / 100 %	59 min / 155 min	60 min / 156 min
Video (200 cd/m ²)	8,6 h	10,6 h
Video (max. Helligkeit)	5,2 h	7,1 h
3D-Spiel (200 cd/m ²)	3,8 h	4,1 h
WLAN-Surfen (200 cd/m ²)	11,2 h	16,5 h
Bewertung		
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Ausstattung Software / Hardware	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Display	⊕⊕	⊕⊕
Laufzeit	⊕	⊕
Kamera Fotos / Videos	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Preis	690 €	540 €

¹Herstellerangabe

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

⊖ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

ct



Sven Hansen

Smarte Lichtzentrale

Hue lernt HomeKit

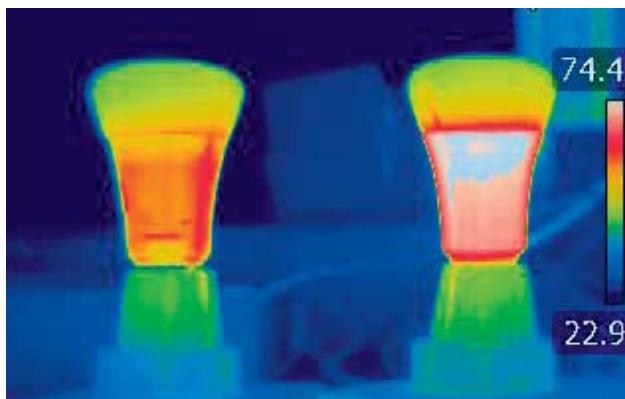
Philips' smartes Lichtsystem Hue bekommt eine frische Bridge mit HomeKit-Unterstützung. Auch die „Hue-Birne“ mit E27-Fassung liegt nun in überarbeiteter Form im Starter-Kit.

Nun steht fest: Ein Software-Update, um die alte Steuerzentrale von Philips' Lichtsystem Hue in Apples Heimautomations-Plattform HomeKit einzubinden, wird es nicht mehr geben. Stattdessen hat das Unternehmen eine HomeKit-fähige Version der Hue Bridge herausgebracht.

Wir testeten das Starter-Kit „White and Color Ambiance“, das aus der neuen Bridge und drei E27-Leuchtmitteln besteht. Letztere hat Philips ebenfalls überarbeitet: Sie heißen nun „Hue White and Color“ und sollen deutlich mehr Licht produzieren als ihre Vorgänger. Die neue Hue Bridge verbindet das Heimnetz mit den über den Funkstandard ZigBee kommunizierenden Leuchten. Sie

wird wie bisher per Ethernet ins Netz gehängt – obwohl im Innern auch ein WLAN-fähiger Chip schlummert. Die neue Bridge ist von außen leicht zu erkennen: Aus dem runden Puck ist ein abgerundetes Kistchen geworden. Die drei Status-LEDs für Power, Netzwerk und Internetverbindung sind geblieben – ebenso der von einem LED-Ring eingerahmte Paarungsknopf. Man muss ihn immer dann betätigen, wenn die Bridge mit einer neu auf dem Smartphone installierten App zusammenarbeiten soll.

In der offiziellen Hue-App hat sich wenig geändert. Per Einrichtungsassistent ist die Bridge schnell am Start. Die drei Leuchtmittel des Starter-Kits erkannte sie automatisch.



Das neue E27-Leuchtmittel Hue White and Color (rechts) erwärmt sich im Betrieb deutlich stärker als sein Vorgänger (links).

Um die Bridge in HomeKit anzumelden, muss man die Hue-App erneut bemühen. Der zur Registrierung benötigte HomeKit-Code befindet sich in der Verpackung oder unter der Bridge. Ihn fotografiert man über die App einfach ab.

Nach der Registrierung lässt sich das Hue-System auch per Siri steuern. Die Gruppierung von Lampen nach Räumen ist nicht vorgesehen. Immerhin lassen sich Szenen zusammenstellen, die beliebige Gruppen von Lampen umfassen können. Per Siri lassen sie sich nach dem Muster „aktiviere <Szene>“ aufrufen. Leider stolpert die deutsche Spracherkennung über die meist englischsprachigen Szennamen – das gedimmte Licht der voreingestellten Szene „relax“ muss man ihr in bestem Denglisch als „Reh-Lachs“ vorsprechen. Schon beim „sunset“ misslingt dieser Kniff gründlich – Siri meldet, die App „Son Z“ nicht zu finden, und die Lichter bleiben aus. Abhilfe schafft erst das Umbenennen aller Szenen.

Birnen-Update

Die im Starter-Kit enthaltenen E27-Birnen haben laut Spezifikation nun 806 statt 700 Lumen Leuchtleistung. Der Helligkeitsunterschied ist mit bloßem Auge allerdings kaum wahrnehmbar. Dafür verbraucht die „Hue White and Color“ deutlich mehr Strom als ihr Vorgänger: Statt 6,8 Watt standen im Labor 9,4 Watt auf dem Leistungsmessgerät – ein Anstieg um 46 Prozent. Einen Teil davon setzt sie in Abwärme um: Mit 74 °C erwärmt sie sich am Lampenfuß stärker, als das Vormodell (54 °C). Der Standby-Verbrauch ist mit rund 0,5 Watt gleich geblieben. Auf Schaltbefehle der Bridge reagiert das neue Leuchtmittel etwas schneller.

Philips gewährt Besitzern des alten Modells bis Ende des Jahres einen Rabatt auf den Kauf des neuen. Aber selbst für „nur“ 40 statt 60 Euro lohnt sich der Umstieg kaum. Zusatzfunktionen sucht man vergeblich, die HomeKit-Integration ist mäßig. Eine spezielle HomeKit-App von Philips könnte Abhilfe schaffen – Screenshots kursieren bereits im Netz. Bis es soweit ist, muss sich der Apple-Fan mit Apps anderer Anbieter behelfen, wie etwa „Home – Einfache Hausautomatisierung“ von Mathias Hochgatterer (15 Euro). Sie erlauben komplexe Konfigurationen und die Gruppierung von Leuchten in mehreren Räumen oder Zonen. Philips' neue E27-Lampen sind leider ein Rückschritt: Der höhere Energieverbrauch wäre nur mit deutlich gestiegener Lichtausbeute zu rechtfertigen. (sha@ct.de)

Hue White and Color Ambiance

Smart-Home-Lichter

Hersteller	Philips, www.philips.de
Lieferumfang	Hue Bridge, 3 × E27 Leuchtmittel (806 Lumen)
Standby	0,48 Watt
Verbrauch max.	9,4 Watt
Preis	200 € / 60 € (einzelne Bridge)

Lutz Labs

SSD-Grundlagen

Aufbau und Funktionsweise von Solid-State Disks

SSDs haben Festplatten mit ihren drehenden Magnetscheiben als Massenspeicher abgelöst. Doch was steckt in den kleinen Gehäusen drin und wie funktionieren SSDs überhaupt?

Eine SSD besteht aus mindestens zwei Komponenten: Flash-Bausteinen zur Speicherung der Daten und einem Controller für deren Verwaltung sowie die Anbindung an den PC. Dazu kommen häufig DRAM-Cache und ein Puffer-Kondensator, der im Fall eines Stromausfalls ausreichend Energie zum Speichern der noch im Cache verbliebenen Daten liefern soll.

SSDs für Desktop-Computer und Notebooks haben meistens einen SATA-Anschluss. Server-SSDs mit PCIe-Interface sind prinzipiell ähnlich aufgebaut; einige erreichen über PCIe fast die zehnfache Geschwindigkeit von SATA. Zudem gibt es vor allem für Mobilgeräte SSDs in der Größe einer halben Scheckkarte, die unter den Bezeichnungen M.2 und mSATA zu finden sind.

Flash-Speicher

SSDs enthalten mindestens einen, meistens jedoch mehrere nichtflüchtige Speicherbausteine, die ihre Daten auch ohne externe Stromversorgung nicht verlieren (NAND-Flash). Flash-Speicher ist grundsätzlich in Blöcken organisiert, die wiederum in Pages zusammengefasst werden. Blöcke sind meistens 4 KByte groß, Pages häufig 128 KByte.

Der Speicher lässt sich nicht überschreiben, er muss zuvor gelöscht werden. Löschen lässt sich jedoch immer nur eine ganze Page. Damit auch bei gut gefüllter SSD in jedem Fall ausreichend freie Pages zur Verfügung stehen, benutzt der Hersteller einen Teil des Speichers für diesen Zweck. Für das sogenannte Overprovisioning reservieren

die meisten SSDs rund sieben Prozent der Bruttokapazität.

Es gibt weltweit nur fünf Flash-Hersteller: Hynix, IMFT (Intel Micron Flash Technologies), Powerchip, Samsung und Sandisk/Toshiba. Gelegentlich findet man andere Namen auf den Chips, Hersteller sind sie dennoch nicht. Sie kaufen den Flash-Speicher ebenfalls ein und übernehmen lediglich die letzten Produktionsschritte selbst.

Controller

Um die Verbindung zwischen Speicher-Chips und PC kümmert sich der Controller. Häufig ist es ein Kombiprozessor (System on Chip) mit zwei oder mehr Kernen. Einer kümmert sich um die Anbindung zum PC, der oder die anderen um das Flash-Management.

Da Flash-Speicher zwar schnell gelesen werden kann, beim Beschreiben aber eher langsam ist, nutzt man verschiedene Verfahren zur Beschleunigung. Dazu gehören etwa ein DRAM-Cache – typisch ist 1 MByte Cache pro GByte Speicherkapazität – sowie eine möglichst große Anzahl von Speicherkanälen. Damit kann der Controller die zu schreibenden Daten parallel auf mehrere Speicherbausteine verteilen.

Zu den Verwaltungsaufgaben des Controllers gehören Garbage Collection, Wear Leveling, Prüfsummenbildung, Bad-Block-Management und Verschlüsselung. Viele SSDs speichern die Daten prinzipiell verschlüsselt ab, auch wenn der Anwender selbst gar keinen Schlüssel vergeben hat. So dauert das vollständige Rücksetzen der SSD

auf den Werkszustand Sekundenbruchteile – man weist die SSD einfach an, ihren internen Schlüssel gegen einen neuen zu tauschen.

Die Garbage Collection läuft meistens im Hintergrund, wenn die SSD gerade wenig zu tun hat. Sie fasst Blöcke aus nicht vollständig belegten Pages zusammen, um so wieder eine möglichst große Anzahl an freien Pages bereitzustellen.

Die SSD bekommt nicht unbedingt mit, dass Daten nicht mehr benötigt werden – löscht der Anwender eine Datei, verschwindet lediglich der Eintrag im Dateisystem. Daher teilen moderne Betriebssysteme der SSD per Trim-Befehl mit, welche Blöcke nicht mehr benötigt werden. Die SSD kann dadurch ebenfalls aufräumen und weitere freie Pages bereitzustellen.

Beim Schreiben erzeugt der Controller Prüfsummen und speichert sie mit ab. Stimmen diese beim Lesen nicht mehr, versucht der Controller mit Hilfe von Korrekturmechanismen die Daten zu korrigieren. Solche Fehler treten vor allem bei fortschreitender Abnutzung der SSD auf.

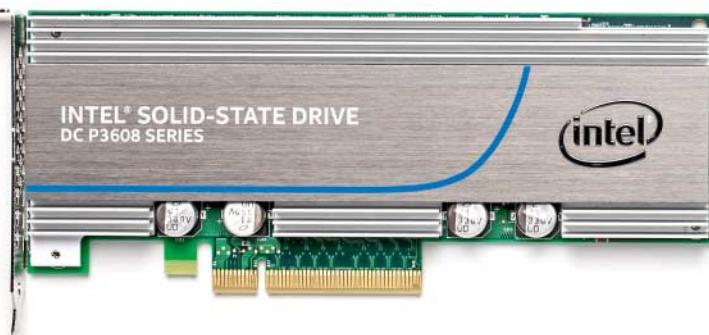
Maßnahmen gegen den Verschleiß

Flash-Speicher lässt sich nicht beliebig oft beschreiben. Aktuell verwenden die Hersteller meistens MLC- oder TLC-Flash-Speicher, der zwei oder drei Bit pro Zelle speichert und durch die fortschreitende Miniaturisierung nur wenige tausend Löschenzyklen übersteht. Mit bis zu 100 000 Löschenzyklen deutlich robuster ist SLC-Speicher. Dieser speichert jedoch nur ein Bit pro Zelle und ist in der Herstellung wesentlich teurer.

Dem Verschleiß begegnen die Hersteller mit dem Wear Leveling: Es verteilt die Schreibzugriffe möglichst gleichmäßig auf die vielen Milliarden Zellen. Defekter Flash-Speicher kommt zwar dennoch vor, aber durch das Overprovisioning steht eine große Anzahl von Reservezellen bereit, um diesen Verlust aufzufangen.

Außerdem halten SSDs nach unseren Untersuchungen deutlich mehr aus als die Hersteller versprechen. Der Verschleiß des Flash-Speichers hat also in der Praxis kaum Auswirkungen.

(ll@ct.de)

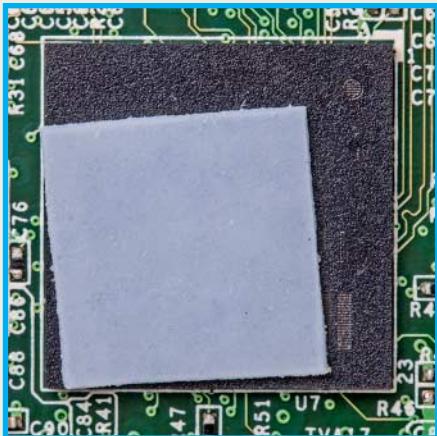


SSDs in verschiedenen Darreichungsformen: als PCIe-Steckkarte, im 2,5-Zoll-Gehäuse mit SAS-, SATA- oder U.2-Anschluss sowie Speicherkerkärtchen im M.2- und mSATA-Format.

Bestandteile einer SSD: OCZ Vector 180

Controller

Der Controller (hier ein Toshiba TC358790XBG) stellt die Verbindung zwischen Flash-Bausteinen und PC her. Er verteilt die Daten auf die verschiedenen Chips und sammelt sie von dort wieder ein, kümmert sich im Hintergrund aber auch um Aufräumarbeiten und sorgt dafür, dass sich alle Flash-Chips möglichst gleichmäßig abnutzen. Er ist häufig mit einem Wärmeleitpad mit dem Gehäuse verbunden, damit er nicht zu warm wird.

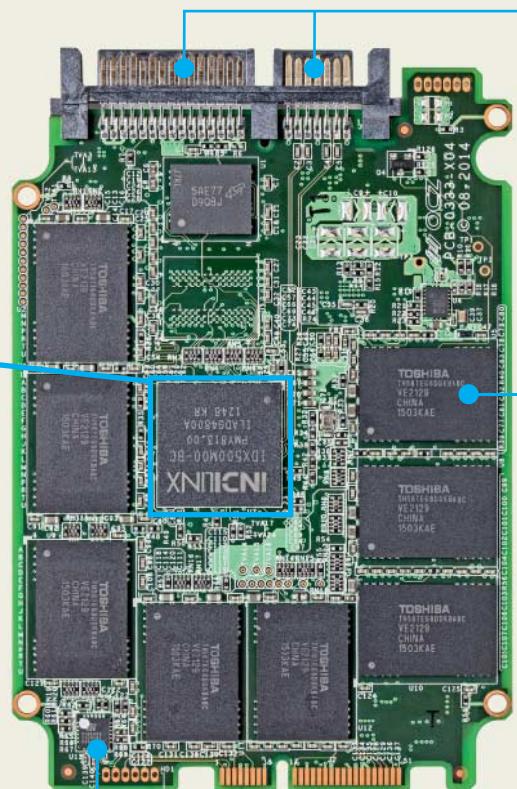


Spannungswandler

Über den SATA-Stromstecker bezieht die SSD die Versorgungsspannung von 5 Volt. Intern benötigt sie jedoch eine deutlich niedrigere Spannung – für die Umsetzung ist der RT8070 zuständig.

Supercap

Supercaps sind Energiespeicher. Sie haben bei geringer Baugröße eine deutlich höhere Kapazität als klassische Kondensatoren. OCZ nutzt den Supercap, um die Verwaltungsinformationen des Controllers im Fall eines Stromausfalls in den Flash-Speicher zu schreiben. Rechts daneben sitzt ein Chip zur Spannungsüberwachung



SATA-Anschluss

Die meisten SSDs in Desktop-PCs sind per SATA mit dem Mainboard verbunden. Dies limitiert die Übertragungsrate auf maximal 600 MByte/s.



Flash-Bausteine

OCZ nutzt 16 Chips der Konzernmutter Toshiba in 19-nm-Bauweise mit jeweils 32 GByte, also insgesamt 512 GByte. Die SSD nutzt davon 13 Prozent für Overprovisioning und stellt 447 GByte für Nutzdaten zur Verfügung (480 Milliarden Byte).

DRAM-Cache

Einer der beiden 256 MByte großen DRAM-Chips, der zweite sitzt auf der Oberseite.

Anschlussleiste

Diese Anschlussleiste gibt es nur bei SSDs von OCZ. Sie dient dem Hersteller nach der Produktion der SSD und im Service-Fall zur schnellen Funktionsüberprüfung und erspart den Anschluss von SATA- und Stromkabeln.



Georg Schnurer

Kalter DSL-Entzug

Telekom verhindert DSL-Versorgung durch 1&1

Den Telefonanschluss liefert die Telekom, für DSL zeichnet 1&1 verantwortlich – seit dem Fall des Telekom-Monopols ist das eine zulässige Versorgungslösung. Doch mitunter sorgt so eine Dienste-Teilung für Verdruss.

Jens M. ist schon lange Telefon-Kunde der deutschen Telekom. Seinen DSL-Zugang bezieht er allerdings seit über sieben Jahren von 1&1. Damit das klappt, hat 1&1 mit der Telekom einen sogenannten Line-Sharing-Vertrag geschlossen. Die Nutzung ein und derselben Leitung zum Kunden durch zwei Unternehmen für verschiedene Dienste soll den Wettbewerb ankurbeln. Seit dem 30. März 2001 ist die Deutsche Telekom deshalb verpflichtet, Konkurrenten solche Verträge anzubieten.

Für Jens M. war diese Lösung bislang ein echter Gewinn: Zwar hatte er einen Telefonvertrag mit der Telekom, konnte aber den etwas günstigeren DSL-Tarif von 1&1 nutzen. Bis zum 15. September 2015 klappte das auch problemlos. Doch an jenem Tag gegen 16 Uhr waren sein Telefon und der DSL-Zugang plötzlich tot. Kurz zuvor, so erfuhr er von einem Hausbewohner, hatte ein Telekom-Techniker unangemeldet Arbeiten am Hausanschluss durchgeführt. Dabei musste wohl etwas schief gegangen sein, dachte sich Jens M., und meldete die Störung am 16. September telefonisch bei der Telekom. Man versprach einen Technikerbesuch für den 18. September. Per SMS erfuhr Jens M. kurz darauf, dass der Techniker „zwischen 8:00 Uhr und 17:59 Uhr“ erscheinen werde.

Herr M. nahm notgedrungen einen Tag Urlaub und gegen 16 Uhr trudelte der Techniker ein. Er klemmte die lose Leitung zur Wohnung von Jens M. auf einen bereits im Verteiler installierten Multiplexer. Das Telefon funktionierte daraufhin tatsächlich wieder. Als Jens M. darauf insistierte, dass auch der DSL-Anschluss wieder gehen müsse, wurde der Techniker einsilbig: Die Entstörung des DSL-Anschlusses gehöre nicht zu seiner Aufgabe. Im Übrigen würde DSL an einem Multiplex-Anschluss grundsätzlich nicht funktionieren, dozierte er und ließ den Kunden ohne funktionierenden Internetzugang zurück.

Abgeklemmt

Sofort protestierte Jens M. bei der Telekom-Hotline. Doch dort war man ebenso einsilbig wie der Telekom-Techniker: Er hätte bei der Telekom keinen DSL-Anschluss, und da das Telefon nun wieder funktioniere, sei man nicht mehr zuständig. Also ging Jens M. erst einmal selbst auf Fehlersuche: Im unverschlossenen Hausanschlusskasten im Keller überprüfte er die Zuleitungen: Sechs Adernpaare trafen von außen ein, vier davon gingen zu DSL-Anschlüssen im Haus, eines ging zum Multiplexer, und ein weiteres Leitungs paar war frei. An dem Multiplexer hingen nun drei Parteien. Rückfragen bei den Hausbewohnern ergab, dass eine Mitbewohnerin einen neuen Telekom-Komplett-Anschluss gebucht hatte. Dieser sollte am 22. September 2015 geschaltet werden.

Mit dieser Information konfrontierte Jens M. die Telekom-Hotline. Es könne doch nicht angehen, dass man seinen Anschluss zugunsten eines Neukunden beschneidet, machte

er seinem Ärger Luft. Doch die Hotline wollte oder konnte nicht helfen: Das Telefon sei ja in Ordnung, und für mehr sei man nicht zuständig, ließ man den Kunden abblitzen.

Am selben Tag trafen dann unangemeldet zwei weitere Telekom-Techniker ein. Sie hätten den Auftrag, seinen Telefonanschluss zu prüfen. Jens M. führte die Herren in den Keller und erklärte das Problem. Staunend betrachteten die Techniker die Installation. Ein Versuch, die Wohnung von Jens M. auf das freie Leitungspaar zu schalten misslang, da dort anscheinend schon ein anderes Signal auflag. Es sei absolut unüblich, einen bestehenden Anschluss mit DSL auf einen Multiplexer zu legen, kommentierten die Herren. Ändern konnten sie darauf freilich nichts. Unverrichteter Dinge zogen die beiden Telekom-Techniker wieder ab.

Per SMS informierte die Telekom Jens M. wenige Stunden später darüber, dass die gemeldete Störung nun angeblich behoben sei. Ist sie nicht, protestierte der Kunde via Telekom-Hotlin. Doch dort bestand man nun darauf, dass DSL an seinem Anschluss noch nie möglich gewesen sein soll. Das gehe eindeutig aus den Unterlagen hervor, insistierte der Hotliner. Dass DSL sieben Jahre lang funktioniert hatte, interessierte den Telekom-Hotliner wenig.

Und 1&1?

Nachdem Jens M. bei der Telekom anscheinend nichts ausrichten konnte, wandte er sich an 1&1. Schließlich hatte er dort seinen DSL-Vertrag abgeschlossen. Doch weiterhelfen konnte ihm der Zugangsprovider aus Monterbauer leider nicht: Man habe die Leitung bei der Telekom gemietet und auch bereits eine Störungsmeldung an die Telekom abgesetzt. Zudem, so die freundliche Hotline-Mitarbeiterin, hätte man bereits eine Beschwerde bei der Bundesnetzagentur eingereicht. Nun müsse man abwarten, was die ausrichten können.

Am 22. September wurde dann die neue Telekom-Komplettvertrags-Kundin im Hause ans Netz angeschlossen – auf der Leitung, die noch vor wenigen Tagen Jens M. mit Telefon und DSL-Zugang versorgt hatte. Jens M. wartete eine gute Woche ab und startete am 5. Oktober einen weiteren Reklamationsversuch bei 1&1 und bei der Telekom. Bei 1&1 erreichter er – abgesehen von der Bitte um mehr Geduld – immerhin eine Gutschrift über 20 Euro. Durch hartnäckiges Nachfragen bei der Telekom wurde Jens M. dann doch noch zu einem kompetent wirkenden Techniker durchgestellt. Der stellte fest, dass es keinen offiziellen Auftrag gebe, den Anschluss von Jens M. auf einen Multiplexer zu legen. Nun gebe es aber keine freie DSL-taugliche Leitung mehr im Haus. Er werde den Fall an einen Kollegen weitergeben, der sich in Kürze melden werde.

Am darauffolgenden Montag rief dann ein anscheinend völlig uninformierter Techniker zurück. Geduldig schilderte Jens M. das Problem. Die Antwort des Technikers: Da kenne

er sich technisch zu wenig aus. Im Übrigen habe er in drei Minuten Feierabend. Klick – das Gespräch war beendet.

Zahlen, bitte!

Der nächste Schock ereilte Jens M. am 6. Oktober: Die Telekom stellte die unerwünschte Kastration seines Telefonanschlusses in Rechnung. Das geht ja nun gar nicht, befand Jens M. Nach energischem Protest an der Hotline versprach man, die Rechnung zu stornieren.

Einen Tag später stand dann plötzlich unangemeldet wieder der Telekom-Techniker auf der Matte, der die Leitung von Jens M. auf den Multiplexer geklemmt hatte. Er hätte den Auftrag, den Telefonanschluss von Jens M. zu prüfen. Wieder erläuterte der Kunde, dass nicht das Telefon, sondern der DSL-Anschluss das Problem sei. Der Telekom-Techniker warf einen Blick auf die Installation, die er am 18. September im Keller des Hauses zusammengeöstelt hatte. Schlussendlich beharrte er darauf, dass die Wohnung von Jens M. schon immer an einem Multiplex-Anschluss gehangen habe. Da sei DSL noch nie möglich gewesen, insistierte der Telekom-Techniker. Da muss ich mir den DSL-Zugang die letzten sieben Jahre wohl eingebildet haben, merkte Jens M. noch an, doch für Sarkasmus war der Telekom-Techniker anscheinend nicht empfänglich. Unverrichteter Dinge rückte er wieder ab.

Als letzte Verzweiflungstat forderte Jens M. die Telekom am 8. Oktober noch einmal schriftlich auf, seinen Anschluss bis spätestens 20. Oktober wieder in den Ursprungszustand zurückzuversetzen. Viel Hoffnung, dass das den magentafarbenen Riesen in Bewegung versetzt, hatte er freilich nicht. Deshalb bat er die c't-Redaktion um Hilfe.

Bestandsaufnahme

Als wir die Fallschilderung von Jens M. zum ersten Mal lasen, konnten wir es kaum glauben: Sollte da die Telekom tatsächlich den Anschluss eines Telefonkunden zugunsten eines neuen Vollanschlusses kastriert haben? Die Schilderung von Jens M. und auch die übermittelten Protokolle der verschiedenen Technikerbesuche legen diesen Verdacht nahe.

Wir waren deshalb besonders gespannt auf die Stellungnahme der Telekom zu diesem Fall. Doch das, was uns Pressesprecher Georg von Wagner auf unsere konkreten Fragen antwortete, trug wenig zur Erhellung bei: „Herr M.s Festnetz-Anschluss ist in Betrieb. Über sein DSL-Anschluss haben wir keine Infos – bitte bei seinem derzeitigen Anbieter erfragen.“ So kann man sich natürlich auch aus der Verantwortung stehlen. Dass der Telekom keine Informationen zum DSL-Anschluss von Herrn M. vorliegen, dürfte zudem nicht der Wahrheit entsprechen.

Schließlich hat die Telekom-Technik selbst bestätigt, dass es für die Leitung von Jens M. einen Line-Sharing-Vertrag mit 1&1 gibt.

Deutlich erhellender war da die Stellungnahme von Peter Manderfeld, Pressesprecher bei 1&1: Bei dem Versuch, den Anschluss von Herrn M. zu entstören, habe sich herausgestellt, dass dort eine Leitungskündigung vorläge. Die gemeldete Entstörung des DSL-Anschlusses habe die Telekom abgewiesen. Konkret habe 1&1 am 18. September erstmals von dem Problem des Kunden erfahren. Daraufhin habe der 1&1-Netzzulieferer Telefonica noch am selben Tag bei der Telekom eine Prüfung am Hauptverteiler beauftragt. Diese habe die Telekom am 21. September aufgrund von Dateninkonsistenzen abgelehnt. Am 13. Oktober hätte die Telekom dann einseitig den Line-Sharing-Vertrag gekündigt.

Man habe daraufhin eine neue Anfrage zur Aufschaltung von DSL auf die Leitung von Herrn M. an die Telekom gestellt. Die sei aber wegen Leitungsmangel abgelehnt worden. Man bemühe sich zwar weiterhin, den Kunden wieder mit DSL zu versorgen, fürchte aber, dass hier aufgrund des Leitungsmangels keine Lösung gefunden werden könne. 1&1 hat Jens M. deshalb ein kostenfreies Sonderkündigungsrecht eingeräumt. Zudem werde man dem Kunden zwei Grundgebühren gutschreiben.

Besonders glücklich ist Jens M. über diese Lösung freilich nicht. Da er aber im nächsten Jahr ohnehin einen Umzug plant, wird er wohl das Sonderkündigungsrecht in Anspruch nehmen. Wie er die verbleibende DSL-freie Zeit dann in der aktuellen Wohnung überbrücken kann, dafür hat Jens M. bislang noch keine Lösung gefunden.

Bundesnetzagentur?

Damit scheint sich die Schilderung des Kunden weitgehend zu bestätigen: Die Telekom hat wohl wirklich seine funktionierenden Telefon- und DSL-Leitung abgeklemmt, um einen eigenen Kunden beliefern zu können. Die nachträgliche und einseitige Kündigung des Line-Sharing-Vertrags mit 1&1 respektive Telefonica zum 13. Oktober sollte das dann nachträglich legalisieren. Doch ist so ein Verhalten des Ex-Monopolisten überhaupt zulässig? Das wollten wir von Michael Reifenberg, Sprecher der Bundesnetzagentur wissen.

Die Antwort der Behörde ist ernüchternd: Aktuell gebe es in Deutschland zwar einen Anspruch auf die Grundversorgung mit einem Telefonanschluss, das gelte aber nicht für Breitband-Angebote wie DSL, VDSL, UMTS oder LTE. Derzeit ist kein Versorger verpflichtet, Endkunden mit einem breitbandigen Internetanschluss zu versorgen. Mit anderen Worten: Die Bundesnetzagentur kann hier nichts machen. Es gebe aber bilaterale Gespräche zwischen 1&1 und der Telekom in dieser Angelegenheit, bestätigte Pressesprecher Reifenberg. (gs@ct.de) 

**VOR
SICHT
KUNDE!**



Clemens Gleich

Kontrollverlust am Steuer

Wie Hacker einen Jeep Cherokee übers Internet fernsteuern konnten

Die Hersteller weisen Zweifel an der Sicherheit ihrer vernetzten Autos stets zurück. Doch Forscher haben sich in den letzten Jahren schrittweise an dieses Thema herangetastet. Das Ergebnis war der Fernzugriff zweier US-amerikanischer Sicherheitsexperten auf Bremsen und Motor eines fahrenden Autos – lebensgefährlich.

Software macht bei Autos nach Schätzungen heute rund ein Drittel der Wertschöpfung aus, Tendenz steil steigend. Dennoch hinkt die Autoindustrie der übrigen Software-Welt stetig hinterher, vor allem in Sachen Systemsicherheit. Während sich die Hersteller um Safety, also die Sicherheit beim Fahren, redlich bemühen, ist es um Security, die Sicherheit vor Angriffen von außen, weit schlechter bestellt. Kein Wunder: Crash-Tests, TÜV-Prüfungen und gesetzliche Vorschriften lassen wenig Spielraum bei Safety. Für Security fehlen solche Vorgaben.

Geprüft wird trotzdem: Forscher belegten bereits 2010, dass das in die Jahre gekommene CAN-Bus-System (Controller Area Network) angreifbar ist. Sie schlossen an der OBD-2-Buchse (On-Board-Diagnose) einen Laptop an und schickten Befehle an Steuergeräte, die daraufhin in Lenkung, Bremse und Motorlauf eingriffen.

Die Arbeit der Forscher wurde abgetan: Wer ins Auto eindringen und einen Laptop anschließen kann, der könnte auch sonst alle Systeme sabotieren. Dieselbe Forschergruppe deckte ein Jahr später diverse Schwächen auf, die einen Zugriff von außen auf Bordrechner erlauben, siehe c't-Link am Ende des Artikels. Sie zeigten jedoch keinen konkreten

Angriff, sodass ihre Arbeit wenig Aufmerksamkeit erhielt.

Jede Menge Aufmerksamkeit erhielten hingegen die Sicherheitsexperten Chris Valasek und Charlie Miller: Sie drangen übers Internet in die Systeme eines aktuellen Autos ein – und zwar während der Fahrt. Sie konnten die Lautstärke und andere Einstellungen des Radios ändern, die Klimaanlage und die Scheibenwischer kontrollieren, in die Lenkung eingreifen und das Automatikgetriebe auf neutral stellen, bei langsamer Fahrt den Motor ausschalten, die Bremsen voll anziehen oder sie abschalten.

Chrysler Uconnect

Das Opfer ihrer Attacken war ein Jeep Cherokee, Baujahr 2014. Das Modell von Fiat-Chrysler enthielt die richtige Kombination aus großer Angriffsfläche, vielen Funktionen und einer wenig komplexen Architektur. Mögliche Angriffswege vermuteten die Forscher beim Firmware-Update per USB-Stick, bei der Bluetooth-Schnittstelle, dem WLAN-Router, der 3G-Mobilfunkeinheit, dem automatischen Funkschließsystem (Keyless Entry) und bei Nahbereichsfunktechniken wie dem Reifendruckkontrollsysteem. Interes-

sante Funktionen waren die vom Bus aus steuerbare Lenkung für Spurhalte- und Parkassistenten, steuerbare Bremsen für den Abstandstempomat und das Servo-steuerbare Automatikgetriebe. Außerdem sollte der Testwagen für Miller und Valasek bezahlbar bleiben.

Im Jeep Cherokee greift das Infotainment-System (Uconnect) auf zwei Fahrzeugbusse zu: den der kritischen Fahrzeugfunktionen (CAN-C mit bis zu 1 MBit/s Busbandbreite) und den mit bis zu 125 kBit/s langsameren Bus für weniger zeitkritische Systeme wie Klimaanlage (CAN-B). Chrysler nennt diesen Bus deshalb auch CAN-IHS für „Interior High Speed“, obwohl er langsamer ist. Dazu kommt noch ein „Broadcast Manager“ (BCM), der Nachrichten zwischen beiden CAN-Bussen und den unwichtigeren kleinen Subsystemen auf dem LIN-Bus (Local Interconnect Network) routet. Allerdings können auch Angriffe auf den LIN-Bus kritisch sein, etwa wenn bei hohem Tempo und Regen plötzlich die Fenster herunterfahren.

Zwischen der Infotainment-Einheit und den Fahrzeugbussen liegt ein Gateway, das auch Firewall-Funktionen übernimmt. Dieser Aufbau der Fahrzeug-IT entspricht dem in der Industrie Üblichen.

Nach dem Kauf klopften die Forscher alle potenziellen Angriffsflächen ab. Die Nahbereichsfunkmodule von Wegfahrsperrre, Reifendruckinfo und Funkschlüssel verwarfen sie schnell aufgrund zu kleiner potenzieller Angriffsflächen. Bluetooth und der WLAN-Hotspot erfordern große Nähe zum Objekt. Der „heilige Gral der Autoangriffe“, den das Team suchte, war jedoch ein echter Fernangriff über die Telematikeinheit des Autos.

Zugriff für alle

Die Firma Harman Kardon stellt die Infotainment-Einheit für Chrysler her und verwendet als CPU einen ARM Cortex A8 mit 800 MHz, 512 MByte RAM und das Betriebssystem QNX – auch das ein branchenübliches, verbreitetes Setup. Miller und Valasek konnten ihre Untersuchungen beschleunigen, indem sie viel auf einer virtuellen Maschine testeten. Außerdem untersuchten sie das Update-ISO, das die Uconnect-Seite zum Download anbietet, auf Ordnerstruktur und relevanten Code.

Schon beim Zugang über WLAN hatte ein Portscan neun offene Ports der Infotainment-Einheit entdeckt. Der interessanteste war Port 6667. Er ist für Sicherheitsexperten stets verdächtig. Den Port nutzen Chat-Programme, viele Spiele und noch mehr Trojaner. Harman verwendet ihn, um D-Bus über IP darauf anzubieten. Noch verdächtiger: D-Bus ist ein Framework zur Interprozesskommunikation, gedacht und verwendet für den Desktop (das D steht für Desktop), also eine Umgebung, in der sich Prozesse gegenseitig vertrauen.

D-Bus über IP sauber und sicher zu gestalten ist eine echte Aufgabe. Harman hat das deshalb offenbar erst gar nicht versucht. Die Implementation ermöglicht anonymen Zugriff auf alle eingetragenen Objekte. Eines dieser Objekte erlaubt Shell-Befehle als Root auszuführen – über den offenen Port 6667. Hier war das Scheunentor, das Miller und Valasek gesucht hatten.

Die Infotainment-Einheit gehörte jetzt den Angreifern. Sie konnten bereits an diesem Punkt alle Unterhaltungsfunktionen plus die Klimaanlage unautorisiert fernsteuern. Es fehlten jedoch der Zugriff auf die Fahrzeugbusse und der Zugriff über die Mobilfunkstrecke. Um von außen über das 3G-Modul zugreifen zu können, besorgten sich die Forscher eine Mobilfunk-Femtozelle. Denn sie gingen davon aus, dass eventuell offene Ports sich nur für die verbundene Basisstation, nicht aber für andere Netzteilnehmer erreichbar seien.

Uconnect nutzt in den USA das Netz des Mobilfunkanbieters Sprint. Es zeigte sich, dass der D-Bus-Port problemlos von außen erreichbar war – und zwar für alle Teilnehmer im Netz. Miller und Valasek benötigten also lediglich ein Telefon als 3G-Router und eine SIM-Karte von Sprint. Das allein eröffnete bereits einige beunruhigende Möglichkeiten. Die Harman-Einheit verrät zum Beispiel über D-Bus die GPS-Fahrzeugposition, so-

dass man potenzielle Ziele unerkannt tragen kann. Davon gibt es viele.

Scans über die von Sprint für Uconnect-Autos reservierten Adressbereiche förderten eine vierstellige Zahl potenzieller Opfer zutage, also Uconnect-Systeme mit offenem Port 6667. Miller und Valasek schätzten anhand der Metriken ihrer Scans zwischen 292 000 und 471 000 betroffene Fahrzeuge, rechneten aber viel zu konservativ. Chryslers Rückruf betraf letztlich 1,4 Millionen Fahrzeuge. An diesem Punkt ihrer Untersuchungen fiel den Hackern auf, dass man wahrscheinlich einen Wurm schreiben könnte, der offene Ports sucht und sich in verwundbaren Fahrzeugen einnistet. „Das ist echt interessant und gruselig“, kommentieren sie diese Idee. „Bitte tut das nicht. Bitte.“

Schlacht am Gateway

Bis hierhin müssen Miller und Valasek sich wie auf einem Sommerspaziergang auf der Alb vorgekommen sein: statt unerwarteten Problemen nur unerwartete offene Scheunentore. Doch am Gateway hatten sie zu knuspern. Weil der Zugriffsschutz eine der Funktionen dieser Gateways darstellt, hat Chrysler hier wohl zumindest ein paar Krummen dessen gerettet, was vom IT-Ruf der Autoindustrie noch übrig ist. Denn es gab kein offenes Scheunentor, sondern nur ein offenes Kellerfenster: den ungesicherten Update-Prozess des Gateways. Na gut, nennen wir es ein großes offenes Kellerfenster.

Die Update-Dateien fürs Gateway waren recht klein, hauptsächlich geht es um die cmcioc.bin mit rund 450 KByte. Das (nach außen offene) Infotainment-System nimmt in Chryslers Design auch den Update-Prozess des Gateways vor, der somit remote möglich ist. Kann man so machen. Das Update funktioniert jedoch mit jeder Software, unsigniert. Das wiederum sollte man so nicht machen. Daher: großes Kellerfenster.

Um die Firmware zu ersetzen, mussten sowohl die Harman-Einheit als auch das Gateway in den Update-Modus versetzt werden, der bei Chrysler nur zum Einsatz kommt, wenn die Firmware per USB-Stick erneuert werden soll. Auch dieser Prozess ist voller

offener Kellerfenster und remote möglich. Das Team lud also die modifizierten Update-Dateien des Gateways per ssh auf das kompromittierte Uconnect-System und änderte den Update-Prozess.

Für einen Fahrer sieht der Eingriff aus wie ein leicht verlängerter Reboot der Mittelkonsole, es dauert ungefähr 25 Sekunden. Er kann zwar nichts dagegen tun, sollte seinen Chrysler nach so einem Verhalten aber für ein Firmware-Update in die Werkstatt bringen, und vielleicht auch seinen Fiat.

Die Hauptarbeit bestand jedoch gar nicht darin, den Update-Prozess zu ergründen – das war vergleichsweise einfach. Nein, sie verbrachten „mehrere Wochen“ mit Reverse Engineering des Gateway-Codes, bis sie in der Lage waren, beliebige CAN-Nachrichten auf die Busse zu schicken. Mit der hart erarbeiteten Kenntnis der Gateway-Funktionsweise schafften es Miller und Valasek schließlich, solche Nachrichten vom Uconnect-System übers Gateway an die Steuergeräte zu senden. Als Verbindung zwischen Uconnect-Einheit und Gateway setzt Harman SPI (Serial Peripheral Interface) ein, einen einfachen seriellen Bus. Das Team verwendete die in im Code nirgends angesprungene Funktion zur Versionsabfrage auf Kanal 7, um Kollisionen mit anderen Funktionen auszuschließen. Die Übernahme eines Fahrzeugs sah damit so aus:

- Ziel suchen über Fahrzeugidentnummer oder GPS-Koordinaten oder zufällig nach Verfügbarkeit,
- über den ungesicherten D-Bus ssh starten und einen Zugang konfigurieren,
- eigene Firmware für das Gateway hochladen und es damit flashen, das System bootet neu,
- CAN-Bus-Nachrichten vom Angriffsrechner zu den Steuergeräten im Zielfahrzeug schicken.

Es gab nur ein Problem: Die wenigen verfügbaren Sicherheitsmechanismen auf dem CAN-Bus werden mittlerweile gelegentlich benutzt, auch von Chrysler. Es galt, eine unübliche, unbekannte Prüfsummen-Funktion zu ergründen, die sich die Ingenieure für CAN-Nachrichten ausgedacht hatten. Zum Glück fand das Team auf dem untersuchten



Bild: Charlie Miller

Nahfunksysteme wie die Reifendruckkontrolle nahmen die Hacker nur kurz unter die Lupe. Die Reichweite war zum Angriff von außen ebenso wie beim WLAN zu gering.

Parkassistenten-Board einen alten Bekannten: den Chip, den auch das Gateway verwendet (Renesas V850).

Yes, we CAN

Für die Forschungen am CAN-Steuergerät besorgte sich das Team nach einer „mehrwöchigen Blutspende“, wie sie berichten, Werkstatt-Utensilien für 6700 US-Dollar (wiTech Micropod) plus 1800 US-Dollar für die Software-Lizenz. Das wiTech-Tool kann Geräte mit dem V850 neu flashen und speichert dabei die Binaries der kleinen Computer zwischen.

Die vorherigen Erfahrungen mit dem V850 beschleunigten das Reverse Engineering und schnell fanden Miller und Valasek eine Schleife mit XOR-Operationen, die sich wirklich als die Funktion herausstellte, die das Prüfsummen-Byte errechnet. „Diese Prüfsumme ist sehr kompliziert im Vergleich zu uns bisher bekannten“, schreiben sie dazu. Alle protokollierten Nachrichten auf dem Bus des Jeep verwendeten diese Prüfsumme.

Das war der letzte Puzzle-Stein. Nun konnten sie ihren Angriff aus der Ferne auf kritische Steuergeräte demonstrieren und taten das an folgenden Stellen: Blinker, Drehzahlmesser, Motor ausschalten, Bremsen deaktivieren und Lenkeingriffe. Die letzten drei Funktionen ließen sich lediglich im Diagnose-Modus auslösen, den man nur bei langsamer Fahrt einschalten kann. Schon ab dem Zugriff auf die Infotainment-Einheit hatten sie Dinge wie Lautstärke und Sender des Radios und die Einstellungen der Klimaanlage ändern sowie Infos wie Seriennummer und GPS-Position abfragen können.

Jedem dürfte klar sein, was ein unbeschränkter Fernzugriff auf die CAN-Busse eines Autos bedeutet. Mit etwas mehr Gefum-



Der Jeep Cherokee war eher zufällig Opfer des Hacks. Seine Funktionen und der Preis passten, es hätte aber auch andere Hersteller treffen können.

mel wären die Demos gruseliger geworden, doch das Erreichte war wohl selbst den beiden Hackern bereits gruselig genug: Man kann ein modernes Auto übers Internet kontrollieren. Mit ein bisschen bösem Willen könnte man sogar einen Wurm schreiben, der sich auf Millionen von Fahrzeugen verbreitet.

Kassandra ruft ins Leere

Die Arbeit von Chris Valasek und Charlie Miller zeigt den Stand der Dinge in Sachen Security bei Autos. Offenbar gibt es Verbesserungen im Vergleich zu vorher, jedoch stets an den Rändern, an Details. Es fehlt aber an Grundlagen. Scheunentore wie der für das Funknetz offene D-Bus sind im Jahr 2015 vollkommen unverständlich. Code-Authentifizierung durch Signaturen nebst Prüfung für Firmware-Updates findet praktisch nicht statt oder ist schwach implementiert und daher unwirksam.

Die Autoindustrie verlässt sich immer noch auf Security through Obscurity, die durch Reverse Engineering nur ein einziges Mal für in diesem Fall 1,4 Millionen Fahrzeuge aufgedeckt werden muss, plus ein paar Bit-Shifts und XORs in ein Byte kleinen Prüfsummen. Als prinzipiell wirksam erweist sich am Jeep das Firewall-Konzept der Gateways; es ließ sich aber durch unsignierte Updates an diesem neuralgischen Punkt leicht aushebeln.

Im Vergleich zum Toyota Prius, den sich Miller und Valasek früher angesehen hatten, wurde auch die Nachrichtenverarbeitung in den Steuergeräten verbessert. Im Prius konnten sie noch den Bus mit gefälschten Nachrichten vom Kollisionswarner fluten, um das ABS zu einer Bremsung zu verleiten, denn es handelte einfach nach der oft gesehenen Nachricht. Der Jeep dagegen schaltete den Kollisionswarner ab, wenn dieser abwechselnd „Bremsung!“ und „Alles in Ordnung“ schrie. Schon so kleine Maßnahmen der Logikhygiene verbessern also die Gesamtsicherheit.

Es wäre nach Stand der Technik durchaus möglich, bei vergleichbarem Aufwand die aufgedeckten Fehler bei Uconnect zu vermeiden. QNX ist ein gutes Betriebssystem. Harmans Hardware ist leistungsfähig. Boschs CAN-Bus-Steuergeräte laufen bewährt zuver-

lässig. Das Konzept des Gateways zwischen den Steuergeräten und dem Radio ist ein standfestes. Bewährte Krypto-Methoden wie signierter Code und signierte Nachrichten sind im Embedded-Bereich preiswert möglich. Und so weiter. Vielleicht fehlt es in Firmen, die ein tonnenschweres Produkt aus Stahl und Aluminium bauen, einfach an Achtung vor den eigenen Ingenieuren, die Unsichtbares bauen: die Software.

Dabei haben Auto-Hersteller, Zulieferer und Aufsichtsbehörden noch nicht verstanden, dass Security-Fehler auch die Safety, also die Fahrsicherheit eines Autos bedrohen. Das haben Miller und Valasek eindrucksvoll bewiesen. Derweil lebt die Autoindustrie noch im finsternen Mittelalter der Software-Entwicklung. Das Problem: Jeder kann ein Auto kaufen und zum Code-Archäologen werden. Security through Obscurity funktioniert daher nicht. Selbst sichere Verschlüsselungsverfahren nutzen somit nichts, wenn in jedem Fahrzeug dieselben Schlüssel genutzt werden.

Aftermath

Es wurde den extrovertierten Hackern vorgeworfen, zu viel Wirbel zu machen, natürlich vor allem von Chrysler. Es geht auch anders: Bereits 2010 gelang einer Gruppe von Forschern der Unis Kalifornien und Washington eine komplette Fahrzeugübernahme via Internet über GMs Infotainment-System „Onstar“. Diese Gruppe verriet das Problem nur GM und den Behörden, mit dem Effekt, dass es fünf Jahre dauerte, bis es Abhilfe gab.

Im November 2014 fing GM an, über die Telematikeinheiten das System mit Patches zu bespielen. Das dauerte monatelang in 2015 hinein und wenn man zwischen den Zeilen liest, musste GM sich offenbar ins eigene System hacken, um das zu tun, denn so ein Netzwerk-Update war nie vorgesehen. GM-Kunden fuhren also fünf Jahre lang mit bekannten Problemen herum, die jederzeit auch Kriminelle hätten nutzen können. Offenbar ist es unumgänglich, mit einer fairen Fristsetzung öffentlich auf den Pudding zu hauen.

(ad@ct.de)



Selbst wenn man im Auto sitzt und über den Laptop in die Fahrsteuerung eingreift, wird einem leicht mulmig.

Anzeige



Herbert Braun

Postbote

Der E-Mail-Provider Posteo im Start-up-Porträt

Posteo ist eines der ungewöhnlichsten deutschen Start-ups: Der Mail-Anbieter verzichtet auf Werbung und will von seinen Nutzern so wenige Daten sammeln wie möglich. Das führt regelmäßig zu Streit mit uneinsichtigen Behörden.

Den Durchbruch schaffte Posteo 2013 durch die Snowden-Enthüllungen. Quasi über Nacht wurde das Unternehmen weit über Nerd-Kreise hinaus bekannt als E-Mail-Dienst, bei dem Datenschutz und Sicherheit nicht nur die üblichen Lippenbekenntnisse sind. Der Spiegel, die FAZ und sogar der britische Guardian feierten Posteo als Paradebeispiel für sichere Kommunikation.

Gegründet wurde Posteo allerdings schon 2009. Und damals stand eine andere Idee im Vordergrund: Nachhaltigkeit. Die Gründer, Sabrina und Patrik Löhr, hatten sich durch ihr Engagement bei Greenpeace kennengelernt. Viele Umweltbewusste nutzten damals eine kostenlose Mail-Adresse vom Ökostrom-Anbieter Greenpeace Energy. Doch dieser stellte das Angebot 2009 ein.

Den Löhrs fiel auf, dass viele Nutzer nun einen neuen „grünen“ Mail-Anbieter suchten. Und Patrik Löhr hatte als freiberuflicher Admin den passenden Hintergrund, genau diese Aufgabe technisch zu meistern – Posteo war geboren. Das Ehepaar achtete

den Anspruch auf Datensparsamkeit: Posteo sollte konsequent nur so viele Daten von den Nutzern sammeln, wie rechtlich und technisch notwendig. Bei der Registrierung gibt es nur Felder für Mail-Adresse und Passwort, nicht für Name und Anschrift.

„E-Mail wird jetzt richtig sicher.“

Dean Ceulic, Marketing-Leiter von Posteo

tete von Anfang an auf energieeffiziente Technik und recycelbare Materialien und bezog den Strom für sein Unternehmen von einem Anbieter, der tatsächlich Ökostrom und nicht nur Zertifikate einkauft.

Patrik Löhr war bei Greenpeace aber auch oft gefragt worden, wie man sicherer kommunizieren kann. Daraus ergab sich

Weil Datensparsamkeit und Werbung nicht zusammenpassen, entschieden sich die Löhrs gegen Werbung und für ein Bezahlmodell – trotz der zahlreichen kostenlosen Konkurrenten. Bei Posteo kostet ein IMAP-Postfach inklusive zwei GByte Speicher, Webmailer, Adressbuch und Kalender einen Euro pro Monat. Für jedes weitere GByte

Posteos Führungstrio:
Dean Ceulic, Patrik Löhr
und Sabrina Löhr

zahlen die Kunden 25 Cent pro Monat.

Ungewöhnlich für Start-ups: An externen Investoren hatten die Löhrs kein Interesse. „Das war nicht geplant als großes Business. Wir haben das Unternehmen nicht gegründet, um reich zu werden“, sagt Sabrina Löhr. Wichtiger war die Unabhängigkeit. Das Bezahlmodell sorgte für bescheidene, aber stetige Einnahmen, mit denen die Löhrs einen Mitarbeiter beschäftigen konnten. Patrik Löhr arbeitete nebenher noch in seinem alten Beruf als Admin.

Anfangs wuchs Posteo langsam. Erst nach vier Jahren erreichte der Kundenzähler die Zehntausend-Marke. Das Gros der frühen Kunden rekrutierte sich nicht aus Nerds, sondern aus der Öko-Szene – daher sammelten die Löhrs schon früh Erfahrung darin, technischen Laien Verschlüsselung nahezubringen.

Und dann kam Snowden

Dann kam der Sommer 2013. Edward Snowden bewies, dass es um die Online-Bürgerrechte

Anzeige



Im Posteo-Lab gibt es PGP-Schulungen, Veranstaltungen und Antworten auf Support-Fragen.

schlimmer stand, als alle befürchteten. Plötzlich wurden Medien weit außerhalb der Technikosphäre auf das kleine Start-up aufmerksam. Ein halbes Jahr lang „kamen wir überhaupt nicht mehr aus dem Staunen heraus“, erinnert sich Patrik Löhr. Mühsam bewältigte die Rumpfmannschaft die Anfragen, baute ein Team auf und zog in ein größeres Büro um. Innerhalb eines Jahres versiebenfachte sich die Zahl der Postfächer. Inzwischen sind es knapp 120 000.

Etwa ein Dutzend Mitarbeiter beschäftigt das Unternehmen heute, überwiegend in Festanstellung. Zweiter Schwerpunkt neben der Entwicklung ist der

zip der Datensparsamkeit schlägt sich auch im selbst entwickelten Umzugsservice nieder: Er überträgt Mails und Ordnerstrukturen vom bisherigen Anbieter zu Posteo, speichert aber die alte Mail-Adresse nicht, sondern nur die Information, wann der Umzug stattgefunden hat.

Mit Hilfe von Einmal-Codes trennt Posteo Bezahldaten und Postfächer so voneinander, dass sich beide nicht einander zuordnen lassen. Wer Banken, Kreditkartenanbietern und PayPal misstraut, kann auf eine bewährte Alternative ausweichen: Barzahlung. Etwa zehn Prozent der Kunden nehmen dieses garantiert anonyme Bezahlverfahren

teo in Verbänden und Gremien vertritt, sieht diese Entwicklung positiv: „E-Mail wird jetzt richtig sicher.“ Die Zusammenarbeit mit Konkurrenten beim Informationsaustausch oder bei Sicherheitsvorfällen laufe gut, da sich in der E-Mail-Branche bei aller Kommerzialisität noch das „ursprüngliche Internetdenken“ gehalten habe.

Sabrina Löhr missbilligt allerdings, dass einige Anbieter den PGP-Schlüssel auf dem Server speichern – man dürfe nicht Sicherheit zugunsten von Komfort opfern.

Um die PGP-Einstiegshürden zu überwinden, geht Posteo andere Wege. Schulungen im „Lab“ vermitteln Techniklaien das nötige Wissen. Posteo-Kunden können ihren PGP-Key benutzen, um alle ankommenden Mails automatisch zu verschlüsseln. Mit der Browser-Erweiterung Mailvelope können sie auch per Webmailer ihre Nachrichten verschlüsseln. Gerade bei der Ende-zu-Ende-Verschlüsselung sind „einige neue Funktionen“ geplant; unter anderem soll die Verteilung des öffentlichen Schlüssels komfortabler werden.

„Fast alle Behördenanfragen sind rechtswidrig.“

Sabrina Löhr, Posteo-Gründerin

Support, der mit dem ganzen Spektrum vom vergessenen Passwort bis hin zu schwierigen Verschlüsselungsfragen zu tun hat. In vielen Anfragen spürt Sabrina Löhr eine „ziemlich tiefe Verunsicherung“ gegenüber alltäglichen Kommunikationswerkzeugen.

In Sachen Datensicherheit versucht Posteo, ein Maximum anzubieten: Abruf per TLS, Perfect Forward Secrecy beim Transport, verschlüsselte Speicherung in einem Frankfurter Rechenzentrum, Zwei-Faktor-Authentifizierung. Eingehende Mails lassen sich automatisch mit einem öffentlichen PGP-Key verschlüsseln, alle gespeicherten Daten per Mausklick.

Als erster deutscher Anbieter führte Posteo DANE ein, ein Verfahren, das verhindert, dass ein Angreifer TLS-verschlüsselte Verbindungen mit nachgemachten Zertifikaten aushebelt. Das Prin-

in Anspruch und schicken Bargeld per Post oder kommen persönlich im „Posteo Lab“ in Berlin-Kreuzberg vorbei.

Konkurrenten ziehen nach

Die Snowden-Enthüllungen haben Posteo enorm geholfen. Sie haben aber auch dafür gesorgt, dass immer mehr Konkurrenten das Thema Sicherheit ernst nehmen. Vor Kurzem führten die beiden United-Internet-Angebote GMX und Web.de DANE und PGP ein. Start-ups wie Tutanota machen das verschlüsselte Mailen ebenfalls einfacher als früher. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) fordert in seinen Richtlinien für E-Mail-Anbieter inzwischen unter anderem TLS, DNSSEC und DANE.

Dean Ceulic, der als drittes Mitglied der Führungsriege Pos-

sage, dass die Daten nicht vorliegen und Posteo nicht dazu verpflichtet ist, sie zu erfassen.

Das „führt manchmal ein bisschen zu Stress, weil die Polizei das nicht erwartet, die kennen das nicht“, hat Patrik Löhr gelernt. Man arbeite die Antworten mit anwaltlicher Hilfe sorgfältig aus, doch trotz dieser „sehr teuren Briefe“ seien oft unfreundliche Mails, Anrufe, Briefe und Faxe die Folge. Einen „hohen fünfstelligen Betrag“ habe man in den letzten zwei Jahren an Anwälte überweisen müssen. Als Kompensation gibt es vom Staat pro Bestandsdatenersuchen 18 Euro – auf die Posteo aber verzichtet.

In einem Fall eskalierte eine Auseinandersetzung 2013 sogar bis zur Hausdurchsuchung. „Damit rechnet man nicht, und das ist auch keine schöne Erfahrung“, erinnert sich der Firmengründer. Posteo reagierte damals mit einer Dienstaufsichtsbeschwerde. Letztlich mussten die Beamten akzeptieren, dass es die gesuchten Daten einfach nicht gibt.

Mail-Politik

Solche Auseinandersetzungen erinnern an das Schicksal von Lavabit, dem US-Mail-Provider, der ähnlich wie Posteo versuchte, ein Maximum an Datensicherheit anzubieten. Als US-Behörden im Sommer 2013 Zugriff auf Edward Snowdens Postfach haben wollten, verfügte ein Gericht die Herausgabe von Lavabits SSL-Schlüssel – stattdessen machte der Betreiber sein Unternehmen lieber zu. Könnte so etwas auch Posteo passieren?

Die Löhrs haben da keine Sorgen: Die Rechtslage sei in Deutschland viel besser als in den USA. So gibt es hier keine Geheimgerichte und keine Schweigepflicht („gag order“): Posteo darf bekanntgeben, wie oft sich Behörden mit Auskunftsersuchen an sie gewandt haben – was sich das Unternehmen über den Wahlkreisabgeordneten Christian Ströbele von der Bundesregierung bestätigen ließ.

Und so veröffentlicht Posteo in seinem „Transparenzbericht“ jährlich Details zu den Behördenanfragen. 22 Mal fragte 2014 die deutsche Polizei nach Daten – 20 Mal bekam sie nichts. Nur bei einer Postfachbeschlagnahmung und einer Überwachung

(TKÜ) erhielten die Beamten die gewünschten Daten.

In seinem Transparenzbericht erhebt Posteo aber auch schwere Vorwürfe gegen die Behörden: Die Beamten hätten die meisten ihrer Bestandsdatenersuchen unverschlüsselt per Mail an Posteo geschickt und damit gegen das Bundesdatenschutzgesetz verstößen. Dabei gehe es um heikle Nachrichten à la „XY werden folgende Straftaten vorgeworfen“, verdeutlicht Sabrina Löhr.

Schlagabtausch mit dem Innenminister

Im Juli berichtete Posteo auch SPD-Fraktionschef Thomas Oppermann von diesen Erfahrungen mit den Polizeibehörden. Dieser hakte daraufhin bei Innenminister Thomas de Maizière nach. Anfang Oktober gestand der Minister, dass das BKA tatsächlich Auskunftsersuchen unverschlüsselt per Mail verschickt hatte. Das sei jedoch „die absolute Ausnahme“ und passiere nur, wenn der Anbieter keine Verschlüsselung beherrsche.

Diese Aussage des Ministers wies wiederum Posteo zurück: Natürlich könne man verschlüsselte Mails empfangen und habe die dafür nötigen Informationen veröffentlicht. Trotzdem habe das BKA bisher nur unverschlüsselt bei Posteo angefragt. Ein paar Tage danach ließ die Behörde sich plötzlich den PGP-Schlüssel von Posteo per Fax bestätigen. Offenbar hat die öffentliche Diskussion Wirkung gezeigt und die Beamten umdenken lassen.

Auch aus einem weiteren Grund hält Posteo viele Bestandsdatenersuchen für rechtswidrig: wegen der Frage nach der IP-Adresse eines Nutzers, die unter Richtervorbehalt steht.

Dieser ist allerdings kaum mehr als eine Formalität, wie die Recherchen zum Transparenzbericht ergaben. In Berlin, das als einziges Land eine entsprechen-

de Statistik führt, lehnten die Richter seit 2008 keinen einzigen Beschluss ab, obwohl sich deren Anzahl verdreifacht hat. Besonders besorgniserregend finden die Posteo-Macher das vor dem Hintergrund der geplanten neuen Vorratsdatenspeicherung, die sich maßgeblich auf den Richtervorbehalt stützt. E-Mails haben einen ähnlichen Rechtsstatus wie Briefe und sind nach derzeitigem Stand von der Vor-

ratsdatenspeicherung befreit, aber Sabrina Löhr rechnet mit einem Anstieg an Bestandsdatenabfragen, die das Unternehmen mit hohen Kosten belasten.

Aber haben die Posteo-Macher nicht langsam genug von E-Mail? Was ist mit Instant Messaging, Telefonie, Fax und all den anderen Arten zu kommunizieren? „Wir haben mit E-Mail erst mal noch genug zu tun“, wiegelt Patrik Löhr ab. Außerdem gelte

für andere Kommunikationstechniken ein anderer Rechtsrahmen – mal müsse man Bestandsdaten erfassen, mal Überwachungsschnittstellen implementieren.

E-Mail ist für die Posteo-Macher immer noch „das Kommunikationsmedium“, ein weltweit verfügbarer, offener und dezentraler Standard. „Und die meisten, die die E-Mail für tot erklären“, sagt Patrik Löhr, „haben nur eine zu volle Inbox.“ (cwo@ct.de) **ct**

Anzeige

Posteo

Gründung	2009
Sitz	Berlin-Kreuzberg
Mitarbeiter	14
Jahresumsatz	ca. 1,2 Millionen €
Besonderheiten	anonyme Anmeldung und Bezahlung; Werbefreiheit; Verschlüsselungs-Funktionen; Transparenzbericht
Website	www.posteo.de



Tolino-Partner – eine Allianz der größten deutschen Buchhandelsketten und der Telekom – öffnen ihre stationären Sortimente für die Werke von Indie-Autoren. Vom 15. November an sollen zunächst zehn Bücher auf prominent platzierten Sonderflächen in den Filialen von Thalia, Hugendubel, Weltbild und Osiander angeboten werden. Bei diesen „Tolino Books“ handelt es sich um ausgewählte Titel aus dem Fundus von Tolino Media, dem Self-Publishing-Dienstleister der Tolino-Allianz. Als gedruckte Taschenbücher kosten die Romane aus unterschiedlichen Genres je 9,99 Euro. Für die E-Books waren in der Vergangenheit meist zwei bis vier Euro fällig gewesen.

Foto: Alexander Heimann / Frankfurter Buchmesse

Die breite Präsenz und die prominente Platzierung der ersten Tolino Books sind ein starkes Signal an Indie-Autoren, die zu einem großen Teil immer noch exklusiv bei Amazon publizieren. Hier spielen die Tolino-Partner erstmalig ihre Vorteile qua Filialennetz aus. Tolino-Leser haben möglicherweise also bald noch mehr Auswahl abseits von Verlagstiteln.

Johannes Haupt

Umtriebiger Stillstand

Frankfurter Buchmesse 2015: E-Books in Deutschland

Der deutsche E-Book-Markt legt nur noch leicht zu und die Verkaufszahlen der Lesegeräte sind sogar rückläufig. Das liegt auch an den fehlenden Innovationen der vergangenen Jahre. Grund zur Freude haben die ehemals belächelten verlagsunabhängigen Autoren: Sie werden von zahlreichen Seiten umworben.

Auf der Frankfurter Buchmesse traf sich in diesem Oktober eine Branche im Umbruch. Auf der einen Seite zwangen bröckelnde Umsätze etliche Verlage und Dienstleister zu deutlich reduzierten Auftritten oder sogar zur kompletten Abstinenz. So blieb etwa das Schweizer Traditionshaus Diogenes der weltgrößten Bücherschau aus wirtschaftlichen Gründen fern. Auf der anderen Seite entstehen völlig neue Industriezweige.

Der Anteil von E-Books am gesamten Buchmarkt beträgt in Deutschland rund 10 Prozent, wobei die Schätzungen je nach Datenquelle teilweise erheblich auseinandergehen. Der Umsatzanteil wächst weiterhin, die Zeiten jährlicher Vervielfachungen sind allerdings inzwischen auch hierzulande vorbei. Nach aktuellen Panel-Zahlen des Marktforchungsinstituts GfK kauften im ersten Halbjahr dieses Jahres 2,9 Millionen Deutsche ab zehn Jahren E-Books und gaben dafür

95 Millionen Euro aus. Das entspricht einem Plus von 13 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum.

Umworbene Indie-Autoren

Großes Wachstum gibt es nach wie vor bei den Verkaufszahlen der verlagsunabhängigen Autoren, deren Schaffen die Branche längst nicht mehr belächelt. Die weltweit größte Verlagsgruppe Random House (Bertelsmann) startete zur Buchmesse Twenty-six, einen eigenen „Self-Publishing-Verlag“. Über ihn können Autoren ihre Titel an alle relevanten Online-Händler ausliefern lassen. Gegen Aufpreis gibt es außerdem gedruckte Eigenexemplare sowie ein professionelles Cover für das eigene E-Book. Hinzu kommt das Versprechen, dass die Random-House-Lektorinnen besonders die Titel aus dem Twenty-six-Angebot beachten wollen. Damit hätten die Indie-

Autoren eine größere Chance auf die Aufnahme in ein reguläres Verlagsprogramm.

Trotz Verlagsangeboten entscheiden sich allerdings zahlreiche erfolgreiche Indie-Autoren ganz bewusst dafür, zumindest im Digital-Bereich weiterhin unabhängig von Verlagen zu publizieren. Für eine Präsenz im stationären Buchhandel hingegen gab es für Autoren lange Zeit keine Alternative zu den etablierten Verlagen. Zwar bieten Print-on-Demand-Dienstleister wie BoD sowie Amazon die Produktion gedruckter Bücher an, die auch Buchhandlungen bestellen können. Angesichts von jährlich 90 000 Neuerscheinungen allein in deutscher Sprache sowie begrenztem Platz in den Regalen verlassen sich viele Buchhändler allerdings auf die Vorauswahl der Verlage. Selbstverlegte Titel gibt es in der Regel nur auf Anfrage.

Gleichwohl stehen auch hier die Zeichen auf Umschwung. Die

Flatrate-Lesen

Abo-Modelle für E-Books erfreuen sich ebenfalls großer Beliebtheit. Wie die GfK im Oktober mitteilte, nutzen inzwischen 1,4 Millionen Deutsche eine Online-Ausleihe – also jeder zweite E-Book-Leser. Laut dem IT-Branchenverband Bitkom ist die Onleihe, das Leihangebot der öffentlichen Bibliotheken, sogar die Nummer Eins in der Kundengunst, deutlich vor kommerziellen Anbietern.

Die großen Verlage sind allerdings nach wie vor zurückhaltend bei der Bereitstellung ihrer Titel. Sie befürchten eine Kannibalisierung der deutlich lukrativeren Verkäufe und pochen auf hohe Vergütungen pro Leihen. Das hat Folgen: Aufgrund von Lizenzstreitigkeiten gibt es bei der Onleihe keine E-Books von Holtzbrinck (Rowohlt, Droemer Knaur, S. Fischer und andere). Das Angebot von Kindle Unlimited besteht ein Jahr nach seiner Eröffnung fast ausschließlich aus Publikationen von Indie-Autoren.

Die E-Book-Flatrate Skoobe ist im Vergleich deutlich besser bestückt. Allerdings sind aktuelle Bestseller auch bei diesem Ge-

meinschaftsprojekt von Holtzbrinck und Random House die absolute Ausnahme. Und die Finanzierungsfrage der Anbieter ist noch völlig ungeklärt: Der US-Flatrate-Pionier Scribd musste Tausende beliebte Liebesromane aus seinem Programm entfernen, weil die Kunden sie zu häufig gelesen haben, was den Anbieter tief in die roten Zahlen trieb. Deshalb gibt es bei Scribd wie auch bei Kindle Unlimited inzwischen fast nur noch niedrigpreisige E-Books zur Leih. Wegen der recht hohen Preise von meist zehn Euro im Monat sind die Flatrates nur für Viel-Leser interessant, die häufig auf einem Lesegerät schmöckern.

Abkehr von DRM stockt

Bei der Onleihe geht ohne das restriktive Adobe DRM nach wie vor nichts. Bei verkauften E-Books hingegen hat sich in den vergangenen Monaten einiges bewegt: Ende Juni hat der schwedische Bonnier-Konzern (Piper, Ullstein, Carlsen) die Umstellung seines Kopierschutzes von hart (Adobe) auf weich (Wasserzeichen) angekündigt. Nicht einmal einen Monat später folgte Holtzbrinck. Mitte August kündigte schließlich mit Random House (Heyne, Blanvalet und andere) auch der letzte der drei großen Verlagskonzerne an, künftig auf Wasserzeichen zu setzen.

In der Praxis ist davon allerdings nicht viel zu sehen. Den Verlagsgruppen sind die von Handelseite eingesetzten Wasserzeichen häufig noch zu unsicher, denn sie seien zu leicht

Amazon bietet unabhängigen Schreibern seinen Kindle als Veröffentlichungsplattform. Tolino hingegen will einige seiner Indie-E-Books als gedruckte Bücher im Buchhandel präsentieren.

entfernbare. So sind Holtzbrinck-Titel in den Stores der Tolino-Alliierten weiterhin mit Adobe-Kopierschutz versehen, während sie bei Händlern wie Ciando nur noch weich geschützt sind. Auch die E-Books von Random House, eigentlich schon seit dem 1. Oktober nur noch weich geschützt, sind allesamt noch hart verschlüsselt. Hinter den Kulissen arbeiten Verlage und Händler aktuell intensiv an dem Wechsel.

Doch diese Umstellung wird nicht grundsätzlich mit Wohlwollen aufgenommen. So nehmen einige Leser die implementierten Wasserzeichen, die sich über das gesamte Buch verteilen, als Belästigung und pauschale Kriminalisierung wahr. Der komplette Verzicht auf Kopierschutz ist in der Verlagslandschaft nach wie vor die Ausnahme. Nur wenige größere Häuser wie Bastei Lübbe vertrauen auf die Ehrlichkeit der Buchkäufer.

Die Kunden des Marktführers Amazon bekommen vom DRM-Tauwetter dagegen nichts mit: Der Händler stülpt weiterhin grundsätzlich allem, was von Verlagsseite angeliefert wird, einen eigenen Kopierschutz über. Bei Amazon gekaufte E-Books haben damit einen geringeren Nutzwert als für das glei-



che Geld erworbene epub-Dateien. Die können beispielsweise ganz legal konvertiert und auf verschiedenen Geräten – inklusive einem Kindle – geschmökert werden.

Schöner lesen

So sehr der digitale Buchmarkt in Bewegung ist, so flach verläuft die Innovationskurve inzwischen bei den E-Book-Readern. Die letzte große Neuerung, die Integration von Beleuchtung, liegt inzwischen drei Jahre zurück. Seither konzentrieren sich die Hersteller auf eine Verbesserung der vorhandenen Komponenten und ihres Zusammenspiels untereinander, insbesondere im Bezug auf das E-Ink-Panel. Die Beleuchtungen scheinen immer ausgewogener und die Anzeigen sind kontrastreicher und schärfer.

HD-Auflösungen von 300 PPI sind inzwischen auch in der Mittelklasse angekommen: So steckt im Kindle Paperwhite 3 das gleiche Panel wie im Spitzenmodell Voyage. Dessen Display zeigt 1440 × 1080 Bildpunkte auf sechs Zoll an. Im Oktober stellten auch die Tolino-Partner ihre neuen Lesegeräte vor: Der Tolino Vision 3 HD für 159 Euro und der Tolino Shine 2 HD für 119 Euro haben beide ein beleuchtetes 300 PPI-Panel [1].

Die Verkaufspreise für Lesegeräte sind weitgehend stabil geblieben oder steigen sogar leicht. So kam der erste Tolino noch für 99 Euro in den Handel. Auch der Kindle Paperwhite 2 wurde monatlang für diesen Preis verkauft – sein Nachfolger ist für 120 Euro zu haben. Teure Premium-Modelle wie der Kindle Voyage und der Kobo Aura H2O sollen sich nach Angaben der Hersteller zwar besser verkaufen als erwartet. Die Geräte sprechen mit Preisen um 200 Euro aber eine überschaubare Zielgruppe an.

Insgesamt hat sich der E-Reading-Markt in den vergangenen Jahren aufgrund stagnierender Verkaufszahlen deutlich konsolidiert: Anbieter wie Trekstor und Sony haben sich komplett zurückgezogen, andere Unternehmen haben keine konkurrenzfähigen Modelle mehr im Portfolio oder sie sind kaum in Deutschland zu bekommen. Bitkom legte im Oktober eine Prognose vor, nach der im Jahr 2015 in Deutschland 25,6 Millionen Smartphones und 7,7 Millionen Tablets verkauft werden – aber nur 570 000 E-Book-Reader. Im Jahr 2013 sollen es 1,09 Millionen Geräte gewesen sein, also fast doppelt so viele. Wer bereits einen E-Book-Reader mit integrierter Beleuchtung sein Eigen nennt, hat offenbar wenig Grund zur Neuanschaffung. (dbe@ct.de)



Die Tolino-Allianz hat sich als starker Gegenspieler von Amazon etabliert. Zur Buchmesse gab es neue Lesegeräte mit hochauflösenden Displays.

Literatur

- [1] Achim Barczok, Scharfe Bücher, Tolino Shine 2HD und Vision 3HD mit Full-HD-Display und besserer LED-Beleuchtung, c't 23/15, S. 62





Martin Fischer, Jan-Keno Janssen, Rudolf Opitz,
Jürgen Schmidt, Alexander Spier, Christof Windeck

Ausgefuchst

Werbelügen und Händler-Flunkereien
auf die Schliche kommen

 Absichtlich weggelassene Informationen, irreführende Versprechen und manchmal sogar glatter Betrug: Als Kunde hat man es nicht leicht. Wir zeigen die fiesesten Flunkereien und worauf man beim Technikkauf sonst noch so achten muss.

Schnäppchen-Lügen

Die wirklich besten Preise online finden Seite 90
Tipps zu Widerruf und Reklamationen Seite 92

Der Kunde will so wenig Geld wie möglich ausgeben, der Händler so viel Geld wie möglich verdienen: Diese profane Regel birgt viel Konfliktpotenzial. Da lassen Händler wichtige Informationen weg, Hersteller denken sich irreführende Produktnamen aus, Dienstleister verstecken Vertragsdetails in endlosen Kleinstschriftkolonnen – man fühlt sich wie auf einem Hindernis-Parcours, sobald man einen Prospekt aufschlägt, ein Geschäft betritt oder auf einen Webshop klickt.

Um Ihnen das Leben etwas leichter zu machen, haben wir uns auf die Suche nach den häufigsten Schnäppchenlügen und Sparschweinereien im Technikbereich gemacht – und aufgeschrieben, worauf Sie beim Technikkauf achten sollten.

Allgemeine Tipps

Gerade bei Werbeprospekten sind die weggelassenen Informationen am interessantesten: Fehlen bei Geräten so grundlegende Angaben wie Displayauflösung oder Speicherkapazität, sind diese Werte in der Regel schlecht – besonders dann, wenn der Händler die Informationen bei anderen Produkten angibt. Häufig steht dann beim Edel-Notebook „Full-HD-IPS-Display“ und beim Billigmodell auf der gleichen Seite nur „LC-Display“ – Letzteres ist eine totale Nullaussage, denn es gibt keine Notebooks ohne LCD.

Angaben in Webshops und Prospekten sollte man immer ganz genau lesen. Sonst könnte Ihnen das Gleiche passieren wie dem c't-Kollegen, der ein spottbilliges Angebot für einen Makita-Akkuschrauber gefunden hatte. Dass der Händler die Maschine zu einem deutlich günstigeren Preis anbot als die gesamte Konkurrenz, hätte den Kollegen stutzig machen sollen – die Schnäppchenfreude überwog jedoch. Als das Paket ankam, machte der sparsame Kollege ein langes Gesicht: Es fehlten sowohl Akku als auch Ladestation – im Angebot stand hinter der Typbezeichnung das Wörtchen „Solo“, und das bedeutete offensichtlich, dass hier der nackte Akkuschrauber ohne jegliches Zubehör angeboten wurde. Einige Händler machten das in der

Junge Leute Vorteil 

Doppeltes Datenvolumen + 270 € sparen

Vorteile: Junge Leute  Selbständige 

Einmalig 19 € 41,94 € mtl.¹

✓ 120 € Junge Leute Vorteil
(24 Monate x 5 € sparen)

✓ 30 € Junge Leute Aktionsrabatt
(6 Monate x 5 € sparen)

✓ 60 € Online-Rabatt (6 Monate x 10 €)
(ab dem 7. Monat 56,94 €)

✓ 60 € Aktionsrabatt (24 Monate x 2,50 €)
bei Kauf von Handy mit Tarif

Handy versichern? + 6,95 € mtl. 

Handy & Tarif bestellen

Sofort lieferbar

Alle Preise inkl. MwSt. zzgl. [Versandkosten](#)

Sicher einkaufen bei O2 

„Ab dem 7. Monat 56,94 €“: Für dieses O2-Angebot vergeben wir volle Verwirrungs-Punktzahl. Zumindest wir haben nicht verstanden, wie sich die monatliche Gebühr genau zusammensetzt.

Beschreibung auch noch mal gesondert deutlich; bei anderen war der Begriff „Solo“ aber der einzige Indikator für ein ohne Ladegerät und Akku unbrauchbares Gerät.

Apropos Akkus: Smartphone- und Tablet-Akkus bergen extremes Betrugspotenzial. Bei einer Amazon-Testbestellung von c't im April 2015 entpuppten sich von zwölf „Original Samsung-Akkus“ alle zwölf als Produktfälschungen [1]. Wollen Sie auf Nummer sicher gehen, bleibt Ihnen nur, Akkus direkt beim Hersteller zu kaufen. Fälschungen sind uns obendrein bei Speicherkarten, Smartphone-Netzteilen, Apple-Ersatzdisplays, In-Ear-Kopfhörern und Beamerlampen untergekommen.

Besonders ärgerlich ist die Lieblingsfloskel von Händlern und Dienstleistern: „bis zu“. Begegnen Ihnen diese beiden Wörter, sollten sofort die Alarmglocken schrillen: Hier scheut man sich vor klaren Aussagen. Internetprovider lieben sie: Steht im Angebot „bis zu 100 MBit/s“, können Sie rechtlich auch dann nichts ausrichten, wenn lediglich 20 MBit/s aus der Leitung tropfeln. Sie sollten deshalb immer nach einer Mindestangabe schauen – die ist im Zweifel viel aussagekräftiger als die werbewirksame „bis zu“-Angabe.

Oft sind vermeintliche Schnäppchen schlicht und ergreifend Ladenhüter. Bei Notebooks kann man das zum Beispiel daran erkennen, dass sie mit Windows 8 ausgeliefert werden – sie sind dann mindestens zwei Jahre alt, schließlich gibt es seit Oktober 2013 Windows 8.1. Um andere olle Kamellen aufzuspüren, helfen Preissuchmaschinen wie Geizhals oder Idealo.

Smartphones und Tablets

Bei Smartphones wird auch die simpelste Technik noch als Highlight verkauft. Zum Glück gibts im Netz zu fast jedem Gerät umfangreiche Datenblätter und Erfahrungsberichte in Foren. Mit ein wenig Hintergrundwissen entlarven Sie viele Blender bereits im Prospekt.

Die meist beworbene Bildschirmgröße sagt nichts über die Qualität aus. Wichtiger ist das Verhältnis von Auflösung zur Display-Diagonale – wächst Erstere nicht mit, wirds schnell pixelig. Für eine scharfe Anzeige sollte es HD-Auflösung (1280 x 720) sein, ab 5 Zoll finden wir 1920x1080-Bildpunkte (Full HD) besser. Bei Tablets dürfen die dpi-Werte etwas niedriger liegen, denn die hält man wegen der größeren Bildschirme etwas weiter weg. Daher sind HD bei 7 Zoll und Full HD bei 10 Zoll noch angenehm scharf.

Damit der maximale Betrachtungswinkel und der Kontrast stimmen, sollte es ein IPS- oder ein AMOLED-Schirm sein. Auf TN-Panels sehen Farben blass aus, wenn man nur leicht seitlich auf den Schirm schaut. Auch die Displayhelligkeit sollte stimmen: Unter 200 cd/m²

Makita BHP 456 Akku Schlagbohrschrauber Solo 18V Li-ION von Makita

 2 Kundenrezensionen | 3 beantwortete Fragen

Preis: **EUR 90,54** kostenlose Lieferung.
Alle Preisangaben inkl. MwSt.

Nur noch 13 auf Lager
Verkauf und Versand durch DinoTech e.K., Händler & Versand aus Deutschland. Für weitere Informationen und Widerrufsrecht klicken Sie bitte auf den Verkäufernamen.

3 neu ab **EUR 88,00**

- Technische Daten:
- o Drehzahl: 400 1/min - 1.500 1/min
- o 36 NM Drehmoment weich
- o 50 NM Drehmoment hart
- o Drehmomentstufen: 16

[Weitere Produktdetails](#)

Finden Sie den passenden Bohrer zu Ihrer Bohrmaschine. [Hier klicken](#)

Für eine größere Ansicht klicken Sie auf das Bild

Obwohl in der Beschreibung von „Akku“ und „Li-Ion“ die Rede ist: Akku und Ladegerät werden offenbar wegen des Begriffs „Solo“ nicht mitgeliefert.

So finden Sie Fallen in Werbeprospekten

Achten Sie in der Produktbeschreibung auf **fehlende Angaben** wie Auflösung oder Laufzeiten; solche Eigenschaften sind dann meist schlecht oder nur durchschnittlich.

Angaben, die mit „**bis zu**“ beginnen, sind fast immer unrealistische Maximalwerte, die sich kaum je erreichen lassen.

Gerade, wenn „**Neueste Technik**“ drüber steht, sollten Sie mit einem **Ladenhüter** rechnen – eine kurze Internetrecherche gibt Klarheit.

kann man das Gerät im Freien kaum noch benutzen.

Beim Prozessor ist eine Einschätzung anhand der Prospektangaben kaum möglich; die Anzahl der Kerne und ihre Taktraten sagen wenig über die tatsächliche Leistungsfähigkeit des Geräts aus. Selbst billige Smartphones haben mittlerweile eine Quad-Core-CPU, deren Kerne aber vielleicht sehr behäbig arbeiten. Eine Faustregel: Ruckelt schon die Oberfläche, ist es auch mit dem Rest der Performance nicht weit her.

Für Android sollte mindestens 1 GByte Arbeitsspeicher vorhanden sein, ansonsten hagelt es Nachladeruckler und lange Ladezeiten. Auch bei Windows Phone schadet mehr RAM nicht, doch zumindest laufen hier Geräte mit 512 MByte noch geschmeidig. Problematisch wird es mit dem Update auf Windows 10: Geräten mit wenig RAM stehen dann nicht alle neuen Funktionen zur Verfügung.

Immer noch sind Geräte mit nur 4 GByte Flash-Speicher anzutreffen – für den Nutzer bleibt davon nicht mal ein GByte übrig. 16 GByte gelten heute als Minimalausstattung. Eine Erweiterung per Speicherkarte ist für Apps kein vollwertiger Ersatz, so das Gerät überhaupt einen Slot dafür hat. Je nach Betriebssystem und Version ist es entweder gar nicht möglich, Apps auf die SD-Karte auszulagern oder nur mit Einschränkungen.

Bei billigen Android-Geräten fehlt unter Umständen die offizielle Google-Freigabe

und damit der Play Store als gut sortierte App-Quelle. Aktuelle Neugeräte sollten mindestens mit Android 5.0 laufen, denn die immer noch oft verkauft Version 4.4 wird in absehbarer Zeit nicht mehr gepflegt.

Ob Sie bei Abschluss eines Mobilfunkvertrags ein Handy auf Raten mitkaufen, sollten Sie sich gut überlegen. Wir haben das mal mit einem HTC One M9 32MB durchgerechnet: Ohne Vertrag bekommt man das Gerät für unter 500 Euro, bei O2 muss man (egal, mit welchem Tarif) insgesamt 661 Euro fürs Gerät latzen, bei Base sogar 749 Euro. Bei Vodafone kommt es auf den Vertrag an: Mit dem günstigsten Tarif kostet das Handy 679,90 Euro, im teuersten gar nichts – aber für den muss man 200 Euro im Monat, also 2400 Euro im Jahr blechen. Bei T-Mobile kann man nicht auseinanderklamüsern, wie viel das Smartphone im Monat kostet – hier wird noch das klassische Modell „durch Grundgebühr subventioniertes Handy“ gefahren.

Besonders ärgerlich bei Handyverträgen inklusive Handy: Verpasst man den Kündigungstermin nach zwei Jahren, muss man ein weiteres Jahr löhnen – und zwar den „Smartphone-Ratenzahlungspreis“, obwohl das Gerät längst abbezahlt ist.

Sehr unschön finden wir die (auch von anderen Dienstleistern wie Internetprovidern verwendete) Praktik, in Großdruck eine niedrige monatliche Gebühr zu bewerben – und in klein steht dann dahinter, dass sich die

ASUS F555LJ-XX060T
NOTEBOOK
• 1 TB HD SATA • DVD+RW Brenner
• Windows 8 64-Bit kostenloses
Upgrade auf Win. 8.1
ART.-NR.: 17044034125

~~549*~~ **499**

Nicht immer fallen Altgeräte so deutlich auf wie hier: Bei diesem Angebot wird Windows 8 mitgeliefert, den Nachfolger Windows 8.1 gibt es bereits seit über zwei Jahren.

Gebühr nach einem Jahr erhöht; manchmal um das Doppelte.

PCs und Notebooks

Bei Billigrechnern und Mini-Notebooks sollten Sie sehr genau nachschauen, welcher Prozessor im System steckt: Eine gute Wahl ist der Core i5, den es aber erst in PCs ab etwa 400 Euro gibt: Er ist nicht ganz so teuer wie der Core i7, besitzt aber anders als der Core i3 die Turbo-Funktion. Sie ist für ältere oder einfach gestrickte Software wichtig, die nur einen CPU-Kern ausreizt.

Abgespeckte Tablet-Vierkerner wie der Atom Z3735 Lahmen dagegen bei vielen älteren Programmen: So läuft etwa der PDF-Export mit Open- oder LibreOffice auf einem Spar-Quad höchstens halb so schnell wie auf einem 35-Euro-Celeron G1840 mit bloß zwei Kernen, die aber mit dem kräftigen Core i und nicht mit dem Tablet-Atom verwandt sind. Ärgerlich, dass Intel die Billig-Quads auch Celeron nennt, etwa Celeron J1800 oder Celeron N2940. In c't 7/14 finden Sie einen ausführlichen Vergleich mit allen aktuellen CPUs. [2]

Wie bei Intel folgen auch AMD-Prozessornamen keiner nachvollziehbaren Logik mehr: Hinter dem A4-6210 verbirgt sich der Beema-Chip mit vier lahmen Kernen, im A4-6300 stecken bloß zwei, aber viel schnellere Kerne. Die von Tablet-Quads abgeleiteten Prozessoren schränken auch die Aufrüstmöglichkeiten ein: Bei damit bestückten PCs lassen sich oft keine



Hier wird die Verwirrung auf die Spitze getrieben (alle Ausrisse von einer Prospektseite): Bei den beiden niedrig auflösenden Handy-Displays wird „LCD-Display“ und „TFT-Display“ angegeben (was das Gleiche bezeichnet), beim hochauflösenden Display steht „Quad-HD-Display“.

Tipps zum Smartphone-Kauf

Smartphones und Tablets sollten **blickwinkelstabile Displays** mit IPS- oder AMOLED-Technik besitzen.

Die Anzahl der **Prozessorkerne** sagt wenig über die Leistungsfähigkeit des Smartphones aus.

Bei Smartphones sollten Sie auf **aktuelle Betriebssystem-Versionen** achten, für ältere Geräte gibt es kaum Updates.

Bei subventionierten Smartphones sind die **Verträge überteuert**. Verträge mit vergleichbaren Leistungen bekommt man für die Hälfte.

Anzeige

Auch Intels Prozessornamen verwirren: Dieser (hier auch noch falsch geschriebene) Celeron J1800 ist mit dem Atom für Tablets verwandt. Spürbar schneller rechnet beispielsweise der Celeron G1840, der vom Core i abstammt.

SPARBURTSTAG

PC Basic Line

- Intel® Celeron® Prozessor J1800 (bis zu 2,58 GHz, 1 MB Intel® Smart-Cache)
- Intel® HD-Grafik
- Super Multi DVD-Brenner
- 1 x USB 3.0, 5 x USB 2.0
- Windows 10 64 Bit Betriebssystem

Inkl. 1 Rubbellos

299,-
TOP-JUBELPREIS

0% FINANZIERUNG

Intel Inside

Intel® Celeron® Prozessor J1800 mit bis zu 2,58 GHz
4 GB Arbeitsspeicher
500 GB Festplatte

Grafikkarten nachrüsten und auch nur wenig RAM. Das Verwirrspiel setzt sich bei AMDs A8- und A10-Prozessoren weiter fort. Als Faustregel sollte man allen Notebook-Schnäppchen mit Intels Celeron-, Pentium- oder AMD-Prozessoren unter 400 Euro misstrauen.

In den Mini-Netbooks mit Windows 8.1 oder 10 zu Preisen unter 300 Euro stecken oft Flash-Module mit 32 GByte Kapazität, selten mit 64 GByte. Die 32-GByte-Typen sind rasch voll, denn die Werbung verschweigt gerne, dass davon ja noch die Windows-Installation abgeht, oft zusätzlich sogar noch eine Recovery-Partition. Nach ein paar Windows-Updates passen oft nicht wesentlich mehr als 20 GByte in diesen Speicher – der sich zudem weder erweitern noch austauschen, sondern bestenfalls mit einer SD-Karte ergänzen lässt.

Grafikkarten

Die Grafikkartenhersteller sparen vor allem im preisgünstigen Segment unter 100 Euro bei Neuentwicklungen und verkaufen Grafikkarten mit alten Chips unter neuen Namen. Beispielsweise sitzt auf einigen Varianten der GeForce GT 730 noch eine alte GF108-GPU. Der Grafikchip gehört zur Fermi-Generation und wurde von Nvidia schon vor fünf Jahren auf die GeForce GT 440 gelötet. Deshalb arbeitet die GT 730 nicht so effizient wie Karten mit modernen Maxwell-Chips, beispielsweise die GeForce GTX 750 Ti.

Das Umbenennen alter Grafikchips hat auch bei der Radeon-Serie von AMD Tradition. Die Radeon R7 370 verwendet eine GPU der GCN-1.0-Architektur, die bereits Anfang 2012 auf der Radeon HD 7850 eingesetzt wurde. Manche Grafikkarten der Serie Radeon 300 sind eine (GCN 1.1, R9 390/390X) oder gar zwei Architektur-Generationen weiter (GCN 1.2, R9 380). Durch ihren alten Chip unterstützt die umlackierte Radeon R7 370 nur das Direct3D-Funktionsniveau 11_1 und nicht 12_0.

Ein Klassiker der PC-Trickserei ist die unsinnige Speicherbestückung von Grafikkarten. Klar: Theoretisch sind 4 GByte Grafikspeicher besser als 2 GByte. Doch wenn bei werbeträchtigen 4 GByte statt schneller GDDR5-Chips billige DDR3-SDRAMs zum Einsatz kommen, wird die GPU dabei stark ausgebremst. Die Grafikchips der unteren Preisklassen sind ohnehin dermaßen lahm,

dass sie den größeren Speicher gar nicht sinnvoll nutzen können – für detailreiche, speicherfressende Bilder fehlt einfach die Rechenleistung.

Auch bei der Kennzeichnung „Kompatibel zu DirectX 12“ muss man aufpassen: Das heißt meistens nur, dass die Karte zumindest unter DirectX 12 läuft, aber nicht, dass sie alle neuen Funktionen der 3D-Schnittstelle Direct3D 12 unterstützt.

Manche Hersteller sind sich selbst bei sauteuren High-End-Grafikkarten nicht für Schmu zu schade. So bewirbt Nvidia die GeForce GTX 970 als Grafikkarte mit 4 GByte Speicher, der Grafikchip kann allerdings nur auf 3,5 GByte mit maximaler Geschwindigkeit zugreifen [3].

Auf eBay und Co. und im Handel gibt es manchmal auch komplett gefälschte Grafikkarten, die nichts mit ihrer Bezeichnung gemein haben. Im August 2014 flog auf, dass Modelle mit dem Namen „GTX660 4096MB Nvidia Bulk“ nichts als BIOS-manipulierte Uraltkarten aus der Fermi-Generation waren.

Für jeden Geldbeutel: Leistungsstarke Desktop PCs mit ultraschnellen Intel Core i5 bzw. AMD Quad Core Prozessoren. Und das Beste: Windows 10 ist bereits in deinem neuen Rechner drin!

299,-

Platzsparend PC mit Quad-Core-Prozessor

ACER Aspire XC-215
PC
• AMD A4-6210 APU mit AMD Radeon™ R3
Grafikkarte
• 4.096 MB Arbeitsspeicher
• 500 GB Festplatte
Art. Nr.: 2038676

Windows® 10 vorinstalliert®

Copyright by Heise Medien

Mediamarkt wirbt für den Acer Aspire XC-215 mit „Quad-Core-Prozessor“. Stimmt, aber die einzelnen Kerne des AMD A4-6210 rechnen kaum schneller als die von Tablet-Chips.

Tipps für den Kauf von Notebooks und PCs

Achten Sie auf einen **Prozessor mit angemessener Leistung**, auf dem auch ältere Software flüssig läuft. Gut sind Intel Core i5 oder Core i7.

Als Flash-Speicher sollten **Mini-Netbooks mindestens 64 GByte** enthalten oder per SD-Karte erweiterbar sein; bei 32 GByte lässt Windows zu wenig Platz frei.

Achten Sie bei Grafikkarten auf die aktuelle **Chip-Generation**. Schneller GDDR5- oder HBM-Speicher ist besser als viel langsamer Speicher.

Anzeige



Zwei Angebote für dasselbe Epson-Modell: Links soll es „bis zu 34 S./Min.“ drucken, die rechte Werbung gibt die besser vergleichbare ISO-Druckgeschwindigkeit mit 9 Seiten pro Minute an.



Multifunktionsdrucker

Bei günstigen Druckern und Multifunktionsgeräten werden regelmäßig jahrelange Modelle angeboten. Ein Werbetrick in Technikprospekt ist dabei, mit Logos und Hinweisen aktuelle Messeneuheiten zu suggerieren; zum Beispiel mit den Worten „Neueste Technik“ und einem IFA-Logo. Handelt es sich dabei nur um ein Vorjahresmodell kann der Kauf trotzdem lohnen – wenn Preis und Ausstattung stimmen.

Für etwas ältere Geräte gibt es beispielsweise eher preiswerte Alternativ-Patronen. Bei neu auf den Markt gekommenen Druckern haben die Hersteller meist Form und Chip-Codierung der Tintenpatronen geändert, worauf sich die Anbieter von Ersatztinten erst einstellen müssen.

Auf einem Prospekt entdeckten wir einen A3-Multifunktionsdrucker HP Officejet 7500A zum „Top-Jubelpreis“. Auch hier handelt es sich um Altlasten-Entsorgung – das Gerät ist rund fünf Jahre alt [4]. Bei so einem Schnäppchen müssen Sie damit rechnen, dass der Hersteller bald die Pflege der Treiber einstellt und auch die Ersatzteilbeschaffung zum Problem werden könnte.

Regelmäßig führen beworbene Eigenschaften in die Irre. So verspricht der Prospekt für den Officejet 7500A aus dem obigen Beispiel „Drucken, Kopieren und Scannen bis A3-Format“. Dabei hat der HP-Multifunktionsdrucker lediglich einen A4-Scanner. Zum A3-Kopieren muss man erst die eine, dann die andere Seite scannen.

Bei Drucker-Angeboten findet man „bis zu“-Versprechungen meist bei Reichweiten oder Druckleistungen in Seiten pro Minute. Für beides gibt es zwar normierte Messverfahren und Vorlagen, die den Vergleich zwischen Modellen verschiedener Hersteller erleichtern. Einige Hersteller lassen es sich aber nicht nehmen, zusätzlich eigene Zahlen zu nennen. Diese sind durchweg Prüfstand-optimiert und nur beim Druck speziell für den Drucker angepasster Vorlagen erreichbar. In

der Praxis drucken die Geräte fast immer viel langsamer.

Eine Werbung für einen Epson WF-2630 verspricht zum Beispiel „bis zu 34 S./Min. in s/w“ – offensichtlich hat sich der Anbieter den schöneren, weil höheren Wert ausgesucht. Ein anderes Angebot für denselben Drucker wirbt dagegen mit dem realistischeren ISO-Wert „9 S./Min. in s/w“.

Die Werbung von „Geiz-ist-Geil“ und Co. zieren immer wieder Geräte mit Typenbezeichnungen, die man auf den Seiten der Hersteller nicht findet. Hier handelt es sich um Exklusiv-Modelle für die jeweiligen Handelsketten. Sie sind in der Regel abgespeckte Varianten bekannter Modelle. Für den Kunden erschweren sie aber den Preisvergleich und enthalten häufig weniger Funktionen.

Bei Billigst-Angeboten – Multifunktionsdrucker bekommt man schon für weniger als 50 Euro – haben die Hersteller an allen Ecken und Enden gespart: So fehlen Displays, Duplexeinheiten zum automatischen beidseitigen Drucken und vernünftige, staubgeschützte Papierfächer. Vor allem drucken sie deutlich teurer als höherpreisige Modelle.

Die den Druckern beiliegenden Tintenpatronen sind meist sogenannte „Starter“-Patronen, mit denen man deutlich weniger Seiten bedrucken kann als mit Normalpatronen. Zusätzliche Tinte verbrauchen alle Tintendrucker durch die regelmäßigen automatischen Reinigungsvorgänge. Diese lassen sich nicht abschalten und kaum beeinflussen.

In günstigen Druckern von Canon und HP kommen kleine Kombipatronen mit integriertem Druckkopf zum Einsatz. Sie haben den Nachteil, dass man eine Farbpatrone mit den Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb schon bei nur einer leeren Farbe entsorgen muss. Dafür enthält jede neue Patrone auch einen frischen Druckkopf. Für Wenigdrucker ist das ein nicht zu unterschätzender Vorteil, weil sie bei dauerhaft verstopften Düsen lediglich eine neue Patrone zu kaufen brauchen. Der Austausch eines fest eingebauten Kopfes kommt so

gut wie immer teurer als die Anschaffung eines neuen Druckers.

Wer nur sehr selten druckt und fürchtet, dass regelmäßig die Tinte eintrocknet, kann zu einem kleinen Laserdrucker greifen. Farblaserdrucker gibt es schon ab 120 Euro. Speziell Multifunktionsgeräte sind aber schlechter ausgestattet als vergleichbare Tintenmodelle. Außerdem drucken Laserdrucker wesentlich teurer als halb so teure Tintendrucker – allein die Tonerkosten liegen im Schnitt bei über 20 Cent pro ISO-Farbe Seite, billige Tintendrucker brauchen pro ISO-Seite 12 bis 16 Cent an Tinte, Büromodelle ab 100 Euro bedrucken eine ISO-Seite für unter 10 Cent.

Antiviren-Software

Aktuell finden sich in vielen Postfächern Mails, die Schutzsoftware anpreisen: „Security-Produkte von AVG erkennen Malware zu 100 Prozent“. Der hundertprozentige Schutz durch Software ist aber ein nie eingehaltenes

Tipps für den Druckerkauf

Neuen Druckern liegen fast immer **Starter-Patronen mit geringerer Reichweite** bei.

Kombipatronen sind teuer, enthalten aber einen **frischen Druckkopf**; ein verstopfter, fest eingebauter Kopf bedeutet meist Totalschaden.

Bei den Verbrauchskosten sind Laserdrucker fast immer **teurer als Tintendrucker** und lohnen sich nur, wenn Sie selten und wenig drucken.

Bei Geschwindigkeiten und Reichweiten von Druckern sind **ISO-Angaben** **realistischer** als herstellereigene „bis zu“-Angaben und herstellerunabhängig vergleichbar.

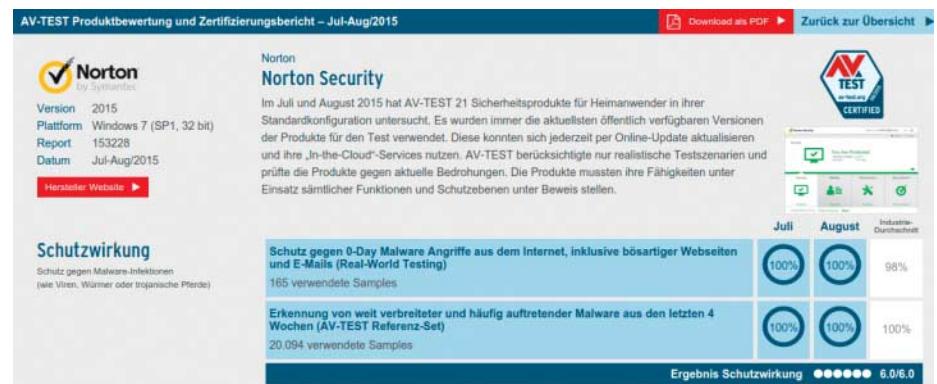
Versprechen – und zwar nicht nur bei AVG. Viele Hersteller untermauern diese Angabe mit Ergebnissen aus Testlabors.

Dabei kann von hundertprozentigem Schutz keine Rede sein. Immer wieder werden Windows-Systeme trotz aktueller Antiviren-Software mit Erpressungs- oder Online-Banking-Trojanern infiziert. In unserem letzten Trojaner-Test, bei dem Antiviren-Software gegen brandneue Schädlinge antreten musste, konnte keiner der Wächter alle Trojaner abwehren [5].

Hundertprozentige Erkennung beobachten wir nur dann, wenn nach dem Auftauchen eines neuen Schädlings ausreichend Zeit vergangen war. Nach spätestens einer Woche blockierten alle Wächter das Schadprogramm zuverlässig. Doch wer lässt seine Mails vor dem Öffnen erst eine Woche liegen? Im realen Einsatz geht es meist um wenige Stunden alte Schädlinge. Zuverlässige Informationen liegen zu diesem Zeitpunkt meist noch gar nicht vor. Die AV-Software muss sich also auf Indizien verlassen – und kann dabei unmöglich alles wegfangen. Wenn ein Test einem Antiviren-Programm eine hundertprozentige Schutzwirkung bestätigt, dann sagt das nur eines: Der Test war schlecht.

Fernseher

Ein klassisches Zeitungsprospektprodukt ist der gute alte Fernseher – und natürlich wird auch hier viel Schindluder getrieben. Ein besonders nerviges Ärgernis sind die vollkommen absurden Angaben der Bildwiederholfrequenz. Wir haben schon Angebote gesehen, in denen von sagenhaften 1200 Hertz die Rede ist. Doof nur: TV-Displays mit einer höheren Bildwiederholrate von 200 Hz gibt es bisher nicht – zumindest haben wir noch keines gesehen. Die absurd hohen Zahlen spielen immer auf Tricks wie blinkende Hintergrundbeleuchtung oder Zwischenbildberechnung an. Damit kann man zwar in bestimmten Fällen das Bild verbessern, mit einer hohen Bildwiederholrate hat das aber trotzdem nichts zu tun. Die Hersteller behelfen sich deshalb mit Tricks und schreiben so etwas wie „800 Hz MF XR“ ins Datenblatt. Die



Wenn bei Anti-Virensoftware von „100 % Erkennungsrate“ die Rede ist, dann stimmt etwas nicht.

Händler übernehmen häufig trotzdem „Bildwiederholrate 800 Hz“ oder einfach nur „800 Hz“ im Prospekt. Die Zahlen sind im Prinzip nur dafür gut, die Fernseher des gleichen Herstellers untereinander zu vergleichen – je niedriger die Zahl, desto weniger Bildverbesserungsmechanismen sind eingebaut. In der Praxis können diese übrigens völlig irrelevant sein, bei vielen TVs sieht das Bild nämlich am besten aus, wenn die meisten Verbesserungsfunktionen ausgeschaltet sind.

Einige Hersteller haben das Problem offenbar erkannt – sie verwenden zwar immer noch die gleichen Zahlen, schreiben aber nicht mehr „Hz“ dahinter. Samsung spricht zum Beispiel von „PQI“: Gemeint ist damit „Picture Quality Index“ – eine komplett von Samsung ausgedachte Maßeinheit. Wie die Zahl genau zustande kommt, kommuniziert der Hersteller nicht, nur so viel: „Unter anderem wird hier die Auflösung, die Bildwiederholungsfrequenz und die Form des Bildschirms (Flat oder Curved) einberechnet.“ Wir gehen davon aus, dass gekrümmte Fernseher einen höheren PQI-Wert zugewiesen bekommen – was wir, vorsichtig gesagt, kuriös finden. Bei LG funktioniert das Ganze ebenfalls eher lustig: Full-HD-Fernseher werden mit „MCI (Motion Clarity Index“ bewertet, Ultra-HD-TVs mit „UCI (Ultra Clarity Index“). Bei den Ultra-HD-Fernseher tauchen

auch noch andere Ärgernisse auf. So haben wir schon UHD-TVs im Testlabor gehabt, die zwar ein ultrahochauflösendes Display hatten, aber keine Schnittstellen, um das UHD-Signal anzunehmen. Dank HDMI-2.0-Standard sind solche Mogelpackungen wohl ausgestorben; sicherheitshalber sollten Sie aber im Datenblatt auf der Herstellerwebsite überprüfen, ob die HDMI-Eingänge gemäß der 2.0-Spezifikation arbeiten und den nötigen Kopierschutz HDCP 2.2 unterstützen.

Außerdem ist bei UHD- beziehungsweise 4K-TVs wichtig, dass sie einen Decoder für „High Efficiency Video Coding“ (HEVC) alias H.265 eingebaut haben. Damit sind die Fernseher in der Lage, selbstständig 4K-Signale zu entschlüsseln, zum Beispiel beim Empfang von 4K-TV-Sendern oder vom internen Netflix-Client. Ist nur ein H.264-Decoder eingebaut, gibt's lediglich Full-HD-Auflösung. (jkj@ct.de/rop@ct.de)

Literatur

- [1] Christian Wölbert, Alles nur gefälscht, Amazon verkauft nachgebaute Akkus als Originalware, c't 10/15, S. 62
- [2] Benjamin Benz, CPU-Wegweiser, Prozessorvergleich vom Smartphone bis zur Workstation, c't 7/14, S. 122
- [3] Martin Fischer, Maxwells Kernschmelze, Nvidias falsche Spezifikationen der Spieler-Grafikkarte GeForce GTX 970 verärgern Kunden, c't 5/15, S. 29
- [4] Tim Gerber, Stefan Labusga, Rudolf Opitz, Großflächenbeschichter, A3-Multifunktionsgeräte fürs Büro, c't 5/11, S. 102
- [5] Jürgen Schmidt, Der Trojaner-Test, So gut schützen Virenwächter, c't 26/14, S. 136

ct ct.de/yg4w

Hier steht zwar 800 Hz dran, in diesem Fernseher sind aber keine 800 Hz Bildwiederholrate drin: Die Zahl spielt auf diverse Bildverbesserungstricks an.





Christof Windeck

Im Preisdschungel

Die wirklich besten Preise online finden

Preisvergleich-Webseiten sind einerseits sehr praktisch, legen andererseits aber einige Fallstricke aus. Viele Online-Händler tricksen virtuos, um mit vermeintlichen Preiskrähen am Ende doch mehr zu verdienen als die Konkurrenz.

Preissuchmaschinen haben zwei Seiten. Sie als Käufer wollen damit das günstigste Angebot finden, aber die Verkäufer wollen möglichst viel damit verdienen. Manche Händler sind sehr geschickt darin, ihre Ware billiger erscheinen zu lassen, als sie am Ende tatsächlich ist. Viele der Tricks lassen sich jedoch leicht enttarnen, sodass Sie trotzdem das günstigste Angebot finden.

Versetzen Sie sich zunächst in die Lage des Anbieters und betrachten Sie den Online-Preisvergleich aus seiner Perspektive. Den meisten Umsatz erzielt man, wenn man ganz oben in der Liste landet, also unter den billigsten Angeboten. Gutes Geld lässt sich dann jedoch nur verdienen, wenn man die Ware auch billig einkaufen konnte. Das ist bei IT-Elektronik aber selten möglich, denn es handelt sich weitgehend um einen sogenannten transparenten Markt: Die Preise und Lieferbedingungen im Großhandel sind recht einheitlich.

Niedrige Einkaufspreise sind folglich nur zu erzielen, wenn man einen Sonderposten erwischt, besondere Beziehungen zum Hersteller unterhält oder eine Riesenmenge mit hohem Rabatt kauft. Doch mit Tiefstpreisen

locken gerade kleinere Händler oft. Wenn sie dabei ähnliche Einkaufspreise bezahlen wie ihre Konkurrenten, müssen sie ihre Vertriebskosten niedrig halten. Das klappt mit besonders schlanker Logistik – oder mit schlankem Service. Ersteres braucht Sie als Käufer oder Käuferin nicht zu kümmern, Letzteres aber schon.

Der erste Schritt beim Schnäppchencheck sollte folglich die Prüfung der Verkaufskonditionen sein. Aufpreise verstecken sich nämlich gerne in den Zahlungs- und Lieferbedingungen. Einige der billigsten Anbieter in Online-Preisvergleichen akzeptieren nur Zahlung per Vorkasse ohne Aufpreis, aber darauf sollten Sie sich vor allem bei einem kleinen, unbekannten Händler nicht einlassen. Alternativ ist oft PayPal möglich, aber dort brauchen Sie dann eben auch ein Konto. Für Zahlung per Kreditkarte wird oft ein Obolus verlangt oder sie ist nur indirekt möglich, beispielsweise wiederum über PayPal. Ärgerlicherweise verraten viele Onlineshops die genauen Zahlungs- und Lieferbedingungen erst im Verlauf des Bestellvorgangs, also beim Checkout – und dazu muss man sich bei einigen erst anmelden, teilweise sogar mit E-Mail-Adresse

und Passwort. Damit versuchen die Anbieter, Kunden an sich zu binden.

Prüfen Sie auch, welche Transportfirma die Lieferung übernimmt; je nach Unternehmen und Wohnort klappt die Zustellung sehr unterschiedlich. Die einen haben gute Erfahrungen mit DHL, die anderen mit Hermes oder GLS. Schauen Sie dann nach, wie Sie den Händler im Falle von Rückfragen oder Reklamationen erreichen. Gibt es normale E-Mail-Adressen und Telefonnummern oder bloß unhandliche Web-Formulare und kostenpflichtige Service-Nummern? Falls Sie bei eBay oder Amazon einkaufen: Sitzt der Händler überhaupt in Deutschland (oder in Österreich oder der Schweiz) oder womöglich in China? Zwar behandelt Amazon Reklamationen angeblich sehr kulant, aber Sie sind letztlich auf den guten Willen von Amazon angewiesen, falls Ihr eigentlicher Vertragspartner in China sitzt – Ansprüche auf juristischem Weg durchzusetzen, wird dann nämlich kompliziert.

So manches direkt importierte Elektronikprodukt verletzt außerdem EU-Regeln. Das passiert nach unseren Erfahrungen recht häufig, wenn man direkt bei chinesischen

Handelsplattformen wie Alibaba.com oder Aliexpress bestellt. Hier konnten wir in den letzten Monaten sogar mehrere Betrugsfälle nachweisen, etwa USB-Sticks mit angeblich 2 TByte Kapazität, von denen aber nur 4 Pro-mille tatsächlich vorhanden sind. Auch SD- und MicroSD-Karten werden häufig gefälscht, solche Ware taucht auch bei eBay auf. Bei Amazon sind immer wieder gefälschte Ersatzakkus für Mobilgeräte zu finden.

Gleches Produkt?

Nach dem Check der Lieferkonditionen ist ein sehr genauer Blick auf die Produktbeschreibung fällig. Vermeintlich identische Produkte können sich krass unterscheiden, denken Sie etwa an Notebooks mit und ohne Betriebssystem. Was den einen freut, ärgert vielleicht den anderen: Wer die Windows-Lizenz nicht braucht, muss sie auch nicht bezahlen. Prüfen Sie aber sorgfältig, ob die Ausstattung sonst wirklich identisch ist. Manchmal sind billigere Rechner ohne Betriebssystem oder mit FreeDOS-Feigenblatt auch bei der Hardware schlechter bestückt.

Klicken Sie sich also in den Shop des Anbieters durch und lesen Sie die Produktbeschreibung genau, vor allem bei PC-Komponenten. Manche Hardware-Hersteller liefern sie in unterschiedlichen Versionen einerseits für den Einzelhandel und andererseits für Gerätehersteller oder Reparaturbetriebe. Üblich ist dabei, dass die einzeln verpackten Produkte nicht bloß in hübscheren Kartons oder Blisterhüllen stecken, sondern oft auch mit Zubehör (Adapter, Kabel, Schrauben, Software, Anleitung) und vor allem erweiterter Herstellergarantie kommen. Das gilt beispielsweise für Prozessoren, Festplatten und austauschbare Akkus. Anders die sammelverpackte Ware, auf die Begriffe wie OEM, Tray oder Bulk hinweisen: Hier können Sie sich mit Reklamationen oft ausschließlich an den Händler wenden. Im Extremfall – wenn der beispielsweise Insolvenz anmeldet – stehen Sie völlig ohne Ansprechpartner da.

Achten Sie außerdem auf Ausdrücke wie Refurbished, Recertified oder auch Pullware: Oft sind damit gebrauchte und wiederaufbereitete beziehungsweise geprüfte Teile ge-

meint. Grundsätzlich spricht nichts dagegen, mit gebrauchter Ware Geld zu sparen, wenn sie klar als solche ausgewiesen ist. Machen Sie sich aber klar, dass für gebrauchte Ware kürzere Gewährleistungsfristen gelten können.

Liefer-Check

Auffallend häufig können die im Online-Preisvergleich billigsten Anbieter das jeweilige Produkt nicht sofort liefern. Falls es dann bei einem Händler auf Lager liegt, mit dem Sie schon gute Erfahrungen gemacht haben, dann schauen Sie sich die Anbieter mit ähnlichen Preisen an: Sind darunter mehrere etablierte Firmen und ist der Abstand zum Billigheimer groß, dann sollten Sie das als Fingerzeig sehen, um ganz besonders genau auf die Konditionen zu achten.

Im Zweifel müssen Sie direkt nachfragen, wann das Produkt tatsächlich geliefert wird. Bei der Beschreibung der Lieferzeit haben viele Händler feine Nuancen entwickelt, die verschleiern sollen, dass die Lieferung länger als einen Tag dauern wird oder der Artikel nicht im eigenen Lager liegt. Angaben wie „lagernd im Außenlager“ oder „kurzfristig verfügbar“ bedeuten häufig, dass es länger dauert. Es passiert auch, dass mehrere Händler auf denselben Lagerbestand eines Großhändlers verweisen. Dann besteht die Gefahr, dass das Produkt rasch ausverkauft ist. Vor allem bei Vorkasse kann das wegen der Wartezeit bis zum Zahlungseingang dazu führen, dass Ihr heiß ersehntes Produkt zwischendurch abverkauft wird und Sie es erheblich später bekommen.

Falls ein Artikel noch gar nicht auf dem Markt ist, versuchen manche Händler vom großen Interesse der Frühstarter zu profitieren: Sie bieten es zu einem besonders hohen Preis an. Oft lohnt es sich, bis ein paar Wochen nach dem Marktstart zu warten. Die dritte Generation des Motorola-Smartphones Moto G ist beispielsweise innerhalb von acht Wochen nach dem Start Ende Juli um 40 Euro oder 17 Prozent billiger geworden.

Manchmal entsteht auch scheinbare Konkurrenz, weil dieselbe Firma über drei verschiedene Plattformen anbietet. Bei Hardware-Komponenten trifft man im Preisver-

gleich etwa oft auf drei dicht beieinander liegende Angebote von Mindfactory, Compuland und Drive City – alle sitzen im selben (Mindfactory-)Gebäude in Wilhelmshaven. So wirkt das Angebot größer. Mindfactory unterhält außerdem einen eBay-Shop, wo sich der Preis für ein Produkt deutlich von denen in den eigenen Online-Shops unterscheiden kann – auch hier lohnt sich ein Vergleich. Andere Firmen arbeiten ähnlich, etwa mit einem zusätzlichen Amazon-Shop.

Komfortfunktionen

Preisvergleich-Webseiten helfen mit Zusatzfunktionen, bessere Angebote zu finden. Historische Preise, also der Preisverlauf über die vergangenen Wochen, Monate oder gar Jahre, erleichtern die Einschätzung, ob ein Produkt in naher Zukunft eher billiger oder teurer wird. In den letzten Monaten sind die Preise vieler IT-Komponenten wegen des schwachen Euro-Kurses eher gestiegen.

Wer auf fallende Preise hofft, kann sich bei manchen Preisvergleichern eine E-Mail-Benachrichtigung einrichten, wenn der gewünschte Zielpreis erreicht wird. Oft lassen sich mehrere Produkte in einem virtuellen Warenkorb oder einer Wunschliste speichern, manchmal aber erst nach einer Registrierung.

Hilfreich sind auch Produktinformationen, etwa Links zu Webseiten der Hersteller. Manchmal sind die technischen Daten zu einem Produkt auf der Preisvergleich-Webseite aber sogar besser aufbereitet als beim Hersteller selbst. Vorsicht dabei: Verbindlich ist letztlich nur das, was der Händler selbst verspricht. Einige Online-Preisvergleicher erlauben es auch, Produkte untereinander zu vergleichen, also Tabellen erzeugen lassen.

Die in Online-Shops und Preisvergleich-Webseiten veröffentlichten Bewertungen von Käufern liefern viele Hinweise zu Produkten und Händlern. Berücksichtigen Sie dabei jedoch, dass Online-Bewertungen zu Fälschungen einladen: Manche Händler oder Hersteller verfassen Jubelberichte über eigene Produkte, kaufen positive Bewertungen ein oder machen Produkte der Konkurrenz schlecht. Gerade hat Amazon über 1000 potenzielle Anbieter falscher Bewertungen verklagt. Achten Sie auch darauf, dass sich die Bewertung exakt auf das angebotene Produkt bezieht und nicht bloß auf eine ältere oder ähnliche Version.

Genau aufpassen!

Einerseits ist es eine Binsenweisheit, dass der billigste Anbieter nicht immer der beste ist. Andererseits gibt es immer wieder neue Tricks, auf die man hereinfallen kann, trotz großer Erfahrung. Machen Sie es schlauer und schauen Sie genau hin – eine Portion Misstrauen schadet nicht! Geben Sie ruhig ein bisschen mehr Geld für klare Informationen und guten Service aus: Damit belohnen Sie nicht bloß Händler, die sich Mühe geben, sondern machen auch zwielichtigen Tricksern das Leben etwas schwerer. (ciw@ct.de) 



Preisverfall nach dem Start: Wer Produkte gleich nach ihrer Vorstellung haben will, zahlt oft mehr.



Jan-Keno Janssen

Fluchtwege

Tipps zu Widerruf und Reklamation bei Technikkäufen

Auch die cleversten Technikkäufer sind nicht gefeit gegen Händlerflunkereien. Und manchmal stellt sich auch erst nach einigen Wochen heraus, dass das gekaufte Produkt nicht so funktioniert wie erhofft. Was bei Fehlkäufen oder Defekten zu tun ist.

Die gute Laune kann bei Schnäppchenjägern innerhalb weniger Sekunden in pure Verzweiflung kippen: Häufig genug stellt sich nämlich bei der Inbetriebnahme des superpreiswerten Technikprodukts heraus, dass wichtige Dinge gar nicht oder anders funktionieren als gedacht. Und manchmal bemerkt man die Probleme auch erst Wochen nach dem Kauf.

Logisch: Je früher Sie reklamieren, desto besser sind die Erfolgsaussichten. Sie sollten deshalb gleich bei der ersten Inbetriebnahme des gekauften Geräts alle wichtigen Funktionen ausprobieren. Bei klar erkennbaren Defekten sind Sie ohnehin auf der sicheren Seite: Egal, ob Sie das Gerät bestellt oder im Laden gekauft haben, der Händler muss es reparieren oder tadellosen Ersatz liefern.

Return to Sender

Aber auch wenn kein Defekt vorliegt, können Sie das Produkt innerhalb von 14 Tagen zurückgeben – zumindest, wenn Sie es online bestellt haben, Widerrufsrecht (§355 BGB) sei Dank. Das Recht ist nach wie vor unter dem Namen „Fernabsatzgesetz“ bekannt, heißt aber schon lange nicht mehr so. Die Widerrufsfrist beginnt in dem Moment, in dem Sie die Lieferung mit dem Produkt in den Händen halten – und nicht schon dann, wenn die Lieferbescheinigung im Briefkasten steckt.

Um zu widerrufen, reicht es nicht, die Ware einfach kommentarlos zurückzuschicken. Seit Juni 2014 muss man den Widerruf ausdrücklich erklären. Das geht zwar theoretisch auch telefonisch, wir empfehlen aber die Schriftform – damit ist man bei Konflikten auf der sicheren Seite. Eine Begründung ist nicht erforderlich und eine bestimmte Form müssen Sie auch nicht einhalten. Ein der Rücksendung beigelegter Zettel mit dem Satz „Hiermit widerrufe ich meine Bestellung vom 31. Oktober 2015, Kundennummer XY, Bestellnummer XY“ reicht aus. Zur Sicherheit – falls das Paket zum Beispiel beim Versand abhandenkommt – sollten Sie zusätzlich per E-Mail widerrufen und den Händler um eine Eingangsbestätigung bitten. Sie können den Widerruf auch ganz altmodisch faxen. Der Vorteil: Das Faxgerät spuckt eine Sendebestätigung aus.

Das Porto für die Rücksendung muss der Händler seit dem letzten Jahr nicht mehr übernehmen – das muss der Kunde zahlen. Viele Onlinehops wie Amazon und Zalando übernehmen jedoch (zurzeit) freiwillig die Portokosten.

Mit Gewähr

Gibt das Gerät den Geist auf oder fallen Ihnen Defekte auf, greift die Gewährleistung: Jeder gewerbsmäßige Händler muss 24 Monate Gewährleistung auf Neuwaren

und 12 Monate auf Gebrauchtwaren einräumen. Es gibt allerdings einen Haken: Nur in den ersten sechs Monaten unterstellt das deutsche Recht, dass das Produkt von vorneherein fehlerhaft war. Danach kehrt sich die Beweislast um. Dann müssen Sie nachweisen, dass Sie den Fehler nicht verursacht haben. Zum Glück zeigen sich viele Händler kulant. Wenn der Verkäufer jedoch darauf pocht, dass Sie für den Defekt verantwortlich sind, droht Ärger. Dann sollten Sie einen Verbraucherschutzverein oder Anwalt konsultieren.

Im Rahmen der Gewährleistung können Sie in der Regel nach zwei erfolglosen Reparaturen verlangen, dass der Händler den Kaufpreis erstattet. Einen Musterbrief dafür gibt es bei den Verbraucherzentralen (siehe c't-Link). Haben Sie das Gerät jedoch vor der Rückgabe über längere Zeit verwendet, darf der Händler einen angemessenen Teil vom Kaufpreis abziehen.

Garantiert

Falls es mit dem Händler Probleme gibt, können Sie sich auch an den Hersteller wenden: Der gewährt nämlich meist eine sogenannte „Garantie“. Dazu ist er allerdings nicht gesetzlich verpflichtet, es handelt sich um eine freiwillige Leistung. Als Faustregel gilt, dass man sich bei Defekten zuerst an den Händler wenden sollte. Denn in manchen Fällen

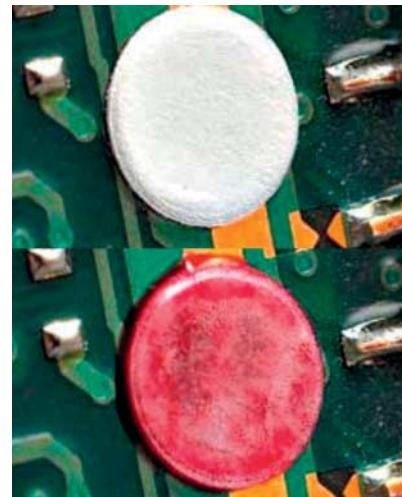
stellen Sie sich mit den Garantiebedingungen des Herstellers schlechter.

Doch bei unseriösen Händlern ist die Herstellergarantie besser: Uns sind schon Händler untergekommen, die bei einer rechtmäßigen Reklamation anschließend eine Rechnung ausgestellt haben – Bearbeitungsgebühr. Natürlich ist das nicht rechtmäßig: Ein Händler darf bei einer Reklamation in der Regel die Fehlersuche nicht berechnen, selbst dann nicht, wenn sich die Reklamation als unberechtigt herausstellt.

Aber auch die Hersteller sind in der Disziplin „Reklamationsverhinderung“ kreativ: So haben zum Beispiel die meisten Smartphones Feuchtigkeitssensoren eingebaut. Schon ein Regenguss kann die Indikatoren unmerkt aktivieren. Treten nun Defekte auf – die womöglich gar nichts mit Feuchtigkeit zu tun haben – verweigern die Hersteller oft die Garantie und die Händler die Gewährleistung.

In der Praxis gibt es immer wieder Streit zwischen Händlern und Kunden. Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, sollten Sie die Produktinfos von Websites oder Prospekten beim Kauf aufbewahren. Damit können Sie nachweisen, mit welchen Merkmalen geworben wurde. Um ihre eigene Position in einem möglichen Rechtsstreit zu verbessern, gilt die Regel: So viel dokumentieren wie möglich. Kann man die von Ihnen festgestell-

Um den Kunden die Verantwortung für Defekte in die Schuhe zu schieben, nutzen die meisten Smartphone-Hersteller Feuchtigkeitssensoren (links Apple iPhone, rechts Samsung Galaxy Note II).



ten Mängel mit bloßem Auge sehen, sollten Sie zum Beispiel unbedingt Fotos machen, bevor Sie das Gerät an den Händler geben.

Grundsätzlich sollten Sie eine Vier-Wochen-Frist setzen und, sobald sich Probleme abzeichnen, per Fax und Einschreiben kommunizieren. Bleibt der Händler stumm, ist mehr Druck nötig: Auf eine Nachfrist von ein bis zwei Wochen folgt der Rücktritt vom Kaufvertrag, verbunden mit einer Zehn-Tage-Frist für die Zahlung.

Danach können Sie auch ohne Hilfe eines Anwalts einen gerichtlichen Mahnbescheid beantragen. Formulare dafür gibt es im Internet (siehe c't-Link unten). Widerspricht der Händler dem Bescheid, kommen eventuell die Kosten eines Zivilprozesses auf Sie zu. Außergerichtlich können Sie zum Beispiel mit Hilfe der Verbraucherzentralen den Druck erhöhen.

(jkj@ct.de)

ct Musterbriefe und Formulare: ct.de/y71k

Anzeige



Florian Müssig

Wünschenswert

15-Zoll-Notebooks mit guter Ausstattung

Matter Full-HD-Bildschirm, flotte SSD, schnelles 11ac-WLAN und ein energieeffizienter Doppelkern-Prozessor aus Intels 14-nm-Fertigung – das sind die Wunschzutaten für ein gut ausgestattetes Notebook. Wir haben drei damit bestückte 15-Zoll-Geräte auf den Prüfstand gestellt.

Hat man beim Notebook-Kauf den Anspruch, dass die Neuanschaffung in ein paar Jahren noch nicht restlos veraltet ist, so darf es bei den Komponenten gerne das Neueste sein, was der Markt zum Kaufzeitpunkt hergibt – also ein Prozessor der aktuellen Core-i-Generation und derzeit etwa auch 11ac-WLAN. In Kombination mit Wunsch-Dauerbrennern wie einer SSD und einem matten 15-Zoll-Bildschirm in Full-HD-Auflösung kosten solche Notebooks ab 700 Euro. Wir haben die drei zum Testzeitpunkt günstigsten Geräte ins c't-Labor geholt: das Acer Travelmate P257-M (850 Euro), das Lenovo Z51-70 (700 Euro) und das Medion Akoya E6415 (800 Euro).

In allen drei arbeiten Doppelkern-Prozessoren der fünften Core-i-Generation (Broadwell) [1]. Intel hat mittlerweile zwar schon die sechste Generation (Skylake) vorgestellt [2], doch bislang wurden hauptsächlich leistungsstarke Gaming-Notebooks mit dicken Grafikchips angekündigt, in denen Skylake-Vierkerner arbeiten [3]. Wir gehen deshalb davon aus, dass der große Schwung an massentauglichen Notebooks mit Skylake-Doppelkernen das diesjährige Weihnachtsgeschäft verpassen wird.

Auch muss sich erst noch zeigen, was die in Skylake eingebauten neuen Stromspartricks in der Praxis bringen und welche Performance Intels Neulinge tatsächlich ablie-

fern. Broadwell wird ebenfalls bereits mit 14 Nanometern Strukturbreite gefertigt und hat deshalb ordentlich vorgelegt: Alle drei Testgeräte schlucken im Leerlauf bei 100 cd/m² Bildschirmhelligkeit weniger als 5 Watt und schaffen so acht bis neun Stunden Laufzeit. Und bei der Rechenleistung konnten die ersten Skylake-CPUs, die es in Vorserial-Notebooks ins c't-Labor geschafft haben, ihre Broadwell-Vorgänger nicht überholen [4]. Das kann sich bis zur Serienreife allerdings noch ändern.

Cineasten mögen sich ärgern, dass erst die in Skylake integrierte Grafikeinheit den Video-Codec HEVC unterstützt. Dieser wird in absehbarer Zukunft eine größere Rolle bei kommerziellen Streaming-Angeboten spielen, etwa bei Amazon oder Netflix. Dennoch kann man auch mit den drei Testgeräten problemlos HEVC-kodierte Filme anschauen, weil ihre Prozessoren stark genug sind, die Videos zu dekodieren – halt mit etwas höherem Energieaufwand, als wenn es eine spezialisierte GPU übernehmen würde.

Hinsichtlich der Schnittstellen lohnt es sich ebenfalls nicht, auf Skylake zu warten. HDMI 2.0, welches das Notebook zum uningeschränkten Zuspielder für 4K-Fernseher machen würde, gibt es selbst damit noch nicht. Gleichtes gilt für im Chipsatz integrierte USB 3.1 (SuperSpeed+, 10 GBit/s). Somit bleibt es wie bei den hier getesteten Kandidaten bei

HDMI 1.4 und USB 3.0. Ein DisplayPort-Ausgang ist im Testfeld nicht vertreten.

Möglicherweise wird so manches künftige Notebook mit einer universellen Typ-C-Buchse aufwarten [5], die allen hier getesteten Probanden fehlt. Rund um Typ C muss sich allerdings erst noch ein Ökosystem entwickeln, weshalb man auf absehbare Zeit so oder so mit verschiedenen USB-Adapterkabeln vorliebnehmen muss.

Die SSDs in den Testgeräten fassen 128 GByte (Lenovo, Medion) oder 256 GByte (Acer) und liefern hohe Datenraten weit jenseits von Festplatten. Künftig mag man nochmals schnellere PCIe-SSDs mit mehrfach höheren Transferraten antreffen, doch das spürt man in der Praxis nicht – anders als den gravierenden Schwuppdilatations-Unterschied zwischen herkömmlicher Festplatte und SSD.

Netzwerkanbindung

Der Wunsch nach einem WLAN-Modul, welches IEEE 802.11ac spricht, röhrt nicht nur aus der höheren Übertragungsgeschwindigkeit her: 11ac erreicht seine hohen Transferraten ausschließlich im 5-GHz-Band. Ergo muss ein entsprechend bestücktes Notebook zwangsläufig im 5-GHz-Band funken – und nicht nur im überfüllten 2,4-GHz-Band, wie es bei vielen 11n-Notebooks immer noch üblich ist.

Trotz 11ac im Datenblatt sind Lenovos Z51-70 und Medions Akoya E6415 aber eingeschränkt: Die Hersteller statthen sie mit Funkmodulen aus, die nur mit einem Stream senden und empfangen. Somit sind bestenfalls 433 MBit/s bei 11ac beziehungsweise 150 MBit/s im 11n-Betrieb möglich statt 867 MBit/s respektive 300 MBit/s, wie sie das WLAN-Modul im Acer-Notebook liefert. Wer lieber auf kabelgebundene Netzwerke setzt: Alle drei Probanden haben eine RJ45-Buchse für Gigabit-LAN.

Beim Bildschirm hat das Medion-Gerät die Nase vorne, weil ein IPS-Panel eingebaut ist. In den beiden Notebooks von Acer und Lenovo stecken hingegen TN-Displays mit sichtbarer Blickwinkelabhängigkeit. Full-HD-Auflösung und eine matte Oberfläche haben gemäß unserer Auswahl alle drei; ausreichend hell sind sie ebenfalls.

Trotz der gehobenen Preise muss man abseits der von uns gewählten Kriterien weiter-

hin mit Abstrichen leben, weil es sich bei den Kandidaten um teure Ausstattungsvarianten von Geräten handelt, die allesamt in Einstiegskonfigurationen für einige Hundert Euro weniger erhältlich sind. Beispielsweise vermissten wir bei allen drei eine beleuchtete Tastatur. Zudem sind die SD-Kartenleser lediglich mit USB 2.0 angebunden, was schnelle Speicherkerkertchen auf ein Drittel ihrer Transferrate ausbremsen. Alle drei Gehäuse bestehen aus Kunststoff statt aus wertigeren Materialien wie Metall – und bei der Verarbeitung fanden wir kleinere Mängel (siehe Bilder unten).

Acer Travelmate P257-M

Das Travelmate P257-M ist als Business-Gerät konzipiert, was man an der Vorinstallation merkt: Beim ersten Booten bekommt man Windows 7 Professional zu Gesicht. Über Acers Wiederherstellungs-Tool kann man auf Windows 8.1 Pro wechseln – und auch wieder zurück zu Windows 7. Das derzeit kostenlose Upgrade auf Windows 10 Pro ist von beiden Systemen aus möglich; wir haben alle Labortests unter Windows 10 durchgeführt.

Am Tippgefühl gibt es abseits vom Notebook-typisch flachen Tastenhub wenig auszusetzen. Das Kunststoffgehäuse quittiert allerdings jeden Anschlag hörbar. Dem Ziffernblock liegt ein schmaleres Tastenraster zugrunde als dem Buchstabenfeld, der

Beim Acer Travelmate P257-M hat man nach dem Kauf die Wahl, es unter Windows 7, 8.1 oder 10 zu betreiben.



Cursorblock wurde in eine Zeile gequetscht. Ebenfalls gewöhnungsbedürftig ist, dass sich die Tasten Pos1, Bild Hoch/Runter und Ende eine Spalte nach links versetzt über dem Ziffernblock sitzen, weil oben rechts der Einschalter in die Tastatur integriert wurde. Das große Touchpad bietet ausreichend Platz für Gesten mit bis zu drei Fingern.

Die maximale Bildschirmhelligkeit bekommt man nur bei senkrechtem Einblick zu Gesicht: Schon bei leichten seitlichen Abweichungen wird es sichtbar dunkler. Beim Blick von oben oder unten kommt es aufgrund des TN-Panels zudem zu unschönen Farbverfälschungen bis hin zu Invertierungen.

Der Lüfter bleibt bei geringer Systemlast sehr leise und dreht bei ausgelastetem Prozessor auf 1,1 Sone auf. Das ist zwar noch erträglich, aber dennoch der höchste Lärmpegel im Testfeld. Der Kopfhörerausgang gehört zu den besten, die man in Notebooks findet.

Das Travelmate P257-M ist mit rund 850 Euro das teuerste Gerät im Testfeld, bietet dafür aber mit 256 GByte doppelt so viel SSD-Speicherplatz wie die beiden anderen Kandidaten. Es gibt zwar günstigere Varianten des P257-M mit 128er-SSD, doch dann ist ein Bildschirm mit geringer Auflösung (1366 × 768 Punkte) an Bord. 11ac-WLAN haben hingegen alle Ausstattungsvarianten – auch die günstigste für 550 Euro. Der WLAN-Adapter im getesteten Gerät funkts mit zwei Datenströmen gleichzeitig.



Die Verarbeitung der getesteten Notebooks ist trotz der gehobenen Preise nicht fehlerfrei: Bei Acer ist die Tastaturschriftung nach rechts verrutscht, bei Lenovo passt die Linienführung am DVD-Laufwerk nicht. Bei Medion sind an den Seiten manche Übergänge zwischen Gehäuseteilen scharfkantig.



Das Lenovo Z51-70 ist nur innen silbern: Die Außenseiten gibt es wahlweise in Schwarz oder Weiß.



Medion stattet das Akoya E6415 mit schneller SSD plus großer Festplatte aus – und mit einem IPS-Bildschirm.

Lenovo Z51-70

Bei geringer Rechenlast bleibt der Lüfter des Z51-70 flüsterleise, und die gerade einmal 0,7 Sone unter Volldampf können sich ebenfalls hören lassen. Die Werte gelten allerdings nur, solange sich keine Scheibe im optischen Laufwerk dreht: Dieses rauscht dann nämlich rund zweieinhalbmal so laut wie der Lüfter im schlimmsten Fall.

Der Deckel lässt sich weit genug zurückklappen, dass man im optimalen Winkel auf das TN-Display gucken kann. Das ist wichtig, denn nur dann sieht man nebst unverfälschten Farben auch die maximale Helligkeit.

Unter den Kandidaten stellt nur das Z51-70 dedizierte Maustasten zum Klicken zur Verfügung. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern, ist dafür jedoch zu klein: Bei Drei- und Vier-Finger-Gesten schafft man nur kurze Wege, bevor ein Finger die Sensorfläche verlässt. Die Tastatur begibt sich beim Tippen leicht durch; den Druckpunkt der Tasten spürt man trotzdem präzise. Das Tastenlayout samt vier gleichgroßen Cursortasten und Ziffernblock ist gelungen.

Der Rahmen um den Bildschirm sowie die Tastatureinfassung samt Handballenablage waren beim Testgerät in Silber gehalten, die Deckelaußenseite und der Boden hingegen in Schwarz. Zum selben Preis von 700 Euro bekommt man das gleiche Notebook auch mit weißen Außenseiten. Alle anderen Konfigurationen – die Spannweite reicht von 500 bis 900 Euro – waren bei Redaktionsschluss ausschließlich wie das Testgerät in Silber-Schwarz erhältlich. Mehr SSD-Platz gibt es

nur im Topmodell mit Core i7; andere Varianten zwischen diesem und der Testkonfiguration enthalten statt einer SSD eine 1-TByte-Festplatte. Der matte Full-HD-Bildschirm ist immer an Bord, ebenso 11ac-WLAN – allerdings mit nur einem Datenstrom. Anders als bei den Konkurrenten gibt es bei Lenovo nur ein Jahr Herstellergarantie.

Medion Akoya E6415

Medion liefert sein Akoya E6415 bereits mit Windows 10 aus. Zwar lassen sich die beiden anderen Kandidaten mittels Microsofts derzeit kostenlosem Upgrade-Programm ebenfalls auf die neue Windows-Version aktualisieren, doch dafür ist ein 3-GByte-Download fällig, der über dünne Dorf-DSL-Leitungen ewig dauert. Auch spart man sich die lästige Überprüfung, ob alle Treiber auf dem aktuellen Stand sind und ob die Hersteller-Tools das Upgrade mitmachen.

Die Nutzung macht nicht nur wegen des Core-i7-Prozessors und der SSD Spaß: Der IPS-Bildschirm überzeugt mit stabilen Farben unabhängig vom Blickwinkel. Die maximale Helligkeit gibt es aber wie bei anderen Probanden nur bei senkrechter Draufsicht. Den in Benchmarks messbaren Performance-Vorsprung, den der Core i7-5500U gegenüber dem in den Konkurrenten verwendeten Core i5-5200U liefert, spürt man im Alltag nicht.

Der Lüfter rauscht unter CPU-Volllast mit angemessenen 0,9 Sone, bleibt bei geringer Systembelastung aber immer leise hörbar – in dieser Disziplin sind Acer und Lenovo besser. Das gilt auch für das Touchpad, welches hier nur Gesten mit zwei Fingern erkennt.

Die stabile Tastatur überzeugt mit präzisem Druckpunkt und gutem Layout.

Im getesteten 800-Euro-Topmodell bietet das Akoya E6415 Speicherplatz satt: Windows residiert auf einer 128-GByte-SSD; als Datengrab ist zusätzlich eine 1-TByte-Platte eingebaut. Die Preise für das E6415 beginnen bei 400 Euro. Eine SSD gibt es nie allein, sondern immer zusätzlich zu einer Festplatte ab 680 Euro – oder ab Ende Oktober kurzfristig für 600 Euro im baugleichen Aldi-Angebot Akoya E6418 mit Core i5, weniger Arbeitsspeicher und silberner statt bronzer Handballenauflage. Im E6418 stecken wie in unserem E6415 ein IPS-Panel, aber auch ein 11ac-WLAN-Modul, das mit lediglich einem Stream funktioniert. Die 11n-Adapter in manch anderen E6415-Modellen verwenden hingegen zwei Datenströme.

Fazit

Die drei Notebooks halten, was die Datenblätter versprechen: Beim Bedienen sorgen SSDs und matte Full-HD-Displays für wenig Frust, die Core-i-Doppelkerne sind flott – ohne dass die Lüfter dabei allzu laut werden. Allerdings beherrscht nur das 11ac-WLAN-Modul im teuersten Testgerät, dem Acer Travelmate P257-M mit Windows-Pro-Lizenz, einen Dual-Stream-Betrieb. Die anderen beiden werden dadurch vor allem in älteren 11n-Netzen ausgebremst. Lenovo liefert mit dem Z51-70 die von uns festgelegten Hardware-Komponenten zum besonders kleinen Preis. Das Medion Akoya E6415 grenzt sich mit IPS-Bildschirm und SSD plus Festplatte von der Konkurrenz ab.

Aberseits davon bekommt man trotz der gehobenen Preise ab 700 Euro allerdings wenig: Für wertige Metallgehäuse, schnelle SD-Kartenleser und beleuchtete Tastaturen muss man noch mehr Geld auf den Tisch legen. Da kommt man in Versuchung, die Rahmenbedingungen zu lockern: Reichen 11n-WLAN und ein Core-i-Doppelkern der älteren vierter Generation (Haswell), so wird man schon um 500 Euro fündig – Full-HD-Bildschirm und SSD eingeschlossen [6].

(mue@ct.de)

15-Zoll-Notebooks mit guter Ausstattung – Testergebnisse

Modell	Gewicht [kg]	Geräusch (idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CPU-Leistung ¹
Acer Travelmate P257-M	2,15	0,1/1,1	1,8/9,1	255
Lenovo Z51-70	2,19	0,1/0,7	1,5/8	258
Medion Akoya E6415	2,22	0,2/0,9	1,5/7,8	279

¹ CineBench R15 (n CPU, 64 Bit)

Anzeige

15-Zoll-Notebooks mit guter Ausstattung: Daten und Testergebnisse			
Modell	Acer Travelmate P257-M	Lenovo Z51-70	Medion Akoya E6415
getestete Konfiguration	NX.VB0EG.003	80K6003QGE	MD99254
Lieferumfang	Windows 7 Professional / 8.1 Pro / 10 Pro 64 Bit, Cyberlink PowerDVD 12, Netzteil	Windows 8.1 / 10 Home 64 Bit, Cyberlink PowerDVD 10, Cyberlink Power2Go, Cyberlink PowerDirector 10, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Cyberlink Media Suite, Netzteil, Mikrofasertuch
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)			
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	L / - / L / - / ✓	L / - / L / - / ✓	L / - / L / - / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × R / 2 × L / - / L	1 × R / 2 × L / - / L	2 × R / 2 × L / - / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	V (SD) / R / -	R (SD) / L / -	V (SD) / L / -
Ausstattung			
Display	AUO B156HTN03.8: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 19,8 ... 215 cd/m², matt	CMN N156HGE-EAB: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 2 ... 183 cd/m², matt	LG LP156WF4-SPL1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 27 ... 187 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-5200U (2 Kerne mit HT)	Intel Core i5-5200U (2 Kerne mit HT)	Intel Core i7-5500U (2 Kerne mit HT)
Prozessor-Cache	2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache	2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache	2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache
Prozessor-Taktrate	2,2 GHz (2,7 GHz bei einem Thread)	2,2 GHz (2,7 GHz bei einem Thread)	2,4 GHz (3 GHz bei einem Thread)
Hauptspeicher	8 GByte PC3-12800	8 GByte PC3-12800	8 GByte PC3-12800
Chipsatz / mit Hybridgrafik / Frontside-Bus	Intel Broadwell-U / - / -	Intel Broadwell-U / - / -	Intel Broadwell-U / - / -
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel HD 5500 (vom Hauptspeicher)	int.: Intel HD 5500 (vom Hauptspeicher)	int.: Intel HD 5500 (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Realtek ALC255	HDA: Realtek ALC236	HDA: Realtek ALC269
LAN	PCIe: Realtek (Gbit)	PCIe: Realtek (Gbit)	PCIe: Realtek (Gbit)
WLAN / 5 GHz / alle 5-GHz-Kanäle	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 7265 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / ✓	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3160 (a/b/g/n-150/ac-433) / ✓ / ✓	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3160 (a/b/g/n-150/ac-433) / ✓ / ✓
Bluetooth / Stack	USB: Intel 4.0+HS / Microsoft	USB: Intel 4.0+HS / Microsoft	USB: Intel 4.0+HS / Microsoft
Touchpad (Gesten)	I2C: HID (max. 3 Finger)	PS/2: Synaptics (max. 4 Finger)	PS/2: ElanTech (max. 2 Finger)
TPM / Fingerabdruckleser	TPM 2.0 / -	- / -	TPM 2.0 / -
Massenspeicher	SSD: LiteOn LCS-256L9S (256 GByte)	SSD: Samsung MZYL128HCHP-000L2 (128 GByte)	SSD + Festplatte: Phison PS3109-S9 + HGST Travelstar 5K1000 (128 + 1000 GByte / 5400 min⁻¹ / 8 MByte)
optisches Laufwerk	PLDS DA8A6SH (DVD-Multi)	PLDS DA8A6SH (DVD-Multi)	HL-DT-ST GUBON (DVD-Multi)
Stromversorgung, Maße, Gewicht			
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	38 Wh Lithium-Ionen / - / -	33 Wh Lithium-Ionen / - / -	37 Wh Lithium-Ionen / - / -
Netzteil	45 W, 277 g, 9,5 cm × 3,8 cm × 2,5 cm, Klebeplattestecker	45 W, 287 g, 9,3 cm × 4 cm × 2,9 cm, Klebeplattestecker	45 W, 255 g, 8,9 cm × 3,7 cm × 2,7 cm, Kleingerätestecker
Gewicht	2,15 kg	2,19 kg	2,22 kg
Größe / Dicke mit Füßen	38,1 cm × 25,7 cm / 2,7 cm	38,4 cm × 26,4 cm / 2,6 cm	38 cm × 25,9 cm / 2,8 ... 3 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,8 cm / 19 mm × 19 mm	2 cm / 19 mm × 18,5 mm	2 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme			
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W	0,4 W / 0,2 W	0,4 W / 0,1 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,2 W / 5,6 W / 6,7 W	2,2 W / 5,6 W / 6,2 W	2,6 W / 5,9 W / 7,5 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	24,3 W / 10,1 W / 31,1 W	20,6 W / 10,1 W / 27,5 W	30,7 W / 10,8 W / 34,1 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	31,2 W / 0,54	38,8 W / 0,57	46,7 W / 0,57
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks			
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	9,1 h (4,1 W) / 6,7 h (5,6 W)	8 h (4,1 W) / 6,3 h (5,2 W)	7,8 h (4,8 W) / 5,6 h (6,6 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,2 h (7,2 W) / 1,8 h (21,2 W)	4,2 h (7,8 W) / 1,5 h (21,7 W)	4,2 h (8,9 W) / 1,5 h (25,8 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2 h / 4,6 h	2 h / 4 h	2 h / 4 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,1 Sone	0,1 Sone / 0,7 Sone	0,2 Sone / 0,9 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	494,6 / 414,7 MByte/s	480,3 / 127,5 MByte/s	388,8 / 115,1 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	88970 / 76032	23091 / 6592	47153 / 20467
Leserate Speicherkarte (SD / xD / MS)	28,9 / - / - MByte/s	29,9 / - / - MByte/s	28,8 / - / - MByte/s
WLAN 802.11n 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	19,6 / 12,8 MByte/s	13,6 / 5,9 MByte/s	9,5 / 6,5 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / -99,4 dB(A)	⊕ / -94,3 dB(A)	⊕ / -96,9 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	2,59 / 2,8	2,64 / 2,83	2,83 / 3,09
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	13652 / 34806 / 343 fps	13709 / 35329 / 245 fps	15249 / 40951 / 277 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike)	54808 / 5241 / 2827 / 747	43513 / 4605 / 2520 / 619	47267 / 4977 / 2669 / 646
Bewertung			
Laufzeit	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
Display / Geräuschentwicklung	○ / ○	○ / ○	⊕ / ⊕
Preis und Garantie			
Straßenpreis Testkonfiguration	850 €	700 €	800 €
Garantie	2 Jahre	1 Jahr	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖⊖ sehr schlecht
✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

Literatur

- [1] Florian Müssig, Nummer 5 lebt!, Die fünfte Generation von Intels Core-i-Prozessoren für Notebooks und Mini-PCs, c't 3/15, S. 20
- [2] Christof Windeck, Skylake-Palette, Neue Intel-Prozessoren für Notebooks, Tablets, Desktop-PCs, c't 20/15, S. 40
- [3] Florian Müssig, Zocker-Nachschub und frische Hybride, Gaming-Notebooks und Notebook-Tablet-Zwinger mit Skylake, c't 21/15, S. 24
- [4] Florian Müssig, Prozessor-Premiere, Skylake-CPU Core i7-6700HQ im Kurztest, c't 22/15, S. 30
- [5] Benjamin Benz, Universalgenie, USB-Zukunft: mehr Strom, doppelte Geschwindigkeit, verdrehsicherer Stecker, c't 12/15, S. 136
- [6] Florian Müssig, Notebook-Schnäppchenjagd, Leitfaden durch den Dschungel der Notebook-Angebote, c't 19/15, S. 78

Anzeige



Martin Fischer

Eine Neue muss her

Kaufberatung: Für jeden Zweck die passende Grafikkarte

Je schneller, desto teurer: Für eine neue Grafikkarte kann man zwischen 25 und 1000 Euro ausgeben. Wie leistungsfähig eine Karte tatsächlich sein muss, hängt von der 3D-Anwendung, der gewünschten Auflösung, der Bildwiederholfrequenz, aber vor allem den eigenen Ansprüchen ab. Doch einfach nur auf die Leistung schielen ist auch nicht die beste Lösung, denn sonst wird es heiß und laut im Rechner.

PCs mit schnellen Grafikkarten liefern eine sensationelle Bildqualität. Sie befeuern 4K-Displays, geben 4K-Filme wieder und beschleunigen aufwendige DirectX-Spiele. Vergleichen Sie doch mal die Star-Wars-Filme von George Lucas mit dem neuen Spiel Star Wars Battlefront. Das Spiel sieht tatsächlich besser aus als der Kinofilm!

Überdies erscheinen in den kommenden Monaten die ersten Spiele, die von der Windows-10-exklusiven 3D-Schnittstelle DirectX 12 profitieren – sprich schnell laufen und hübsch aussehen. Dazu zählen das Echtzeitstrategiespiel Ashes of the Singularity, das Rollenspiel Fable Legends, die Sci-Fi-Action Deus Ex Mankind Divided und das Auftragsmörder-Schleichspiel Hitman. Damit man solche Spiele ruckelfrei genießen kann, braucht man eine passende Grafikkarte. Die kostet zwischen 150 und 700 Euro – je nach-

dem, welche Ansprüche man hat. Günstiger wird's, wenn man auch mit mittlerer oder niedriger Detailstufe zurechtkommt oder keine aufwendigen Spiele mag.

In den Preissuchmaschinen tauchen über 1300 verschiedene Grafikkarten-Modelle auf. Das wirkt auf den ersten Blick unüberschaubar. Die gute Nachricht: Es ist nicht schwer, die richtige Karte aus diesem Wust herauszufiltern, wenn man geschickt ausschließt.

AMD oder Nvidia

Grafikkarten lassen sich in vier Leistungskategorien einteilen: die mit integrierter Prozessorgrafik konkurrierenden Bürokarten (25 bis 75 Euro), Mittelklasse (75 bis 150 Euro), Performance (150 bis 250 Euro) und High End (250 bis 1000 Euro). Grundsätzlich gilt: Je höher der Preis einer Grafikkarte, desto

schneller ist sie in 3D-Anwendungen. Die einzig verbliebenen Hersteller von Grafikkarten sind AMD und Nvidia – und die haben in jeder Klasse mehrere konkurrierende Modelle mit jeweils ähnlicher Performance. AMD führt seine Grafikkarten unter der Bezeichnung „Radeon“, Nvidia unter „GeForce“, die Profi-Ableger heißen „FirePro“ und „Quadro“.

GeForce-Grafikkarten sind üblicherweise etwas sparsamer als Radeons. Außerdem beschleunigen sie die Physik-Effekte einiger Spiele (Borderlands 2, Batman Arkham Knight), binden speziell auf Gamer zugeschnittene Displays mit G-Sync-Technik an und bieten eine HDMI-2.0-Buchse. Letztere braucht man, falls man auch mal auf dem 4K-Fernseher mit 60 Hz spielen will oder einen solchen als Computerdisplay verwenden möchte. Radeons steuern 4K-TVs nur mit 30 Hz an – das reicht zum Videoschauen, aber nicht zum Zocken oder Arbeiten. Darüber hinaus eignen sich GeForce-Karten aufgrund ihrer besseren Treiber eher zum Spielen unter Linux (Details ab Seite 104).

Radeon-Grafikkarten sind etwas günstiger als die Nvidia-Konkurrenz bei vergleichbarer 3D-Leistung. Sie können bis zu sechs Displays gleichzeitig ansteuern und bieten im Treiber die einfach zu bedienende EyeFinity-Bildschirmkonfiguration. Da AMD schon vor Jahren auf seine fortschrittliche Grafikchip-Architektur GCN umgestellt hat, gibt es heute zahlreiche Modelle, die zu DirectX 12 und Direct3D 12_0 vollständig kompatibel sind. Auch AMD-Grafikkarten können spezielle Gamer-Displays mit adaptiver Synchronisierung anbinden, allerdings müssen diese mit FreeSync und nicht G-Sync zertifiziert sein.

Welche für wen?

Spätestens jetzt werden nichtspielende Vieltipper und Dauersurfer denken: Für Vieles reicht doch die integrierte Prozessorgrafik ... Stimmt! Die neuesten integrierten Grafikkerne (IGPs) beschleunigen Windows- und Office-Funktionen, spielen HD-Videos ab und binden sogar 4K-Displays mit 60 Hz an.

Großes Aber: Sie sind langsam! Im Vergleich zu Grafiksteckkarten haben sie viel weniger Shader-Rechenkerne und keinen eigenen Speicherbereich. Wenn Sie Daten ablegen oder verarbeiten wollen, müssen Sie sich den langsamsten Arbeitsspeicher (RAM) mit dem Prozessor teilen. Die schnellsten IGPs erreichen die Performance von 60-Euro-Grafikkarten, stecken aber nur in sündhaft teuren Prozessoren. Einige Top-Spiele starten zwar noch, ruckeln aber häufig sogar in der niedrigsten Detailstufe.

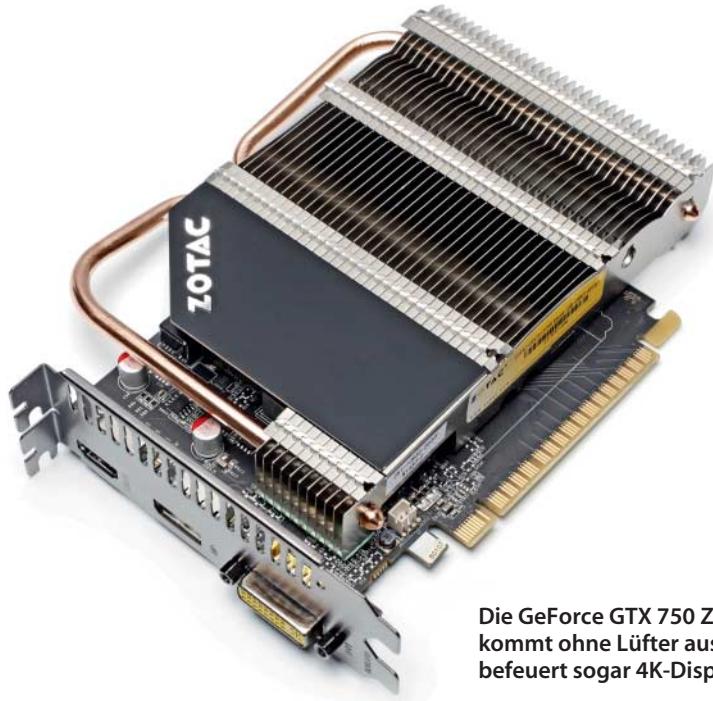
Die meisten Office-Grafikkarten sind zwar nicht wesentlich schneller, bieten allerdings bessere Treiber mit mehr Einstellungsmöglichkeiten, etwa für den Mehrschirmbetrieb oder die Texturfilterung. GPUs können mithilfe spezieller Schnittstellen auch Aufgaben übernehmen, die üblicherweise über Hauptprozessoren laufen. Nvidia-Grafikkarten nutzen dafür CUDA, AMD und neuere Intel-GPUs verwenden OpenCL. Dafür müssen Entwickler ihre Programme speziell anpassen. Die Video-Wiedergabe oder Kodierung läuft mittlerweile direkt über Video-Engines, die in den GPUs enthalten sind.

Ältere Systeme lassen sich obendrein mit einer neuen Office-Grafikarte treibertechnisch fitmachen für Windows 10 und DirectX 12 – ohne gleich die ganze Kette Prozessor/Mainboard/RAM/Netzteil austauschen zu müssen. Hauptsache man hat einen PCIe-Steckplatz. Auch moderne PCIe-3-Grafikkarten laufen in PCIe-2-Steckplätzen, ohne langsamer zu werden.

Empfehlenswert in diesem Preisbereich sind etwa die sehr kompakten Sapphire Radeon R7 240 für rund 60 Euro oder alternativ eine GeForce GT 740. Lassen Sie sich dabei nicht von der Größe des Videospeichers (VRAM) blenden – die ist in dieser Leistungsklasse egal. Auch 1 GByte VRAM langt zum flüssigen Schreiben und Surfen unter Windows. Ab 80 Euro gibt es Grafikkarten mit DisplayPorts (etwa Radeon R7 250E), die auch 4K-Monitore mit 60 Hz anbinden.

Spielen ohne Ansprüche

Wer sich nicht nur mit Browser- und Indie-Games begnügt, sondern auch mal ein neues Fifa oder Need for Speed spielen möchte, muss mindestens 100 Euro ausgeben. Sport-, Strategie- und MOBA-Spiele wie Dota 2 oder League of Legends laufen mit Grafikkarten zwischen 100 und 150 Euro ruckelfrei und sehen gut aus. Bei aufwendigen Action-Titeln muss man gelegentlich auf die niedrigste Bildqualität schalten. Doch weil viele dieser Spiele von der tollen Grafik



Die GeForce GTX 750 Zone kommt ohne Lüfter aus und befeuert sogar 4K-Displays.

leben, lässt man mit einer 100-Euro-Grafik-Karte besser die Finger davon.

Ab dieser Preisklasse aktualisieren AMD und Nvidia regelmäßig ihr Angebot mit effizienteren Grafikchips oder schnellerem Speicher. Für 100 Euro erhält man Nvidias günstigstes Modell mit Maxwell-Grafikchip (GeForce GTX 750). Geben Sie aber lieber 10 Euro mehr für die Ti-Version aus: Sie hat 640 statt 512 Kerne und ist in Spielen ungefähr 15 Prozent schneller. Das Echtzeitstrategiespiel Anno 2070 läuft mit einer GTX 750 Ti in hohen Details und Full HD flüssig, Bioshock Infinite sogar mit 60 fps. Trotz der ansprechenden Leistung schlucken GTX-750/Ti-Karten unter Last nur rund 60 Watt und kommen – bis auf manch übertaktetes Modell – ohne zusätzliche Stromzufuhr aus.

Palit bietet eine lüfterlose, passiv gekühlte Ti-Variante an (GeForce GTX 750 Ti KalmX) und verlangt 130 Euro. Wer eine GTX 750 Ti mit DisplayPort möchte, dem sei die Asus STRIX-GTX750TI-OC-2GD5 für 145 Euro empfohlen. Ihre Lüfter stehen im Leerlauf still und sind beim Spielen kaum hörbar.

Ein Schnäppchen für Bastler von Silent-PCs ist die Zotac GeForce GTX 750 Zone – die lüfterlose Grafikkarte hat sogar einen DisplayPort-Anschluss und kostet 110 Euro.

AMD bietet in der 100-Euro-Klasse fürs gleiche Geld mehr Leistung. Karten der Serie Radeon R7 260X sind fast so schnell wie eine GeForce GTX 750 Ti und ab 95 Euro erhältlich. Allerdings schlucken sie beim Spielen um die 100 Watt, weshalb man sie immer mit einem sechspoligen Kabel vom Netzteil speisen muss. Im Leerlauf sind sie ähnlich sparsam wie die GTX-750-Karten (10 Watt) und schalten sich im „ZeroCore-Power“-Modus sogar nahezu komplett ab – dazu muss sich aber das Display im Standby-Modus befinden. Das ist etwa für Always-On-Rechner oder Download-Maschinen interessant. ZeroCore Power beherrschen alle Radeons der Serien R7 und R9.

AMD hat die 260X im Zuge der Umstellung auf die 300er-Serie durch die Radeon R7 360 ersetzt, die nur 768 statt 896 Shader-Kerne hat und teurer ist (ab 105 Euro). Wer also mit einer Radeon-Grafikkarte liebäugelt, sollte zu sehen, noch eine R7 260X zu erwischen.

Schöner spielen

Wem Full HD reicht und eine gute Bildqualität vom Schlag der Xbox One oder PlayStation 4 sehen möchte, muss 150 Euro oder mehr ausgeben. Grafikkarten in dieser Preisklasse haben Grafikchips mit mindestens 768 Shader-Rechenkernen und 2 GByte Videospeicher mit Transferraten zwischen 100 und 200 GByte/s. Dadurch lässt sich auch Kantenflämmung zuschalten, die obendrein Pixelflimmern vermindert.

Nvidia bietet in dieser Preisklasse die GeForce GTX 950 an. Ihr GM206-Grafikchip gehört zu den modernsten überhaupt: Dank Maxwell-v2-Architektur spricht er Direct3D 12_1, seine integrierte Videoengine kodiert und dekodiert HEVC-Videos und ist dank HDCP 2.2 überdies für die künftigen 4K-Blu-Rays gerüstet. Ein besonders leises Exemplar ist die übertaktete GeForce GTX 950 Gaming 2G von der Firma MSI. Im Leerlauf hält sie ihre Lüfter an, und selbst beim Spielen ist sie kaum aus einem geschlossenen Gehäuse herauszuhören. Für die geringe Lautstärke und den Mehrtakt verlangt MSI 170 Euro.

Für 190 Euro gibt's bereits die GeForce GTX 960, die in Spielen rund 10 Prozent schneller ist. Das macht den Bock nicht fett – was die GTX 950 nicht packt, wird auch mit der GTX 960 nicht spürbar besser laufen. Allerdings gibt es die GTX 960 auch mit 4 statt nur 2 GByte Speicher, etwa die Gigabyte Geforce GTX 960 Windforce 2X OC 4GB oder die besonders leise Gainward GeForce GTX 960 Phantom. Manche Spiele, etwa Shadow of Mordor, lassen dadurch eine höhere Texturdetailstufe zu – und damit detailliertere

Charaktere und Landschaften. Bereits ab 165 Euro erhältlich, ebenfalls mit 4 GByte RAM ausgestattet und sogar noch gut 10 Prozent schneller als die GTX 960 ist AMDs Radeon R9 380. Manche Varianten (etwa von Gigabyte, MSI, Sapphire) halten im Leerlauf ihre Lüfter an, auch unter Last erträglich ist die übertaktete MSI R9 380 Gaming 4G (215 Euro). Mit einer Radeon R9 380 lässt sich auch schon in 2560 × 1440 Bildpunkten flüssig spielen; häufig reicht's für die mittlere Detailstufe (GTA V), manchmal sogar für die hohe (Far Cry 4).

Keine Kompromisse

Wenn Sie immer alle Grafikoptionen hochdrehen wollen, müssen Sie 300 Euro oder mehr für eine Grafikkarte ausgeben. Die braucht mindestens 3 GByte für VRAM-Fresser wie GTA V oder Battlefield 4, eine Transferrate von über 200 GByte/s und mehr als 2000 Shader-Kerne. Solche Grafikkarten bieten genug Leistung, um Gamer-Displays auszureißen, die nicht nur 60 Hz, sondern bis zu 120 oder 144 Hz darstellen und Spiele so extrem flüssig darstellen. Auch die künftig erscheinenden Top-Titel wie Anno 2205, Rise of the Tomb Raider und Star Wars Battlefront werden mit solchen Grafikkarten noch fantastisch aussehen und ruckelfrei laufen.

Ein Preis/Leistungs-Schnäppchen ist die Radeon R9 290 für 280 Euro. Allerdings verschwindet sie langsam zugunsten ihrer Nachfolgerin Radeon R9 390 (ab 310 Euro) vom Markt, die etwas mehr Takt und 8 statt 4 GByte Speicher bietet. Der doppelte Speicheranbau lohnt sich nur für Fans von aufwendigen Texturmoden oder Supersampling-



Die Spieler-Grafikkarte Radeon R9 390 IceQ X² OC stellt Spiele wie GTA V und Far Cry 4 bei maximaler Detailstufe ruckelfrei dar und bleibt dabei sogar noch leise.

Die zwischen 10 und 15 Prozent schnellere GeForce GTX 980 hat diese Probleme nicht, kostet aber satte 470 Euro. AMDs Radeon R9 390X ist kaum langsamer, aber wesentlich günstiger (ab 400 Euro).

4K / UHD

Bei vielen Gamern steht zu Weihnachten ein 4K-Display auf dem Wunschzettel. Damit Spiele in der hohen Auflösung auch ruckelfrei laufen, muss die Grafikkarte vier Mal so viel leisten wie unter Full HD. Das bringt auch sehr teure Grafikkarten nah an den Kollaps, nur mit wenigen Exemplaren macht 4K-Gaming Spaß. Die bereits erwähnten GeForce GTX 980 und Radeon R9 390X sind die kleinstmöglichen Einstiegsmodelle. Spiele wie Alien Isolation, Far Cry 4 und Mordors Schatten zeigen sie in 4K in maximaler Detailstufe ohne Kantenglättung (oder nur mit FXAA/MLAA) flüssig an. Assassin's Creed Unity oder GTA V sind derart anspruchsvoll, dass man entweder die mittlere Detailstufe einstellt oder die Auflösung reduziert und das Display skalieren lässt. Aber dann ist der Vorteil eines knackscharfen 4K-Bildes verloren.

Erst die bis zu 30 Prozent schnellere und 670 Euro teure Ti-Variante der GeForce GTX 980 ist wirklich 4K-tauglich. Tauglich heißt aber nicht unbedingt, dass immer 60 fps drin sein müssen. Blockbuster wie Assassin's Creed Unity oder GTA V laufen in hoher Detailstufe mit durchschnittlich 30 fps – und lassen sich dadurch zäh steuern.

AMD stellt drei Grafikkarten mit Fiji-GPU dagegen: die superkompakte Radeon R9 Nano (690 Euro), die luftgekühlte Radeon R9 Fury (540 Euro) und die wassergekühlte Radeon R9 Fury X (670 Euro). Alle drei gibt es nur in Referenzausführung; Hersteller müssen also das von AMD entwickelte Platinen- und Kühldesign verwenden. Die Fiji-Grafikkarten sind die ersten überhaupt, auf denen AMD die neue Speichertechnik High Bandwidth Memory (HBM) einsetzt. HBM bedeutet, dass die Speicherchips nicht um die GPU herum angeordnet sind, sondern direkt neben ihr gestapelt auf einem gemeinsamen Fundament sitzen. Das erlaubt besonders hohe Transferraten von bis zu 512 GByte/s – das ist 50 Prozent mehr, als Nvidias GeForce GTX 980 Ti bietet. Dennoch ist Letztere beim 4K-Gaming dank der effizienten Maxwell-2.0-Architektur meist ein wenig schneller. Mehr Leistung als die GeForce GTX 980 Ti bietet keine Single-GPU-Grafikkarte ...

Klasse: Unvernunft

... und genau deswegen gibt es die Möglichkeit, mehrere High-End-Grafikkarten zusammenzuschalten. AMD nennt seine Technik CrossFire, Nvidia die seine SLI. Manche Gra-

Klassifikation aktueller AMD- und Nvidia-Grafikkarten				
	Büro	Mittelklasse	Performance	High-End
Anzahl Shader-Rechenkerne	AMD: bis 160 Nvidia: bis 96	AMD: bis 1024 Nvidia: bis 768	AMD: bis 2048 Nvidia: bis 1536	AMD: bis 4096 Nvidia: bis 3072
Rechenleistung	bis zu 500 GFlops	bis zu 1500 GFlops	bis zu 5000 GFlops	bis 9000 GFlops
Speicherinterface	64 Bit / 128 Bit	128 Bit	192 Bit / 256 Bit / 384 Bit	bis 4096 Bit
sinnvolle Speichergröße	0,5 bis 1 GByte	1 GByte	2 bis 4 GByte	4 bis 6 GByte
Speichertyp	DDR2, DDR3, GDDR5	DDR3, GDDR5	GDDR5	GDDR5 / HBM
Speicherdurchsatz	8 bis 50 GByte/s	bis 100 GByte/s	bis 300 GByte/s	bis 512 GByte/s
sinnvolle Antialiasing-Einstellung bei Full HD	–	FXAA, MLAA	vierfach	vierfach/achtfach, alternativ Supersampling
sinnvolle anisotrope Filterung	–	sechzehnfach	sechzehnfach	sechzehnfach
flüssiges Spielen auf 4K-Displays	–	–	mit niedriger Detailstufe	mittlere bis hohe Detailstufe
geeignet für VR	–	–	–	ja
typische 3D-Leistungsaufnahme	15 bis 50 Watt	40 bis 120 Watt	90 bis 220 Watt	140 bis 500+ Watt
AMD-Grafikchips	Radeon HD 5450, Radeon HD 6450, Radeon R5 230, Radeon R7 240	Radeon R7 360, Radeon R7 370	Radeon R9 270/270X, Radeon R9 280/280X, Radeon R9 380	Radeon R9 290, Radeon R9 290X, R9 295X2, Radeon R9 390/390X, Radeon R9 Nano, Radeon R9 Fury, Radeon R9 Fury X
Nvidia-Grafikchips	GeForce 210, GeForce GT 220, GeForce GT 430/440, GeForce GT 610/620/630	GeForce GT 640, GeForce GT 650, GeForce GTX 650 Ti	GeForce GTX 660, GeForce GTX 660 Ti, GeForce GTX 670/680, GeForce GTX 770, GeForce GTX 950/960	GeForce GTX Titan X, GeForce GTX 970/980, GeForce GTX 980 Ti
empfohlenes Netzteil	300 Watt	350 Watt	450 Watt	mindestens 500 Watt, für Dual-GPU-Karten ab 700 Watt
Preisbereich	25 bis 60 €	70 bis 150 €	150 bis 250 €	250 bis 1000+ €

fikkarten nutzen die Technik, um auf ihrer (überlangen) Platine zwei Grafikchips unterzubringen. Die Mehrleistung liegt pro zusätzlichen Grafikchip bei 50 bis 80 Prozent, sofern der Grafiktreiber Profile für die jeweiligen 3D-Anwendungen und Spiele enthält. Folglich sollte man immer die neuesten Beta-Treiber installieren, schlimmstenfalls rechnet sonst nur ein Grafikchip.

Die derzeit schnellste Dual-GPU-Grafikkarte ist AMDs Radeon R9 295X2, auf der zwei Hawaii-Grafikchips (der Radeon R9 290X) ackern. Der Videospeicher beträgt 8 GByte – effektiv stehen Spielen aber nur 4 GByte zur Verfügung, da die Bilddaten für jeden Grafikchip gespiegelt werden müssen. Das soll sich mit DirectX 12 bessern, allerdings müssen Entwickler ihre Spiele dafür extra anpassen.

Die Performance der Radeon R9 295X2 ist gigantisch: Sie stellt ausnahmslos jedes aktuelle Spiel in 4K und maximaler Detailstufe flüssig dar. Flüssig heißt aber nicht „ruckelfrei“, denn obwohl die Bildrate quasi immer über 30 fps liegt, zuckt der Bildablauf bei manchen Spielen. Diese „Mikroruckler“ treten auf, wenn die Abstände von zwischen den GPUs abwechselnd berechneten Einzelbildern zu stark variieren.

Gigantisch ist aber auch die Leistungsaufnahme: fast 600 Watt verheizt allein die Radeon R9 295X2 – damit liegt sie im Bereich kleiner Heizlüfter. Kein Wunder, dass die Karte eine eigene Wasserkühlung samt Radiator mitbringt. Damit die Karte überhaupt anläuft, bestellt man ein Netzteil mit mindestens 1000 Watt Leistung am besten gleich mit.

Ausblick

Damit 4K ruckelfrei läuft, muss man folglich richtig viel Geld ausgeben – oder Kompromisse machen. Ändern wird sich das so schnell nicht, schließlich steht erst im März eine neue Grafikkarten-Generation an: Nvidia „Pascal“ wird vorrangig fürs High-Performance Computing entwickelt und dürfte daher auch kein Schnäppchen werden.

Mit Pascal will Nvidia auf den HBM-Zug aufspringen – im Vergleich zu AMD verspätet, aber dafür gleich auf die zweite Generation, die Transferraten von 1 TByte/s liefert. AMD wirft zuvor wahrscheinlich noch eine Dual-GPU-Grafikkarte mit zwei Fiji-Chips auf den Markt, deren Rechenleistung und Leistungsaufnahme wieder einmal astronomisch ausfallen dürfte.

Bedarf nach Performance wird es jedenfalls im kommenden Jahr mehr denn je geben: Denn nicht nur 4K-Gaming fordert GPUs, sondern auch Virtual Reality. Im Jahr 2016 sollen die VR-Brillen Oculus Rift und HTC Vive auf den Markt kommen. Oculus hat die GeForce GTX 970 als absolute Mindestvoraussetzung angegeben, damit es in VR-Welten nicht ruckelt oder stockt. Die allgemeine Grafikkarten-Performance im 200-Euro-Bereich dürfte im kommenden Jahr stark steigen, um 4K- und VR-Gaming massentauglich zu machen.

(mfi@ct.de)

Grafikkarte	DirectX	Architektur	3DMark Fire Strike	Leistungsaufnahme ¹		Frames pro Euro [3DMarks] besser ▶	Preis ab ca.
				Leerlauf / 3D [Watt]	3D / 3D [Watt]		
Spielen auf 4K-Displays in maximaler Detailstufe							
Radeon R9 295X2 ²	12.0	GCN 1.1		32 / 585	15,1		950 €
GeForce GTX Titan X	12.1	Maxwell 2.0		13 / 246	13,3		990 €
GeForce GTX 980 Ti	12.1	Maxwell 2.0		13 / 244	19,2		670 €
Radeon R9 Fury X	12.0	GCN 1.2		20 / 273	17,5		670 €
Radeon R9 Fury	12.0	GCN 1.2		11 / 236	21,6		540 €
Radeon R9 Nano	12.0	GCN 1.2		12 / 179	16,2		690 €
Spielen auf 4K-Displays mit Einschränkungen							
Radeon HD 7990 ^{3,4}	11.1	GCN 1.0		29 / 319	–		–
GeForce GTX 980	12.1	Maxwell 2.0		11 / 173	23,3		470 €
Radeon R9 390X	12.0	GCN 1.1		(2) 11 / 287	26,5		400 €
GeForce GTX 690 ^{2,4}	11.0	Kepler		25 / 259	10,8		900 €
Radeon R9 390	12.0	GCN 1.1		(3) 16 / 211	30,7		310 €
GeForce GTX 780 Ti ⁴	11.0	Kepler		12 / 243	17,9		530 €
Radeon R9 290X ⁴	12.0	GCN 1.1		(3) 17 / 266	35,0		270 €
GeForce GTX 970	12.1	Maxwell 2.0		12 / 153	30,5		310 €
Spielen bis zur Auflösung 2560 × 1600							
Radeon R9 290 ⁴	12.0	GCN 1.1		(3) 20 / 250	31,8		280 €
GeForce GTX Titan ⁴	11.0	Kepler		13 / 184	–		–
GeForce GTX 780 ⁴	11.0	Kepler		12 / 173	20,0		420 €
Radeon R9 280X	11.1	GCN 1.0		(3) 13 / 230	41,8		180 €
Radeon R9 380	12.0	GCN 1.2		(2) 15 / 165	44,2		165 €
Radeon HD 7970 GHz Edition ⁴	11.1	GCN 1.0		13 / 209	16,4		430 €
GeForce GTX 770	11.0	Kepler		9 / 161	27,5		250 €
Radeon R9 285	12.0	GCN 1.2		13 / 170	40,5		170 €
GeForce GTX 960	12.1	Maxwell 2.0		10 / 115	34,5		190 €
Radeon HD 7970 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 17 / 198	–		–
GeForce GTX 680 ⁴	11.0	Kepler		14 / 164	12,6		490 €
Spielen in Full HD							
GeForce GTX 950	12.1	Maxwell 2.0		9 / 103	38,4		155 €
Radeon HD 7950 Boost ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 15 / 157	22,0		270 €
GeForce GTX 670 ⁴	11.0	Kepler		15 / 141	22,5		250 €
Radeon HD 7950 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 15 / 148	–		–
Radeon R9 270X	11.1	GCN 1.0		(3) 10 / 128	36,9		150 €
GeForce GTX 760	11.0	Kepler		(3) 13 / 161	34,3		160 €
Radeon R7 370	11.1	GCN 1.0		(1) 9 / 116	34,5		150 €
Radeon R9 270	11.1	GCN 1.0		(3) 10 / 120	36,3		140 €
Radeon HD 7870 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 14 / 122	–		–
GeForce GTX 660 Ti ⁴	11.0	Kepler		17 / 128	–		–
Spielen in Full HD mit Einschränkungen bei Detailstufe und Kantenglättung							
GeForce GTX 660 ⁴	11.0	Kepler		9 / 111	22,5		190 €
Radeon HD 7850 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 13 / 94	27,6		150 €
GeForce GTX 750 Ti	11.0	Maxwell		8 / 56	36,6		110 €
Radeon R7 260X	12.0	GCN 1.1		(2) 7 / 101	39,8		95 €
GeForce GTX 650 Ti Boost ⁴	11.0	Kepler		11 / 110	28,7		130 €
GeForce GTX 750	11.0	Maxwell		7 / 59	34,7		100 €
Radeon HD 7790 ⁴	12.0	GCN 1.1		(4) 10 / 83	22,2		160 €
GeForce GTX 650 Ti ⁴	11.0	Kepler		8 / 78	30,4		95 €
Radeon HD 7770 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 12 / 68	27,3		100 €
Windows 8, Office, Internet, HD-Video, 3D-Spiele mit verringertem Detailgrad							
Radeon R7 250	11.1	GCN 1.0		(2) 10 / 48	27,8		75 €
GeForce GTX 650 ^{3,4}	11.0	Kepler		10 / 53	27,3		75 €
Radeon HD 7750 ⁴	11.1	GCN 1.0		(4) 9 / 43	27,0		75 €
IGP: Intel Iris Pro 6200 (Core i7-5775C)	11.1	Broadwell		–	–		–
Radeon HD 7730 ⁴	11.1	GCN 1.0		(5) 8 / 41	25,9		65 €
IGP: AMD Radeon R7 (A10-7850K)	11.1	GCN 1.1		–	–		–
GeForce GT 640	11.0	Kepler		8 / 38	27,8		50 €
Radeon HD 6670 ⁴	11.0	VLIW5		11 / 44	14,0		90 €
Radeon R7 240	11.1	GCN 1.0		(1) 6 / 24	22,6		50 €
IGP: Intel HD 530 (Core i7-6700K)	11.1	Skylake		–	–		–
GeForce GT 630 ⁵	11.0	Fermi		8 / 52	17,9		50 €
Radeon HD 6570 ⁴	11.0	VLIW5		11 / 37	21,4		40 €
IGP: Intel HD 4600 (Core i5-4430)	11.1	Haswell		–	–		–
Radeon HD 6450 GDDR5 ⁴	11.0	VLIW5		8 / 26	–		–
Radeon HD 6450 DDR3	11.0	VLIW5		7 / 17	10,0		35 €
GeForce GT 610	11.0	Fermi		8 / 24	9,3		30 €
Radeon HD 5450	11.0	VLIW5		6 / 13	8,8		25 €

gemessen unter Windows 8 Pro auf Intel Core i7-3770K, 8 GByte DDR3-1333, Asus P8Z77-V Pro, VSync aus

¹Werte gelten für Grafikkarten im Referenzdesign, eingeklammerte Werte stehen für ZeroCore-Power-Modus bei Monitor-Standby

²Grafikkarten mit zwei Grafikchips

³läuft mit DDR3 statt GDDR5 als wesentlich schwächere GeForce GT 740

⁴Auslaufmodell, nur noch eingeschränkt oder nicht mehr verfügbar

⁵Fermi-Variante mit 96 Shader-Kernen, läuft mit 64 statt 128 Bit auch als wesentlich schwächere GeForce GT 730



Thorsten Leemhuis

Aufholjagd

Grafikkarten zum Spielen unter Linux

Was eine Grafikkarte unter Linux taugt, hängt nicht nur von der nackten Hardware, sondern maßgeblich vom eingesetzten Treiber ab. Wir haben aktuelle Karten von AMD und Nvidia sowohl mit den quelloffenen als auch mit den proprietären Treibern unter die Lupe genommen.

Die Faustregel „Linuxer, die anspruchsvolle 3D-Spiele zocken, kaufen GeForce-Grafikkarten“ war lange treffend. Langsam aber sicher ändert sich das, denn AMD holt durch bessere Treiber mehr und mehr auf.

AMD hat seine quelloffenen Treiber nicht nur schneller gemacht, sondern auch Unterstützung für OpenGL 4.1 eingebaut. Auch der freie Nvidia-Treiber Nouveau beherrscht die Technik jetzt. Mit den von Linux-Distributionen standardmäßig ein-

gerichteten Open-Source-Treibern lassen sich daher jetzt eine Reihe hochkarätiger Linux-Games spielen, für die man bislang proprietäre Treiber von AMD und Nvidia brauchte. Einige Tests mit aktuellen Radeon- und GeForce-Karten sollten daher zeigen, wie gut sich die zwei offenen und zwei proprietären Treiber derzeit schlagen; neben der 3D-Performance haben wir dabei auch 4K-Tauglichkeit und Installation der Treiber untersucht.

Bildraten

Für die Tests von AMDs Radeon-Linie zogen wir eine R7 370 (Straßenpreis ab 145 Euro), eine R9 380 (ab 200 Euro) und eine R9 390X (ab 425 Euro) heran. Nvidias GeForce-Reihe vertreten eine GTX 750 (ab 120 Euro), eine GTX 960 (ab 200 Euro), eine GTX 970 (ab 325 Euro) und die schon etwas ältere GTX 780 Ti (ab 550 Euro). Die Tests erfolgten mit einer Vorabversion von Fedora 23, denn das bringt die OpenGL-4.1-Unterstützung bereits mit; diese Wahl führte allerdings zu Problemen mit einigen Treibern, die das letzte Artikel-drittel näher erläutert.

Den besten Vergleich zwischen der AMD- und Nvidia-Welt ermöglicht der Blick auf die Messwerte der Radeon R9 380 und der GeForce GTX 960: Die liegen in derselben Preisklasse und erreichen bei Tests unter Windows ein ähnliches Leistungsniveau (siehe auch S. 100). Das spiegelt sich auch unter Linux bei dem schon etwas älteren, aber nach wie vor populären Spiel „Counter-Strike: Global

Offensive“ (CS:GO) und dem Benchmark-Programm „Unigine Valley“ wider: Dort liegen die beiden Karten dicht beisammen. Bei der Unreal-4-Demo „Elemental“ kann sich die GeForce-Karte allerdings ein wenig absetzen; noch größer ist der Vorsprung bei der „Matinee Fight Scene Demo“, die auf die gleiche Engine aufsetzt. Beim Spiel „BioShock Infinite“ zieht die Nvidia-Karte indes weit davon und liefert über 70 Prozent mehr Bilder pro Sekunde (Frames per Second/fps). In diesem Spiel, das die Unreal-3-Engine nutzt und zu den großen Linux-Titeln aus 2015 zählt, ist die GTX 960 somit schneller als die doppelt so teure Radeon R9 390X. Dieser riesige Vorteil könnte einer guten Zusammenarbeit zwischen Nvidia und den Spiele-Entwicklerstudios zu verdanken sein; möglicherweise bringt der Nvidia-Treiber auch Spiel-spezifische Profile mit, die das Rendern beschleunigen, ohne die im Spielbetrieb wahrnehmbare Bildqualität negativ zu beeinflussen.

Noch größer war die Differenz beim Spiel „Middle-earth: Shadow

of Mordor“: Die R9 380 erreichte bei den Tests zirka 27 fps, die GTX 960 hingegen 59. Das Ergebnis kam allerdings nicht unerwartet, denn das Spiel hatte direkt beim Aufruf gewarnt, AMD-Grafikkarten würden nicht unterstützt; wer es trotzdem starte, den erwarte schlechte Grafikperformance. Solche Probleme gibt es auch bei einigen anderen hochkarätigen Spielen („AAA-Titel“): Die Studios, die die Spiele auf Linux portieren, investieren offenbar mehr Ressourcen in die Nvidia-Unterstützung.

Offen oder proprietär

Alle bislang genannten Vergleiche bezogen sich auf die proprietären Linux-Treiber von AMD und Nvidia. Die quelloffenen Treiber entlockten der Hardware in nahezu allen Fällen weniger 3D-Performance. Bei der Radeon R7 370 und der 390X lieferte der Open-Source-Treiber Radeonsi zumeist 10 bis 20 Prozent geringere Bildraten als der proprietäre Catalyst-Treiber.

Im Test mit der Matinee Fight Scene Demo der Unreal-4-Engine brachte Radeonsi indes etwas mehr 3D-Performance als Catalyst. Bei der Elemental Demo, die dieselbe Spiele-Engine verwendet, lag der proprietäre Treiber

3D-Leistung							
Grafikkarte	3D-Treiber	BioShock Infinite DefaultPCBenchmark-Map.xcmap, Preset High	Counter-Strike: Global Offensive pts3-Demo; Shader: Very High; MSA: 4x; Texture Filter: Anisotropic 4x	Unigine Valley Extreme; Full Screen	UE4-Demo Matinee Fight Scene	UE4-Demo Elemental	
		besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	
Radeon R7 370	radeonsi	37	91	23	19	22	
	fglrx ¹	42	115	24	21	27	
Radeon R9 380	radeonsi	- ²	23	- ²	- ²	- ²	
	fglrx ¹	43	140	31	22	31	
Radeon R9 390X	radeonsi	- ³	116	49	38	44	
	fglrx ¹	61	179	54	29	49	
GeForce GTX 750	nouveau ⁴	- ⁵	- ²	- ⁵	- ²	- ²	
	nvidia	45	80	- ²	24	19	
GeForce GTX 960 ⁶	nvidia	74	149	28	31	35	
GeForce GTX 970 ⁶	nvidia	106	208	43	39	49	
GeForce GTX 780 Ti	nouveau ⁴	- ²	31	- ²	- ⁷	- ⁷	
	nvidia	130	235	54	47	57	

Bildschirmauflösung: 1920 × 1200, Fullscreen, Vsync: Aus; Testumgebung: Vorabversion von Fedora 23 (x86_64; Mesa 11.0, LLVM 3.7; Linux 4.2.1; Selinux: Aus; Pstate-Einstellung: Performance) mit Intel Core i7-4770 auf Asus Z87-A mit 16 GByte RAM

¹ aufgrund einer Inkompatibilität mit Fedora 22 gemessen

² weniger als 15 fps und damit zu langsam für sinnvolle Messung

³ Absturz

⁴ aufgrund von Stabilitätsproblemen mit Linux 4.3-rc3 gemessen

⁵ Treiber implementiert nur OpenGL 3.3, daher keine Vergleichsmessung möglich

⁶ quelloffener Treiber bietet von Haus aus keine 3D-Beschleunigung, daher nur mit proprietärem Treiber gemessen

⁷ Bildfehler, daher kein Vergleich möglich

hingegen mit dem gewohnten Abstand vorn. Das könnte auf Ungereimtheiten in Demos oder Treibern hindeuten; beispielsweise könnten Demo-spezifische Optimierungen oder Fehler im Catalyst-Treiber zu leicht schlechter gerenderten Bildern führen, die beim visuellen Vergleich nicht auszumachen waren. Möglicherweise nutzt eines der Spiele auch einen Shader, den einer der Trei-

ber deutlich besser optimieren und daher schneller ausführen kann als der andere.

Beim Spielen mit dem Radeonsi-Treiber traten bei Szenenwechseln gelegentlich kleinere Ruckler auf. Schuld daran ist Mesa, das keinen Shader-Cache bietet; Radeonsi muss Shader-Programme daher beim ersten Einsatz neu übersetzen und kann anders als Catalyst nicht

auf vorab kompilierte Shader-Programme zurückgreifen.

Vergleichstests mit „Middle-earth: Shadow of Mordor“ mussten wir abbrechen. Anfangs startete das Spiel gar nicht mit Radeonsi, weil es eine mit OpenGL 4.3 eingeführte Erweiterung erfordert. Das Problem ließ sich durch Setzen einer Umgebungsvariablen beheben (siehe bugs.free desktop.org/92059). Bei genaue-

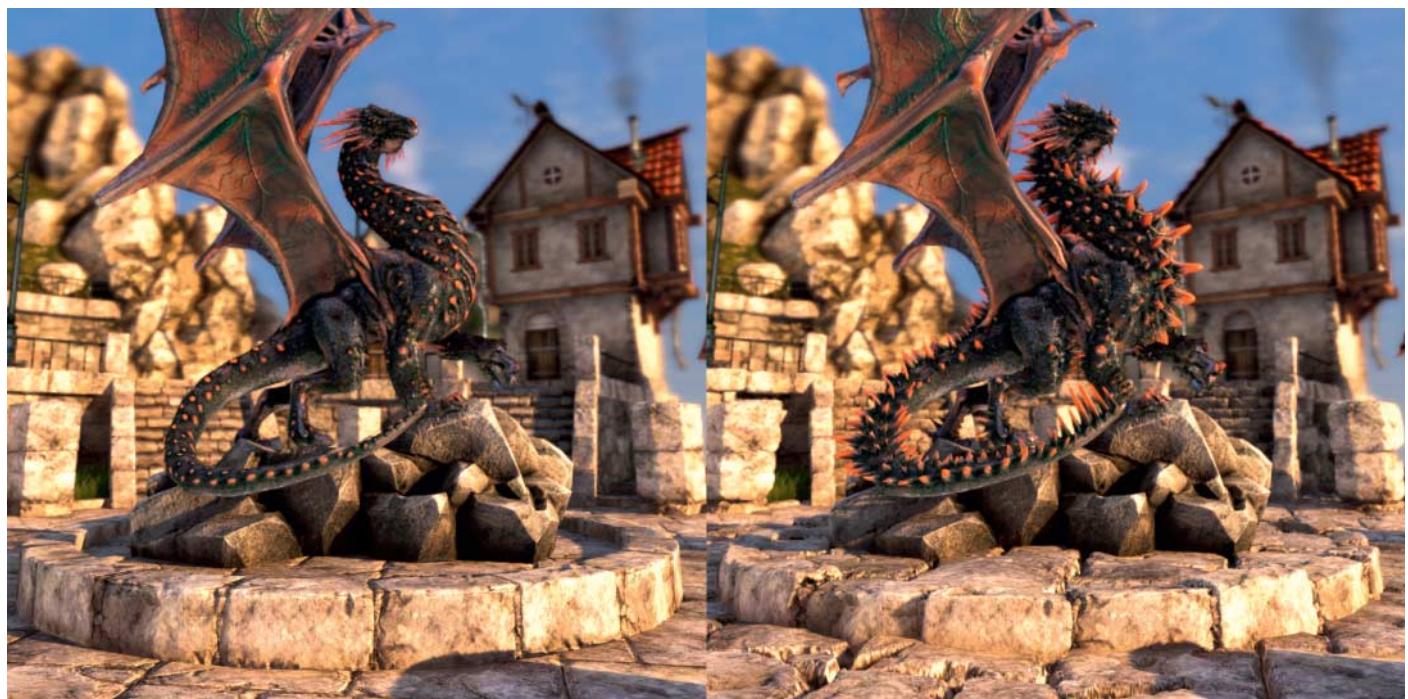


Bild: Unigine-Heaven-Benchmark mit übermäßig starkem Tessellation-Einsatz

Hochkarätige Spiele nutzen dieser Tage häufig Tessellation, um Objekten ein realistischeres Aussehen zu verleihen – im rechten Bild ist dies etwa an den Stacheln des Drachen oder dem Boden zu sehen. Auf die Technik angewiesene Spiele laufen nun auch mit den quelloffenen Radeon- und GeForce-Treibern, denn die unterstützen neuerdings OpenGL 4.1.

rem Hinsehen stellten wir allerdings Bildunterschiede fest, die auf nicht ausgeführte Shader hindeuteten. So fehlten beim eingebauten Benchmark etwa Regentropfen sowie Insekten, die um ein Nest herumschwirrten; ein fairer Vergleich zwischen den quelloffenen und proprietären Treibern für Radeon-GPUs war daher nicht möglich.

Radeonsi schlägt sich somit recht wacker, auch wenn er nicht an die 3D-Performance des Catalyst-Treibers herankommt. Das sollte beim Gros der in den letzten drei bis vier Jahren verkauften Radeon-Grafikkarten ähnlich sein, denn die beiden getesteten Chips gehören zu zwei schon länger erhältlichen Grafikprozessor-Generationen.

Der Chip der R7 370 zählt zur Generation „Southern Islands“ und enthält eine „Graphics Core Next (GCN) 1.0“ genannte Architektur; die ersten Grafikkarten mit solchen Bausteinen waren die im September 2011 eingeführten Radeon-HD-Modelle der 7900-Reihe. Der Chip der R9 390 hingegen zählt zur Generation „Sea Islands“ mit GCN-1.1-Einheit; diese Baureihe hat AMD erstmals bei der Radeon HD 7790 verwendet, die im April 2013 vorgestellt wurde. Beide GPU-Generationen spricht Radeonsi über den Kernel-Grafiktreiber „radeon“ an [1], der genau wie der Mesa-3D-Treiber jüngst große Fortschritte gemacht hat.

Zu neu

Mit der R9 380 lieferte Radeonsi indes nur eine unterirdische Leistung. Ein bekanntes Problem, denn ihr Grafikprozessor gehört zu AMDs neuester GPU-Generation „Volcanic Island“, die einen GCN-1.2-Kern enthält. Solche Chips spricht Radeonsi über den Kernel-Treiber „amdgpu“ an. Er beherrscht AMDs Dynamic Power Management (DPM) bislang nicht, daher kann er die Taktfrequenz von Grafikchip und -speicher nicht steuern. GCN-1.2-Grafikkarten laufen daher mit den beim Systemstart von der Firmware eingestellten Taktfrequenzen. AMDs Open-Source-Entwickler haben angekündigt, dass der Treiber den Wechsel in die stromsparendsten oder leistungsfähigsten Betriebsmodi in den nächsten Monaten lernen soll. Erst dann dürfte Radeonsi ordentliche 3D-Performance mit

Moderne Grafikprozessoren von AMD und Nvidia

Grafikkartenserie	GPU-Generation	Grafikkarten ¹
AMD Radeon	Southern Islands (GCN 1.0)	HD 7750, HD 7770, HD 7850 bis 7990, R7 240, R7 250, R7 265, R7 270, R7 280, R7 370
	Sea Islands (GCN 1.1)	HD 7790, R7 260, R9 290, R7 360, R9 390
	Volcanic Islands (GCN 1.2)	R9 285, R9 380, R9 Nano, R9 Fury
Nvidia GeForce	Fermi (GF1xx)	nahezu alle Karten der Serien 400 und 500
	Kepler (GKxxx)	nahezu alle Karten der Serien 600 und 700
	Maxwell 1.0 (GM1xx)	GTX 745, GTX 750
	Maxwell 2.0 (GM2xx)	GTX 950 bis GTX 980

¹Auswahl, die nicht für OEM-Karten oder Mobil-Chips gilt

GCN-1.2-Chips liefern. Solche stecken nicht nur auf der R9 380, sondern auf auch der R9 285, R9 380, R9 Nano, R9 Fury und der R9 Fury X. Die mit Radeonsi auf GCN-1.2-Grafikkarten erzielbare Leistung reicht indes durchaus für 3D-Desktops und Spiele mit moderaten Anforderungen. Der nicht sonderlich anspruchsvolle Open-Source-Shooter Xonotic beispielsweise lief bei einem Kurztest mit der R9 380 ruckelfrei, selbst mit Full-HD-Auflösung und höchsten Grafikdetails.

Schnarchlahm

Nicht nur Radeonsi, sondern auch der quelloffene 3D-Treiber für Grafikprozessoren von Nvidia beherrscht bei Mesa 11.0 erstmals OpenGL 4.1. Das gilt aber nur beim Einsatz des zum Nouveau-Treiber von Mesa gehörenden Nvc0-Treibers auf den Grafikprozessorgenerationen Fermi und Kepler, die Nvidia 2010 respektive 2012 eingeführt hat.

Für anspruchsvolle Spiele ist der Treiber allerdings ungeeignet, wie die Tests zeigten. Die GTX 780 Ti mit ihrem Kepler-Chip lieferte in CS:GO lediglich 31 fps – das ist nur ein Achtel dessen, was die Karte mit dem proprietären Treiber liefert. In den beiden Unreal-Demos und Shadow of Mordor gab es Bildfehler; BioShock Infinite und Unigine Valley liefen zu langsam, um verlässliche Ergebnisse zu produzieren.

Teilschuld an der schlechten 3D-Performance trägt der Kernel-Treiber „nouveau“, über den der Nvc0-Nouveau-Treiber von Mesa die Grafikchips anspricht. Der Kernel-Treiber hat bei der GTX 780 Ti und anderen Grafikkarten mit Kepler-Chips dasselbe Problem wie der Amdgpu-Treiber: Er kann die Grafikkarten nicht in ihre stromsparendsten oder schnellssten Betriebsmodi schalten.

Nichts geht

Bei den im Frühjahr 2014 eingeführten Maxwell-Chips beherrscht der Nvc0-Nouveau-Treiber lediglich OpenGL 3.3. Bei Tests mit der GTX 750, auf der ein Maxwell-Chip der ersten Generation sitzt, liefen viele unserer Benchmarks daher erst gar nicht. Die anderen waren zu langsam, denn auch diese Grafikkarten kann der Kernel-Treiber nicht in die schnellen Modi schalten. Eine weitere Ursache für das schlechte Abschneiden: Bei diesen Chips hat Nvidia eine Sicherheitsfunktion eingeführt, durch die sich einige für ordentliche 3D-Performance wichtige Funktionen des Grafikprozessors nur noch mit einer von Nvidia signierten Firmware nutzen lassen. Skripte können diese aus dem proprietären Treiber herausschneiden, Distributionen dürften so erzeugte Firmware-Dateien aber nicht mitliefern. Nvidia hat vor über einem Jahr angekündigt, von Distributionen vertreibbare Firmware-Dateien veröffentlichten zu wollen. Bislang ist das nicht passiert; Indizien deuten aber darauf hin, dass Nvidia den Worten jetzt bald Taten folgen lässt.

Das ist vor allem für den Einsatz der quelloffenen Treiber auf den Maxwell-Chips der zweiten Generation wichtig, wie sie auf der GTX 960 und 970 sitzen. Dort ist die Sicherheitstechnik nämlich noch restriktiver und ein Grund, warum der Nouveau-Treiber die 3D-Beschleunigung von Haus aus nicht nutzt. 3D-Desktops wie die Gnome-Shell liefen bei den Tests dennoch ruckelfrei. Das gelingt mit Hilfe des Mesa-Treibers Llmpipe, der die 3D-Befehle mit dem Hauptprozessor durchführt [1]. Die so erzielbare Leistung reicht aber nicht einmal für anspruchslose Spiele wie Xonotic.

Auflösungen

Mit Ausnahme der GeForce 750 Ti hatten alle getesteten Grafikkarten einen Ausgang für DisplayPort (DP), über den wir einen DP-1.2-Monitor mit 4K-Auflösung und 60 Hertz Bildwiederholrate ansteuern konnten. Das gelang sowohl mit den quelloffenen als auch den proprietären Treibern.

Selbiges funktionierte bei den Radeon-Karten mit den quelloffenen Treibern auch per DP 1.1. Der proprietäre Treiber lieferte dort nur 30 Hertz – das macht die Bedienoberfläche träge und lässt manche Anwender über Kopf- oder Augenschmerzen klagen. Das gleiche Problem trat mit dem proprietären Treiber bei den GeForce-GTX-Modellen 960 und 970 auf. Dasselbe gilt für den Nouveau-Treiber; via HDMI konnte der sogar nur maximal 1920 × 1200 Bildpunkte ausgeben und so unseren 4K-Testmonitor nicht mit seiner nativen Auflösung versorgen.

Alle Treiber bewältigten Tests, bei denen wir neben einem

Anbindung von 4K-Bildschirmen

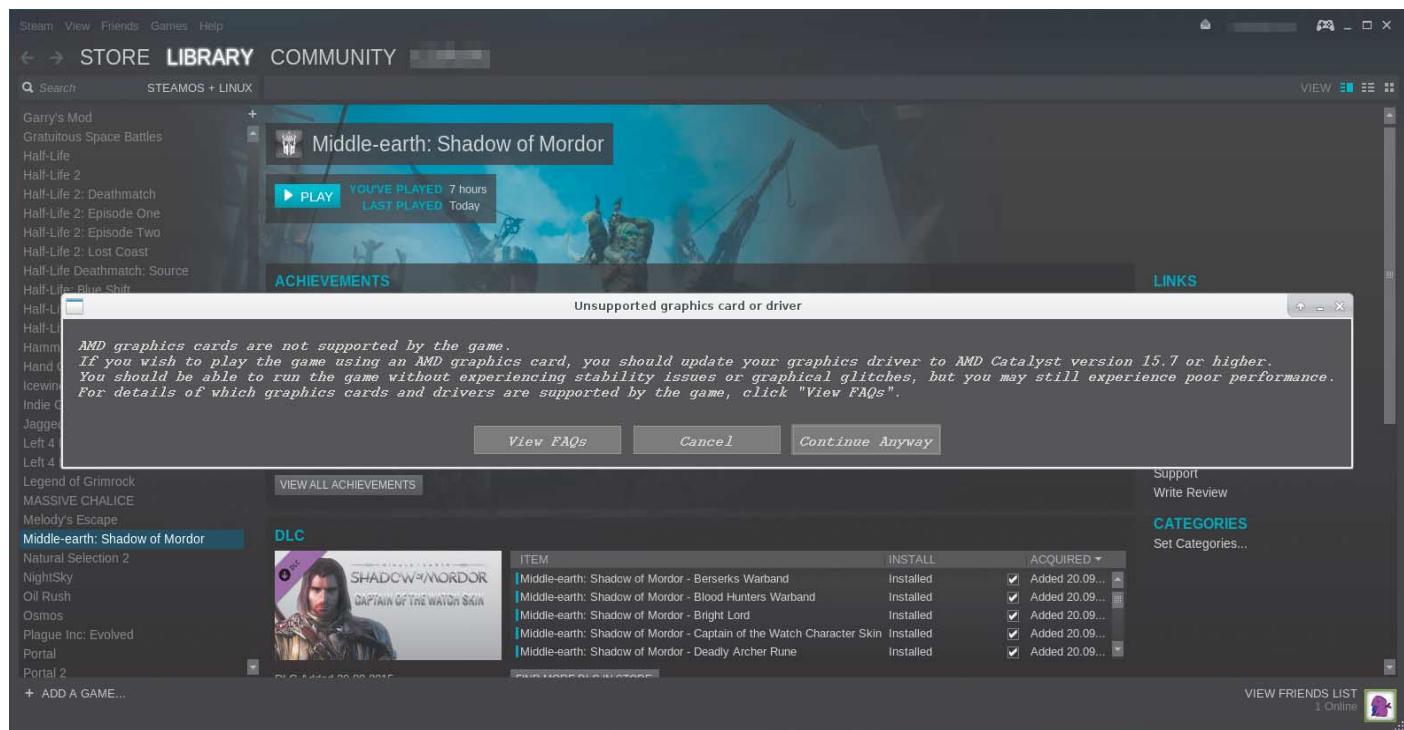
Grafikkartenserie	Treiber	DP 1.1: 30/60 Hertz	DP 1.2: 30/60 Hertz	HDMI: 30/60 Hertz
AMD Radeon R7 370	quelloffen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / - ¹
	proprietär	✓ / -	✓ / ✓	✓ / - ¹
AMD Radeon R9 380	quelloffen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / - ¹
	proprietär	✓ / -	✓ / ✓	✓ / - ¹
AMD Radeon R9 390	quelloffen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / - ¹
	proprietär	✓ / -	✓ / ✓	✓ / - ¹
Nvidia GeForce GTX 750	quelloffen	n. v.	n. v.	- ²
	proprietär	n. v.	n. v.	✓ / ✓ ³
Nvidia GeForce GTX 780 Ti	quelloffen	✓ / -	✓ / ✓	- ²
	proprietär	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ ³
Nvidia GeForce GTX 960	quelloffen	✓ / -	✓ / ✓	- ²
	proprietär	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
Nvidia GeForce GTX 970	quelloffen	✓ / -	✓ / ✓	- ²
	proprietär	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓

getestet mit Acer S277HKwmidpp (native Auflösung: 3840 × 2160)

¹ auch unter Windows nicht unterstützt ²maximal einstellbare Auflösung: 1920 × 1200

³via HDMI 1.4 mit reduziertem Farbumfang ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden

Anzeige



Einige Spielemacher behandeln Radeon-Karten stiefmütterlich und unterstützen weder die proprietären noch die quelloffenen Grafiktreiber von AMD.

DP- oder HDMI-Bildschirm auch einen DVI-Monitor anschlossen. Beim Catalyst-Treiber war die Zweischirmkonfiguration aber äußerst mühsam und machte durch einige kleinere Probleme einen eher wackeligen Eindruck. Letzteres gilt auch für den Nouveau-Treiber.

Video auf Trab

Bei der Video-Beschleunigung stechen AMDs quelloffene Treiber den proprietären Catalyst aus. Aktuelle Mesa-Versionen bringen neben 3D- auch Video-Treiber mit, mit denen sich die Video-Beschleunigung der GPUs über VDPAU, VA API und OpenMAX verwenden lässt [1]. Über die beiden letztgenannten dieser in der Linux-Welt gängigen Programmierschnittstellen lassen sich sogar die Video-Encoder der

Grafikprozessoren ansprechen. Catalyst hingegen unterstützt nur ein XvBA genanntes API, das kaum eine Software beherrscht. Es gibt zwar eine Vermittlungsbibliothek, um über VA API auf XvBA zurückgreifen zu können; diese Lösung und auch der XvBA-Support in Catalyst funktionieren laut Anwenderberichten aber eher schlecht oder gar nicht.

Auch der Nouveau-Code von Mesa enthält Funktionen zur beschleunigten Video-Wiedergabe. Bei den meisten modernen Karten lässt sich diese aber nur mit Firmware verwenden, die man mit einem Skript aus dem proprietären Treiber herausschneiden muss. Weil der Nouveau-Treiber die Grafikkarten nicht in die schnellsten Modi schalten kann, dekodieren manche Chips die Videos so langsam, dass sie

ruckeln. Deutlich reibungsloser funktioniert die beschleunigte Video-Wiedergabe mit dem VDPAU-Treiber des proprietären Nvidia-Treibers. Der bringt seit Anfang des Jahres auch Unterstützung für „nvenc“ mit, über das Software die Video-Encoder-Funktionen der neuesten GPU-Generationen nutzen können. Bei vielen Linux-Distributionen ist aber Handarbeit gefragt, um diese Funktion verwenden zu können.

GPU-Berechnung

Alle Treiber bieten auch Unterstützung für das Rechnen auf dem Grafikprozessor. Für dieses „General-purpose Computing on Graphics Processing Units“ (GPGPU) setzt Nvidia vornehmlich auf die hauseigene Programmierschnittstelle CUDA, die im

Forschungsbereich viel eingesetzt wird. Nvidias Treiber unterstützt zudem auch OpenCL, ein Hersteller-unabhängiges API zur GPGPU-Programmierung von der Khronos Group, die auch OpenGL entwickelt. Der Nouveau-Treiber bringt eine eher dürfig laufende OpenCL-Unterstützung, die durch das Taktanpassungsproblem ohnehin zu nicht viel nützt. Die in Mesa enthaltene OpenCL-Unterstützung für Radeon-GPUs funktioniert deutlich besser, will bei den meisten Distributionen aber nachinstalliert werden, wenn sie denn überhaupt mitgeliefert wird. Für Catalyst-Nutzer hat AMD ein proprietäres Entwicklerkit mit OpenCL-Support auf der Homepage.

Regelungen

Weder mit den quelloffenen noch mit den proprietären Treibern gab es Probleme bei der Audio-Ausgabe via HDMI oder DisplayPort. Bei der Geräuschentwicklung waren keine Unterschiede zwischen dem Betrieb mit quelloffenen und proprietären Treibern zu vernehmen. Bei den GeForce-Karten bedingt das womöglich die Tatsache, dass die Karten nicht in die schnellsten Modi schalten und so weniger Hitze erzeugen. Die Nou-

Grafiktreiber für Linux

Treiberfamilien-Bezeichnung	Kernel-Treiber	3D-Treiber	OpenGL-Version	Hauptentwickler	unterstützte Grafikprozessoren
quelloffene Treiber					
Radeon	radeon	radeonsi	4.1 ¹	AMD	AMD Radeon (Southern Islands, Sea Islands)
Amdgpu	amdgpu	radeonsi	4.1 ¹	AMD	AMD Radeon (Volcanic Islands)
Nouveau	nouveau	nouveau/nvc0	Fermi & Kepler: 4.1 Maxwell: 3.3	Open-Source-Community	Nvidia GeForce (Fermi, Kepler, Maxwell)
proprietäre Treiber					
Catalyst	fglrx	fglrx	4.5	AMD	AMD Radeon (Southern-, Sea- und Volcanic-Islands)
Nvidia	nvidia	nvidia	4.5	Nvidia	Nvidia GeForce (Fermi, Kepler, Maxwell)

¹ mit Amdgpu-Backend von LLVM 3.7 oder höher

veau-Entwickler arbeiten derzeit daran, das Geschwindigkeitsproblem bei einigen der neueren Chips zu beseitigen. Dadurch wird dann auch eine bessere Unterstützung der Lüfterregelung wichtiger; bislang implementiert der Nouveau-Treiber diese bei vielen modernen Grafikprozessoren eher schlecht oder gar nicht.

Die quelloffenen Radeon-Treiber unterstützen die Lüfterregelung von Haus aus. Laut ver einzelten Berichten arbeitet die Regelung bei manchen Grafikkarten allerdings nicht, weil die Hersteller von AMDs Referenzdesign abgewichen sind; dabei spezifizieren sie die Eigenschaften ihres Designs manchmal falsch in der Firmware, was den quelloffenen Treiber aus dem Tritt bringt. Solche Abweichungen führen gelegentlich auch zu Stabilitätsproblemen oder Schwierigkeiten beim Mehrschirmbetrieb.

Einrichtungsfragen

Bei Rolling-Release-Distributionen wie Arch Linux beherrscht Radeonsi vielfach bereits OpenGL 4.1. Bei Ubuntu wird das wahrscheinlich erst im April 2016 mit Version 16.04 der Fall sein. Das dieser Tage erschienene Ubuntu 15.10 bringt nämlich nur die Version 3.6 der Compiler-Infrastruktur LLVM mit, auf dessen Amdgpu-Backend (früher R600 genannt) der Radeonsi-Treiber im Betrieb zurückgreift. Mit dieser LLVM-Version beherrscht Radeonsi von Mesa 11.0 allerdings nur OpenGL 3.3, denn für OpenGL 4.1 braucht der Treiber mindestens LLVM 3.7.

Das parallel zu diesem Heft erwartete Fedora 23 unterstützt OpenGL 4.1 hingegen von Haus aus, denn es bringt die aktuellen Versionen von LLVM und Mesa mit. Auch GCN-1.2-GPUs werden unterstützt, denn wie Ubuntu 15.10 enthält die Distribution den Linux-Kernel 4.2 samt dem Amdgpu-Treiber, der bei diesem Release zum Kernel gestoßen ist. Aus diesem Grund haben wir für die Tests eine Vorabversion von Fedora 23 genutzt. Der Radeonsi-Treiber lief damit nahezu problemlos. Die Ausnahme: In BioShock Infinite und Xonotic stürzte das System mit der R9 390 immer wieder ab. Möglicherweise handelt es sich dabei um ein individuelles Problem der

von uns für die Tests verwendeten Asus-Karte: Eine testweise eingebaute R9 290, auf der ein sehr ähnlicher Grafikprozessor sitzt, lief stabil.

Die GeForce-Karten stürzten mit den Nouveau-Treibern von Fedora 23 sehr häufig ab oder zeigten Bildfehler; für Tests mit ihm sind wir daher auf eine Vorabversion des Linux-Kernels 4.3 ausgewichen, mit der die Karten stabil liefen. Fedora 23 erhält diese Kernel-Version vermutlich im November über die System aktualisierung.

Verschlossene Türen

Schwierigkeiten bereitete auch die Catalyst-Installation unter Fedora 23. Anfangs scheiterte es am Kernel-Modul von Catalyst, das maximal den im Februar veröffentlichten Kernel 3.19 unterstützte. Dank Patches für den Catalyst-Modulcode soll dieser auch mit dem im August freigegebenen Kernel 4.2 klarkommen – ein damit erzeugtes Modul hängte sich bei unserem Testsystem allerdings gleich beim Laden auf. Mit einem Kernel 4.1 funktionierte das Modul. Das half aber nicht sonderlich, denn anschließend stürzte der X-Server beim Start mit einem Zugriff fehler ab: Der X-Treiber von Catalyst vertrug sich nicht mit der in Fedora 23 verwendeten Vorabversion des X-Server 1.18.

Letztlich wichen wir daher für die Catalyst-Tests auf Fedora 22 aus. Auch dort mussten wir den Modul-Code patchen, damit er mit dem zu Testbeginn in der Distribution enthaltenen Kernel 4.1 zureckkam. Kurz vor Fertigstellung des Artikels reichte Fedora dann 4.2 über die Sicherheitsupdates nach, der sich abermals als inkompatibel erwies. Nutzer müssen in solchen Situationen zwischen drei Übeln wählen: Weiterhin einen veralteten Distributions-Kernel mit bekannten Sicherheitslücken einsetzen, selbst eine kompatible und noch gepflegte Kernel-Version einspielen oder vom proprietären auf den quelloffenen Treiber wechseln.

Solche Probleme gibt es erfahrungsgemäß auch mit Nvidias proprietärem Treiber, allerdings deutlich seltener und oft weniger schwerwiegend. So auch im Test: Wir mussten einen Konfigurationseintrag vornehmen, damit der X-Server von Fedora

23 eine ABI-Inkompatibilität mit dem Treiber ignorierte. Genau wie beim Catalyst-Treiber erforderte die Treiber-Einrichtung fortgeschrittene Linux-Kenntnisse und viel Handarbeit auf der Kommandozeile.

Schwierigkeiten dieser Art sind einer der Gründe, warum manche Anwender proprietäre Treiber meiden. Wer diese unter Ubuntu einsetzt und sie über die dort eingebauten Wege installiert, stolpert über solche Probleme allerdings eher selten. Manchmal erst, wenn AMD und Nvidia den Treiber-Support für ältere Grafikprozessoren herunterfahren oder einstellen; über kurz oder lang arbeiten die Treiber dann nicht mehr mit den Kerneln und X-Servern neuer Distributionen zusammen. Bei Nvidia gab es solche Inkompatibilitäten bislang immer erst, wenn die nicht mehr unterstützten Grafikkarten bereits einige Jahre vom Markt waren; AMD hingegen hat den Catalyst-Support für ältere Grafikkarten schon zweimal auf nahe null zurückgefahren, als Restbestände der Karten noch im Handel erhältlich waren.

Horizont

Demnächst steht ein Schnitt an, der manche Nutzer proprietärer Treiber abhängen wird: Einige Distributionen und Desktops wollen die grafische Bedienoberfläche bald über die Wayland Display Architecture ausgeben. Ungewiss ist, wie lange der derzeit verwendete X-Server noch als Alternative unterstützt wird.

Die proprietären Treiber von AMD und Nvidia unterstützen Wayland bislang nicht. Bei Nvidia sind aber Vorbereitungen einer Wayland-Unterstützung erkennbar – allerdings nur bei der neuesten Generation der proprietären Treiber, die Grafikkarten seit der GeForce-400er-Serie unterstützen. AMD hingegen steckt seine Entwicklerenergie offenbar in die eigenen Open-Source-Treiber, die Wayland schon lange unterstützen. Bei einer nächsten Generation des Catalyst-Treibers soll der proprietäre 3D-Treiber ohnehin auf dem Amdgpu-Kernel-Treiber aufsetzen. Damit will AMD die erwähnten Inkompatibilitäten vermeiden, die es immer mal wieder mit neuen Kerneln gibt.

Unklar ist allerdings, wann AMD den vor rund einem Jahr vage angekündigten Plan umsetzt. Indizien deuten zudem darauf hin, dass der Catalyst-Treiber in Zukunft weniger für Gamer gemacht sein soll, sondern vorwiegend für Firmenkunden.

Fazit

Linux-Gamer, die proprietäre Treiber nicht scheuen, sind mit GeForce-Karten nach wie vor am besten bedient: Nvidias Treiber unterstützen alle wesentlichen Grafikkartenfunktionen und werden so gut gepflegt, dass Inkompatibilitäten mit neuen Distributionen oder deren Komponenten nur selten auftreten. Die gute 3D-Performance und das Shadow-of-Mordor-Problem mit Radeon-Grafikkarten zeigt zudem, dass hochkarätige Linux-Spiele besser auf die GeForce-Reihe abgestimmt sind.

Der quelloffene Nouveau-Treiber taugt definitiv nicht zum Spielen. Selbst für manche Internet- oder Office-Maschinen ist er zu schlecht. AMDs proprietärer Grafiktreiber lief auch nicht richtig rund. Er liefert zwar ordentlich 3D-Leistung, zeigt aber eine Reihe von Problemen. Damit wird er seinem schlechten Ruf gerecht.

Besser als ihr Ruf sind AMDs Open-Source-Treiber, denn die haben in letzten ein bis zwei Jahren mächtig zugelegt. Sie unterstützen dadurch jetzt alle wesentlichen Grafikkartenfunktionen und liefern immerhin eine recht passable 3D-Leistung. Die Unterstützung für die neueste Generation von Grafikprozessoren ist noch verbesserungswürdig, aber daran arbeitet AMD bereits. Wer den Open-Source-Gedanken auch bei Treibern schätzt, kann mit AMDs quelloffenen Treibern schon jetzt gut leben, wenn man Grafikkarten wie die R7 370 oder die R9 390 hat. Wenn jetzt Linux-Spiele und Treiber noch ein wenig mehr aufeinander abgestimmt würden, könnten sich AMDs Grafikkarten und Treiber mehr und mehr zur Nvidia-Konkurrenz entwickeln.

(thl@ct.de)

Literatur

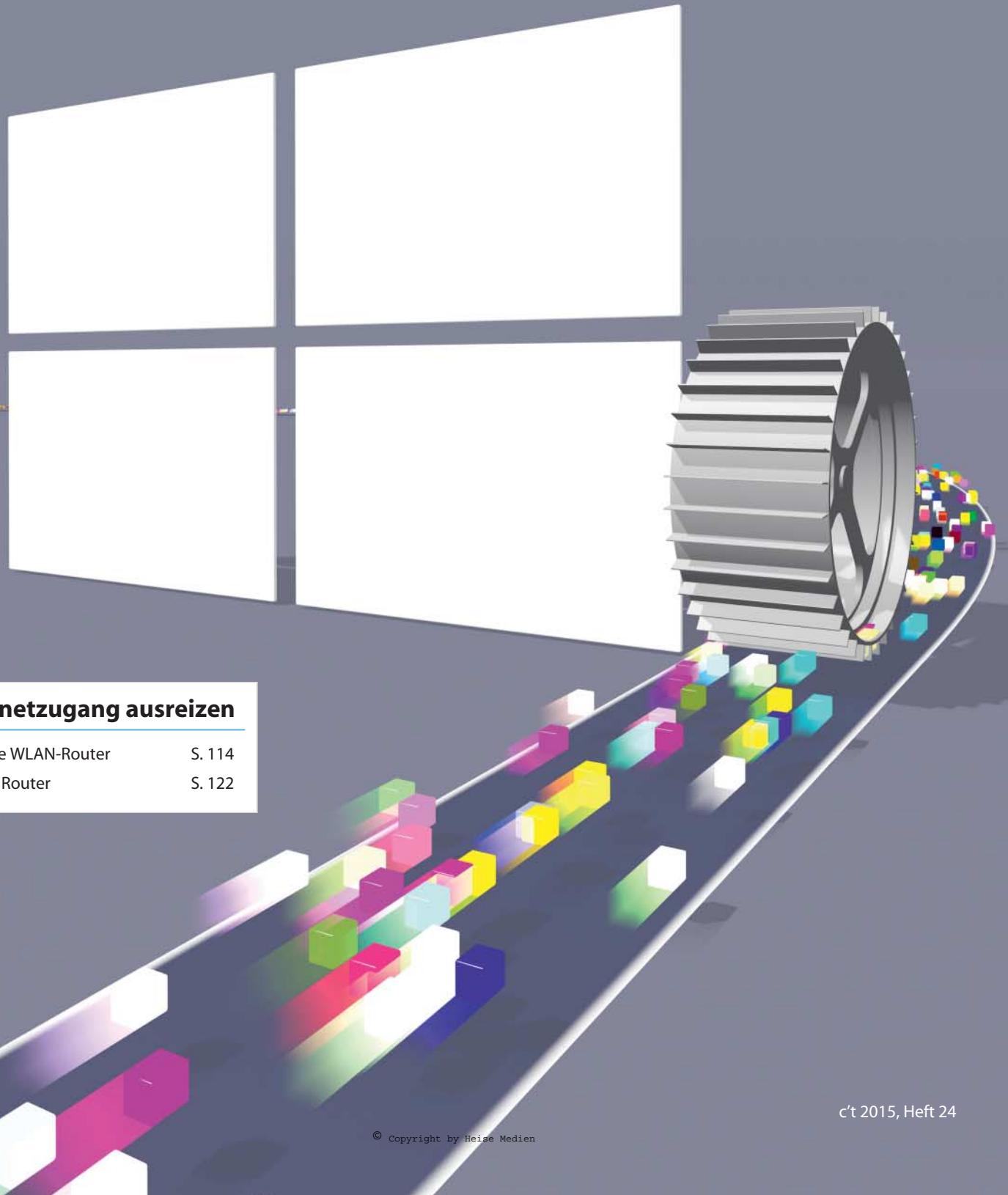
- [1] Thorsten Leemhuis, Bilderwege, Die Grafiktreiber-Architektur von Linux, c't 23/14, S. 160

Dušan Živadinović

Vorfahrtregler

Was den Windows-Internetverkehr beschleunigt und was nicht

Windows kümmert sich zwar selbstständig darum, die Internet-Leitung auszulasten, aber in manchen Fällen klappt das nicht optimal, sodass man an den Stellschrauben drehen möchte. Die Dokumentation dazu ist rar und verstreut, weshalb viele Nutzer auf Ratschläge aus Internet-Foren zurückgreifen. Dort kursieren jedoch auch Tipps, die bestenfalls Zeit vergeuden, wenn nicht sogar den Zugriff verlangsamen.



Sucht auf einem einzelnen PC und erst recht in einem Heimnetz, in dem mehrere Geräte eingebunden sind, konkurrieren viele Anwendungen um die Internet-Leistung. Wenn da eine ordnende Hand fehlt, geht der Versand von Datenpaketen nur nach dem Prinzip, wer zuerst kommt, mahlt zuerst. Das drückt die Qualität der Dienste. Uploads bremsen dann Downloads, Aussetzer senken die Verständlichkeit von VoIP-Telefonaten und SSH, Datenbankzugriffe und Online-Spiele laufen nur stockend.

Es kann auch vorkommen, dass Pakete unterschiedlich lange unterwegs sind (Laufzeit-schwankungen, Jitter). Dabei kann auch der Wiedergabezeitpunkt für ein Paket verstreichen, bevor es eingetroffen ist. Um das auszugleichen, setzen Hersteller in ihren Programmen und Geräten, etwa VoIP-Telefonen, Puffer ein.

Bessere Router bringen Sortier- und Filterfunktionen mit, die man zum Reservieren von Bandbreiten und Prioritäten für einzelne Anwendungen und Gegenstellen nutzt (Quality of Service, QoS). Mehr dazu finden Sie im Beitrag ab Seite 122. Wie sich die Router generell im Test schlagen, lesen Sie ab Seite 114.

Auf dem Windows-PC, um den es hier geht, lässt sich der Internet-Zugriff im Wesentlichen über zwei Bereiche optimieren: Über die Priorisierung unterschiedlicher Pakete und über die Justierung der TCP-Flusskontrolle. Priorisierung bedeutet vereinfacht gesagt: Pakete, die zum Versand in der Warteschlange stehen, werden so umsortiert, dass die zeitkritischen zuerst abgeschickt werden.

Windows beherrscht dieses Umsortieren zwar auch, ist aber darauf angewiesen, dass eine Anwendung die benötigte Priorität selbst anmeldet (das macht zum Beispiel Skype for Business). Wenn die Meldung fehlt oder der angeforderte Bedarf schlecht mit den Prioritäten anderer Anwendungen harmoniert, läuft der Versand dennoch nicht optimal ab. In solchen Fällen können optionale Tools wie cFos Speed, NetLimiter oder NetBalancer weiterhelfen.

Die Flusskontrolle funktioniert seit Windows 7 vollautomatisch und die Grundeinstellung, die sich Microsoft überlegt hat, eignet sich für die üblichen Anwendungsszenarien sehr gut. Mehr zu diesem Thema finden Sie im Kasten „TCP-Flusskontrolle“.

Es gibt aber auch Fälle, in denen die TCP-Flusskontrolle nicht optimal läuft. Darauf und auch auf die vermeintlichen Tuning-Tipps gehen wir hier ein.

Was nicht hilft

Manchen Foren-Einträgen zufolge soll man den Durchsatz um 20 Prozent steigern können, wenn man QoS, also die Priorisierung von Dateipaketen abschaltet. Es stimmt zwar, dass Anwendungen bis zu 20 Prozent Bandbreite für ihre Zwecke reservieren können [3]. Aber die Belegung ist nicht fix. Nicht ausgeschöpfte Bandbreite vergibt das Be-

triebssystem an andere Anwendungen. Schaltet man QoS ab, führt das nur dazu, dass Pakete einfach der Reihe nach abgeschickt werden und die jeweilige Dringlichkeit unberücksichtigt bleibt. Man braucht aber eine systematische Ungleichbehandlung, damit dringlichere Pakete aus der Warteschlange vorgezogen werden.

Kontraproduktiv wirkt sich auch der Tipp aus, das Empfangsfenster RWIN so groß zu machen wie möglich. Auch die Strategie, sämtliche Anwendungen hoch zu priorisieren, schadet. Zugegeben, eine „hohe Priorisierung für alle“ mag den Schluss nahelegen, dass man damit dem Anschluss irgendwie Beine machen könnte. Aber der überträgt die Pakete, wenn sie erst einmal dran sind, grundsätzlich so schnell, wie er nur kann. Sind alle Pakete gleich hoch priorisiert, werden unterm Strich also wieder alle Pakete gleich behandelt.

Auch die Idee hinter der RWIN-Maximierung ist so einfach wie zu kurz gedacht. Mit dem RWIN-Wert gibt der Empfänger an, wie viele unquittierte Bytes insgesamt „on flight“, also unterwegs sein dürfen. Getreu dem Motto viel hilft viel, könnte man annehmen, dass eine TCP-Strecke um so besser ausgelastet wird, je höher der RWIN-Wert steigt.

Wenn es stimmen würde, dass Daten nirgendwo im Netz zwischenlanden, dann würde ein hohes RWIN nicht die Latenz erhöhen. Aber Daten landen meist vor dem DSL-Modem und vor dem DSLAM in Puffern, und das führt zu Latzenzen. Daher möchte man ein sinnvolles RWIN haben. Da dieser Wert aber von der zeitlichen Entfernung zur Gegenstelle abhängt (RTT, Round Trip Time), muss man es für jede Verbindung passend einstellen. Dabei sollte man im Auge behalten, dass RWIN die Bandbreite limitiert. Denn es gilt: maximale Bandbreite = RWIN/RTT. Im Zweifel wählt man also lieber ein etwas zu großes als zu kleines RWIN – aber auf jeden Fall kein unendlich großes.

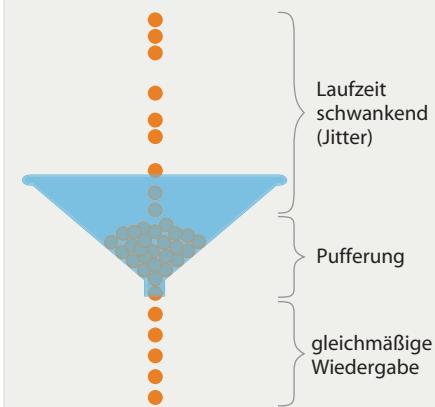
Welche verquere Logik hinter dem Tipp steckt, die TTL-Angabe der Pakete zu verkürzen (Time to Live), erscheint rätselhaft. Tatsache ist, dass man beim Ausprobieren dieses Tipps Pakete verloren gibt. Mit dem TTL-Wert legt man nämlich die maximal zulässige Anzahl an Zwischenstationen (Hops) auf der Übertragungsstrecke fest. Ist die erreicht, wird ein Paket verworfen. Niedrigere TTL-Werte führen allenfalls dazu, dass mehr Pakete verworfen werden.

Was hilft

Die wichtigsten Parameter, die den IP-Verkehr beeinflussen, lassen sich über Netshell-Befehle einstellen. Dafür brauchen Sie Administrator-Rechte. Geben Sie in der Suchzeile des Startmenüs netsh ein, drücken Sie Ctrl+Shift+Return und nicken Sie den Dialog zur Benutzerkontensteuerung ab. Netshell-Befehle wirken sich umgehend nach der Eingabe aus, Windows-Neustarts sind nicht erforderlich. Microsoft hat im Verlauf der Windows-Entwicklung manche Befehle stillge-

Schwankungsausgleich

Damit Pakete, die unterschiedlich lang unterwegs sind, gleichmäßig wiedergegeben werden können, setzen Hersteller in ihren Programmen oder Geräten Puffer ein. Puffer erhöhen aber die Latenz und können daher nicht beliebig groß sein.



legt und andere hinzugenommen. Wir beziehen uns auf Windows 10. Ein Großteil der Optionen funktioniert aber auch auf Windows 7, 8 und 8.1.

Alle Netshell-Befehle lassen sich abkürzen, also int anstatt Interface, oder sh anstatt show. Wir drucken sie hier der besseren Verständlichkeit halber komplett ab. Die aktuellen IP-Einstellungen zeigt dieser Befehl:

```
interface tcp show global
```

Microsoft hat im Deutschen nicht alle Parameter verständlich bezeichnet. Wir geben daher beide an, deutsche und englische Begriffe.

Autom. Abstimmungsgrad Empfangsfenster, Autotuning, RWIN-Wert: In Werkeinstellung ist Autotuning auf normal eingestellt. Dabei darf der RWIN-Wert je nach Latenz so zunehmen, dass die meisten Anwendungen damit gut fahren. Wenn der RWIN-Wert dennoch zu klein bleibt, also bei Downloads ein Teil der Kapazität brach liegt, kann man den experimental mode ausprobieren:

```
interface tcp set global autotuning=experimental
```

Dabei kann RWIN jedoch weit höhere Werte annehmen als im Normalfall, was die Systemleistung drücken kann. Die RWIN-Einstellungen für alle TCP-Connections zusammen wirken sich auf den gesamten Speicher aus – viele große RWIN-Werte fressen daher den freien Speicherplatz auf, sodass Windows häufiger swappen muss und dadurch langsam wird.

Die Optionen restricted und highlyrestricted halten das Receive-Window klein. Die Option kann nützlich sein, um die Speicherbelegung des IP-Stacks zu senken. Bei P2P-Anwendungen kommt es vor, dass sehr viele TCP-Verbindungen gleichzeitig offen sind, sodass die RAM-Belegung durch die RWIN-Puffer schon im Normalmodus zu groß wird und Win-

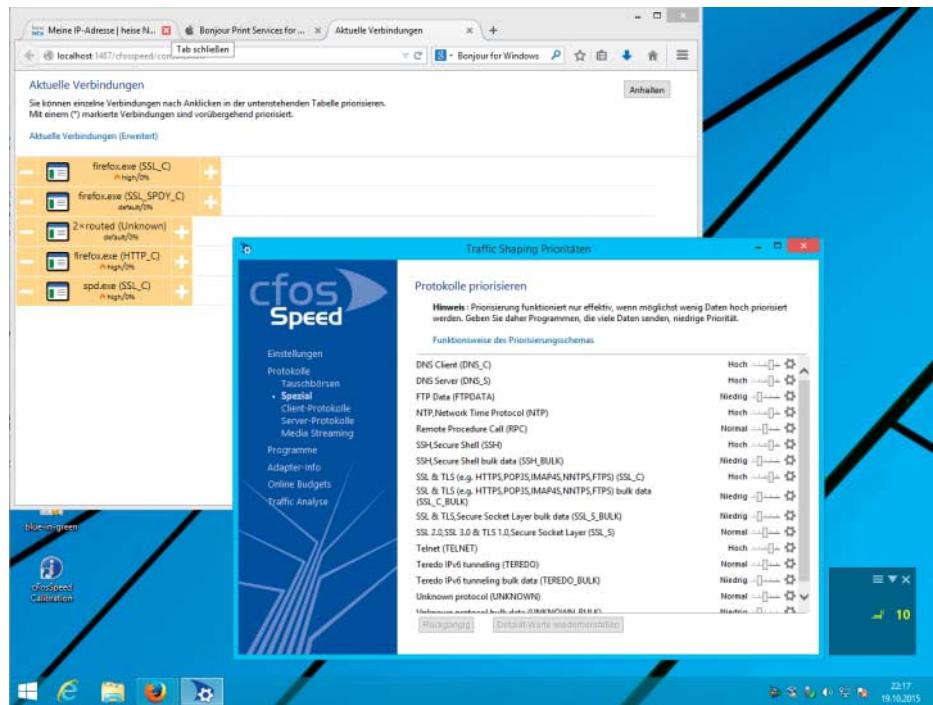
dows Daten auf der Festplatte auslagern muss. Mit kleineren RWIN-Werten sinkt die RAM-Belegung und die Tendenz zum Swappen, sodass der Durchsatz unterm Strich wieder zunimmt.

Das Windows-Autotuning funktioniert generell unzufriedenstellend, wenn nach einem Download-Beginn die Latenz steigt. Das kommt vor, wenn sich beim Start Pakete in einem Element auf der Strecke stauen, etwa in einem Backbone-Router, der Verkehr anschließend aber nachlässt. Bei Downloads stellt Windows den RWIN-Wert aber nur zu Anfang ein, und zwar abgeleitet von der Latenz der gesamten TCP-Strecke. Dafür ermittelt es die Verzögerung zwischen dem SYN- und SYN-ACK-Paket. Anschließend misst es die Latenz aber nicht mehr, sodass der RWIN-Wert gleich bleibt.

Abhilfe kann man mit Traffic Shapern schaffen, die die Latenz fortlaufend selbst messen und bei wechselnden Paketlaufzeiten den RWIN-Wert selbstständig anpassen (bei cFos Speed heißt dieses Feature RWIN-Expansion).

Zustand der empfangsseitigen Skalierung, Receive-Side Scaling State, RSS: Mittels der RSS-Option kann Windows seit der NDIS-Treiberversion 6 (Vista) mehrere Prozessorkerne nutzen, um in der Netzwerkkarte eingegangene Daten abzuholen und zum Ziel- element im Betriebssystem zu leiten. Lassen Sie die Option eingeschaltet.

Chimney Abladezustand, Chimney Offload State: Damit sind die TCP-Berechnungen gemeint, die Windows ab NDIS 6 an die Netzwerkkarte abgeben kann (Checksum-



Traffic-Shaper ergänzen das Windows-Autotuning mit vielfältigen Priorisierungs- optionen. Bei cFos Speed lässt sich beispielsweise anhand von Programmen oder Protokollen bestimmen, welche Pakete bevorzugt abgeschickt werden.

menberechnung, IPSec-Support und Large- Packet-Segmentation). Das kann die CPU bei Gigabit-LAN-Verbindungen ein klein wenig entlasten (bei aktuellen PCs weniger als 1 Prozent). Setzen Sie mehrere Netzwerkkar-

ten, etwa in einem viel frequentierten Server ein, kann das die CPU spürbar entlasten.

Falls Sie die Funktion nutzen wollen, stellen Sie sicher, dass bei möglichst allen LAN- Karten das Offloading aktiviert ist (Windows- Voreinstellung). Einzelne Offload-Optionen kann man zusätzlich im Netzwerktreiber ein- stellen. Hierzu gehört auch das „Checksum Offloading“.

interface tcp set global chimney=enabled

NetDMA-Zustand, NetDMA-Status, und **Direkter Cache-Zugriff**, Direct Cache Access: Mit diesen Optionen kann man festlegen, dass anstatt der CPU der Chipsatz des Main- boards den Netzwerkkarten-Puffer leeren soll. Das klingt nach mehr, als es ist, denn die CPU ist doppelt so schnell wie der Chipsatz. Diese Option lohnt sich also auch nur bei hoch belasteten Servern mit mehreren Netzwerkkarten. Zudem sind die Befehle ab Windows 8.1 wirkungslos.

interface tcp set global netdma=enabled
interface tcp set global dca=enabled

Add-on Überlastungssteuerungsanbieter, Compound TCP, CTCP: Diese Einstellung ver- kürzt den Slow Start und verkleinert im Feh- lerfall das Congestion Window schneller. Das lastet sehr schnelle Übertragungen in Sende- richtung besser aus. Windows aktiviert dieses Verfahren erst, wenn der Durchsatz 4 MByte/s übersteigt. Für den Internet-Ver- kehr spielt diese Option keine Rolle, aber falls Sie sehr schnelle LAN-Übertragungen etwa zu NAS-Geräten haben, kann es etwas helfen.

interface tcp set global congestionprovider=ctcp

TCP-Flusskontrolle

Im Internet gibt es keine Ende-zu-Ende- Verbindungen mit festen Geschwindigkeiten oder exklusiven Kanälen. Stattdessen werden Datenpakete von Router zu Router bis zum Ziel so schnell weitergereicht, wie es gerade geht. Sind Router überlastet, entstehen Verzögerungen oder Paketver- luste. Um aus dieser Situation möglichst das Optimum herauszuholen, wurde für das IP-Protokoll TCP (Transmission Control Protocol) eine Flusskontrolle entwickelt. Sie liegt sowohl dem IPv4 als auch dem modernen IPv6 zugrunde.

Die TCP-Flusskontrolle kommt mit wenigen Verwaltungsinformationen und Regeln aus. Gesendete TCP-Pakete muss der Empfänger quittieren (dafür sind Ack- knowledge-Pakete spezifiziert, ACK, Quittungen dürfen kumulativ gesendet werden). Bleibt eine Quittung aus, schickt der Sender das Paket einfach noch einmal ab; er kommt ohne ausdrückliche Anforde- rung des Empfängers aus.

Mit dem Parameter Receive Window, RWIN, teilt der Empfänger dem Sender mit, wie viele Bytes er maximal schicken

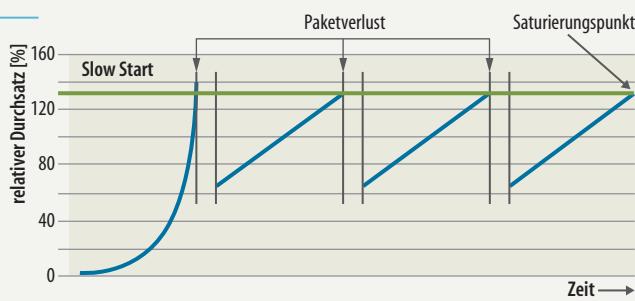
darf, bevor er eine Quittung vom Empfänger bekommt. Hat er den Wert erreicht, muss er auf die Quittung warten. Ist sie vorher schon eingegangen, kann er ungebremst weitermachen. Das RWIN kann man sich daher als das Gaspedal des Empfängers vorstellen.

Weil der Sender keine Information über die aktuell maximal mögliche Geschwindigkeit auf der Strecke zum Empfänger hat, schickt er anfangs nur zwei oder vier Pakete und verdoppelt die Rate (Slow Start) mit jedem weiteren Schritt, bis RWIN erreicht ist oder bis ein Paketverlust eintritt. Dann halbiert er die Senderate und beschleunigt nur langsam (lineare Phase), bis die Übertragung komplett ist, oder bis wieder ein Pa- ketverlust zum Bremsen zwingt, worauf er wieder langsam beschleunigt.

Diese sehr sparsame Signalisierung und die Hand voll Regeln genügen schon, um innerhalb kurzer Fristen beliebig schnelle oder langsame Übertragungsstrecken auszulasten und dynamisch auf Engpässe zu reagieren – ohne tatsächlich deren Kapazi- tät zu kennen.

Vorsichtig starten

Zu Beginn schickt der Sender erst mal wenige Pakete und dann immer mehr. Er drosselt das Tempo erst, wenn er einen Paketverlust konsatiert. Danach beschleunigt er wieder.



ECN-Funktion, Explicit Congestion Notification: Damit informiert der Router den PC, dass Letzterer den Puffer des Routers verstopft. In der Folge drosselt der PC seine Sendegeschwindigkeit und minimiert so Paketverluste durch Pufferüberlaufe. Deshalb empfiehlt es sich, diese Option einzuschalten.

interface tcp set global ecncapability=enabled

RFC 1323-Zeitstempel, TCP 1323 Options: Diese Option schaltet bei XP und älteren Windows-Versionen das Window Scaling und die Timestamps ein. Diese Optionen sollen helfen, das Retransmission Timeout auf langsamen Leitungen mit hoher Latenz besser zu berechnen und so überflüssige Retransmits zu vermeiden. Timestamps drücken aber das Nutzdatenverhältnis, weil je Paket 10 Byte weniger für Nutzdaten bleiben. Auf Satelliten-Anschlüssen kann die Funktion den Durchsatz bei hoher Fehlerrate (z. B. bei schlechtem Wetter) etwas verbessern. Bei Breitbandanschlüssen wirkt sie jedoch kontraproduktiv.

SynAttackProtect: Diese Option begrenzt die Anzahl der unvollständig aufgebauten TCP-Verbindungen. Server mit öffentlichen IP-Adressen schützt es vor Resourcenmissbrauch (SYN-Flooding-Attacken). Da NAT-Router eingehende SYNs filtern, braucht man die Option im LAN nicht, sie stört aber auch nicht.

Network Throttling Index und QoS Reserved Bandwidth: Mit diesen Optionen veranlasst man Windows, einen Teil der LAN-Bandbreite für Multimedia Streaming zu reservieren. Für den Internet-Verkehr spielt diese Einstellung keine Rolle.

Nagle Algorithmus: Der Nagle-Algorithmus dient dazu, während der TCP-Transmission über Sockets eingereichte Daten so lange zu sammeln, bis sich damit ein TCP-Block vollständig füllen lässt. Das erhöht zwar den Nutzlastanteil, also den Durchsatz, kann aber die Einteilung der Pakete, die die Applikation braucht, zunichte machen und die Latenz verschlechtern. Es gibt Anwendungen, die diesen Algorithmus berücksichtigen (World of Warcraft ab Version 4.1), so dass es nicht unbedingt erforderlich ist, ihn abzuschalten. Wenn aber eine Anwendung eine höhere Latenz angibt, als Sie per Hand zum Beispiel mit Ping messen, kann es etwas bringen, sie abzuschalten.

MTU: Normalerweise sollte man die Maximum Transmission Unit nicht per Hand festlegen, da der IP-Stack diesen Wert selbst für jede Strecke ermittelt und einstellt (mittels der Path MTU Detection). Beim Betrachten der DSL-Eigenschaften kann man aber auf die Idee kommen, an Anschlüssen mit ATM-Transportschicht, die Nutzlast maximieren zu können, indem man die MTU anpasst.

ATM-Zellen befördern nämlich bis zu 48 Byte an Nutzlast, und wenn die MTU durch 48 teilbar ist, wird jede ATM-Zelle optimal genutzt. Aber so limitiert man sämtliche TCP-Verbindungen, auch die für LAN-Übertragungen, sodass es unterm Strich kontraproduktiv ist, die MTU zu ändern. Falls Sie mal selbst messen wollen:

interface ipv4 set subinterface 25 mtu=1448 store=persistent

TcpTimedWaitDelay: Damit stellt man die Reservierungsdauer für eine soeben benutzte Portnummer ein; voreingestellt sind 120 Sekunden. Weil Windows ab Werk 16 384 Portnummern verwaltet, ist der Vorrat erst dann aufgebraucht, wenn es mehr als 16 384 Verbindungen in 120 Sekunden aufbauen soll (mehr als 136 pro Sekunde). Das kommt kaum je vor, lassen Sie den Wert unverändert.

TcpMaxDataRetransmissions: Bestimmt bei Übertragungsfehlern die maximale Anzahl der Sendewiederholungen. Die Einstellung wirkt sich nicht auf die Geschwindigkeit aus und sollte nicht geändert werden.

Traffic Shaping

Beim Traffic Shaping bestimmt der PC oder der Router, welches Paket mit welcher Priorität in die Sendeschlange gesteckt wird. Standardmäßig geben in Windows die einzelnen Anwendungen selbst die Priorität an. Anwender haben aber keinen Einfluss darauf, was passiert, wenn mehrere Programme dieselbe hohe Priorität anfordern. Dann behindern sie sich normalerweise gegenseitig.

In solchen Situationen sind optionale Traffic Shaper nützlich, aber auch dann, wenn eine Anwendung gar keine Priorität beim Betriebssystem meldet, obwohl sie zeitkritische Inhalte befördert. Mit Traffic Shapern können Anwender selbst entscheiden, welche Datenpakete den Vorzug erhalten. Dafür legen sol-

che Tools eigene Warteschlangen an, sortieren darin die Pakete nach Dringlichkeit. Hochpriorisierte Inhalte landen dann idealerweise in kurzen Warteschlangen (Queues), die umgehend abgearbeitet werden. Das sollten VoIP- und Game-Pakete sein, unbedingt aber Quittungspakete – wenn Downloads nicht gebremst werden sollen. Außerdem ermitteln sie die Kapazitäten der TCP-Strecken selbstständig und senden gerade so viel, wie die Leitung verkraftet. (dz@ct.de)

Literatur

- [1] Dušan Živadinović, Blindflug mit Full Speed, Wie die TCP/IP-Flusskontrolle funktioniert, c't 10/12, S. 188
- [2] Netsh commands for Transmission Control Protocol: technet.microsoft.com/de-de/library/Cc731258%28v=WS.10%29.aspx
- [3] Erweiterungen und Verhalten von QoS in Windows XP: support.microsoft.com/de-de/kb/316666/de

ct Traffic-Shaper: ct.de/yvah

Technische Anruf-Informationen
Anruf-Informationen:
Identität:
Dauer: 01:07
Anfangszeit: 15:07
Typ: 1
Status: 7
Anruf-Informationen für threecats.:
ObjID: 14957
Codec: SILK_V3
Jitter: 157
Sample rates: e-24000, d-16000
Packet loss: 1.4% (41)
Send packet loss: 0.0%/0.0%
Recv packet loss: 4.5%/5.0%
Roundtrip: 2888 ms
NBM: audio 4843 / 40 ms video 0 corr 0%
SessionOut: UDP (1642 packets)
SessionIn: UDP (2809 packets)
Relays: 4
UDP status: local:Good remote:Good
CPU usage: 5.8% 9.6% hicc:0
Remote UI version: 3.7.1.0.665
PSTN Feedback:

Bessere Anwendungen liefern Statusinformationen zur laufenden Übertragung, sodass man eine Chance hat, eine Fehlerursache einzukreisen. Im Bild ist eine durch parallelen Mail-Versand gestörte Skype-Übertragung zu sehen; auf Senderseite fehlt die Skype-Priorisierung. Deutliche Indizien dafür sind Paketverluste (rund 5 Prozent) sowie die enorm gestiegene Paketlaufzeit (Roundtrip: fast 3 Sekunden gegenüber 80 ms ohne Mail-Versand).



Ernst Ahlers

Verkehrsleitstellen

Neun WLAN-Router mit QoS-Funktionen

Telefonie und Fernsehen über das Internet sowie IPv6 als das neue Zugangsprotokoll sind zwar noch nicht allgegenwärtig, aber schon seit längerem Stand der Technik. Nicht allein damit muss ein zukunftsfähiger Router zureckkommen können. Er sollte auch Optionen bieten, Telefonieren und Spielen gegenüber Uploads Vorrang zu gewähren, damit es keine Aussetzer gibt. Wir haben neun gängige Geräte auf ihre Funktion und Nutzerfreundlichkeit abgeklopft.

Außer Optionen für Quality of Service (QoS) zur manuellen oder automatischen Priorisierung muss ein aktueller Router schnelles WLAN für beide Funkbänder mitbringen, und Gigabit-Ethernet mit 1000 MBit/s fürs LAN ist inzwischen eine Selbstverständlichkeit. Ferner sollte er den Internetzugang möglichst auch über Telekom-VDSL herstellen können, optimalerweise im Full-Dualstack-Betrieb (IPv4 und IPv6 in derselben PPPoE-Session).

So fanden neun Geräte vom 60-Euro-Sparmodell Edimax BR-6478AC bis zum 280-Euro-Boliden Asus RT-AC3200 den Weg ins c't-Labor. Die drei High-End-Geräte locken mit gleich drei integrierten WLAN-Modulen, was die summarische Funkleistung – bei proprietärer Modulation – auf 3200 MBit/s brutto hochtreibt. Lassen Sie sich davon nicht beeindrucken: Standardkonforme WLAN-Clients beliefern diese Router mit maximal 1300 MBit/s brutto im 5-GHz-Band und 450 MBit/s bei 2,4 GHz. Die zusätzliche WLAN-Schnittstelle treibt die Leistungsaufnahme gegenüber den einfacheren Routern übrigens um 4 bis 5 Watt hoch. Man bezahlt den Luxus also nicht nur bei der Anschaffung, sondern auch mit 10 bis 13 Euro zusätzlichen Stromkosten pro Jahr.

Das dritte, auf 5 GHz arbeitende Funkmodul ermöglicht, mehrere schnelle WLAN-Clients auf unterschiedliche Kanäle zu verteilen, sodass sie sich nicht in die Quere kommen. Doch das bringt zurzeit nur dann einen praktischen Vorteil, wenn Sie Daten zwischen Geräten kopieren, die über verschiedene 5-GHz-Module angebunden sind. Greifen

die Clients über den Gigabit-LAN-Anschluss des Routers etwa auf einen schnellen Netzwerkspeicher zu, dann begrenzt das LAN den Summendurchsatz für alle auf etwa 940 MBit/s (rund 115 MByte/s).

Router-Ketten

Die neun Probanden haben wir nicht nur auf die üblichen Ausstattungsmerkmale und ihre Leistung (NAT-Durchsatz beim Weiterleiten zwischen Internet- und LAN-Anschluss, WLAN-Performance, Energiebedarf) abgeklopft, sondern auch ihre Eignung für moderne Internetanschlüsse überprüft.

Bis auf den Edimax-Router, der IPv6 gar nicht an Bord hat, mussten sich die Geräte in einer Dualstack-Router-Kaskade bewähren. Das ist beispielsweise für Studenten-WGs interessant, die sich einen Internetanschluss teilen, wo trotzdem jeder sein eigenes logisches (W)LAN mit IPv4 und IPv6 bekommen soll.

Wenn IPv6 hinter dem Prüfling mit eigenem Präfix, also einem eigenen Subnetz funktioniert [1], steht in der Ergebnistabelle auf Seite 120 ein Häkchen bei „Prefix-Delegation ... Kommend“. Kann der Proband vom bezogenen Präfix mittels DHCP-PD selbst wieder Teile für weitere nachgelagerte Router abspalten, dann steht auch ein Häkchen bei „Prefix-Delegation ... Gehend“.

In diesem Szenario testeten wir übrigens auch, ob die Geräte das über den Stammrouter bezogene Multicast-IPTV weiterleiten (IGMP-Proxy). Diese Funktion muss man bei manchen Routern aber erst einschalten, beispielsweise bei Asus und Netgear. Fer-

ner gilt es in den erweiterten WLAN-Einstellungen sicherzustellen, dass IGMP-Snooping aktiviert ist, damit Multicast-IPTV klotzchenfrei durchs Funknetz geht [2]. AVM hat diese Funktion verständlicher „WLAN-Übertragung für Live TV optimieren“ getauft.

Funkvergleich

Die WLAN-Ergebnisse aus diesem Test sind zwar untereinander, aber nicht mit früheren vergleichbar: Wir setzen als Client ab jetzt ein MacBook Pro (Early 2015) ein, das unter Windows 10 läuft.

Das Notebook ist nicht nur portabler als ein PC. Es liefert mit seinen internen Antennen auch praxisnähere Ergebnisse als die vorher benutzte PCIe-Karte mit ihrem externen Antennenträger. Bei den Routern mit zwei 5-GHz-Modulen maßen wir beide separat.

Ferner prüften wir mit einer USB-3-Festplatte mit mehreren verschiedenen formatierten Partitionen, was die NAS-Funktion leistet. Als typischerweise sowie- so laufendes Gerät kann der Router nämlich auch als gemeinsames Datenlager für die Familie dienen.

Netzspeicher

Die NAS-Performance fiel sehr unterschiedlich aus: Die mit kräftigen Prozessoren bestückten Geräte von D-Link, Linksys, Netgear und Zyxel kamen auf knapp über 50 MByte/s. Dagegen fielen die Router von AVM, TP-Link und Trendnet deutlich zurück. Wer diese einsetzen will, aber hohe Dateiübertragungs-Performance möchte, stellt ein günstiges 2-Bay-NAS daneben. Mit zwei

Platten bestückt ist es nicht nur gegen Ausfall einer Harddisk gefeit, sondern kann oft auch noch nützliche Serverfunktionen übernehmen [3]. Jedoch zieht das separate NAS mit mindestens 7 Watt (bei ruhenden Platten) deutlich mehr Energie, als die USB-Platte am Router die Leistungsaufnahme hochtreibt (plus 1,5 bis 2 Watt).

Die NAS-Performance hängt auch von der Formatierung der USB-Platte ab: Weil die Geräte alle mit Linux als Betriebssystem laufen, leisten sie mit dem nativen Linux-Format ext3/4 manchmal mehr. Will man eine noch leere Platte am PC befüllen, um den langsamen Netzwerk-Transfer zu vermeiden, ist trotzdem NTFS das Format der Wahl, weil man dann auf dem Rechner keinen ext3/4-Treiber installieren muss. Bei passender Implementierung und mit genug Dampf im Prozessor ist NTFS nämlich ebenso flott wie ext2/3 (siehe Asus, Linksys, Netgear und Zyxel in der Tabelle).

Vorfahrtregelung

Quality of Service (QoS) gewährt bestimmten Verkehrstypen Vorfang. Es soll sicherstellen, dass zeitkritische Dienste wie Spiele oder VoIP-Telefonie bevorzugt vor weniger Wichtigem wie Cloud-Updates oder Filesharing drankommen. QoS im Router wirkt direkt nur auf Daten, die aus dem eigenen Netz ins Internet strömen (Upstream). Downloads beeinflusst es indirekt, indem es die dafür erforderlichen Quittungspakete (ACK) bevorzugt abschickt. Das schöpft die Downstream-Kapazität der Leitung optimal aus.



Asus RT-AC3200: bestens ausgestattet, sehr gute WLAN-Performance, aber auch hohe Leistungsaufnahme und teuer



AVM Fritzbox 3490: flexibel einsetzbar, großes Funktionsangebot, aber lahm als NAS-Ersatz



Edimax BR-6478AC: magere Ausstattung und WLAN-Performance, dafür energiesparender Router im Test



D-Link DIR-890L: Flottes WLAN, bedient auch nachgelagerte Router mit IPv6, keine brauchbare Authentifizierung im NAS-Betrieb



Linksys WRT1900ACS: gute Ausstattung, optional mit OpenWRT betreibbar, aber kein DFS und teuer



Netgear R8000: funk über drei WLAN-Module mit zufriedenstellender Leistung, zickt aber noch an T-VDSL per Modem

Die verschiedenen Verkehrs-
typen erkennt man typischer-
weise an den verwendeten IP-
Ports: So läuft beispielsweise die
Signalisierung (SIP) bei Internet-
Telefonie über 5060/UDP und
5061/UDP, während etwa Foto-
Uploads über HTTP (80/TCP) oder
HTTPS (443/TCP) gehen. Die Router klassifizieren daran
die verschiedenen Datenströme
und ordnen sie in mehrere War-
teschlangen (Queues) ein. Daten
aus den Queues werden dann
mit unterschiedlicher Priorität
weitergeschickt.

Das alles will man normaler-
weise nicht selbst festlegen,
weswegen typische Dienste und
Regeln in den Geräten vordefi-
niert sind. Bei manchen gibts
auch nur die Möglichkeit, QoS
überhaupt einzuschalten. Wie
die Geräte im QoS-Test abge-
schnitten haben, beschreiben
wir ab Seite 122.

Verkehrsplanung

Hier ein Überblick über die ver-
schiedenen Ansätze: Drei Geräte –
Netgear R8000, Trendnet TEW-
824DRU und Zyxel NBG6816 –
haben solch eine abschaltbare
QoS-Automatik, auf deren Wir-
ken man sehr wenig Einfluss hat.
Die Regelsätze aktualisieren die
Router auf Wunsch automatisch.

Ferner kann man in den QoS-
Einstellungen des R8000 bei Hosts
die Prioritätsstufe und einen
Gerätetyp wie PC, Kamera oder
Spielkonsole wählen. Bei den
Routern von Trendnet und Zyxel
lassen sich die Hosts in der
Prioritätsreihenfolge umsortieren.

Nur wenig Eingriff erlaubt der
DIR-890L von D-Link. Man kann

maximal 11 verbundene Geräte
in eine von drei Stufen einord-
nen: eines bei höchster, 2 bei
hoher und 8 bei normaler Priori-
tät. Alles Weitere ordnet der
Router dahinter ein.

Der RT-AC3200 von Asus arbeitet
wahlweise in einer von drei
QoS-Betriebsarten: Bei „adapti-
vem QoS“ kann man entweder
eine Anwendung (Gaming, Me-
diastreaming oder Surfen) in den
Vordergrund stellen oder diese
und weitere Dienste (VoIP, Down-
loads, sonstige) in eine eigene
Reihenfolge stellen (Customize).
„Traditionelles QoS“ erlaubt das
Erstellen eigener Regeln, wäh-
rend „Bandbreite begrenzen“
eben das für Hosts getrennt nach
Down- und Upstream tut.

Ausgerechnet der billigste
Router im Test, der BR-6478AC
von Edimax, bietet die meisten
QoS-Schräubchen. Doch davor
steht die Wahl zwischen Vorge-
stanzt und Selbstgesägt: Entwe-
der klickt man bei „iQoS“ fünf
vordefinierte Dienste an und er-
stellt so die Priorisierungsrang-
folge. Oder man baut sich bei
„QoS“ einen eigenen Regelsatz
und kann dann vergleichsweise
feinstufig steuern, welche Dien-
ste in welcher Reihenfolge wie
viel Bandbreite bekommen. Bei-
des kombiniert geht nicht.

Eigenheiten und Abhilfen

Betreibt man den **Asus RT-
AC3200** in einer Router-Kaskade
oder als Access Point, dann funk-
tioniert Multicast-IPTV in seinem
WLAN erst dann störungsfrei,
wenn man unter LAN/IPTV den
IGMP-Proxy und IGMP-Snooping
einschaltet. Letzteres muss man

in den erweiterten WLAN-Einstel-
lungen wiederholen. Geräten,
die kein Multicast verstehen,
greift der RT-AC3200 auf Wunsch
mit dem UDP-Proxy namens
udpxy unter die Arme [4].

Über mehrere Jahre hat Asus
es übrigens nicht geschafft, eine
lästige Macke zu beseitigen, die
das Wiedereinspielen einer ge-
speicherten Konfigurationsdatei
verhindert: Hat man die Konfi-
guration mit der Endung „.cfg“
oder einer anderen gesichert,
behauptet der Router, der Name
oder Pfad sei ungültig. Nur mit
„.CFG“ akzeptiert er die Datei.

Die **AVM Fritzbox 3490** ent-
hält als einziges Gerät im Test ein
xDSL-Modem. Dennoch kann
man die Box mit einem externen
Modem oder in einer Router-
Kaskade betreiben, indem LAN-
Port 1 zum WAN-Port umgewid-
met wird. In dieser Einstellung
haben wir auch die NAT-Perfor-
mance gemessen. Der vierte
LAN-Port lässt sich als Zugang
zum Gastnetz umkonfigurieren.

Wer moderne PCs per Kabel-
LAN betreibt und einen Netz-
werkspeicher (NAS) als gemein-
sames Datenlager verwendet,
der sollte bei der Fritzbox-Ein-
richtung die LAN-Ports 2 bis 4
auf Gigabit-Betrieb (1000 MBit/s)
umstellen. AVM drosselt sie ab
Werk nämlich auf Fast-Ethernet
(100 MBit/s), um ein paar Zehn-
tel Watt Leistungsaufnahme zu
sparen.

Soll trotz der mäßigen NAS-
Performance eine USB-Festplatte
an der 3490 laufen und muss
diese am seitlichen USB-Port hän-
gen, dann stellen Sie ihn in der
Konfiguration auf USB 3.0 um. Als
einziger Router im Test bietet die

Fritzbox per FTPS verschlüsselten
FTP-Zugriff von außen.

Insgesamt wurde die 3490
dem Ruf der Fritzboxen als
durchdachte und rundum taugli-
che Router gerecht. Doch neben
den Glanzlichtern fanden wir
auch zwei trübe Stellen: Im Ac-
cess-Point-Modus setzte die Box
Multicast-Pakete im WLAN nicht
in Unicasts um. IPTV per Multi-
cast war so schon in Standard-
auflösung ungenießbar.

Beim Erstellen von Myfritz-
Freigaben hakele es bei der da-
raus automatisch erzeugten IPv6-
Freigabe: Der Router trug dort die
Null-Adresse „.“ statt des korrek-
ten Interface Identifiers ein. Beide
Fehler will AVM in der nächsten
Firmware-Version beheben.

Nutzlose Konten

Ab Werk unterstützt der **D-Link
DIR-890L** zwar mit dyn.com und
dlinkddns.com nur zwei Dynndns-
Dienste. Andere kann man aber
in der Einstellung „Manuell“ über
einen Update-URL einbinden,
was bei uns für noip.com pro-
blemlos klappte.

Dateien von einem USB-Mas-
senspeicher gibt der Router per
Windows-Share (SMB/CIFS) frei.
Dann steht die Wahl zwischen
Skylla und Charybdis an: Entwe-
der nimmt man zum Authentifi-
zieren das Admin-Konto, womit
alle, die auf das Netzlaufwerk zu-
greifen dürfen, auch Zugang zur
Router-Konfiguration bekom-
men. Oder man schaltet die Au-
thentifizierung ganz ab.

Bei der Webdav(s)-Freigabe
sind hingegen 10 Konten ein-
richtbar. Die hätten die Entwick-
ler leicht auf die Windows-Frei-

Anzeige



TP-Link Archer C7v2: günstig bei guter Performance, aber noch etwas unrund im Setup, IPv6 scheiterte in der Router-Kaskade



Trendnet TEW-824DRU: flott als Router, zufriedenstellend beim WLAN, reichte aber Multicast-IPTV nicht weiter



Zyxel NBG6816: etwas hakelig im Setup, gute Performance, MU-MIMO und funktionierendes IPv6 sind für das nächste Firmware-Update versprochen

gabe abbilden können. D-Link hat sich das als Verbesserungs-option notiert.

IPv6 funktionierte hinter einer Fritzbox auf Anhieb, und der DIR-890L versorgte sogar einen hinter ihn geschalteten Router mit einem eigenen IPv6-Präfix. Das schaffte in diesem Test außer ihm nur die Fritzbox.

Bei IPv6 kann man für bis zu 10 Hosts einen eigenen Dyndns-Eintrag anlegen. Die Funktion war jedoch bei der Firmware 1.08b04 noch nicht fertig entwickelt: Wählt man einen Host per Ausklopper, dann trägt der Router eine temporäre IPv6-Adresse statt des konstanten Interface Identifiers ein [1]. Weil temporäre Adressen nach einigen Stunden verfallen, kann IPv6-DDNS für einzelne Hosts so nur vorübergehend funktionieren.

Im Access-Point-Modus arbeitete nur ein Teil der Server-Funktionen: Die Windows-Freigaben (SMB/CIFS) waren abgeschaltet, während Mediastreaming und Webdav(s)-Zugriff klappte. Auch das will D-Link eventuell mit einer kommenden Firmware beheben.

Schmalspur-WLAN

Selbst wenn man berücksichtigt, dass die WLAN-Module des **Edimax BR-6478AC** nur mit zwei MIMO-Streams funken, während die anderen Prüflinge alle mit drei arbeiten, war der von uns gemessene Durchsatz im 5-GHz-Band mager.

Wir fanden weiteres Verbesserungspotenzial: Der Einstellungshelfer setzt kein Konfigura-

tionspasswort, die Sommerzeitumschaltung arbeitet nicht wie hierzulande nötig per letzten Sonntag im März/Okttober, von IPv6 gibts keine Spur und DFS zum Nutzbar machen des ganzen 5-GHz-Bandes fehlt ebenfalls. Erfreulicherweise funktionierte HD-IPTV per Multicast im Access-Point-Modus problemlos, und der energiesparsamste Router im Test war der BR-6478AC auch. Dem Einsatz als günstiger AP zum punktuellen Funklücken-Stopfen stünde damit nichts im Weg – wenn das Gerät denn wenigstens DFS beherrschte.

Der **Linksys WRT1900ACS**ersetzt den im letzten Jahr erschienenen WRT1900AC [5]. Die Neuauflage hat eine etwas flottere Dual-Core-CPU (1,6 statt 1,2 GHz) und mehr RAM (512 statt 256 MByte). Der beim Vorgänger noch enthaltene Lüfter ist entfallen. Die WLAN-Performance lässt sich wegen des geänderten Testverfahrens (siehe oben) leider nicht mit dem Vorgänger vergleichen.

Zwar erkannte der Setup-Assistent des WRT1900ACS korrekt, dass an der Vodafone-Testleitung PPPoE angeboten wird. Er fragte aber nicht die zugehörigen Zugangsdaten ab. Weil so keine Internetverbindung zu stande kommt, scheiterten nachfolgende Schritte, etwa das automatische Firmware-Update und das optionale Anmelden mit einem Smart-Wifi-Konto, über das man den Router auch aus der Ferne konfigurieren kann. Nachdem wir die Zugangsdaten in der zugehörigen Konfigurationsseite eingegeben hatten, funktionierte der Internetzugang.

Die QoS-Einstellungen des WRT1900AC sind übersichtlich: Es sind zwar viele Dienste und Spiele vorgegeben und man kann auch eigene definieren. Aber es lassen sich lediglich drei Hosts oder Dienste in hohe Priorität einstufen.

IPv6-Mauseloch

Wie beim kürzlich getesteten Linksys EA8500 [6] fanden wir auch im unverschlüsselt funkenden Gast-WLAN des WRT1900-ACS eine Lücke. Es gestattete ohne Eingabe des Passworts den Zugriff auf IPv6-fähige Sites wie ct.de, facebook.com oder youtube.be.

Auch die IPv6-Firewall arbeitet noch nicht alltagsgerecht: Man kann für Freigaben nur komplette IPv6-Adressen angeben. Ändert sich wegen eines Verbindungsneuaufbaus oder Router-Neustarts der vom Provider zugeteilte IPv6-Präfix, funktionieren die Freigaben nicht mehr.

Wer mit der Werks-Firmware nicht zufrieden ist, kann auf dem WRT1900ACS die Open-Source-Alternative OpenWRT installieren (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

Beim **Netgear R8000** stießen wir trotz neuerer Firmware auf denselben Bug wie im Sommer: Zwar kann man in den erweiterten Einstellungen die für Internet über T-VDSL nötige VLAN-ID 7 einstellen und der Router baut auch eine PPPoE-Verbindung auf. Doch sobald ein Client Datenverkehr erzeugte, stürzte der Router in unserem Test reproduzierbar ab.

Damit der R8000 in einer Router-Kaskade Multicast-IPTV weiterleitet, muss man den IGMP-Proxy aktivieren. Dann funktionierte Multicast-IPTV auch in HD-Auflösung im WLAN einwandfrei.

Der **TP-Link Archer C7v2** birgt anscheinend ein Entwicklungs-Überbleibsel: Auf Port 22 lauscht ein SSH-Server (Dropbear 2012.55), der zwar die Admin-Login-Daten akzeptierte, aber keine Shell öffnete. Bei den Windows-Shares kann man Authentifizierung für genau ein Konto einrichten. Aber unser Testgerät gewährte auch ohne Eingabe der Zugangsdaten Zugriff auf eine der Freigaben (FAT32). Beim FTP-Zugang verhielt sich das Gerät indes wie erwartet.

In unserer Router-Kaskade funktionierte IPv6 im internen Netz des Archer nicht: Zwar holte sich der Router nach Umstellen auf Prefix Delegation einen IPv6-Präfix von der Fritzbox. Aber er reichte einfach den bezogenen /62-Präfix in sein (W)LAN weiter, statt ein /64er-Netz zu bilden. Ferner fehlten optionale Angaben wie ein IPv6-DNS-Server, die MTU und Routeninfo, die eine Fritzbox von sich aus mitschickt. So mochten sich weder Windows noch Ubuntu eine globale IPv6-Adresse setzen und hatten folglich keinen IPv6-Internetzugang.

Zwar ist der **Trendnet TEW-824DRU** ab Werk mit einem individualisierten Konfigurationspasswort versehen, aber das steht auf dem Typenschild auf dem Geräteboden. So bekommt

jeder mit physischem Zugriff aufs Gerät auch logischen Zugriff auf die Einstellungen, weswegen man es beim Einrichten ändern sollte. Darauf weist der Setup-Assistent indes nicht hin. Zwar war der TEW-824DRU ziemlich energiesparsam, zeigte aber die schwächste NAS-Performance im Testfeld.

Die übersichtliche Werks-Firmware macht das Setup zwar leicht, braucht aber Nacharbeit und bietet auch nicht allzu viele Optionen. Wer mehr möchte, kann bei Trendnet eine angepasste DD-WRT-Version herunterladen. Zum Testzeitpunkt war das eine recht frische 3.0r27722 vom 22. August.

Störrischer Assistent

Beim **Zyxel NBG6816** mussten wir bei der getesteten Firmware 1.0.0(AAWB.1)C0 dem Konfigurationshelfer eaZy 123 nachhelfen: Obwohl er den WAN-Verbindungstyp mit PPPoE korrekt erkannte und nach Zugangsdaten sowie den WLAN-Einstellungen fragte, übernahm der Router diese Werte nur teilweise. Wir mussten sie über die Browser-Konfigurationsseite manuell komplettieren.

Bei manchen Eingabefeldern prüft der Router das Eingegebene auf unzulässige Zeichen. Dabei schoss er an manchen Stellen übers Ziel hinaus: So erlaubte er im Funknetznamen

keine Bindestriche. Das Gleiche galt leider auch für den Nutzer- und den Host-Namen bei DynDNS-Diensten, womit keine Domain wie etwa nixhier.no-ip.org möglich war.

Schließlich scheiterte der NBG6816 anfangs beim Weiterreichen von IPv6 in einer Router-Kaskade: Er bezog zwar per DHCP-PD (Prefix Delegation) einen Präfix von der vorgeschalteten Fritzbox, reichte ihn aber falsch ins (W)LAN weiter. Diese beiden Macken hat Zyxel noch während des Tests mit einer Interims-Firmware behoben. Mit Erscheinen dieser c't soll die verbesserte Firmware online stehen.

Darin wird auch MU-MIMO [6] aktiviert sein, das der verwendete Quantenna-WLAN-Chipsatz beherrscht. Leider konnten wir die MU-MIMO-Performance mangels kompatibler Clients nicht testen. Obwohl der zugehörige IEEE-Standard 802.11ac-2013 Anfang 2014 veröffentlicht wurde, funktioniert das darin definierte MU-MIMO nämlich noch nicht herstellerübergreifend mit Chips des zurzeit einzigen anderen Produzenten Qualcomm. An einem mit dem NBG6816 kompatiblen, MU-MIMO-fähigen Repeater namens WAP6806 arbeitet Zyxel bereits. Das Gerät soll auch als Client-Bridge arbeiten können. Wann es zu welchem Preis auf den Markt kommt, ist noch offen.

Die IPv6-Firewall erlaubt zwar mehr als ein Dutzend eigene Regeln nach Quell- und Ziel-Adressen sowie -Ports anzulegen. Aber die einzige mögliche Aktion für Regeln ist, das Paket fallenzulassen (Drop). Damit kann man beispielsweise Filesharing-Verkehr per BitTorrent unterbinden. Dennoch ist es das Gegenteil dessen, was man eigentlich braucht: Eine IPv6-Firewall sollte alles von innen akzeptieren und alles von außen sperren, abgesehen von den vom Nutzer eingerichteten Ausnahmen (Accept für außen, Drop für innen).

Fazit

Mit herkömmlichen Internetzugängen, die nur IPv4 liefern, hatte keines der getesteten Geräte Probleme. Doch will man sie an modernen Anschlüssen oder in einer Router-Kaskade betreiben, dann dünt sich das Testfeld schnell aus. Der billigste Router im Test – Edimax BR-6478AC – ist eben das: billig. Er lässt zu viele Wünsche offen, als dass man ihn auch nur als preisgünstige WLAN-Basis zum Funklöcherstopfen verwenden könnte.

Brauchen Sie einen Router, der beim WLAN auftrumpft, dann kommt von den drei Geräten mit drei Funkmodulen zurzeit am ehesten der DIR-890L in Frage. Zwar zeigte er noch kleine Probleme bei NAS-Dateifreigaben und im AP-Modus, doch die

sollten sich mit einem Firmware-Update beheben lassen.

Das rundeste Angebot zwischen diesen Extremen lieferte AVM mit der Fritzbox 3490. Zwar kam ihre WLAN-Performance im Test nicht an die der teureren Modelle heran, aber dafür ist ihr Funktionsangebot größer und sie geht dem weniger erfahrenen Nutzer besser zur Hand.

(ea@ct.de)

Literatur

- [1] Ernst Ahlers, IPv6-Kette, Dienstfreigaben, Routerkaskaden und Subnetting mit IPv6, c't 3/14, S. 168
- [2] Ernst Ahlers, Schlaue Zustellung, Probleme bei Multicast im (W)LAN finden und beheben, c't 14/14, S. 76
- [3] Ernst Ahlers, NAS-Vorlagen, Zehn NAS-Leergehäuse für kleine Netze und große Datenmengen, c't 16/15, S. 90
- [4] Dušan Živadinović, Kleine Zapfanlage, Wie man unzeitgemäße Gadgets dennoch mit IPTV versorgt, c't 14/14, S. 78
- [5] Dušan Živadinović, WLAN-Wucht, Breitband-Router Belkin Linksys WRT1900AC, c't 16/14, S. 62
- [6] Ernst Ahlers, Schlaue funken, Linksys EA8500: Erster WLAN-Router mit MU-MIMO-Beschleunigung, c't 23/15, S. 114

ct Alternative Firmware für WRT1900ACS und TEW-824DRU: ct.de/ykzb

NAT-Downstream und Leistungsaufnahme

Gerät	PPPoE [MBit/s]	IP/IP [MBit/s]	Ruheleistung [Watt]
Asus RT-AC3200	753	940	12,0
AVM Fritz!Box 3490	796	941	6,0
D-Link DIR-890L	793	941	12,2
Edimax BR-6478AC	764	927	3,8
Linksys WRT1900ACS	758	933	9,4
Netgear R8000	767	941	12,0
TP-Link Archer C7v2	785	896	4,7
Trendnet TEW-824DRU	676	850	4,8
Zyxel NBG6816	802	941	7,6

WLAN-Performance

Gerät	2,4 GHz nah	20 Meter	5 GHz nah ¹	20 Meter ¹
Asus RT-AC3200	147	134	366	224
AVM Fritz!Box 3490	135	104	306	164
D-Link DIR-890L	140	122	341	233
Edimax BR-6478AC	99	73	265	69
Linksys WRT1900ACS	140	107	416	123
Netgear R8000	143	102	330	169
TP-Link Archer C7v2	111	107	350	163
Trendnet TEW-824DRU	139	119	365	114
Zyxel NBG6816	122	91	345	123

alle Werte in MBit/s, gemessen gegen MacBook Pro (Early 2015) unter windows 10

¹ wenn zwei 5-GHz-Module vorhanden, Werte des besseren

WLAN-Router – technische Daten und Testergebnisse

Typ	Asus RT-AC3200	AVM Fritz!Box 3490	D-Link DIR-890L	Edimax BR-6478AC
getestete Firmware-Version	3.0.0.4.378_9135	Fritz!OS 6.30	1.08b04	2.18
Quelltexte verfügbar	✓	✓ (auf Anfrage)	für ältere Version	für ältere Version
Ansschlüsse / Hardware				
WAN / LAN / xDSL / USB 3.0 / USB 2.0	1/4 / - / 1/1	- / 4 / VDSL2 / 2 / -	1/4 / - / 1/1	1/4 / - / - / -
sonstige Anschlüsse	-	-	-	-
Bedienelemente	Ein, Reset, WPS, WLAN, LED	WPS, WLAN	Ein, Reset, WPS	Reset/WPS, WLAN
Statusanzeigen / abschaltbar	9 / ✓	5 / -	6 / -	14 Leuchten / -
CPU / Flash / RAM	BCM4709A0 (1 GHz) / 128 / 256 MByte	Lantig vdx 228 / 2 × 32 / 256 MByte	BCM4709A0 (1 GHz) / 128 / 512 MByte	RTL8197D (660 MHz) / 4 / 64 MByte
Konfiguration				
auch per HTTPS / Telnet / SSH	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / -	✓ / - / -	- / - / -
Oberfläche auch deutsch / brauchbare Online-Hilfe / Wizard/Assistant	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Fernwartung / default aus / Port änderbar / HTTPS	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -
Konfigurationshelfer übergeht	IPv6, Sommerzeit-Termine	IPv6	Zeiteinstellungen	Konfigurationspw., Zeiteinstellungen
UPnP / ab Werk aus / Port einstellbar	✓ / - / -	✓ / - / -	✓ / - / -	✓ / ✓ / -
Fernüberwachung: SNMP / Syslog / E-Mail	- / ✓ / -	- / - / ✓	- / ✓ / ✓	- / - / -
NTP-Server frei einstellbar / Sommerzeit korrekt	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
WAN				
Protokolle (nebst DHCP, Static, PPPoE) / T-VDSL / inkl. IPTV	PPTP, L2TP / ✓ / -	DS-Lite, LISP / ✓ / ✓	PPTP, L2TP, DS-Lite / - / -	PPTP, L2TP, WISP / - / -
DNS-Server einstellbar / DynDNS-Provider / mit IPv6	✓ / 8 / -	✓ / 8 + manuell / ✓	✓ / 2 + manuell (✓) ³	✓ / 12 / -
IGMP-Proxy / Passthrough: L2TP-IPSec / OpenVPN	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Stat. Routen / Dyn. Routing / zeitgesteuerte Internet-Freigabe	✓ / - / ✓	✓ / - / ✓	✓ / - / ✓	✓ / - / -
QoS				
Bandbreite reservierbar / auton. Erkennung / QoS-Automatik	✓ / - / ✓ (Adaptive QoS)	✓ / ✓ / -	✓ / - / -	✓ / - / -
Regeln: Richtung / min. / max. Durchsatz wählbar	- / ✓ / ✓	- / - / -	-	✓ / ✓ / ✓
Regeln: anhand int. / ext. Adresse / int. / ext. Port	✓ / - / - / ✓	✓ / - / ✓ / ✓	-	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Regeln: anhand Dienst / TCP/UDP wählbar	✓ / ✓	✓ / ✓	-	✓ / ✓
QoS-Assistent / Prioritätsstufen / vordefinierte Dienste	- / 5 / 13 (+44 Games)	- / 3 / 12	- / 3 / -	✓ (iQos) / 5 / 5
IPv6				
T-VDSL-kompatibel / Modi	✓ / DHCP, Static, 6RD, 6to4, 6in4	✓ / DHCP, Static, PPPoE, DS-Lite, 6RD, SixXS, 6to4, 6in4	- / DHCP, Static, PPPoE, 6RD, 6to4, 6in4	- / -
IPv6-Firewall / abschaltbar / eigene Regeln setzbar (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (128)	✓ / - / ✓ (>12)	✓ / ✓ / ✓ (15)	-
Prefix-Delegation (Subnetting): Kommand (WAN) / Gehend (LAN)	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
LAN				
Port Forwardings (Anzahl) / Change / Bereiche / Triggering	✓ (>12) / ✓ / ✓ / ✓	✓ (>12) / ✓ / ✓ / -	✓ (>12) / ✓ / ✓ / -	✓ (>12) / ✓ / ✓ / -
SMB-Server (Samba-Version) / Konten / Partitionstypen	✓ (3.0.25b) / ✓ / FAT32, NTFS, ext2/3/4, HFS+	✓ (3.0.37) / ✓ / FAT32, NTFS, ext2/3/4	✓ (3.0.24) / ✓ (1) / FAT32, NTFS	- / - / -
FTP-Server / Konten / USB-Print- / Medien-Server	✓ / ✓ / ✓ / DLNA, iTunes	✓ / ✓ / ✓ / DLNA	- / - / - / DLNA	- / - / - / -
Besonderes (WoL, VPN-Server)	VPN-Server und -Client, Wake-on-LAN, Kindersicherung, Dual-WAN, Time-Machine, WLAN-Bridge-Mode	VPN-Server und -Peer, Wake-on-LAN, Kindersicherung, VoIP-Telefonieanlage, Repeater-Modus, USB-Device-Server	Quick VPN (L2TP über IPSec), Kinder-sicherung, Webdav(s)-Zugriff auf Frei-gaben (SharePort)	Repeater-Client-Bridge-Modus
WLAN				
Version (IEEE 802.11...)	n-450 / 2 × ac-1300	n-450 / ac-1300	n-450 / 2 × ac-1300	n-300 / ac-867
Chipsatz	3 × BCM43602	QCA9880 + QCA9558	3 × BCM43602	RTL8812AR + RTL8192CE
externe Antennen / abnehmbar	6 / ✓ (RP-SMA)	- / -	6 /	2 / -
manuell wählbare 5-GHz-Kanäle / Automatik wählt höhere als 48	36–48, 100–140 / ✓	36–136 / ✓	36–48 / ✓	36–48 / -
WLAN ab Werk sicher / WPS / Radius (IEEE 802.1x)	- / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / -	- / ✓ / ✓
zeitgesteuert / Gastnetz	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
AP-Modus / IPv6 ok / IPTV ok / WAN-Port im LAN / Server aktiv	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / - / - / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / (✓) ⁴	✓ / ✓ / ✓ / - / -
Filter				
URL-Teile / zeitgesteuert / MAC-Filter	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / - / ✓
Pakete nach Dienst / Quelle / Ziel	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -
WAN-Ping-Block / ab Werk aktiv	✓ / ✓	- / - (i. V.)	✓ / ✓	✓ / -
Messwerte				
max. NAT-Durchsatz PPPoE Down/Upstream	753 / 711 MByte/s	796 / 715 MBit/s	793 / 774 MBit/s	764 / 496 MBit/s
IP/IP Down/Upstream	940 / 929 MByte/s	941 / 832 MBit/s	941 / 928 MBit/s	927 / 888 MBit/s
WLAN-Durchsatz 2,4 GHz nah / 20 m ¹	147 / 99–134 MBit/s	135 / 91–104 MBit/s	140 / 89–122 MBit/s	99 / 47–73 MBit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	362 / 105–142 MBit/s	306 / 139–164 MBit/s	324 / 119–170 MBit/s	265 / 52–69 MBit/s
2. Modul 5 GHz nah / 20 m ¹	366 / 192–224 MBit/s	-	341 / 180–233 MBit/s	-
SMB-Durchsatz FAT32, NTFS, ext3 (Schreiben/Lesen)	26/32, 28/32, 25/28 MByte/s	10/18, 7/13, 11/17 MByte/s	19/56, 36/50, - / - MByte/s	-
FTP-Durchsatz FAT32, NTFS, ext3 (Schreiben/Lesen)	22/34, 22/34, 26/30 MByte/s	13/27, 13/19, 12/24 MByte/s	- (unterstützt kein FTP)	-
Leistungsaufnahme ²	12,0 Watt	6,0 Watt (7,2/7,5 Watt)	12,2 Watt	3,8 Watt
jährliche Stromkosten (Dauerbetrieb, 30 ct/kWh)	31,56 €	15,78 € (18,94/19,72 €)	32,08 €	9,99 €
Bewertung				
Funktionen / Sicherheit	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ○
QoS-Anpassbarkeit	⊕	⊕	○	⊕
NAT-Durchsatz PPPoE / IP-zu-IP	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
WLAN-Durchsatz 20 m 2,4 / 5 GHz (2. Modul)	⊕⊕ / ○ (⊕⊕)	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕ (⊕⊕)	⊕⊕ / ⊖
Straßenpreis	279 €	139 €	214 €	59 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

¹ gegen MacBook Pro (Early 2015) unter Windows 10² WAN (FE) und 1 LAN-Port (GE) belegt, 1 WLAN-Client angemeldet, keine USB-Geräte, kein Traffic; (ADSL2/VDSL2-Betrieb)³ bei Herstellerdienst, siehe Text⁴ nur DLNA und SharePort, keine Windows-Freigaben

Linksys WRT1900ACS	Netgear R8000	TP-Link Archer C7v2	Trendnet TEW-824DRU	Zyxel NBG6816
1.0.0.168229	1.0.2.46	3.14.3	1.01b1	V1.00(AAWB.1)C0
auf Anfrage	✓	für ältere Version	–	auf Anfrage
1/4/-/1/1	1/4/-/1/1	1/4/-/-/2	1/4/-/-/1	1/4/-/2/-
eSATA (kombiniert mit USB 2.0)	–	–	–	–
Ein, Reset, WPS	Ein, Reset, WPS, WLAN, LED	Ein, WPS/Reset, WLAN	Ein, Reset, WPS	Ein, Reset, WPS, WLAN
12/✓	13 Leuchten/✓	13 Leuchten/–	2/–	4+5/✓
MVL 88F6820 (1,6 GHz) / 128 / 512 MByte	BCM4709AO (1 GHz) / 128 / 256 MByte	QCA9558 (720 MHz) / 16 / 128 MByte	QCA9558 / 16 / 256 MByte	IPQ8064 (1,4 GHz) / 256 / 512 MByte
✓/-/-	–/-/-	–/-/-	–/-/-	✓/✓/-
✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/-/✓	✓/-/✓
✓/✓/-/✓	✓/✓/✓/✓	✓/✓/✓/-	✓/✓/✓/-	✓/✓/✓
Zeitzone	Konfigurationspw., IPv6, Sommerz., Always on	Konfigurationspasswort, Zeiteinstellungen	Konfigurationspasswort, Zeiteinstellungen	IPv6
✓/-/-	✓/-/-	✓/-/-	✓/-/-	✓/-/-
–/-/-	–/-/(✓) ⁵	–/-/(✓) ⁵	–/✓/-	–/-/-
–/✓	–/✓	✓/✓	–/✓	✓/✓
PPTP, L2TP/✓/-	PPTP, L2TP/(✓) ⁶ /k. A. ⁶	PPTP, L2TP/-/-	PPTP, L2TP/-/-	–/-/-
✓/2/-	✓/3/-	✓/3/-	✓/2/-	✓/4/-
✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	–/✓/✓	✓/✓/✓
✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/-/✓	✓/✓/✓	–/-/✓
✓/-/-	✓/✓/✓ (dyn. QoS)	✓/-/-	✓/-/✓ (Streamboost)	✓/✓/✓ (Streamboost)
–/-/-	–	–/✓/✓	–	–
–/-/-/✓	–	✓/-/✓/-	–	–
✓/✓	–	✓/✓	–	–
–/2/25+22	–/4/-	–/-/-	–/-/-	–/-/-
✓/DHCP, 6RD	(✓) ⁶ /DHCP, PPPoE, Passthrough, Courier, 6RD, Gto4	–/DHCP, Static, PPPoE, 6to4	–/DHCP, Static, PPPoE, 6to4	–/DHCP, Static
✓/✓/✓(>12)	–	–	–	✓/-/✓(>12)
✓/-	✓/k. A. ⁶	(✓) ⁷ /–	✓/-	(✓) ⁷ /–
✓(>12)/✓/✓/✓	✓(>12)/✓/✓/✓	✓(>12)/✓/✓/✓	✓(>12)/✓/✓/✓	✓(>12)/–/✓/✓
✓(3.0.28a)/✓/FAT32, NTFS, ext2/3/4, HFS+	✓(3.0.25b)/–/FAT32, NTFS, ext2/3/4, HFS+	✓(3.0.14a)/✓(1)/FAT32, NTFS	✓(k. A.)/✓/FAT32, NTFS	✓(3.0.37)/✓/FAT32, NTFS, ext2/3/4
✓/✓/✓/DLNA	✓/–/✓/DLNA, iTunes	✓/✓(1)/✓/DLNA	✓/✓/-/-	✓/✓(5)/✓/DLNA
Kindersicherung, OpenVPN-Server, AP/Repeater/Bridge-Modus, optional OpenWRT als Firmware	Kindersicherung, VPN-Server (OpenVPN), Datenvolumen-Kontrolle	–	DD-WRT 3.0 als alternative Firmware, Kindersicherung	Wake-on-LAN, Kindersicherung
n-450 / ac-1300	n-450 / 2×ac-1300	n-450 / ac-1300	n-450 / ac-1300	n-600 / ac-1733
2×MVL 88W8864	3×BCM43602	QCA9880 + QCA9558	QCA9880 + QCA9558	QT3840BC + QT2518B
4/✓ (RP-SMA)	6/–	3/✓ (RP-SMA)	–/–	4/✓ (RP-SMA)
36–48/–	36–128/✓	36–48/–	36–48/✓	36–112/✓
✓/✓/✓	✓/✓/–	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/–
✓/✓	✓/✓	–/✓	✓/✓	✓/✓
✓/✓/✓/✓/✓/–	✓/✓/–/✓/✓/✓	–	–	✓/✓/✓/✓/✓/✓
✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓
–/-/-	✓/✓/–	✓/✓/✓	✓/✓/–	✓/✓/–
✓/✓	✓/✓	✓/–	✓/✓	✓/✓
758 / 652 MBit/s	767 / 714 MBit/s	785 / 624 MBit/s	676 / 529 MBit/s	802 / 684 MBit/s
933 / 928 MBit/s	941 / 915 MBit/s	896 / 637 MBit/s	850 / 825 MBit/s	941 / 927 MBit/s
140 / 85–107 MBit/s	143 / 11–102 MBit/s	111 / 73–107 MBit/s	139 / 90–119 MBit/s	122 / 78–91 MBit/s
416 / 79–123 MBit/s	330 / 157–169 MBit/s	350 / 98–163 MBit/s	365 / 99–114 MBit/s	345 / 68–123 MBit/s
–	334 / 157–166 MBit/s	–	–	–
25/57, 54/53, 30/51 MByte/s	22/55, 40/54, 29/53 MByte/s	17/18, 11/12, –/– MByte/s	11/12, 3,3/7,8, –/– MByte/s	24/43, 29/52, 25/51 MByte/s
26/56, 56/53, 30/50 MByte/s	19/43, 29/43, 24/42 MByte/s	19/22, 14/11, –/– MByte/s	3,9/11, 1,3/7,6, –/– MByte/s	26/55, 32/52, 26/52 MByte/s
9,4 Watt	12,0 Watt	4,7 Watt	4,8 Watt	7,6 Watt
24,72 €	31,56 €	12,36 €	12,62 €	19,99 €
⊕/⊕	⊕/○	○/○	⊕/○	⊕/⊕
⊕	○	⊕	○	○
⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕
⊕⊕/○	⊕⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕	⊕⊕/○	⊕⊕/○
250 € (UPV)	268 €	90 €	140 €	197 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	i. V. in Vorbereitung	k. A. keine Angabe	
⁵ beherrscht kein TLS/SSL für SMTP				
⁶ Router ließ sich zwar konfigurieren, stürzte aber reproduzierbar ab, sobald ein Client Datenverkehr erzeugte				
⁷ funktionierte im Test nicht oder nur teilweise, siehe Text				

Dušan Živadinović

Lizenz zum Bremsen

Das Bandbreitenmanagement der WLAN-Router

Viele Router sind, wenn man genau betrachtet, nicht zeitgemäß konzipiert, denn sie schicken brav alle IP-Pakete in der Reihenfolge zum Ziel im Internet, in der sie die Geräte aus dem LAN einliefern. Die Konsequenz sind halbierte Download-Raten, stotternde Wiedergabe bei VoIP-Telefonaten oder vorzeitig verlorene Online-Games. Bessere Router vermeiden solche Störungen elegant per Bandbreiten-Management und lasten so auch den Anschluss optimal aus.

Funktionen für das Bandbreiten-Management sind auf Routern ein wichtiges Hilfsmittel. Damit versuchen sie, den Zugang zum Internet so zu portionieren, dass alle parallel laufenden Anwendungen gemessen an ihrem Bedarf rechtzeitig und ausreichend lange drankommen. So helfen die Funktionen, die Dienstgüte an Anschlüssen mit ausgeprägter Flaschenhalscharakteristik aufrechtzuerhalten. Daher fasst man sie auch unter dem Begriff Quality of Service zusammen (QoS).

Je nach Andrang am Internet-Anschluss und Güte der Algorithmen wirkt das Management mehr oder weniger gut. Wir haben deshalb neun aktuellen Routern mit QoS-Funktionen auf den Zahn gefühlt. Es handelt sich um Geräte für kleine Arbeitsgruppen von Asus, AVM, D-Link, Edimax, Linksys, Netgear, TP-Link, Trendnet und Zyxel. Wie die Router allgemein abschneiden, beschreiben wir ab Seite 114. In diesem Beitrag geht es um die Messung und Bewertung der QoS-Funktionen.

Gruppenreisen

Für QoS-Zwecke teilen die meisten Router den IP-Verkehr in Gruppen ein und gewichten die Pakete unterschiedlich. Üblich sind Einteilungen in zeitkritische Anwendungen, Bandbreiten-kritische sowie Anwendungen ohne besondere Anforderungen.

Die meisten zeitkritischen Anwendungen senden und empfangen nur wenige und nur kleine Pakete, brauchen aber eine schnelle Zustellung. Das sind zum Beispiel Online-Spiele oder VoIP-Telefonate. Deshalb sollten Router die Pakete dieser Anwendungen hoch priorisieren, um sie beim Versand vorzuziehen. Andernfalls

können Pakete von Telefonaten zu spät beim Empfänger eintreffen und so ihren Wiedergabezeitpunkt verpassen, sodass es zu Aussetzern kommt. Eine Untergruppe bilden Chat, SSH und Datenbankzugriffe. Diese brauchen auch nur wenig Bandbreite, aber flotte und zugleich vollständige Übertragungen.

Bei der zweiten Gruppe, den Bandbreiten-kritischen Anwendungen, kommt es darauf an, dass deren Datenpakete schnell und vollständig ankommen. Dazu gehört beispielsweise das Surfen oder die Cloud-Synchronisierung. Die dritte Gruppe, etwa Mail- und Tauschbörsenprogramme, braucht weder beschleunigte Zustellungen noch hohe Bandbreiten.

Die letzte Gruppe besteht lediglich aus Quittungspaketen, die der Empfänger von Downloads an den Sender schicken muss (ACK-Pakete). Leitet der Router diese mit maximaler Geschwindigkeit ins Internet weiter, hält er das Download-Tempo hoch. Gibt er sie verzögert zum Sender, bremst er den Download. So wird auch klar, weshalb ohne QoS ein Upload einen Download bremst: Er hält Quittungspakete auf.

Brachliegende Werkzeuge

Praktisch ließ sich diese Klassifizierung bisher nur schwer nutzen. Mit den QoS-Werkzeugen eines Routers lassen sich Anwendungen zwar prima filtern und sortieren, aber man muss ein wenig über Protokolle, Portnummern und den Bandbreitenbedarf der jeweiligen Anwendung Bescheid wissen.

Einige Hersteller geben daher Regeln für die wichtigsten An-

auf die Drosselung schon bei der Verbindungsanfrage einstellen.

Die Priorisierung von ausgehendem Verkehr stellt höhere Anforderungen. Um für zeitkritische Anwendungen kurze Latenzen zu gewährleisten, müssen Router entweder generell mit kleinen Puffern arbeiten und darin eintreffende VoIP- oder Game-Pakete umgehend vorziehen oder mehrere Warteschlangen mit unterschiedlichen Prioritäten verwalten. Beides erfordert schnelle Paketanalysen und schnelles Sortieren.

Wir haben die Router daher vor die Aufgabe gestellt, VoIP-Telefonate möglichst frei von Aussetzern zu vermitteln, während sie zugleich Mails eines Clients aus dem LAN versenden mussten. LAN-seitig mussten sie nur einen Client versorgen.

Am einfachsten lässt sich die Wirksamkeit von QoS-Algorithmen auf langsamten Leitungen beobachten. Wir haben dafür einen DSL-Anschluss mit 3 MBit/s in Empfangsrichtung und 450 kBit/s in Senderichtung gewählt. Die Senderichtung ist zwar knapp bemessen, genügt aber zum gleichzeitigen Telefonieren und Mailen. VoIP braucht bei üblicher Sprachkodierung (G.711-Codec) nicht mehr als 100 kBit/s und der Rest der Sendebandbreite steht für andere Programm frei. Wichtig dabei ist, dass der Router die Mail-Pakete kurz aufhält, sobald bei ihm ein VoIP-Paket zum Versand eingeht.

Wie gut er diese Vorgabe erfüllt, haben wir auf der Gegenseite mittels der VoIP-Software Linphone erfasst, die am Ende für die Gesprächsqualität eine Note erteilt (1 bis 5, je besser, desto höher). Darin fließt die Paketverlustrate ein. Beides haben wir für die Bewertung der QoS-Funktionen herangezogen.

Wir gingen von einem technisch ordnungsgemäßen Versuchsaufbau und einwandfreien Testkandidaten aus, wenn jeder

wendungen vor, beispielsweise bei Routern, die VoIP-Anschlüsse ab Werk mitbringen oder für den IPTV-Empfang ausgelegt sind. Um weitere Regeln hinzuzufügen, braucht man aber daselbe Know-how wie bei den einfacheren Routern. Das ist beispielsweise bei der Fritzbox von AVM der Fall.

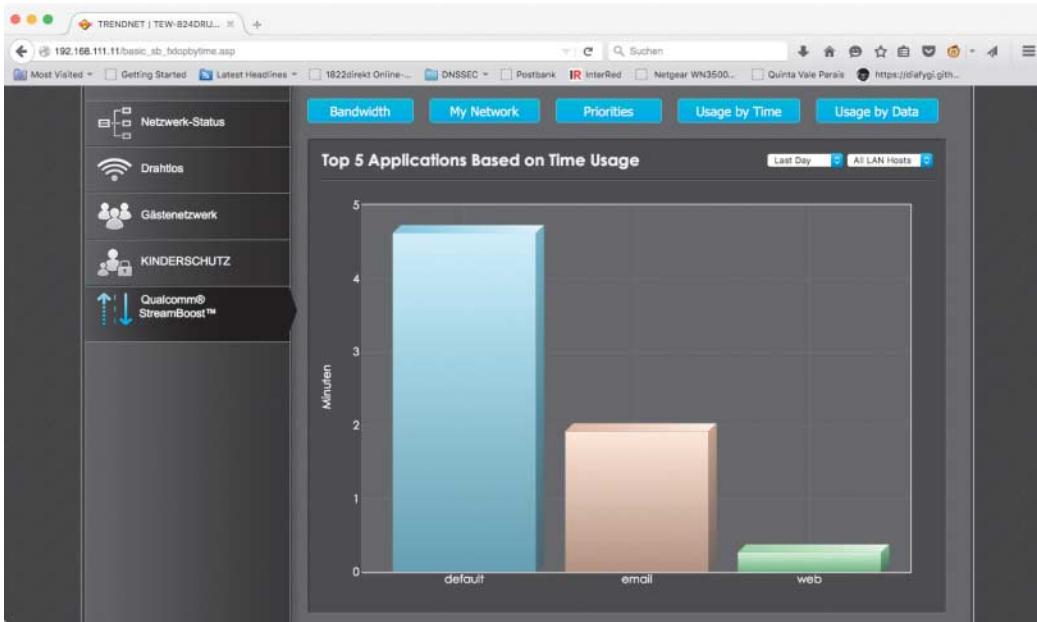
Der Chip-Hersteller Qualcomm geht einen anderen Weg: Die Firma definiert QoS-Regeln selbst und füttet damit die Router der Kunden. Dazu setzt sie einen Grundstock an eigenen Regeln ein und ergänzt ihn anhand von Statistiken, die die Kundengeräte an Qualcomm melden. Welche Daten erhoben werden, erklärt Qualcomm nur diffus, holt aber immerhin das Einverständnis des Nutzers ein.

Testverfahren

Wie wirksam QoS-Funktionen sind, lässt sich unterschiedlich testen. Beispielsweise, indem man prüft, wie gut sie Video-Streams von Netflix, Hulu & Co. gegenüber Tauschbörsen-Verkehr priorisieren. Das ist für einen Router jedoch einfach – er braucht nur die Quittungen für die jeweils zu drosselnden Anwendung etwas verzögert abzuschicken. Und anhand der jeweils angesprochenen Ziele kann er sich

Breitband-Router in der QoS-Bewertung

Bezeichnung	Linphone-Note	Paketverlustrate
Asus RT-AC3200	2,3	14 Prozent
AVM Fritzbox 3490	4,7	0 Prozent
D-Link DIR-890L	1,9	22 Prozent
Edimax BR-6478AC	2,6	10 Prozent
Linksys WRT1900AC	2,6	10 Prozent
Netgear R8000	3,5	10 Prozent
TP-Link Archer C7v2	3,65	10 Prozent
Trendnet TEW-824DRU	3,5	10 Prozent
Zyxel NBG6816	3,5	10 Prozent



Qualcomms StreamBoost bezeichnet die IP-Telefonie, die es durchgestellt hat, neutral als „üblichen“ IP-Verkehr. Darin dürfte der Grund liegen, dass Router mit StreamBoost VoIP-Pakete im Test nicht priorisiert haben und so nur eine schlechte Sprachqualität zustande kam.

Router mehrminütige VoIP-Telefonate ohne Zusatzlast (also ohne parallelen Mail-Versand) frei von Paketverlusten bewältigte und Linphone die Gesprächsqualität mindestens mit 4 bewertete. Bei allen Testmustern war das der Fall.

Ergebnisse

Der **Asus RT-AC3200** braucht als Randbedingung für seine QoS-Funktionen die Up- und Downlink-Rate des Anschlusses. Die kann er auf Wunsch auch selbst mit Speedtest-Messungen ermitteln. Für sein „adaptives QoS“ teilt er Anwendungen selbst in mehrere Kategorien ein, ändert lässt sich die Zuordnung nicht. Dabei verwundert, dass er VoIP, Instant Messaging und Mail in einen Topf wirft.

Mit einsetzendem Mail-Versand verschlechterte sich im Test die Sprachqualität deutlich. Den Gesprächspartner erreichten viele Pakete nur zu spät oder gar nicht (im Mittel kamen rund 14 Prozent nicht zur Wiedergabe). Angesichts der ungeschickten Gruppierung überrascht das Ergebnis nicht.

Der Hersteller AVM liefert seine Router grundsätzlich mit aktivem QoS für VoIP und Fritz-Media-Straeming aus, so auch die **Fritzbox 3490**. Regeln für weitere gängige Anwendungen lassen sich auf Knopfdruck hinzufügen (P2P, SSH). Regeln für VPN-Verkehr gehören überraschenderweise nicht dazu, obwohl die Box VPN-Verbindungen aufbauen kann. Die lassen sich aber ebenso wie für andere, von AVM nicht

berücksichtigte Anwendungen nachtragen. Läblich fanden wir, dass die Box nicht nur TCP und UDP berücksichtigen kann, sondern auch die weniger gängigen Protokolle ESP, GRE und ICMP. Im Test klappte die VoIP-Übertragung tadellos, ob mit oder ohne parallelen Mail-Verkehr (Linphone-Note 4,7, Paketverluste nicht nennenswert).

Manche Hersteller haben eine eigene Vorstellung von QoS-Funktionen. Im **D-Link DIR-890L** steckt eine Variante, die lediglich zwischen verschiedenen Clients im LAN unterscheidet. So priorisiert der Router sämtlichen Verkehr, der von derselben Maschine kommt, hoch. Will der Nutzer also während eines Skype-Gesprächs eine Mail versenden, hilft ihm der Router dabei nicht. Dieser Router eignet sich daher in puncto QoS allenfalls für Spieler, die sich von anderen WG- oder Familienmitgliedern nicht ausbremsen lassen wollen und selbst keine weiteren Anwendungen parallel nutzen.

Mit dem **Edimax BR-6478AC** erhält man gleich zwei verschiedene QoS-Verfahren. Beim herkömmlichen bestimmt der User selbst, was wie zu priorisieren ist. Beim iQoS getauften Verfahren ordnet das Gerät den Verkehr gemäß einem Edimax-Geschmacksmuster. Dabei kann man fünf Kategorien nach Gut-dunkeln priorisieren.

Welche Filter Edimax dafür konkret einsetzt, sagt weder das umfangreiche PDF noch die Online-Hilfe. Auf das Ergebnis in der Test-Disziplin hatte die Wahl der QoS-Technik nur geringen Ein-

fluss (Firmware 2.18: Linphone-Note 1,9 bis 2,3, Paketverlust: bis zu 12 Prozent). Mit der aktuellen Firmware 2.20 war das Ergebnis besser. Wegen weiterhin hoher Latenz kletterte die Linphone-Note aber nur auf 2,6. Die Paketverlustrate sank immerhin deutlich auf nur noch 10 Prozent.

Kleine Tücken

Beim **Linksys WRT1900AC** muss der Nutzer selbst QoS-Strategien entwickeln. Der Hersteller hat dem Gerät nur eine Hand voll fertiger Regeln mitgegeben; VoIP gehört nicht dazu, aber immerhin Skype. Neue Anwendungsregeln sollte man gleich nach dem Eintrag in das Feld für hohe Priorisierung schieben und dann erst auf OK klicken, weil der Router andernfalls den Eintrag kommentarlos verwirft; der Online-Hilfe hätte dieser Tipp auch gut zu Gesicht gestanden.

Im QoS-Test schnitt das Gerät zunächst sehr schlecht ab (Linphone-Note: 1,7, rund 12 Prozent der Pakete kamen nicht oder zu spät an). Etwas bessere Resultate lieferte es, wenn wir den Client, der das VoIP-Telefonat aufbaute, hoch priorisierten (Linphone-Note 2,6, Paketverlust: etwa 10 Prozent). Auffällig beim Linksys war die mit Einsetzen des Mail-Versands stark zunehmende Latenz (im Test von 80 ms auf bis zu 3000 ms). Das deutet auf zu große Puffer hin.

Auf eine sonst übliche QoS-Kategorisierung verzichtet der **TP-Link Archer C7v2** und bietet lediglich ein simple Bandbreiten-Reservierung (Minimum bis Maxi-

mum). Dafür muss man wissen, wie viel eine zu priorisierende Anwendung braucht – und natürlich die Ports und Protokolle kennen, die sie verwendet. Den Regeln lassen sich keine Namen zuordnen. Bei Fehleingaben in den IP-Adress-Feldern löscht er alle zuvor eingegebene Daten, selbst wenn diese korrekt waren.

Im Test haben wir für VoIP in mehreren Durchgängen unterschiedlich viel Bandbreite reserviert (minimal 150 KBit/s, maximal 300 KBit/s). Auf das mäßige Testergebnis hatte das keinen Einfluss.

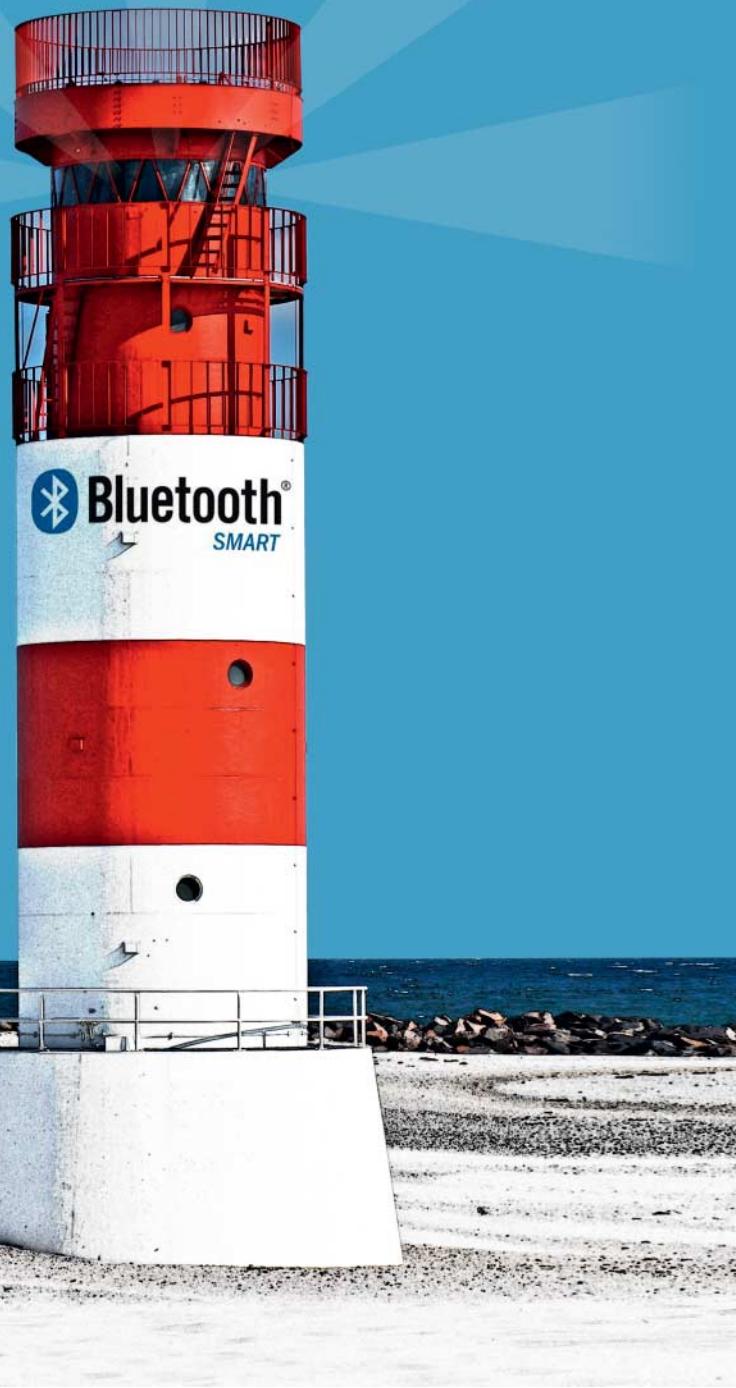
Trendnet TEW-824DRU, Zyxel NBG6816 und offenbar auch **Netgear R8000** nutzen den Dienst von Qualcomm, weshalb wir die Ergebnisse dieser drei Geräte zusammenfassen. Unter dem Strich hinterließen alle drei ein schwaches Bild. Linphone bewertete die Sprachqualität bestenfalls mit 3,5 und rund ein Zehntel der Pakete kam zu spät oder gar nicht am Ziel an.

Das verwundert nicht, denn offenbar hat Qualcomm in seiner Datenbank die VoIP-Anwendung mit Linphone nicht erfasst (UDP-Port 7078). Das lässt jedenfalls eine Statistik des Trendnet-Routers annehmen, der den Mail-Verkehr zwar korrekt identifiziert, aber die IP-Telefonie unter „default“ einsortiert.

Biologisches QoS

Im Test haben mehrere Kandidaten nur ganz schwach abgeschnitten. An dem zugegebenermaßen sehr langsamem DSL-Anschluss hatten die QoS-Funktionen einiger Kandidaten kaum einen Effekt. Will man mit diesen Geräten mehrere Anwendungen gleichzeitig nutzen, die Daten ins Internet senden, braucht man sehr schnelle Anschlüsse – und kann dann QoS abschalten. Alternative: Das biologische QoS nutzen, also nur nacheinander Fotos hochladen und Online-Spiele spielen.

Dass es auch besser geht, kann man beim TP-Link Archer C7v2 und den Routern mit Qualcomms Dienst immerhin ahnen. Die Umsetzung lässt aber noch reichlich Luft nach oben. Einzig die QoS-Funktionen der Fritzbox erwiesen sich im Test als tragfähig. Um sie auch für andere Anwendungen als VoIP und Video-Streams nutzen zu können, braucht man aber auch etwas Know-how. (dz@ct.de) 



Nico Jurran

Ortsweiser

Stand der Technik bei Beacons

Smartphone-Apps belohnen Kunden für das Betreten von Geschäften, präsentieren am Flughafen-Gate automatisch die passende Bordkarte, erklären im Museum die Kunstwerke in jedem Raum oder weisen den Weg zum verlegten Schlüssel – alles dank kleiner Funkfeuer, sogenannter Beacons.

Die deutsche Übersetzung „Funkfeuer“ beschreibt schon recht genau die Funktionsweise sogenannter Beacons: Als Mini-Sender strahlen sie in festen Zeitintervallen eine bestimmte Kennung aus, die von Mobilgeräten mit passender App empfangen und identifiziert werden.

Die Anwendung auf dem Mobilgerät erfährt so aber nicht nur, dass sich das Smartphone oder Tablet im Funkbereich des Beacons befindet. Anhand der empfangenen Daten kann sie auch ermitteln, in welchem Abstand das Mobilgerät zum Funkfeuer steht.

Dies ist beispielsweise für Indoor-Navigationslösungen eine wichtige Aufgabe, da dem Handy hierbei keine GPS-Daten zur Verfügung stehen.

Einsatzgebiete

In der Praxis gibt es vor allem drei Einsatzszenarien für Beacons. Beim ersten installiert sich der Anwender eine App auf sein Mobilgerät. Diese reagiert nun auf die dazugehörigen Beacons, die zuvor fest installiert wurden.

Anhand der Beacon-Signale erkennen beispielsweise von Händlern ausgegebene Apps, dass der Anwender gerade den Laden betreten hat. Diese Informationen kann eine App dann samt der zuvor eingegebenen Kundendaten zum Server des Unternehmens übermitteln. Der Server kann daraus ein individuelles Angebot erstellen und an die App senden, die es dem Kunden präsentiert.

In diese Gruppe fällt etwa die Shopkick-App, die anschlägt, wenn man Filialen von Douglas, Media Markt, Saturn oder Obi betritt. Mit zuvor fest installierten Beacons arbeiten aber auch Apps, die im Museum Informationen zu jedem Raum geben – oder die Facebook-App, für die das Netzwerk in den USA kostenlos Beacons an Händler verteilt.

Beim zweiten Einsatzszenario nutzen die Anwender Beacons für ein Tracking: Die Funkfeuer werden an Objekten befestigt, um diese später mit Hilfe des Smartphones leichter wiederzufinden. Beliebt sind hier beispielsweise Mini-Beacons, die man ans Schlüsselbund hängen kann. Diese Beacons kauft man gewöhnlich samt App. Typischerweise lassen sie sich nur für den beworbenen Zweck nutzen und nicht konfigurieren.

Relativ neu ist das dritte Einsatzgebiet, bei dem Privatpersonen frei konfigurierbare Beacons kaufen, um diese selbst zu installieren und mit ebenfalls konfigurierbaren Beacon-Apps zu nutzen. c't hatte in [1] beispielsweise gezeigt, wie sich Beacons im Smart Home zur Anwesenheitserkennung einsetzen lassen.

Angepriesen

Die Grundlage für die Mini-Sender legte die Spezifikation zum stromsparenden Protokoll Bluetooth 4.0 Low Energy (BLE) alias

Bluetooth Smart. Sie definiert die Übertragung sogenannter Advertising Packets (auch Advertising Frames genannt) mit einer Gesamtlänge von bis zu 47 Bytes über das stromsparende Funkprotokoll (siehe Skizze Seite 128).

An sich dienen diese Pakete dazu, dass Bluetooth-Smart-Geräte einander sehen, sie sind also praktisch „Hallo, hier bin ich“-Nachrichten. Solche Pakete senden etwa auch Smartwatches oder Herzfrequenzmesser, die sich mit einem Smartphone koppeln möchten. Die Besonderheit bei Beacons ist, dass sie sich nicht koppeln müssen: Das von ihnen übertragene Paket enthält bereits alle Nutzdaten, die die App auf dem Smartphone benötigt.

Weil Apple Beacons früh kommerziell einsetzte, glauben viele Anwender bis heute, dass es sich um eine exklusive Technik des Unternehmens handele – zumal es mit „iBeacon“ einen passenden Markennamen eintragen ließ. Tatsächlich legte Apple „nur“ einen Rahmen für die Nutzdaten fest und schuf mit „CoreLocation“ ein Framework in iOS (ab Version 7), mit dem sich Beacons erfassen und der Abstand zu ihnen berechnen lässt.

Eine offizielle iBeacon-Unterstützung für andere Betriebssysteme gibt es nicht. Mittlerweile stellen aber viele Firmen Beacons her, die nicht nach der iBeacon-Spezifikation senden.

Blind Date

Doch wie gelangen die Daten von einer Seite zur anderen? Tatsächlich senden die Beacons die Pakete fortlaufend „blind“ in einem festgelegten Intervall auf den drei „Advertising Channels“ 37, 38 und 39 aus (siehe Skizze S. 126) – ohne zu wissen, ob eine Gegenstelle in der Nähe ist. Mobilgeräte scannen ihrerseits eben diese drei Kanäle auf bloßen Verdacht nach eintreffenden Advertising Packets. Ein Frame wird nur empfangen, wenn sich beide Ereignisse zufällig überschneiden.



In jedem Beacon steckt ein kleiner Prozessor mit eigener Firmware. Die meisten Modelle werden per Batterie mit Strom versorgt.

S. 126) – ohne zu wissen, ob eine Gegenstelle in der Nähe ist. Mobilgeräte scannen ihrerseits eben diese drei Kanäle auf bloßen Verdacht nach eintreffenden Advertising Packets. Ein Frame wird nur empfangen, wenn sich beide Ereignisse zufällig überschneiden.

Das Sende-Intervall kann laut Spezifikation zwischen 20 Millisekunden und 10,24 Sekunden liegen, üblich sind Werte zwischen 100 und 2000 Millisekunden. Da Mobilgeräte aus Stromspargründen nicht ununterbrochen auf Pakete horchen, kann selbst ein vermeintlich kurzes Sende-Intervall von einer Sekunde dazu führen, dass ein Smartphone ein Beacon erst nach Minuten entdeckt – oder vielleicht überhaupt nicht, weil der Nutzer zu schnell am Funkfeuer vorbeigegangen ist. Je kürzer das Sende-Intervall, umso höher ist wiederum die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mobilgerät ein Paket empfängt – und umso höher der Stromverbrauch des Beacons. Es gilt also, das richtige Maß zu finden – unter Berücksichtigung des jeweiligen Einsatzgebietes.

Die iBeacon-Spezifikation legt ein sehr kurzes Sende-Intervall

von 100 ms fest – was sich spürbar auf die Laufzeit auswirkt: Eine Untersuchung mit iBeacons von 16 Herstellern zeigte, dass Modelle mit Knopfzelle nur einen bis maximal drei Monate durchhielten. Allerdings kann man meist auch bei iBeacons das Intervall hochsetzen – ohne die eigentliche Funktion negativ zu beeinflussen. Die Wirkung ist enorm: Mit einem Sendeintervall von 900 ms liefen die iBeacons aus der oben angesprochenen Untersuchung mit einer Knopfzelle satte zwei bis drei Jahre.

Entsprechend verhält es sich mit der Sendeleistung: Setzt man sie hoch an, wird das Beacon bereits aus größerer Entfernung erkannt – und man erhält ein stabileres Signal. Theoretisch können Beacons bis zu 70 Meter weit funkeln, realistisch sind Distanzen bis circa 45 Meter. Eine hohe Sendeleistung wirkt sich aber wiederum negativ auf den Stromverbrauch aus.

Folgen Beacons übrigens tatsächlich der „reinen Lehre“ und bieten keine Möglichkeit zur Kopplung, ist eine Änderung der Einstellungen bestenfalls mittels eines Hardware-Eingriffs möglich. Um eine einfache Konfigu-

ration zu ermöglichen, verbinden sich Beacons aber in der Regel mit Mobilgeräten, auf denen eine spezielle Service-App des Beacon-Herstellers läuft – allerdings erst nach Eingabe eines Passworts, um zu verhindern, dass sie von Unbefugten übernommen werden.

Unter Strom

Um nicht ständig die verbleibende Laufzeit ihrer Beacons im Auge behalten zu müssen, setzen Händler häufig auf Beacons mit Batterien, die größer sind als Knopfzellen und daher länger durchhalten. Modelle wie der Onyx Enterprise Beacon sind sogar mehr als handtellergroß, laufen dafür aber auch mit kurzem Sende-Intervall bis zu vier Jahren am Stück. Daneben werden auch „Einweg-Beacons“ angeboten, deren Batterie sich nicht wechselt lässt.

Nordic Semiconductor konnte seine „nRF“-Prozessorenreihe so weiterentwickeln, dass der Sprung von der vorigen zur aktuellen Generation praktisch zu einer Halbierung der Leistungsaufnahme führte. Beaconinside gab jüngst bekannt, dass man durch die Zusammenarbeit mit dem Batteriespezialisten Varta und den Einsatz des neuesten Texas-Instruments-Chips CC2640 die Batterielaufzeit sogar von ursprünglich zwei auf über fünf Jahre verlängern konnte.

Den einfachsten Weg aus dem Laufzeit-Dilemma bietet Netzstrom. Tatsächlich haben mehrere Hersteller Beacons im Sortiment, die sich über USB beziehungsweise ein externes Netzteil mit Strom versorgen lassen.

iBeacon

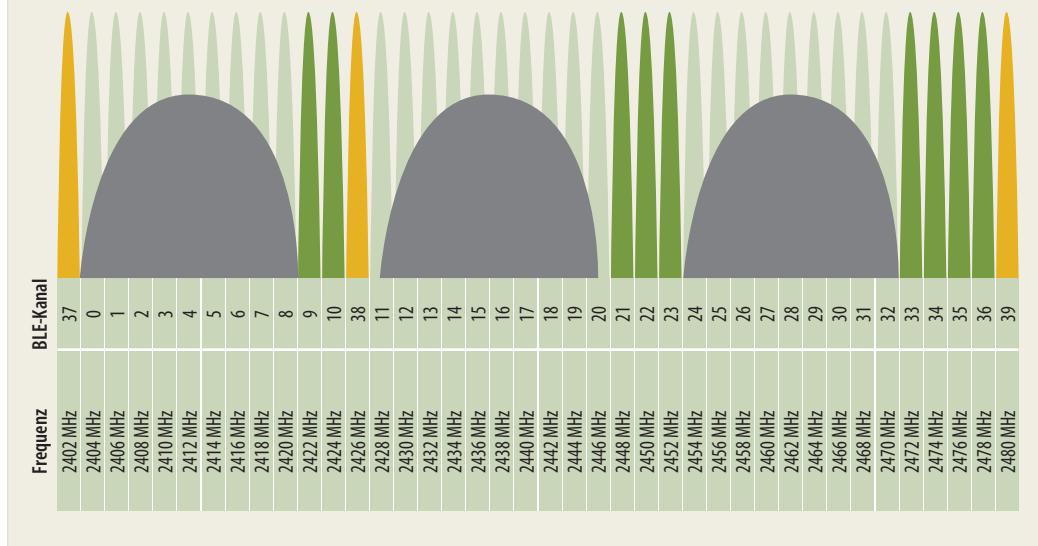
Apples iBeacon-Spezifikation legt aber nicht nur das Sende-Inter-



Beacon-Technologie trifft auf Augmented Reality: In einem Pilotprojekt leitet das Handy Ortsfremde durch den Tokioter Bahnhof Shibuya zum richtigen Bahnsteig.

Advertising Channels

Der BLE-Standard unterteilt das 2,4-GHz-Spektrum in 39 Kanäle à 2 MHz, von denen 36 für den Datenaustausch gedacht sind. Die verbleibenden drei Kanäle (hier orange) werden für das Advertising genutzt, weil sie nicht mit den drei am häufigsten verwendeten – und wesentlich breiteren – WLAN-Kanälen 1, 6 und 11 kollidieren.



vall fest, sondern konkretisiert auch die BLE-Spezifikation bezüglich des Aufbaus der in der Protocol Data Unit (PDU) übertragenen Nutzdaten. Letztlich geht es hier um 31 Bytes, von denen iBeacons 30 Bytes belegen (siehe Skizze Seite 128).

Darin befindet sich unter anderem die Kennung des Herstellers, die iOS prüft. Nach Angaben von Entwicklern und Beacon-Herstellern verlangt iOS 8 zwingend, dass hier Apples Kennung „0x004C“ hinterlegt ist, damit iBeacon-Apps die gelieferten Informationen akzeptieren. Wer als Beacon-Hersteller ohne Vereinbarung Apples Kennung nutzt, riskiert rechtliche Konsequenzen.

Jedes iBeacon kann sich über drei Werte identifizieren: einen 16 Byte langen „Proximity UUID“ (Universally Unique Identifier) sowie einen Major- und einen Minor-Wert mit einer Länge von jeweils 2 Byte. Mehrere iBeacons lassen sich zu Gruppen zusammenfügen, indem sie sich bestimmte Werte teilen. Bei Ladenketten wäre dann etwa folgende Einteilung möglich: Alle Beacons der Kette haben dieselbe UUID, während die Funkfeuer jeder Filiale jeweils einen Major-Wert zugewiesen bekommen. Im Laden lassen sich dann die verschiedenen Räume anhand der unterschiedlichen Minor-Angabe unterscheiden.

Abstandsmessung

Apple bietet in iOS verschiedene API-Methoden an, um iBeacons aufzuspüren. Dazu zählt das auch für im Hintergrund laufende Apps verfügbare „Monitoring“, das mitteilt, ob ein Beacon in Reichweite ist oder nicht. „Ranging“ liefert hingegen auch eine Abstandseinschätzung, ist dafür aber nur für aktive Apps verfügbar. Die Einschätzung gibt iOS anhand von zwei Werten. Der eine ist im iBeacon-Datensatz im Feld „TX Power“ hinterlegt. Er gibt an, welche Signalstärke eine Gegenstelle beim Empfang erwarten darf (Received Signal Strength Indicator, RSSI). Hierbei handelt es sich

gemäß Apples Spezifikation um einen vom Hersteller bei der Fertigung des Beacons als Konstante abgespeicherten „Measured Power“-Wert, der den RSSI auf einem Abstand von einem Meter angibt. Der zweite Wert ist die tatsächlich gemessene Signalstärke. Um die Entfernung zu schätzen, vergleicht iOS den RSSI mit der tatsächlichen Signalstärke, die verschiedene iOS-Apps auch anzeigen können.

Apple selbst gibt an, dass die iBeacon-Technik nicht für eine konkrete Indoor-Lokalisierung gedacht ist, sondern eine Genauigkeit auf Raum-Ebene bieten „sollte“. Leserzuschriften zu [1] zeigten, dass es selbst dabei durchaus Probleme geben kann – etwa weil die App Schwierigkeiten hat, sich zwischen zwei aneinander grenzenden Räumen zu entscheiden. Auch die seitdem von c't durchgeführten Versuche ergaben, dass die Genauigkeit der Erfassung stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängt – und dass sich Probleme nicht einfach durch einen Wechsel des iBeacon-Modells beseitigen lassen, wie einige Leser gehofft hatten.

Lösungen wie Estimotes „Cell Network System“ liefern unter Verwendung mehrerer Beacons zwar präzisere Ergebnisse, wie der im Kasten auf Seite 129 beschriebene Versuch zeigte. Auf diese Weise das komplette Heim für Smart-Home-Anwendungen zu erfassen dürfte aber das Budget der meisten Nutzer sprengen. Zudem bleibt dann noch die Hürde, die passende App zu bekommen, die die zur jeweiligen Position des Handys im Raum passende Aktion auslöst.

Neue Mitspieler

Mit der Zeit schufen einige Hersteller Beacons, die eigene Paket-Formate nutzen – etwa, um eine Kompatibilität mit Android-Mobilgeräten herzustellen oder spezielle Funktionen zu realisieren. Bei diesen Beacons lässt sich gewöhnlich zwischen iBeacon-Modus und dem Format der Firma wechseln. Radius Networks veröffentlichte mit „Alt-Beacon“ eine offene Beacon-Spezifikation. Solche freien Ansätze finden ihre Grenzen jedoch schnell bei den Herrschern über die Mobilbetriebssysteme. Google blieb recht lange im Hinter-

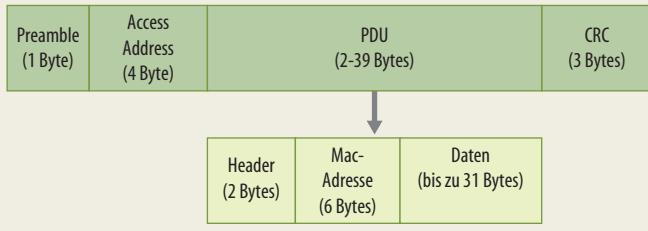


Beacon-Parade: Die Funkfeuer werden mittlerweile in allen möglichen Bauformen angeboten.

Anzeige

Advertising Packet

Vom Advertising Packet ist für die Beacons vor allem der Bereich „PDU“ (Protocol Data Unit) interessant. Zieht man Header und Mac-Adresse ab, bleiben 31 Bytes für Nutzdaten übrig.



grund, veröffentlichte inzwischen aber ein eigenes Beacon-Format namens „Eddystone“, benannt nach einem Leuchtturm in Großbritannien.

Eddystone-URL

Im Unterschied zu Apple machte die Spezifikation zu seinen Eddystone-Beacons frei zugänglich (siehe Link am Ende des Artikels).

Eddystone kennt gleich mehrere Paket-Typen, darunter mit „Eddystone-UID“ ein Äquivalent zum iBeacon-Format. Die Identifizierung der einzelnen Beacons läuft hier aber nicht über eine 20 Byte lange Kombination aus UUID, Major und Minor. Vielmehr nutzt Eddystone einen nur 16 Byte langen Eintrag aus einem 10 Byte umfassenden „Namensraum“, der die gleiche Funktion erfüllt wie die UUID, und einer „Instanz“, die die Rolle von Major und Minor übernimmt.

Interessanter ist der Paket-Typ „Eddystone-URL“, der eine Website-Adresse enthält. Da diese nur 17 Stellen lang sein darf, wird sie komprimiert abgelegt. Wie bei Googles Verkürzer Goo.gl wird aus www.heise.de/ct/editorial so goo.gl/NmNs9q. Ein zusätzliches Feld, über das mit einem Byte

URL-Prefixe wie „<http://www.>“ übertragen werden, ermöglicht eine weitere Verkürzung.

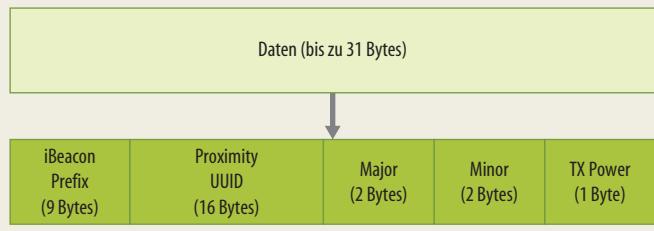
Der Vorteil von Eddystone-URL ist, dass sich die Adressen am Mobilgerät nach dem Empfang direkt und ohne spezielle App über den Browser aufrufen lassen. Experten sprechen daher auch von der „Beacon-Variante des QR-Codes“. Das macht sie auch für Werbetreibende interessant, die nicht extra eine App programmieren lassen wollen.

Hinter Eddystone steckt die Idee des „Physical Web“ mit einer möglichst nahtlosen Verknüpfung des Internets mit der realen Welt. Google will mehr und mehr seiner Anwendungen und Dienste auf die Eddystone-Beacons anpassen. Wie das Ergebnis aussehen kann, zeigt ein Nahverkehrsprojekt in Portland (USA): Hier schicken die Mini-Sender Fahrgästen über Google Maps an Haltestellen passende Echtzeit-Informationen zur aktuellen Verkehrslage. Künftig sollen von Funkfeuern ausgesendete Informationen auch Google Now helfen, die zum jeweiligen Ort passenden Informationen anzuzeigen – etwa das Tagesmenü beim Betreten eines Restaurants.

Bei beiden Frames gibt es ein Feld mit einem fixen „Tx Power“-

iBeacon

Von den 31 Bytes Nutzdaten in der PDU verwendet Apple für das iBeacon-Format 30 Bytes, wovon 9 Bytes auf den sogenannte „iBeacon Prefix“ entfallen.



Wert, der die Signalstärke bei einem Abstand von 0 Metern angibt und über den sich wie bei den iBeacons die Entfernung zwischen Mobilgerät und Beacon errechnen lässt. Das gesamte Nutzdaten-Paket bei Eddystone-UUID und -URL ist jeweils 20 Bytes lang – und damit kürzer als das bei Beacons.

iOS lässt ein Monitoring anderer Beacons als Beacons im Hintergrund über CoreLocation nicht zu. Auch Eddystone-Beacons lassen sich daher nicht auf Apple-Mobilgeräten mit Apps finden, die nur dieses Framework nutzen. Ein alternativer Weg kann zwar über das generellere CoreBluetooth-Framework führen, allerdings bietet dieser weniger Funktionen und arbeitet weniger energieeffizient.

Eddystone-TLM

Neben den beiden Haupt-Paketformaten ist in der Eddystone-Spezifikation ein „Telemetrie“-Frame definiert, um den Zustand des Funkfeuers zu übermitteln. Solche Eddystone-TLM-Pakete können unter anderem die Temperatur des Beacons und den Ladestatus seiner Batterien, die Zeit seit dem letzten Start und die Zahl der seither übertrage-

nen Datenpakete enthalten. Bei Beacons lässt sich der Batteriestatus gewöhnlich nur ermitteln, indem man sich über die Service-App mit ihnen verbindet – was schnell zur lästigen Prozedur wird, wenn man mehrere Exemplare mit Knopfzellen im Einsatz hat.

Da beim TLM-Paket Erweiterungen vorgesehen sind, könnten in künftigen Versionen darüber zudem externe Sensordaten wie etwa eine gemessene Umgebungstemperatur übertragen werden.

Eddystone-TLM ist kein eigenständiges Frame, sondern wird zusätzlich zum Hauptpaket übertragen. Dabei setzt Google auf das Konzept des Interleaving, auch „Dual Advertising“ genannt: Nach festem Muster wird hier mal das eine, mal das andere Frame gesendet. Ein Eddystone-Beacon kann auch abwechselnd das UID-, das URL- und das TLM-Paket aussenden. Wie häufig jedes Frame in diesem Muster auftaucht, lässt sich auf das Einsatzgebiet abstimmen.

Sicherheitsfragen

Darüber hinaus hat Google mit Eddystone-EID (Ephemeral Identifier) ein weiteres Frame-Format in Arbeit. Die Idee dahinter ist, dass sich die Inhalte der Pakete nur von ausgewählten Apps auslesen lassen. Technisch soll dies mit einer Verschlüsselung erreicht werden, konkrete Details will Google noch bekanntgeben. Einsatzgebiete für Eddystone-EID wären sicherheitskritische Anwendungen, etwa smarte Türschlösser, die sich über Apps öffnen lassen.

Auch aktuelle Beacons bieten über Sicherheitsfunktionen. So kennen die BLE-Spezifikation



Bild: Facebook

Amerikanische Geschäfte können sich bei Facebook um ein kostenloses Beacon bewerben. Ist es installiert, taucht der Laden im Bereich „Place Tips“ mit weiteren Informationen und Kommentarfunktionen auf.

Indoor-Navigation

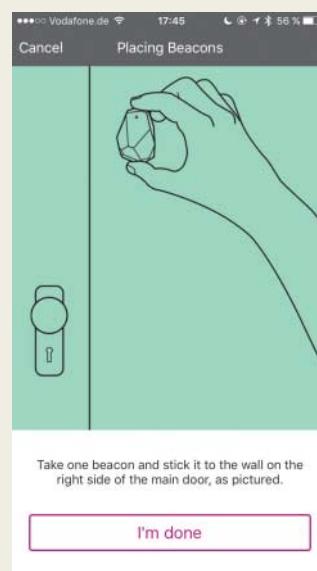
Die Einschätzung des Abstands zwischen Beacon und Mobilgerät anhand des TX-Wertes im Advertising Packet und des ermittelten RSSI-Werts ist an sich keine schlechte Idee. Äußere Einflüsse können das Ergebnis jedoch stark verfälschen – etwa Wände und Gegenstände, die das vom Beacon gesendete Signal blockieren oder reflektieren. Auch der menschliche Körper dämpft das Bluetooth-Signal ordentlich.

Sind mindestens drei Beacons in Reichweite des Endgeräts, lässt sich durch Trilateration die Position des Empfängers im zweidimensionalen Raum errechnen. Allerdings wird dabei laut Beacon-Hersteller Estimote auch mit fortgeschrittenen Rauschunterdrückalgorithmen nur eine Genauigkeit von etwa 5 bis 6 Metern erreicht.

Für sein eigenes „Cell Network System“ verspricht Estimote dagegen eine durchschnittliche Genauigkeit von einem Meter. Wir wollten das testen und ließen uns zwei „Developer Kits“ kommen, die mit jeweils rund 100 US-Dollar zu Buche schlagen. Zwei deshalb, weil in jedem Kit drei Beacons enthalten sind, man für die Errichtung des Cell-Netzwerks aber mindestens vier Funkfeuer benötigt – eine interessante Verkaufsstrategie. Estimote bietet ein eigenes SDK an, um die Indoor-Location-Funktion in eigenen Apps zu nutzen.

Die Einrichtung ist schnell erledigt: Nach der Registrierung aller Beacons klebt man das erste Exemplar in Brusthöhe innen neben die Eingangstür des zu erfassenden Raumes. Hat man dieses mit der passenden „Indoor“-App des Herstellers erfasst, werden die übrigen drei Beacons jeweils in der Mitte der anderen drei Wände befestigt und ebenfalls eingebucht. Während dieses Vorgangs schreitet man an der Wand entlang von einer Position zur nächsten – mit dem nach vorne gerichteten Handy in der Hand. Ist man so am Ausgangspunkt wieder angekommen, muss man noch einmal das ersten Beacon in die Datenbank der App aufnehmen.

Nun sieht man den Umriss des erfassten Raums und die eigene Position beziehungsweise die des Handys inklusive Koordinaten. Das Ergebnis war im Test insgesamt durchaus beeindruckend. Allerdings zeigte sich auch hier, dass das Signal und damit die Genauigkeit der Positionsbestimmung bereits stark nachlässt, wenn man zwischen Beacon und Handy steht – weil man etwa seinen Rücken zum Funkfeuer gedreht hat. Erst als wir uns wieder mit dem Handy zum nächstgelegenen Beacon drehten, sprang die Anzeige auf die exakte Position.



Die Estimote-Beacons muss man für das Cell Network System nach Anleitung an den Wänden des Raumes befestigen.



Die Anzeige der Indoor-App passt sich in Echtzeit der aktuellen Position an, wenn man sich durch den Raum bewegt.

und iOS Funktionen, die ein einfaches Auslesen der UUID bei unbekannten Beacons verhindert. Andernfalls ließen sich Wege von Beacons, die an Objekten angeheftet sind – und damit deren Träger – einfach tracken.

Manche Hersteller bieten auch explizit Beacons mit integrierten Abwehrmechanismen gegen das sogenannte „Beacon Spoofing“ an. Hacker replizieren dabei Paketdaten von Beacons, um Apps in die Irre zu leiten – so geschehen etwa beim „Scavenger Hunt“ zur CES 2014, wo der Messeveranstalter einen Preis für das Auffinden von Beacons in verschiedenen Hallen ausgelobt hatte. Der Hacker Alasdair

Allan extrahierte daraufhin aus der offiziellen Android-App UUID und Major/Minor-Werte, fütterte ein Beacon nacheinander mit allen nötigen Werten und wartete jedes Mal, dass die App anschlug. Am Ende erhielt er eine Gewinnmitteilung, ohne überhaupt die CES besucht zu haben.

Bei Eddystone-URL ist wiederum zu befürchten, dass Smartphone-User auf Malware-Seiten geleitet werden. Noch sind diesbezüglich nicht alle Fragen geklärt, offenbar soll Eddystone-URL nach dem Willen von Google aber keine direkten Seitenaufrufe auslösen. Vielmehr tauchen die Websites nur im Notification Cen-

ter auf und werden erst aufgerufen, wenn der User sie antippt. Reichen dürfte das als Schutz vor Missbrauch aber nicht.

Ausblick

Der Erfolg von Beacons ist unbestreitbar: Marktanalysten gehen davon aus, dass bis Ende 2016 bereits 85 Prozent der Läden der US-amerikanischen Top-100-Händler mit den Funkfeuern ausgestattet sind. Und auch im privaten Bereich kommen immer öfter Beacons zum Einsatz.

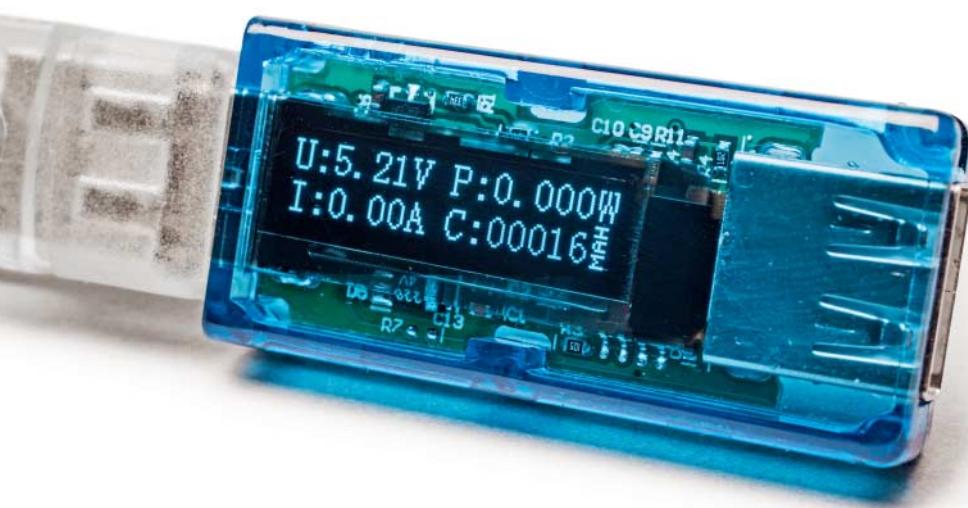
Einen großen Schub dürfte diese Entwicklung durch Googles Eddystone-Plattform als Konkurrent zur iBeacon-Lösung

erleben. Mittlerweile bieten die meisten großen Beacon-Hersteller eine Eddystone-Firmware für ihre Beacons an oder haben ein solches zumindest in Aussicht gestellt. (nij@ct.de)

Literatur

- [1] Nico Jurran, Wo bist Du?, Lösungen zur Anwesenheitserkennung, c't 12/15, S. 89
- [2] Nico Jurran, König Blauzahns Schlachtplan, Neue Roadmap für Bluetooth Smart – mit Mesh-Netzwerk, besseren Beacons und Hörgeräten, c't 22/15, S. 16

ct Eddystone-Spezifikation: ct.de/y95p



Christof Windeck

Bus-Messer

USB-Multimeter helfen bei der Diagnose von USB-(Lade-)Geräten

Kleine Messgeräte zum Dazwischenstöpseln zeigen, welcher Strom über USB fließt und welche Spannung anliegt. So helfen sie bei der Fehlersuche, falls etwa Festplatten nicht richtig anlaufen oder Mobilgeräte zu langsam laden.

Der Universal Serial Bus macht seinem Namen alle Ehre, weil er nicht bloß zur Datenübertragung und zum Anschluss von Peripheriegeräten an PCs und Notebooks dient. 5-Volt-Netzteile mit USB-Anschlüssen haben sich zum Laden von Smartphones und Tablets etabliert. Bei der Fehlersuche wird es aber oft schwierig, denn an die USB-Kontakte kommt man schlecht heran und bei USB 3.0 stören Adapter den Datenfluss.

Bezahlbare USB-Messgeräte zeigen Spannung und Stromfluss im Bus: Plätschert der Ladestrom nur müde, ist es kein Wunder, wenn der Handy-Akku erst nach acht Stunden voll ist. Wir haben vier USB-Messgeräte bei Amazon bestellt, eines von Portapow und drei vom chinesischen Direktvermarkter Drok (Droking) aus Guangzhou.

Drok vertreibt verschiedene USB-Messgeräte mit Spezialfunktionen. Leider erschließt

sich die Produktvielfalt wegen der schlecht übersetzten Beschreibungen und verwirrenden Produktbezeichnungen nicht so leicht. Auch die Bestellung ist schwierig, weil Drok bei Amazon auch unter dem Namen Deok auftritt und man unter verschiedenen USB-Messgeräten über die Schaltfläche „Größe“ wählen muss. Zu allem Überfluss scheint Drok Varianten vermeintlich baugleicher Geräte auszuliefern. So bekommt man die blauen Stöpsel mal mit weißem, mal mit blauem OLED-Display und bei einer Variante hat die Spannungsanzeige drei statt zwei Nachkommastellen.

Doch genug gejammt: Die Drok-Messgeräte funktionieren prima. Schon die billigste blaue USB-2.0-Version hat einen weiten Messbereich und zeigt viele Infos auf einen Blick: Spannung, Strom, Leistung sowie die seit dem Einschalten übertragene Ladungsmenge in mAh. So kann man ungefähr abschätzen, wie weit der Akku eines angeschlossenen Gerätes geladen wurde. Dabei muss man freilich die Wandlungsverluste im Mobilgerät abziehen und den Messfehler berücksichtigen. Der kann erheblich sein, obwohl die USB-Messgeräte im Bereich um 500 mA um weniger als etwa 2 Prozent abweichen.

Viel präziser lässt sich die Messgenauigkeit nicht sinnvoll bestimmen, weil sie von der jeweiligen Verschaltung und dem Stromfluss abhängt. Bei kleinen Strömen unter 100 mA kann eine schwankende Nachkommastelle für 10 Prozent Fehler sorgen. Bei starken Strömen führen die unvermeidlichen Widerstände von Steckverbindern und Kabeln zu Spannungsabfällen: Je nach Adapters und Kabellänge liegt am Mobilgerät dann deutlich weniger Spannung an als am Messgerät. Bei 1,5 A waren es bei unserem Messaufbau rund 3 Prozent weniger.

Die blauen Drok-Geräte zeigen bei Geräten mit der Qualcomm-Schnellladefunktion Quick Charge (siehe Textkasten) deren Funktion an: Sie verkraften bis zu 13 Volt. Die an-

Mehr-Strom-Stöpsel

Die Spezifikationen für USB 2.0 und 3.0 sehen maximal 500 beziehungsweise 900 mA Strom vor für USB-Geräte, die am Host angemeldet sind. „Einfach so“ angeschlossene Geräte dürfen eigentlich bloß 100 mA ziehen, die meisten USB-Ports liefern aber klaglos auch dann etwas mehr als 500 mA. Bei 5 Volt ergeben sich daraus lediglich 2,5 Watt: Der 30-Wattstunden-Akku eines Tablets wäre damit frühestens nach 12 Stunden voll, Wandlerverluste nicht einmal eingerechnet.

USB-Ladegeräte und spezielle Ladebuchsen an PCs und Notebooks liefern deshalb höhere Ströme, einige mehr als 2 A. Doch manche Smartphones begnügen sich mit 500 mA, um gewöhnliche USB-Ports nicht

zu beschädigen. Erst wenn die Elektronik im Smartphone ein stärkeres Netzteil erkennt, gönnt sie sich mehr Strom.

Zur Signalisierung höherer Strombelastbarkeit zweckentfremdet die USB Battery Charging Specification die USB-2.0-Datenleitungen – bei einem reinen Ladegerät ist ja keine Datenübertragung nötig. Bestimmte Widerstände oder auch ein Kurzschluss der Datenleitungen zeigen stärkeren Strom an. Genau das erledigen Zwischenstecker wie der Portapow SmartCharge. Aber Vorsicht: Einerseits folgen nicht alle Smartphone-Hersteller der USB Battery Charging Specification. Und andererseits muss der jeweilige USB-Port auch wirklich ausreichend leistungsfähig sein.



Der SmartCharge-Zwischenstecker unterrichtet die USB-Datenleitungen und signalisiert Mobilgeräten höhere Strombelastbarkeit.

Anzeige



Die beiden blauen USB-Zwischenstecker und der schwarze stammen von Drok, der weiße kommt von Portapow.

Qualcomm Quick Charge (QC)

Wie im anderen Textkasten erklärt, stellen USB 2.0/3.0 maximal 2,5 beziehungsweise 4,5 Watt Leistung bereit. Manche USB-Netzteile liefern auch mehr als 2 A, aber das liegt schon an der Grenze der Strombelastbarkeit von USB-Steckverbindern. Mehr Leistung und kürzere Ladezeiten wären mit höheren Spannungen möglich, die aber wiederum USB-Geräte beschädigen würden. Qualcomm hat mit Quick Charge (QC) eine Lösung auf den Markt gebracht, die in ähn-

licher Form in der Spezifikation USB Power Delivery (USB PD) auftaucht: Lade- und Mobilgerät mit QC- beziehungsweise PD-Funktionen handeln untereinander höhere Spannungen aus. An QC- und USB-PD-Netzteile kann man also gefahrlos normale Mobilgeräte anschließen. Bei QC 2.0 sind bis zu 12 Volt Spannung möglich, bei USB PD bis zu 20 Volt. Leider sind QC und USB PD nicht untereinander kompatibel und man braucht jeweils passende Netzteile.

deren Messgeräte nehmen dabei möglicherweise schon Schaden.

Praktisch ist die Display-Drehfunktion, die man mit dem einzigen Bedienelement steuert, einem Taster auf der Unterseite.

Das teurere der beiden blauen Dros eignet sich für USB-3.0-Geräte, misst etwas genauer und hat noch weitere Funktionen. Dazu gehören neun Messwertspeicher für die übertragene Ladung. Außerdem lässt sich die Beschaltung der beiden USB-2.0-Datenleitungen – also nicht die der USB-3.0-Leitungen – verändern. Sie lassen sich auftrennen (Disconnect Mode) oder in einen „Fast“-(Charge-)Modus schalten, der ähnlich wie der Portapow-SmartCharge-Zwischenstecker funktioniert (siehe Textkasten). Die Umschaltung ist allerdings fummelig, weil man dazu den Taster auf der Unterseite des Messgerätes festhalten muss, während man es mit der Ladebuchse verbindet. Der dritte Drok-Adapter, der schwarze „USB Tester“, hat diese Schnelllade-Beschaltung ebenfalls, aber fest verdrahtet am „Output II“ – dort ist deshalb keine Datenübertragung möglich, anders als an „Output I“. Der USB Tester zeigt Spannung und Strom mit LED-Ziffern an, per Taster lässt sich die Anzeige auf Leistung und Ladungsmenge umschalten.

Von den beiden blauen Messadapters hatten wir zufällig zwei ältere Exemplare in der Redaktion. Bei diesen leuchtete das OLED-Display blau statt weiß und die USB-3.0-Ausführung zeigte auch die Spannung mit drei statt zwei Nachkommastellen an, nicht nur den Strom wie unser Testexemplar mit weißem Display. Die Genauigkeit war aber jeweils ähnlich.

Portapow

Im direkten Vergleich zu den blauen Dros fällt der billigere USB Power Monitor Standard V2 von Portapow etwas ab. Er eignet sich nicht für Quick Charge, misst etwas weniger genau, seine Anzeige ist schlechter ablesbar und nicht drehbar. Das Portapow-Messgerät hat jedoch eine Micro-USB-Eingangsbuchse: Damit eignet es sich für Ladegeräte mit fest angeschlossenem Micro-USB-Kabel.

Funktionsfülle

Drok packt beeindruckend viele Funktionen in preiswerte Geräte. Leider ist die Dokumentation ungenügend und auch bei Produktsicherheit, Abrechnung und Gewährleistung bleiben Fragen offen: Drok liefert via Amazon Marketplace direkt aus China – eine Rechnung erhält man nicht, für Retouren ist Amazon zuständig. Das klappt im Allgemeinen wohl gut, doch die juristische Position für Käufer ist schwach, man ist auf den guten Willen von Amazon angewiesen. An europäische Entsorgungsrichtlinien und CE-Kennzeichnung scheint Drok keine Gedanken zu verschwenden. Diesbezüglich sieht es bei Portapow besser aus, hier gibt es eine Vertretung in Großbritannien. (ciw@ct.de) 

USB-Messgeräte: technische Daten

Hersteller	Drok	Drok	Drok	Portapow
Bezeichnung	USB (...) Multimeter OLED	USB 3.0 (...) Multimeter OLED	YB26A USB Tester	USB Power Monitor Standard V2
Farbe	blau-transparent	blau-transparent	schwarz	weiß
Anschlüsse Up-/Downstream	USB 2.0 Typ A/Typ A	USB 3.0 Typ A/Typ A	USB 2.0 Typ A / 2 x Typ A	USB 2.0 Typ A & Micro-B/Typ A
Herstellerangaben (Messgenauigkeit in der Praxis schwankt mit Stromfluss und Verkabelung)				
Spannung: Messbereich	3,5 – 13 V (2 Stellen ¹)	3,7 – 13 V (2 Stellen ^{1,2})	3,2 – 9,99 V (2 Stellen ¹)	3 – 7 V (2 Stellen ¹)
Spann.: Messgenauigkeit	± (0,3 % + 1 Word)	± (0,2 % + 1 Digit)	k. A.	< ± 1 %
Strom: Messbereich	0 – 3 A (2 Stellen ¹)	0 – 3 A (3 Stellen ¹)	0 – 3 A (2 Stellen ¹)	0 – 3,5 A (2 Stellen ¹)
Strom: Messgenauigkeit	± (0,5 % + 2 Words)	± (0,8 % + 3 Digits)	k. A.	< ± 1 %
Leistung: Messbereich	0 – 30 W (3 Stellen ¹)	0 – 39 W (3 Stellen ¹)	0 – 9,99 W (2 Stellen ¹)	–
Ladung: Messbereich	0 – 99 999 mAh	0 – 99 999 mAh (999 Ah)	0 – 99 999 mAh	0 – 9999 mAh
Qualc. Quick Charge 2.0	✓ (5, 9, 12 Volt)	✓ (5, 9, 12 Volt)	–	–
Zusatzfunktionen				
Anzeige Grenzwert	✓ (4,7/5,3 V)	✓ (4,7/5,3 V)	✓ (4,5/5,6 V)	✓ (4,6/5,4 V)
Messwertspeicher	–	9 Speicher	–	9 Speicher
Sonstiges	Display-Orientierung umschaltbar	Display-Orientierung & Datenleitungen umschaltbar	zweiter Ausgang für höheren Ladestrom	Eingang für Micro-USB-Ladekabel
Preis	14,80 €	17,30 €	12,80 €	13,00 €

¹Nachkommastellen ²anscheinend werden auch Exemplare mit drei Nachkommastellen ausgeliefert

✓ vorhanden – nicht vorhanden keines der Messgeräte zeigt negative Ströme an (Messung „in Gegenrichtung“ nicht möglich)

Anzeige



Christian Hirsch

Spieltrieb

ZBox Magnus EN970: Kompakter Gaming-PC mit vier HDMI-2.0-Ausgängen

Trotz geringer Abmessungen liefert der PC-Barebone ZBox Magnus EN970 genug Dampf fürs Zocken in Full-HD-Auflösung und lässt sich zudem nach eigenen Wünschen bestücken.

Die Steam Machines haben eine Welle von kompakten Spielerechnern ausgelöst. Wegen Verzögerungen beim zugehörigen Controller und dem Betriebssystem Steam OS sind sie aber immer noch nicht lieferbar. Die Hardware-Hersteller machen deshalb aus der Not eine Tugend und verkaufen die fertig entwickelten Spielkonsolen als klassische Desktop-PCs. Von Zotac stammt die ZBox Magnus EN970 mit Mobilprozessor plus GeForce-GPU, die in Größe und Ausstattung der schon länger lieferbaren Alienware alpha ähnelt [1].

Im Unterschied zur alpha handelt es sich bei der kleinen Spielmaschine von Zotac um einen PC-Barebone. Das heißt: Für Festplatte, Solid-State Disk, Arbeitsspeicher, Betriebssystem und Eingabegeräte muss man selbst sorgen. In die teurere Plus-Variante packt der Hersteller ab Werk eine M.2-SSD mit 120 GByte und 8 GByte RAM hinein.

Zum Einbau der Hardware muss man lediglich den Deckel am Boden abnehmen.

Dahinter ist Platz für eine SSD im M.2-Format und zwei 2,5"-Laufwerke, die sich zu einem RAID zusammenfassen lassen. Die übrigen Mobilkomponenten wie Prozessor, GPU und Grafikspeicher sind wie bei einem Notebook auf dem Mainboard aufgelötet. Lediglich das WLAN-Modul im zweiten M.2-Steckplatz lässt sich tauschen.

Pixelpaß

Für den Test haben wir den Gaming-PC mit einer 2,5"-SSD sowie 8 GByte DDR3L-RAM bestückt und Windows 10 installiert. Damit boote die ZBox flott innerhalb von 12 Sekunden auf den Desktop. Der sparsame Dual-Core-Prozessor Core i5-5200U steckt zumeist in flachen Notebooks. Seine Performance liegt ungefähr auf dem Niveau eines Pentium G3450 für die Desktop-PC-Plattform LGA-1150. Anspruchsvolle Bildbearbeitung oder Videoschnitt machen damit keinen Spaß.

Für anspruchsvolle Spiele ist der Mini-PC jedoch gut gerüstet: Die GM204-GPU mit 1280 Shader-Kernen und 3 GByte GDDR5-Speicher stellt bei maximaler Detailstufe Spiele wie Mittelerde: Mordors Schatten in Full HD flüssig dar. Gegenüber dem System meldet sich die Grafikkarte als GeForce GTX 960. Die Taktfrequenzen und Funktionen entsprechen aber der GeForce GTX 970M.

Die vier HDMI-2.0-Ausgänge des Spiele-rechners steuern Ultra-HD-Monitore mit 3840 × 2160 Pixel Auflösung jeweils mit 60 Hz an und geben darüber zudem digitalen Surround-Ton an Receiver aus. Deshalb eignet sich die ZBox ideal fürs Wohnzimmer, denn Fernseher haben in der Regel keinen Display-Port-Eingang. Für den Anschluss von PC-Monitoren wäre ein (Mini-)DisplayPort aber praktisch gewesen.

4K-Videos im H.264-Format dekodiert die Videoeinheit im Grafikchip bei lediglich 5 Prozent CPU-Last. Bei Youtube-Filmen im VP9-Codec muss der Prozessor übernehmen. Damit es nicht zu Rucklern kommt, dürfen die Videos nicht größer als 2560 × 1440 sein.

Flüssiges Zocken in 4K-Auflösung klappt nur bei weniger anspruchsvollen Spielen wie Dirt Rally. Hier begrenzen der Dual-Core-Prozessor und die schmale Anbindung der GPU über nur vier PCIe-2.0-Lanes die 3D-Leistung. Bei Dragon Age Inquisition rutscht die Bildrate mit hoher Detailstufe in den einstelligen Bereich ab.

Genügsam

Im Leerlauf drehen die Lüfter auf CPU und GPU so leise, dass man sie auch aus geringer Entfernung nicht wahrnehmen kann. Beim Spielen bleibt die Lautstärke der ZBox mit 0,7 Sone im akzeptablen Bereich, selbst wenn sie auf dem Schreibtisch steht.

Auch bei der Leistungsaufnahme hält sich der Gaming-PC angenehm zurück: Bei ruhendem Desktop liegt sie trotz potenter GeForce-Grafik unterhalb der 20-Watt-Marke. Unter Vollast klettert sie auf 114 Watt. Im Soft-Off konsumiert der Rechner allerdings über ein Watt. Auch das Setzen der ErP-Option im BIOS-Setup ändert daran nichts. Der vergleichsweise hohe Wert verwundert, da die ZBox im Suspend-to-RAM sogar noch etwas sparsamer ist (1,1 Watt).

Die Menge der Anschlüsse lässt kaum Wünsche offen. Neben den vier HDMI-Ausgängen gibt es auf der Rückseite zwei Gigabit-Ethernet-Ports. Für Peripheriegeräte stehen insgesamt sechs USB-Anschlüsse be-



Mit ihren HDMI-2.0-Ausgängen ist die ZBox Magnus EN970 bestens für moderne 4K-Fernseher gerüstet.

Anzeige



Dragon Age: Inquisition fordert viel Grafikleistung und läuft auf der ZBox Magnus EN970 mit maximalen Details und Full-HD-Auflösung bei 30 Bildern pro Sekunde.

reit; vier davon arbeiten mit Superspeed-Geschwindigkeit. Der Durchsatz der Schnittstellen überzeugt ebenfalls, selbst der Kartenleser liefert ein hohes Tempo.

Fazit

Gamer, die bei Full-HD-Auflösung keine Kompromisse bei der Grafikqualität eingehen wollen und einen portablen Spiele-PC für die nächste LAN-Party suchen, sind mit der ZBox Magnus EN970 genau richtig bedient. Die Größe von Arbeits- und Massenspeicher lässt sich zudem auf die eigenen Bedürfnisse ausrichten.

Die für einen Rechner dieser Größe hohe 3D-Performance kostet allerdings eine ordentliche Stange Geld. Für die hier getestete Barebone-Variante muss man 800 Euro investieren. Inklusive SSD, Arbeitsspeicher, Gamepad, Maus und Tastatur erreicht man leicht den vierstelligen Bereich.

Eine günstigere Alternative zur ZBox Magnus EN970 ist die Alienware alpha. Für 600 Euro gibt es zwar 40 Prozent weniger 3D-Performance, dafür erhält man aber einen Komplett-PC inklusive Windows, Xbox-360-Controller und einer Gamepad-tauglichen Oberfläche. (chh@ct.de)

Literatur

[1] Christian Hirsch, Spielbasis Alpha, Die Steam-Spielkonsole Alienware Alpha, c't 6/15, S. 102

Zotac ZBox Magnus EN970 (ZBOX-EN970)

Kompakter Spiele-PC fürs Wohnzimmer

Hardware-Ausstattung

CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i5-5200U / 2+HT / 2,2 (2,5 bis 2,7) GHz
RAM (Typ / maximal)	2 × SO-DIMM (PC3-12800 / 16 GByte)
Grafik (-speicher) / -lüfter	GeForce GTX 970M (3 GByte) / ✓
Erweiterungs-Slots / Einbauschächte (frei)	2 × M.2 (1) / 2 × 2,5" (2)
Ethernet (Chip, Anbindung)	2 × 1 GBit/s (2 × RTL8111F, PCIe)
WLAN (Chip, Anbindung)	802.11ac + BT 4.0, 433 MBit/s (Intel Wireless-AC 3160, PCIe)
Abmessungen (B × H × T)	210 mm × 50 mm × 203 mm
Kensington-Lock / Kartenleser	✓ / SDHC, SDXC
Netzteil (-lüfter)	Delta ADP-180MB, 180 Watt, 19,5 Volt, extern (n. v.)
Anschlüsse hinten	4 × HDMI 2.0, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio
Treiber-CD / -Stick / Handbuch	✓ / ✓ / ✓

Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen

Soft-Off (mit ErP) / Energie sparen / Leerlauf	1,2 W (1,2 W) / 1,1 W / 17,1 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	43 W / 114 W
USB 2.0 / USB 3.0: Lesen (Schreiben)	42 (38) / 460 (448) MByte/s
SDHC- / SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	93,0 (87,0) / 46,0 (43,0) MByte/s

Funktions-tests

Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar / Auto BIOS Update	✓ / ✓ / -
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (-)

Systemleistung

BAPCo SYSmark 2014 / 3DMark: Fire Strike	1009 / 5578
Cinebench R15 Rendering: Single- / Multi-Thread	109 / 261
Dirt Rally, no AA, hohe Qualität: Full HD / Ultra HD	66 / 38 fps
Alien: Isolation, Maximum, 1T × SMAA: Full HD / Ultra HD	84 / 25 fps
Dragon Age: Inquisition, Ultra 2 × MSAA: Full HD / Ultra HD	30 / 6 fps
Mordors Schatten, Ultra: Full HD / Ultra HD	44 / 14 fps

Bewertung

Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊖ / ⊕
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊖
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 Sone (⊕⊕) / 2,1 Sone (⊖⊖)
3D-Last (Note)	0,7 Sone (⊕)
Preis / Garantie	799 € / 36 Monate
⊕⊕ sehr gut ⊖ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden	ct

Anzeige



Christian Wölbert

Immer in Bewegung bleiben

Ergonomisch arbeiten: Wie Sie trotz Bürojob fit bleiben

Mit einem guten Drehstuhl und der perfekten Sitzhaltung ist alles im grünen Bereich, denken immer noch viele. Experten fordern hingegen vor allem eins: mehr Bewegung im Büro.

Die Augen mindestens 50 Zentimeter vom Monitor entfernt, die Sitzfläche mindestens 18 Zentimeter unter dem Tisch, die Ellbogen und Kniegelenke im rechten Winkel: Jeder Büromensch kennt die Grafik mit der ergonomisch korrekten Sitzhaltung. Unternehmen zeigen sie ihren Mitarbeitern in Online-Kursen, Krankenkassen drucken sie in Broschüren ab.

Viele Experten sehen das berühmte DIN-Männchen jedoch mittlerweile kritisch. Es liefert zwar keine falschen Maße, hinterlässt aber den irreführenden Eindruck, dass alles im grünen Bereich ist, solange man richtig sitzt. „Das Modell wirkt statisch. Doch das aufrechte Sitzen ist nicht die Lösung“, sagt Lars Adolph, wissenschaftlicher Fachbereichs-

leiter bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).

Was aber ist dann die Lösung? Nur noch im Stehen arbeiten? Nein: Arbeitswissenschaftliche Studien zeigen schon seit Jahr-

Eine einfache, klare Empfehlung, die leider mit dem Alltag des Durchschnitts-Angestellten wenig zu tun hat.

Es ist wie so häufig beim Thema Ergonomie: Wissenschaftler liefern interessante Stu-

„Ich finde höhenverstellbare Schreibtische super.“
Ergonomie-Expertin Dr. Birgit Sperlich, Universität Würzburg

zehnten, dass statisches Stehen nicht gesündiger ist als statisches Sitzen. Stattdessen lautet die Empfehlung der Experten: immer in Bewegung bleiben. „Man sollte abwechselnd im Sitzen und im Stehen arbeiten und sich auch währenddessen bewegen“, sagt Adolph.

dienergebnisse und konkrete Tipps, die aber in der Praxis kaum ankommen. Manchmal sind geizige Chefs im Weg, häufiger aber Unwissen und Missverständnisse. Und fast immer der innere Schweinehund jedes Einzelnen.

Es ist nie zu früh

Zum Beispiel glauben viele junge Büro-Hüpfer, sie müssten sich erst dann Gedanken machen, wenn ihr Körper erste Alarmsignale sendet. Doch dann haben sich die schlechten Gewohnheiten schon eingeschliffen. Außerdem zeigen Studien, dass junge Menschen sich heutzutage insgesamt weniger bewegen als früher, auch außerhalb des Büros. Prävention durch mehr Bewegung ist also wichtiger denn je.

Ein anderer gern geglaubter Mythos ist die Idee, dass man Faulheit im Büro durch Sport nach Feierabend ausgleichen kann.

„Für Design wird oft mehr ausgegeben als für Ergonomie.“

Dr. Lars Adolph, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Das stimmt nicht ganz: Gegen viele Schreibtisch-Seuchen wie Muskelschwund, Rückenschmerzen und Arterienverkalkung kann und sollte man durchaus ansportern. Studien zeigen aber, dass Bewegungsmangel im Job auch das Risiko von Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes erhöht. Ausgleichssport nützt da nichts.

Ignoriert man dann noch die ersten Zipperlein, rächt der Körper sich womöglich irgendwann mit Dauerpein. Vor kurzem belegten Neurologen der TU München und der Georgetown University empirisch, dass chronische Schmerzen selbst dann bleiben können, wenn die Ursache der ursprünglichen Schmerzen längst abgestellt ist.

Motivations-Tricks

Es gibt also mehr als genügend Gründe, mehr Schwung in den Job-Alltag zu bringen. „Der Wechsel zwischen Sitz- und Stehpositionen ist das A und O“, sagt die Würzburger Sportwissenschaftlerin Birgit Sperlich, die sich auf das Thema „Sitzender Lebensstil“ spezialisiert hat. Außerdem seien Gehphasen sehr wichtig.

Ein erster Schritt könnte ein Handy-Vibrationsalarm sein, der alle halbe Stunde ans Aufstehen und Strecken erinnert. Steckt man das Handy in die vordere Hosentasche, ist man sogar zum Aufstehen gewungen, sonst bekommt man es nicht heraus.

Außerdem kann man das Bürotelefon ins Regal oder ans andere Ende des Schreibtisches stellen. Fortan wird nur noch im Stehen telefoniert, dann klingt auch die Stimme voller. Wichtig sind auch Lockerungsübungen – für den Schulter-Nacken-Bereich, den Mausarm und die Hand. Ideen und Anleitungen dafür liefern zahlreiche Krankenkassen auf ihren Webseiten. Zum Beispiel gibt es den „Kopfdreher“, das „Schulterkreisen“ und die „Fingerfaust“. Wenn die Kollegen einverstanden sind, kann man den Drucker und den Papierkorb weiter weg vom Büro platzieren und so die

Laufwege verlängern. Für Meetings sind Stehpulte besser als Konferenztische. Konferiert man nur in kleiner Runde, bietet sich ein Spaziergang an – Steve Jobs predigte immer, dass dabei die besten Ideen entstünden.

Die richtigen Möbel

Hat man ein Stehpult im Büro, kann man regelmäßige Aufgaben wie Lesen oder Akten sortieren dorthin verlagern. Noch besser sind elektrisch oder per Kurbel höhenverstellbare Schreibtische: BAuA-Mann Lars Adolph bezeichnet sie als sinnvoll für alle Büros. Auch

Ein Umrüstsatz für einen bestehenden Schreibtisch kostet beim Büro-Ausstatter rund 1000 Euro. Kauft der Arbeitgeber komplett neue Schreibtische, ist der Aufpreis für die Höhenverstellbarkeit meist geringer. „Trotzdem wird für schickes Design immer noch viel mehr Geld ausgegeben als für Ergonomie“, kritisiert Adolph.

Höhenverstellbare Schreibtische fürs Home-Office sind zum Glück günstiger als die Profi-Modelle der Büro-Ausstatter: Die Preise beginnen hier bei rund 450 Euro. Noch ein bisschen weniger kosten höhenverstellbare Aufsätze für bestehende Schreibtische (siehe folgende Doppelseite).

Beide Experten, Adolph und Sperlich, sind sich jedoch darin einig, dass die Technik nur der erste Schritt ist. Beide haben mehrfach beobachtet, wie höhenverstellbare Arbeitsplätze von Unternehmen eingeführt, von den Mitarbeitern aber nicht genutzt wurden.

Gründe für das Scheitern gibt es viele: zu wenig Schulung durch die Firma, zu kurze Kabel, zu viel Zeug auf den Tischen, das bei Bewegung abstürzen kann, oder schlicht zu wenig langfristige Motivation. Man kommt also nicht drum herum, sich Regeln zu überlegen, was man im Stehen macht und was im Sitzen. Und man muss sich selbst motivieren, diese Regeln einzuhalten.

Ähnlich sei es übrigens auch bei den Stühlen, ergänzt Sperlich: Es sei ein Irrtum, dass ein kompliziert einzustellender ergonomischer Stuhl allein Beschwerden verhindert. Besser wirke dynamisches Sitzen im Wechsel mit Stehen und Gehen. „Dann kann es auch ein einfacher Bürostuhl sein.“ (cwo@ct.de)

Fünf Tipps für gesunde Büro-Arbeit

1. Häufig wechseln zwischen Sitzen und Stehen. Das trainiert die Muskeln, stimuliert den Kreislauf, tut den Bandscheiben gut und hält auch den Kopf fit. Zur Motivation stellen Sie das Telefon, ein Tablet, ein Notebook oder wichtige Akten ins Regal oder auf ein Pult. Vielleicht bezahlt Ihr Arbeitgeber auch einen höhenverstellbaren Schreibtisch.

2. Mehr Bewegung in den Alltag einbauen. Bauen Sie Laufwege ein, indem Sie Dinge wie den Papierkorb, den Drucker, die Kaffeemaschine und die Wasserkiste weit weg vom Schreibtisch aufstellen. Außerdem können Sie Treppe steigen statt Aufzug fahren, Kollegen besuchen statt telefonieren, in der Mittagspause spazieren gehen und zwischen-durch Lockerungs- und Streckübungen machen ...

3. Dynamisch sitzen. Die beste Sitzhaltung ist immer die nächste. Wechseln Sie deshalb möglichst häufig Ihre Sitzposition, zum Beispiel zwischen weit vorn und weit hinten auf dem Stuhl. Welcher Stuhl zu empfehlen ist, hängt von vielen individu-

ellen Faktoren ab. Einige schwören auf Sattelstühle, andere auf Bälle oder Kniestühle. Generell kann eine leicht nach vorne geneigte Sitzfläche Bandscheiben und Wirbelsäule entlasten.

4. Richtig stehen. Im Stehen neigen manche Menschen zur Hohlkreuz-Haltung. Abhilfe schafft eine Fußstütze, auf der man abwechselnd den rechten und den linken Fuß abstellt.

5. Richtig sehen. Augen werden durch Büro-Arbeit in der Regel nicht krank, aber müde. Besonders anstrengend ist der Blickwechsel zwischen einem hellen Display und dem nur schummrig beleuchteten Büro – deshalb immer für genug Licht sorgen. Steht Ihr Monitor zu weit oben, strengt das Ihre Augenmuskeln an, denn in entspannter Haltung fällt der Blick ungefähr 15 Grad nach unten. Außerdem sollte der Monitor zentral im Blickfeld stehen, nicht seitlich versetzt. Spiegelnde Monitore sind grundsätzlich weniger ergonomisch und höchstens dann zu akzeptieren, wenn sich keine Lichtquelle in ihnen spiegelt.

Christian Wölbert

Aufsteh-Animateure

Günstige Möbel für ergonomisches Arbeiten

Höhenverstellbare Tische werden von Experten für alle Arbeitsplätze empfohlen, weil sie zu mehr Bewegung animieren. Und sie sind mittlerweile überraschend günstig.

Viele Angestellte haben keine Wahl: Die Firma entscheidet, an welchen Möbeln sie arbeiten, und einen höhenverstellbaren Tisch gibt's nur gegen Attest. Immer mehr Chefs genehmigen solche Möbel aber auch ohne Gutachten, einfach zur Prävention.

Argumente dafür liefert zum Beispiel die Broschüre „Auf und nieder – immer wieder“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [1]. „Die Kombination aus Sitzen und Bewegungsmangel zermürbt auf Dauer fast jede Wirbelsäule und Bandscheibe“, heißt es zum Beispiel darin. Was das bedeutet, kann sich jeder Manager schnell ausrechnen. Schon ein paar Krankheitstage kosten oft mehr Geld als ein höhenverstellbarer Tisch.

Falls man in einer kleinen Firma arbeitet, die nicht auf einheitlichem Mobiliar vom Profi-Ausstatter besteht, kann man auch ein günstiges Privatkunden-Modell vorschlagen

– und es notfalls auf eigene Kosten kaufen. Und im Home Office hat man komplett freie Wahl. Deswegen liefern wir im Folgenden einen Überblick über günstige Möbel, die für mehr Bewegung sorgen.

Höhenverstellbare Schreibtische

Die günstigsten Tische mit Handkurbel kosten bei Online-Händlern wie Ergotopia oder Büromöbel-Experte gerade mal rund 450 Euro inklusive Lieferung. Die meisten kann man auf rund 120 Zentimeter hochdrehen, was für Körpergrößen bis 1,95 Meter in der Regel ausreicht. Die BAuA empfiehlt eine Maximalhöhe von mindestens 118 Zentimetern.

Ein günstiges Modell mit elektrischem Antrieb ist der „Bekant“ von Ikea. Er kostet in Weiß oder Schwarz 510 Euro, in anderen Farben 20 Euro mehr. Er ist nur in einer Größe (160 cm x 80 cm) erhältlich und von 65 bis

125 Zentimeter verstellbar. Für die Lieferung durch eine Spedition muss man noch 69 Euro drauflegen.

Ausprobiert haben wir ein anderes Modell, und zwar den XMST von Hammerbacher. Er wird von diversen Händlern vertrieben, unter anderem von Dorsalo und Büromöbel-Express. Bei Ergotopia gibt es ihn unter dem Namen „Desktopia Standard“. Je nach Größe kostet er dort 550 bis 620 Euro – inklusive Lieferung durch eine Spedition bis zur Bordsteinkante.

Der Aufbau des sehr solide wirkenden Metallgestells dauerte im Alleingang etwa eine Stunde, die Platte war zu zweit in fünf Minuten aufgeschraubt. Kabel lassen sich bequem in einer Schiene verstauen, die unter der Platte hängt.

Die beiden Elektromotoren surren beim Hoch- und Runterfahren deutlich hörbar, aber das ist auch bei teureren Modellen so. Die höchste Position liegt bei 124 Zentimetern. Für die Bedienung gibt es wie beim Ikea-Modell nur zwei Knöpfe für „hoch“ und „runter“.

Modelle mit Speicher für voreingestellte Höhen kosten etwas mehr. Und natürlich gibt es bei allen Anbietern gegen Aufpreis die üblichen Extras wie PC-Halter und Kabeldosen.

Höhenverstellbare Aufsätze

Wenn man seinen alten Schreibtisch nicht komplett ersetzen will, bietet sich ein höhenverstellbarer Tisch-Aufsatz an. Damit bewegt man zumindest seinen Monitor, die Maus und die Tastatur bequem zwischen Sitz- und



ProPlus 48: Der höhenverstellbare Schreibtisch-Aufsatz von Varidesk lässt sich in wenigen Sekunden fast ohne Kraft nach oben ziehen.

Steh-Höhe. Einige Modelle bieten mehr Platz, zum Beispiel für zwei Monitore plus Telefon und Papierstapel. So viel Kram wie auf einen höhenverstellbaren Schreibtisch passt jedoch auch auf die größten Exemplare nicht. Außerdem darf man die meisten Aufsätze nur mit 15 bis 20 Kilogramm beladen. Kabel muss man besonders sorgfältig verlegen, damit sie nicht den Monitor herunterreißen, wenn man gerade hoch hinaus will. Den Einsatz im Büro muss man in der Regel mit der Firma absprechen.

Die mit Abstand größte Auswahl bietet Varidesk: Der Anbieter verkauft in seinem Online-Shop und via Amazon über ein Dutzend Modelle in diversen Größen. Die Preise reichen von 325 bis 450 Euro. Alle Modelle werden vormontiert geliefert. Man muss sie nur auspacken und auf den Schreibtisch wuchten.

Die integrierten Federn machen das Anheben der Arbeitsfläche sehr leicht: Man entriegelt zwei seitlich angeordnete Griffe, und schon geht es nach oben. Wenn man die Griffe wieder loslässt, rastet die Arbeitsfläche in einer von elf Stufen ein. Um sie wieder herunterzufahren, muss man drücken, aber viel Kraft braucht man nicht.

Ausprobiert haben wir die beiden Varidesk-Modelle „Pro Plus 48“ und „Pro Plus 36“. Auf das 48er passen zwei Monitore, auf das 36er einer. Beide wiegen über 20 Kilogramm, sodass man sie am besten zu zweit auf den Schreibtisch hebt. Ganz ausgefahren schwebt die für den Monitor gedachte Fläche 44 Zentimeter über der Schreibtischplatte. Rechnet man die 71 Zentimeter eines durchschnittlichen Schreibtischs dazu, kommt man insgesamt auf 115 Zentimeter Maximalhöhe – hoch genug für die allermeisten Menschen. Tastatur und Maus liegen auf einer eigenen kleinen Fläche, rund zehn Zentimeter niedriger. Deshalb muss man den Monitor anders einstellen als bei der Arbeit auf einem flachen Schreibtisch.

Enge Büros sollte man vor der Anschaffung genau vermessen, denn die Arbeitsfläche verschiebt sich beim Hochfahren um rund 35 Zentimeter nach vorne und zwingt den Benutzer dadurch, einen Schritt vom Schreibtisch zurückzutreten.

Beim Arbeiten in hoher Position wackelten die beiden Varidesks aufgrund ihrer Federn ganz leicht mit, wenn wir auf der Tastatur tippten – der Monitor wippte zwangsläufig mit. Wir gewöhnten uns schnell daran, aber es ist durchaus denkbar, dass der eine oder andere sich dadurch schlechter konzentrieren kann.

Davon abgesehen wirkten beide Modelle stabil und hochwertig. Sie kippten nur, wenn wir absichtlich und kräftig auf den vorderen Bereich drückten. Wer mehr Stabilität will, zum Beispiel für Actionsspiele, kann seinen Varidesk am Schreibtisch festschrauben, wobei man allerdings dessen Platte durchbohren muss.

Ähnlich wie die Varidesks funktioniert der „WorkFit-T“ von Ergotron (rund 450 Euro). Er ist relativ kompakt und verschiebt die Arbeits-



Der „Desktopia Standard“ gehört mit seinem Preis von 550 Euro zu den günstigsten elektrisch verstellbaren Schreibtischen.

fläche laut Hersteller nicht nach vorne, sodass man ihn auch in kleinen Büros einsetzen kann.

Der vermutlich kleinste Schreibtischaufsatz heißt „SteH-IT“. Das Vorzeigeprojekt eines kleinen CAD-Büros aus Baden-Württemberg misst nur 45 mal 65 Zentimeter und wiegt nur acht Kilogramm. Deshalb muss man ihn am Schreibtisch festklemmen oder festschrauben, damit er nicht umkippt, wenn man die Arbeitsfläche nach oben zieht. Der stufenlose, stabile Ziehharmonika-Mechanismus hebt Tastatur und Maus maximal 34 Zentimeter über den Schreibtisch.

Anders als bei den Aufsätzen von Varidesk und Ergotron bleibt der Monitor unten; er kippt aber beim Ausziehen automatisch leicht nach hinten. Klebestreifen verhindern, dass er herunterrutscht.

Der SteH-IT wird auf Bestellung von Hand produziert – komplett in Deutschland, wie der Hersteller betont. Er kostet knapp 500 Euro,

also mehr als die deutlich größeren Modelle von Varidesk und Ergotron.

Laptop-Ständer

Viele Menschen haben zu Hause im Arbeitszimmer gar keinen PC mehr, sondern nur noch einen Laptop – ohne externen Monitor, ohne externe Tastatur und ohne Maus. Wenn man so arbeitet, verkrampfen Schultern, Nacken und Hände früher oder später zwangsläufig. Nicht umsonst lautet eine der Mindestanforderungen für ergonomisches Arbeiten, dass Tastatur, Maus und Monitor voneinander getrennt sein müssen.

Schon mit einer externen Tastatur für 10 Euro kann man also in vielen Arbeitszimmern für deutlich mehr Ergonomie sorgen. Noch gesünder wird es mit einem Ständer, der das Notebook aufbockt und das Display in die richtige Höhe bringt. Zum Beispiel verkauft Pearl eine drehbare Rampe mit sechs Höhenstufen für gerade mal 17 Euro. Sie besteht zwar aus billig wirkendem Alu-Blech, aber in der Praxis sieht man das nicht, weil sie unter dem Laptop verschwindet.

Der „Griffin Elevator“ für 38 Euro wirkt hochwertiger, ist aber nicht höhenverstellbar, sodass man den richtigen Blickwinkel allein mit dem Notebook-Scharnier einstellt. Natürlich geht es auch noch schicker und teurer: Zum Beispiel verkauft Hardwrk für 90 Euro einen aus Beton gegossenen und handpolierten MacBook-Ständer. (cwo@ct.de)



Mehr Ergonomie für wenig Geld: Laptop-Ständer von Pearl (vorne) und Griffin. Auch eine externe Tastatur ist wichtig.

Literatur

- [1] BAuA, Auf und nieder – immer wieder!, Mehr Gesundheit im Büro durch Sitz-Steh-Dynamik, www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A52.pdf



Gerald Himmlein

Fingerfreunde

Alternative Mäuse, Tastaturen und Exoten

Als „ergonomisch“ vermarktete Eingabegeräte sollen Belastungen verlagern und einseitige Reizungen mildern. Einige Konzepte wirken zunächst unbequem – oft lohnt sich die Eingewöhnung aber.

Die Meisten denken erst an Ergonomie, wenn es zu spät ist – wenn das Handgelenk quälend schmerzt, die Sehnen brennen, die Spitzen der kleinen Finger am Abend taub sind und sich die Schultermuskulatur zu einem harten Klumpen zusammengezogen hat.

Wer erst dann reagiert, hat einen schweren Stand als jemand, der schon bei ersten Beschwerden gegensteuert. Die Wichtigkeit von Pausen und wechselnder Haltung haben schon die beiden vorangegangenen Artikel beschrieben; sie gelten als Grundvoraussetzung für alle weiteren Überlegungen.

Zur optimalen Arbeitsposition gehört auch, den richtigen Abstand zu Maus und Tastatur zu finden. Die Maus sollte in unmittelbarer Reichweite liegen, ohne dass Sie sich zu ihr hinüberlehnen müssen. Die Tastatur sollte so aufgestellt sein, dass Sie die Schultern zum Tippen nicht nach vorn ziehen. Andererseits darf sie nicht so nah am Leib stehen, dass Sie zum Tippen die Arme nach

innen drehen und die Hände stark nach außen spreizen.

Sind die Schmerzen ein Dauerzustand, kann sie eine alternative Maus oder Tastatur deutlich lindern – mitunter schon allein dadurch, dass sie andere Muskeln und Sehnen belastet.

Hersteller klassifizieren diese Geräte gern als „ergonomisch“, was etwas hoch gestapelt ist: Waren normale Tastaturen und Mäuse von Grund auf unergonomisch, verstießen sie gegen die Bildschirmarbeitsverordnung und wären verboten. Letztlich belasten als „ergonomisch“ angepriesene Eingabegeräte den Körper ebenfalls einseitig – nur eben anders. Zur Schmerzlinderung kann das schon reichen; ein alternatives Eingabegerät allein beseitigt aber nicht die Ursache der Schmerzen: mangelnde Abwechselung.

Bei der Suche nach Alternativen liegt die oberste Priorität beim meistgenutzten Gerät: Wer vor allem die Maus schubst, fängt hier an; Vieltipper sollten sich zunächst auf die

Tastatur konzentrieren. Passionierte Gamer sind ein Sonderfall: Deren linke Hand liegt auf der Tastatur, die rechte auf der Maus – das vereinigt die Nachteile beider Welten.

Vorweg eine Warnung: Was für den einen hochergonomisch wirkt, kann für andere komplett ungeeignet sein. Die richtige Wahl hängt vom individuellen Schmerzbild, der Sitzposition und den Arbeitsgewohnheiten ab. Ein alternatives Eingabegerät, das Ihrem bisherigen stark ähnelt, hat den Vorteil der schnellen Gewöhnung, entlastet aber womöglich nicht so gut wie ein ganz anderer Ansatz. Berücksichtigen Sie bei der Auswahl also, welche Alternative sich mit Ihrer bisherigen Arbeitsweise am besten verträgt – oder ungesunden Gewohnheiten am effektivsten entgegenwirkt.

In jedem Fall sollten Sie vor dem Kauf ein Rückgaberecht vereinbaren – nicht, dass Sie auf teurer Hardware sitzenbleiben, die bestehende Schmerzen eher verstärkt als sie zu besänftigen. Der c't-Link am Ende des Artikels führt zu Hersteller-Websites und Tests einzelner Geräte.

Mäuse

Bei vielen Desktop-PC-Arbeitsplätzen liegt die Maus auf einem zu weit entfernten Mauspad. Anwender müssen erst den Arm strecken, um die Maus zu greifen. Damit die Maus nicht seitlich vom Pad kippt, behalten sie diese unbequeme Haltung oft bei, ohne über diese Strapaze weiter nachzudenken.

Wer seine Maus als Schmerzursache im Verdacht hat, sollte das erst einmal kurz überprüfen. Steuern Sie Ihre Maus für ein paar Tage mit der anderen Hand und stellen Sie dazu in den Mauseigenschaften die primäre Taste um. Beachten Sie aber, dass Sie nicht den bisher unbelasteten Arm überfordern und sich eine neue Schmerzquelle einhandeln (Pausen!). Klingt die Beschwerden am entlasteten Arm nicht ab, ist die Maus womöglich unschuldig – ab zum Arzt.

Gegen einen Mausarm kann man in mehreren Stufen gegensteuern. Fangen Sie mit den Maßnahmen an, die am wenigsten kosten: Holen Sie die Maus möglichst nah an die Tastatur heran – Kaffebecher und Stifte haben dazwischen nichts verloren.

Erhöhen Sie die Maus-Empfindlichkeit etwas, um die Wege des Mauszeigers zu verkürzen und legen Sie das Mauspad am besten hochkant. Das ist ein eigentlich banaler Trick, hilft aber erstaunlich häufig: Viele Desktop-Arbeiter setzen die Maus am liebsten mittig auf dem Pad ab. Hochkant liegt diese Position ein paar Zentimeter näher am Leib. Wer ganz auf ein Mauspad verzichten kann, sollte es tun: Viele Mäuse funktionieren auf der Schreibtischplatte genauso gut.

Wer zierlich gebaut ist und nicht den ganzen Tag Zahlenkolonnen eingibt, verkürzt die Entfernung zur Maus mit einer „Tenkeyless“-Tastatur (TKL) – so heißen Modelle ohne Ziffernblock. Ein Kompromiss kann ein getrennter Ziffernblock sein, der bei Bedarf seinen Platz mit der Maus tauscht – Kosten-

punkt zwischen 12 und 30 Euro.

Schmerzt die Maushand krampfartig, liegt das oft an einem zu kurzen oder zu flachen Modell. Wer lange Finger hat, braucht ein langgezogenes, hinten möglichst weit hochgewölbtes Zeigegerät. In einigen Fällen hilft zusätzlich eine gepolsterte Handballenauflage. In anderen Fällen verschlimmert diese den Zustand: Liegt die Handunterseite beim Mausen zu schwer auf der Auflage, können sich die Sehnenscheiden entzünden.

Nächste Ausbaustufe ist die Anschaffung einer alternativen Maus. Relativ preiswert ist die Microsoft Sculpt Ergonomic Mouse mit 45 Euro. In der Redaktion hinterließ sie allerdings gemischte Eindrücke: Einige überzeugte die stark gewölbte Form, die ihnen eine Bedienung mit abgewinkeltem Handballen abgewöhnte. Kollegen mit Pranken bereitete die Sculpt Ergonomic Mouse hingegen heftige Schmerzen, weil sie ziemlich kurz ausfällt. Das verleitete sie dazu, das Handgelenk zum Greifen der Knöpfe doch immer wieder abzuknicken.

Viele als besonders ergonomisch angesehene Mäuse sind „vertikale Mäuse“. Diese umfasst man von der Seite, statt sie von oben zu steuern – als würde man eine Maus hochkant halten. Diese Änderung entlastet die Hand- und Unterarm-Muskulatur enorm. Modelle in der Preisklasse zwischen 20 und 30 Euro fallen meist etwas klappig aus oder haken bei der Abtastung. Ein gutes und mit etwa 48 Euro relativ günstiges Modell ist die Speedlink Descano, deren Daumentasten aber für kurze Hände ausgelegt sind. Anwender mit längeren Fingern müssen immer wieder umgreifen, um beide Daumentasten zu erreichen.

Die Oberklasse der vertikalen Mäuse stammt von Evoluent. Der Hersteller bietet mehrere Varianten seiner VerticalMouse 4 an; darunter auch kurze und kabellose und Versionen für Linkshänder. Die Preise bewegen sich zwischen 80 und 130 Euro. Wer als Rechtshänder unter massiven Schulter- und Handschmerzen leidet, sollte mal die Linkshänderversion ausprobieren – zumindest für ein halbes Jahr, bis sich der Mausarm wieder etwas beruhigt hat.

Gamer können es mit einer in der Form anpassbaren Maus versuchen. Logitech, Razer und Roccat haben Mäuse mit austauschbaren Seitenteilen im Angebot, was ein guter Anfang ist. Mad Catz geht den entscheidenden Schritt weiter: Bei den Gaming-Mäusen RAT 7 und MMO 7 lassen sich die Länge, die Position der Daumentasten und die Höhe des Rückens verstetzen (70 bis 100 Euro). Das Ergebnis ist eine Maus nach Maß, auf der sich die Hand sofort wohlfühlt – was allerdings das Risiko birgt, dass impulsgesteuerte Gamer keine Pausen mehr einlegen.

Mausalternativen

Nur weil er Mauszeiger heißt, muss man ihn nicht unbedingt mit einer Maus steuern. An den PC anschließbare Touchpads sind bequem zu bedienen, Auswahl und gezieltes

Treffen von Tabellengittern bedürfen aber einiger Übung. Die Preise liegen hier zwischen 20 und 40 Euro.

Trackbälle sind gewöhnungsbedürftig: Hier steuern ein oder mehrere Finger eine in einen Klotz eingeschlossene Kugel; Tasten und Scrollrad gehören zum Klotz. Erfahrene Hersteller sind hier Kensington und Logitech; der Kostenpunkt liegt zwischen 30 und 60 Euro. Passt die Form des Klotzes allerdings nicht zur Handlänge, droht auch hier ein schmerhaftes Nachspiel.

Interessante Zwischenwesen sind Grafiktablets im Postkartenformat. Deren Stiftspitze trifft wesentlich präziser als eine hobelförmige Maus, die kleine Fläche verlangt aber auch mehr Hand-/Augenkoordination. Mit dem Bamboo Pad hat Wacom ein Kombigerät für Büroarbeiter entwickelt, das sowohl Stift eingaben als auch Fingergesten entgegennimmt – das kompensiert den Nachteil des fehlenden Scrollrads. Beim Bamboo Pad handelt es sich aber um ein Auslaufmodell: Einige Händler haben die schnurlose Variante noch für 50 Euro auf Lager.

Stiftmäuse gehen einen anderen Weg: Dabei schiebt die Hand über einen Stift mit Tasten eine puckförmige Minimaus über den Tisch. Modelle mit einem fixen Neigungswinkel sind preiswert, aber wackelig. Einen ordentlichen Eindruck hinterließ die schwedische Penclic Mouse: Sie verlagert das Mausrad auf den Unterbau und verbindet Stift und Puck über ein dreh- und kippbares Kugelgelenk. Die Preise liegen zwischen 70 und 100 Euro.

Tastaturen

Ergonomische Tastaturen gehen noch mehr ins Geld. Wer mal einen Tippkurs belegt hat, der weiß, dass Unterarm und Handballen beim Tippen nie aufliegen sollen. Am Rechner tippt man aber auch oft wenig oder gar nicht – etwa beim Lesen oder Surfen. Dabei liegen die Hände unweigerlich doch angewinkelt auf der Tischkante, bis es ausschreibt. Viele Leute lassen sich dazu verleiten, in dieser Position auch zu schreiben – das geht nicht lange gut.

Vor der ersten Investition sollten Sie einen Trick ausprobieren, der keinen Euro kostet und mit fast jeder konventionellen Tastatur funktioniert. Klappen Sie deren hintere

Hochstellfüßchen ein und bocken Sie die Tastatur stattdessen vorn mit zwei Taschentuchpackungen hoch. Das zwingt zu einer Haltung, bei der Sie die Hände nicht mehr nach oben abknicken. Ist Ihnen der Winkel zu steil, nehmen Sie aus beiden Packungen ein Tuch heraus. Ermüden Ihre Schultern bei dieser Haltung, legen Sie eine breite, weiche Handballenauflage vor die Tastatur. In jedem Fall sollten Sie sich abgewöhnen, mit aufliegendem Handballen zu tippen – das ist aber leichter gesagt als getan.

Schmerzen die Handgelenke bereits dauerhaft, verschafft diese Maßnahme nur vorübergehend Linderung. Ergonomisch gesehen sind Tastaturen saudumm aufgebaut: Das beginnt mit einer Buchstabenanordnung, die historisch nicht auf Beschleunigung, sondern auf Verlangsamung des Tippens ausgelegt ist. Auch die Anordnung der Tasten in gerade gezogenen fünf Reihen ist auf Dauer unbequem. Tipper werden zu einer Handhaltung gezwungen, die mit der Ruheposition gar nichts gemeinsam hat: Die Handflächen werden erst nach innen gedreht, dann zur Seite gespreizt und dann auch noch angezogen.

Der Trick mit der vorn aufgebockten Tastatur reduziert nur letztere Spannung. Für zusätzliche Entlastung sorgt ein geschwungenes Tastenfeld. Die Comfort Keyboards von Microsoft krümmen die Haupttasten in der Mitte um ein paar Grad. Die neueste Generation wölbt sich gleichzeitig auch etwas nach oben (ca. 40 Euro). Auch Logitech hatte sich mal an einer sanft geschwungenen Tastatur versucht, wählte aber einen anderen Weg: Im Mittelbereich des Wave Keyboard liegen zwei leichte Mulden. Von der bisher letzten Version, dem Wireless Keyboard K350, werden Restbestände derzeit für ca. 50 Euro abverkauft.

Je mehr die Form den Händen entgegenkommt, desto mehr Platz verbrauchen Tastaturen auf dem Tisch. Deshalb tricksen viele Hersteller beim Layout: Microsoft halbiert die Länge der Funktionstasten; Logitech sortiert den Positionstastenblock in zwei Spalten um.

Die nächste Komfortstufe ergibt sich aus der Teilung des Hauptblocks in zwei angewinkelte Hälften. Der Vorteil: Hier müssen sich die Hände nicht mehr nach außen spreizen. Der Nachteil: Mit dem Adler-Suchsystem kommt hier keiner mehr weiter. Stattdessen



Mausalternativen zwingen den Anwender dazu, den Mauszeiger mit anderer Haltung über den Bildschirm zu schieben (von links: Evoluent Vertical Mouse 4, Microsoft Sculpt Ergonomic Mouse, Penclic Mouse 3).



Zweigeteilte Tastaturen wollen Schmerzen durch unvorteilhaft abgewinkelte Hände verhindern (von oben: Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000, Microsoft Sculpt Ergonomic Keyboard, Matias Ergo Pro).



muss man sich daran gewöhnen, welche Tasten mit welcher Hand erreichbar sind. Kürzel wie Strg+Z sind auf konventionellen Tastaturen mit einer Hand gerade noch machbar – bei einem zweigeteilten Tastenfeld braucht es beide Hände.

Langjähriger Marktführer ist hier Microsoft: Beim Natural Ergonomic Keyboard 4000 und beim Sculpt Ergonomic Keyboard (40 bzw. 65 Euro) ist das Tastenfeld zwar zweigeteilt, die Blöcke sind aber immer noch in einem festen Winkel miteinander verbunden. Das Sculpt Ergonomic Keyboard lagert den Ziffernblock in ein separates Gehäuse aus; darüber hinaus landen die Positionstasten eigenwillig angeordnet in einer Spalte am rechten Rand. Beide Modelle haben Nachteile: Die Membrantasten des Natural Ergonomic Keyboard lehnen schnell aus;

einige Scherentasten des Sculpt Ergonomic Keyboard quietschen hässlich.

Wer den Neigungswinkel der beiden Blöcke anpassen möchte, sollte sich das Fujitsu KBPC E (ca. 60 Euro) und das Goldtouch V2 Adjustable Comfort Keyboard (ca. 150 Euro) ansehen. Beim KBPC E werden die Blöcke samt Handballenauflage auf einem Träger entlanggeschoben, der sich in der Mitte hochstellen lässt; der weiche Tastenanschlag ist allerdings gewöhnungsbedürftig. Auch das Adjustable Comfort Keyboard arbeitet mit Membrantechnik. Hier dient ein arretierbares Kugelscharnier als Verbindungsglied. Für beide Modelle muss man einen Ziffernblock dazukaufen; der Goldtouch-Tastatur sollte man zudem Handballenauflagen spendieren.

Wer sich eh mit getrennten Tastenfeldern arrangiert, fragt sich schnell, warum die

noch aneinander gebunden sein müssen. Die Hälften des Kinesis Freestyle 2 lassen sich entweder über ein Gummischarnier aneinanderhängen oder separat betreiben – je nach Ausführung erlaubt das Verbindungs-kabel einen Abstand von bis zu 50 Zenti-metern. Hat man sich erst einmal eingewöhnt und für beide Hälften die subjektiv beste Position gefunden, tippen die Finger fast von selbst.

Mit etwa 140 Euro wirkt das Freestyle 2 relativ günstig, bis man es um Handballenauflage, Aufstell-Set und Ziffernblock ergänzt – das macht zusammen nochmal 100 Euro. Dank besser gebauter Tasten ist der Anschlag bei Kinesis etwas besser definiert als bei Fujitsu und Goldtouch, darunter liegt aber immer noch Membrantechnik.

Da schockieren 220 Euro für die Matias Ergo Pro nicht mehr so sehr: Für diesen Preis bekommt man eine zweigeteilte Tastatur mit abnehmbaren Handballenauflagen und integrierten Stellfüßen – ohne Ziffernblock zwar, dafür dank mechanischer Schalter aber mit dem beständigsten Anschlag unter allen bisher vorgestellten Ergo-Tastaturen.

Und, und, und ...

Die vorangegangene Aufzählung ist bei Weitem nicht vollständig – als Mausersatz gibt es auch kleine Pucks wie den Logitech Cube oder den Swiftpoint GT, die man mit Daumen und Zeigefinger über den Tisch schiebt. Auch die RollerMouse von Contour Design hat Anhänger: Hier steuert eine drehbare und horizontal verschiebbare Gummwalze den Zeiger.

Crowdfunding-Plattformen haben diverse exotische Tastaturprojekte angeschoben: KeyMouse und King's Assembly integrieren Maussensoren in die Unterteile verschiebbarer Tastaturhälften. Das ErgoDox EZ und das Keyboardio Model 01 teilen das Tastenfeld nicht nur, sondern sortieren es komplett um. Man mag diese extravaganten Designs belächeln, doch es gibt immer jemanden, dem sie die erhoffte Entlastung bieten – und sei es nur ihr Erfinder.

„Ergonomisch“ ist letztlich immer das, was zu den eigenen Händen passt – und das gilt es erst einmal herauszufinden. Bei Tests kam es über die Jahre hinweg immer wieder vor, dass zunächst vielversprechend erscheinende Hardware erst nach einer Woche ihre Tücken offenbarte – in Form von Schmerzen, die erst nach Wechsel des Eingabegeräts wieder abklangen.

In der Eingewöhnungsphase für ein alternatives Eingabegerät sollten Sie deshalb immer mal wieder zu ihrer alten Hardware zurückwechseln. Nur das verschafft Gewissheit: Ist die neue Maus oder Tastatur wirklich eine Verbesserung – oder tat nur eine Veränderung Not? In letzterem Fall können Sie beide Modelle in petto behalten und wechseln, wenn eines davon wieder mehr schmerzt, als dass es hilfe. (ghi@ct.de)

ct Links zu Herstellern und Tests: ct.de/ygr

Anzeige



David Wischnjak

Risiko WPS

WPS-Lücken machen WLAN-Router angreifbar

WPS erspart dem Nutzer beim Verbindungsaufbau zu einem WLAN die Eingabe eines komplizierten Passworts. Patzt der Router-Hersteller jedoch bei der Implementierung, können sich auch Angreifer ohne Passwort mit dem Netz verbinden. Die jüngste WPS-Lücke heißt Pixiedust und betrifft unter anderem Zwangsrouter von Vodafone.

Wi-Fi Protected Setup, besser bekannt als WPS, ist grundsätzlich eine feine Sache: Ist die Komfortfunktion aktiv, gibt man etwa auf dem Smartphone beim erstmaligen Verbindungsaufbau mit einem WLAN lediglich eine achtstellige PIN statt des komplizierten WLAN-Passworts ein; das bekommt das Smartphone dann automatisch vom Router. Alternativ dazu bietet WPS auch noch die sogenannte Push-Button-Methode (PBC), bei der sogar die Eingabe der WPS-PIN entfällt. Bei PBC drückt man einen Knopf am Router oder in dessen Web-Interface, um den Authentifizierungsmodus scharf zu schalten. Der erste Client, der sich anschließend über WPS beim Router meldet, erhält das WLAN-Passwort für den Verbindungsaufbau.

PBC ist schwer angreifbar, da es nur ein kurzes Zeitfenster für die Authentifizierung

öffnet. Ein Angreifer muss sich auf die Lauer legen, um diesen Zeitpunkt abzupassen und dem legitimen Client zuvorkommen. Die WPS-PIN-Methode ist hingegen oft dauerhaft aktiv.

Was bisher geschah

Die WPS-PIN-Methode gilt zwar als sicher – allerdings nur, wenn sie der Router-Hersteller gemäß der 2006 festgeklappten Spezifikation implementiert. Diese rät vom Einsatz einer statischen achtstelligen PIN ab. Stattdessen sieht die Spezifikation etwa Router mit einem kleinen Display vor, welches bei Bedarf eine einmalig gültige PIN anzeigt.

In der Praxis macht das kaum ein Hersteller. Stattdessen sind statische PINs allgegenwärtig: Es findet sich nur zu oft eine aufgedruckte WPS-PIN auf dem Gehäuse des Routers oder in dessen Webinterface. Statische PINs untergraben die Sicherheit des Standards: Bei einer achtstelligen PIN gibt es zwar theoretisch zehn Millionen Möglichkeiten. Die PIN wird bei der Authentifizierung jedoch zweigeteilt und beide Teile werden separat überprüft – die Anzahl der maximal nötigen Versuche, die ein Angreifer zum Erraten der PIN benötigt, sinkt dadurch auf zweimal 10 000. Als im Jahr 2011 derartige Brute-Force-Angriffe auf die WPS-PIN publik wurden, haben betroffene Hersteller Gegenmaßnahmen ergriffen, etwa indem sie die Anzahl der möglichen Versuche in einem bestimmten Zeitfenster begrenzen. Dennoch sind viele Router weiterhin auf diese Weise angreifbar; entweder weil der Hersteller keine abgesicherte Firmware anbietet oder weil der Router mit einer veralteten Version betrieben wird – oder auch beides.

Es gab auch immer wieder Fälle von Herstellern, welche die WPS-PIN aus öffentlich sichtbaren Daten wie der MAC-Adresse der WLAN-Schnittstelle ableiteten. Das senkt die Produktionskosten, da die Router für eine zufällige PIN bei der Herstellung individuell angepasst werden müssten. Die verwendeten Algorithmen wurden nach und nach bekannt, wodurch die betroffenen Router-Hackern nicht mehr viel entgegenzusetzen haben. Dabei wurde in der WPS-Spezifikation auch vor dieser Praktik gewarnt.

Feenstaub

Ende 2014 entdeckte der Schweizer Sicherheitsforscher Dominique Bongard weitere Schwachstellen in den WPS-PIN-Implementierungen diverser Router-Hersteller. Er schaute sich den WPS-Austausch näher an und fand heraus, dass man unter bestimmten Umständen aus zwei Hash-Werten, die der Router beim WPS-Austausch an den Client schickt (siehe Kasten „Authentifizierung mit WPS-PIN“), auf die PIN schließen kann. Die Attacke wurde von ihrem Entdecker Pixiedust (zu Deutsch Feenstaub) getauft. Sie liefert dem Hacker das WLAN-Passwort – ganz gleich, wie lang und kompliziert es ist.

Einige Router nutzen für das WPS-Verfahren statt Zufallszahlen den Wert 0. Dadurch kann ein Angreifer die WPS-PIN in Sekundenbruchteilen knacken.

```
Pixiewps 1.1
[*] PSK1: 50:20:c6:cf:52:f6:b8:64:f4:1f:2b:ad:15:86:ba:e3
[*] PSK2: 17:04:85:43:68:67:5c:09:62:74:d7:90:17:a8:07:7c
[*] E-S1: 00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00
[*] E-S2: 00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00:00
[*] WPS pin: 14232565
[*] Time taken: 0 s 106 ms
```

Konkret wendet der Router zu Beginn der Authentifizierung die Hash-Funktion SHA-256 auf die beiden PIN-Hälften an. Das allein wäre jedoch grob fahrlässig, denn ein Angreifer müsste nur noch alle 10 000 möglichen PIN-Hälften hashen und testen, ob das Ergebnis mit den übertragenen Hash-Werten übereinstimmt. Damit könnte sogar ein Smartphone mühelos die WPS-PIN knacken.

Deshalb sieht der WPS-Standard vor, dass die PIN-Hälften jeweils mit einer 128 Bit langen Zufallszahl verknüpft und erst dann gehashzt werden. Diese Zufallszahl ist sozusagen der Schlüssel zur PIN: Erst wenn man sie kennt, kann man den übertragenen Hash-Wert mit einer PIN vergleichen. Im Rahmen der WPS-Kommunikation händigt der Router seine Zufallszahlen erst an den Client aus, nachdem dieser sich authentifiziert hat. Das kann der Angreifer ohne Kenntnis der PIN jedoch nicht. Und alle 2^{128} Zufallszahlen durchzuprobieren, ist viel zu zeitaufwendig.

Damit wäre das WPS-Verfahren auch mit statischer PIN eigentlich sicher – solange die Zufallszahlen wirklich zufällig sind. Allerdings sind richtig zufällige Zahlen mit Computern nicht so einfach zu erzeugen, daher behilft man sich mit Pseudozufallszahlengeneratoren (PRNG), in die als Input verschiedene Quellen wie etwa Hardware-Interrupts einfließen. Moderne Betriebssysteme nutzen

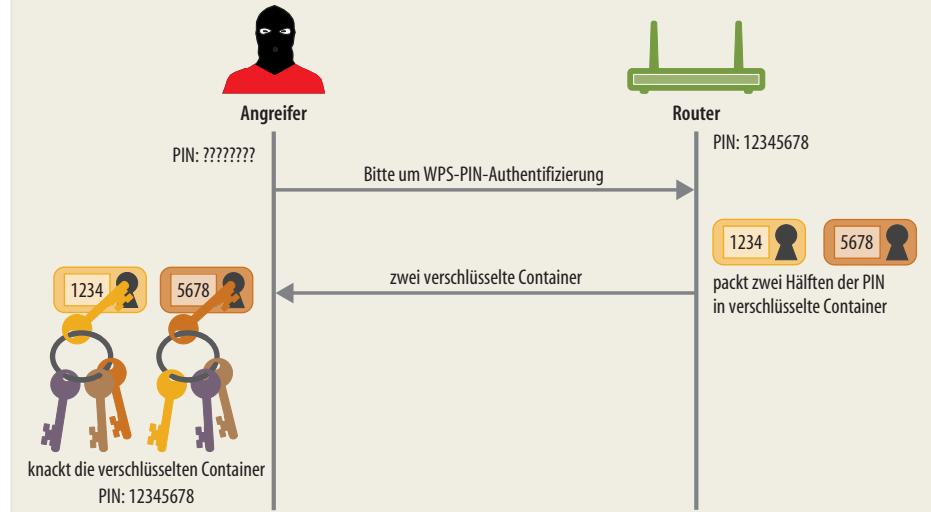
mittlerweile relativ gute Algorithmen, um ausreichend zufällige Zahlen zu erzeugen. Anders sieht es allerdings bei Embedded-Geräten wie Routern aus, die zum Teil proprietäre Betriebssysteme einsetzen. Dort kann ein Angreifer oftmals die Anzahl der möglichen Werte für die als Schlüssel eingesetzten Zufallszahlen eingrenzen und benötigt deutlich weniger Versuche, um den Klartext zum Hash zu ermitteln.

Die meisten Router-Hersteller stellen zumindest Teile ihrer Hard- und Software nicht selbst her, sondern nutzen bereits vorhandene Lösungen; beispielsweise von Realtek, MediaTek, Ralink, Broadcom oder Atheros/Qualcomm. Bongard hat die Quellcodes einiger Firmware-Komponenten dieser Hersteller analysiert. Dabei zeigte sich, dass viele der eingesetzten PRNG-Algorithmen Mängel aufweisen. So sind etwa einige Broadcom-Implementierungen durch die Nutzung der C-Funktion `rand_r()` unsicher, da man den Zustand des PRNG mit Hilfe einer bereits bekannten Zufallszahl herausfinden kann.

Viele Umsetzungen von Realtek sind ebenfalls betroffen. Dies liegt am PRNG-Algorithmus, der als Basis die Unix-Zeit nimmt – also die verstrichenen Sekunden seit dem 01.01.1970. Ein Angreifer mit eigener Uhr kann die Werte somit recht genau vorhersagen. Bei Ralink und MediaTek lauten

Pixiedust-Angriff auf WPS-PIN

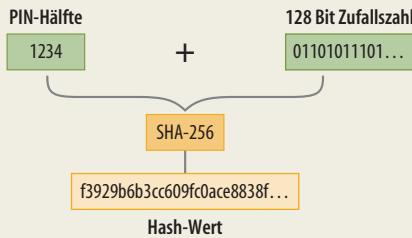
Pixiedust ist ein Offline-Angriff, für den der Angreifer lediglich den ersten Teil der WPS-Authentifizierung aufzzeichnen muss. Danach kann er die möglichen Schlüssel durchprobieren, um die PIN zu knacken.



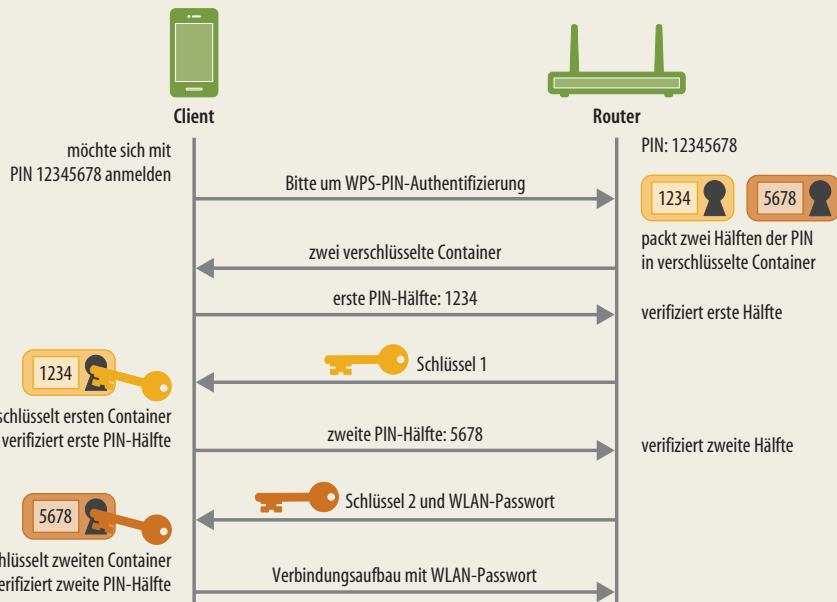
Authentifizierung mit WPS-PIN

Die Funktionsweise der WPS-PIN-Methode klingt einfach: Der WLAN-Client schickt dem Router die PIN und bekommt im Gegenzug das WLAN-Passwort. Im Detail ist dieser vermeintlich simple Vorgang ziemlich komplex: Die Kommunikation läuft über einen ungesicherten Kanal (WLAN) und muss gegen Mithören, Man-in-the-Middle-Angriffe sowie das simple Mitschneiden und Wiederverwenden (Replay-Attacken) von bereits gesendeten Datenpaketen geschützt werden. Unter anderem wird dafür der Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch eingesetzt. Mit diesem Verfahren lässt sich unter zwei Parteien ein gemeinsamer Schlüssel für die Verschlüsselung von Daten festlegen, ohne dass dieser über den ungesicherten Kommunikationskanal übertragen werden muss. Zudem bedarf es noch eines Schutzes vor Angreifern, die einen Access Point (AP) mit dem gleichen Netzwerknamen (SSID) wie der legitime AP aufspannen. Der Client darf einem solchen Klon nicht die WPS-PIN auf dem Silbertablett servieren. Daher muss die Authentizität des Access Points für den Client überprüfbar sein.

Um die Zugangsdaten für das WLAN-Netzwerk zu erhalten, sendet der Client dem Router zunächst eine Anfrage zum Einleiten der WPS-Prozedur. Anschließend tauschen die beiden Parteien Schlüssel über



Der Router teilt die WPS-PIN in zwei Hälften. Beide werden unter anderem um eine Zufallszahl ergänzt und mit SHA-256 gehasht.



Zu Beginn der WLAN-Konfiguration per WPS-PIN erhält der Client vom Router zwei verschlüsselte Container, in denen sich jeweils eine Hälfte der PIN befindet. Anschließend schickt der Client die erste Hälfte der PIN an den Router und bekommt dafür den Schlüssel zum ersten Container. Damit kann sich der Client davon überzeugen, dass der Router die erste PIN-Hälfte bereits kannte, ehe er die zweite Hälfte an den Router schickt.

Diffie-Hellman für die Transportverschlüsselung sowie andere Daten aus. Anfangs vertrauen sich Client und Router nicht. Um zu verhindern, dass der Client einem Router-Klon die WPS-PIN verrät, wird diese in zwei Hälften zerlegt, die unabhängig voneinander überprüft werden. Erst wenn der Router bewiesen hat, dass er die erste Hälfte der PIN schon im Vorfeld kannte, schickt ihm der Client die zweite Hälfte.

Der Router erzeugt zunächst zwei Zufallszahlen E-S1 und E-S2. Aus E-S1 wird zusammen mit der ersten Hälfte der im Router gespeicherten PIN und einigen beiden Parteien bekannten Daten die Prüfsumme E-Hash1 erzeugt. Analog dazu, nur mit E-S2 und der zweiten Hälfte der PIN, entsteht auch E-Hash2. Anschließend schickt der Router beide Hashes an den Client. Da der

Client die als Schlüssel dienenden Zufallszahlen E-S1 und E-S2 nicht kennt, kann er von den Hashes nicht auf die PIN schließen.

Der Client übermittelt dem Router anschließend transportverschlüsselt die erste Hälfte der PIN. Wenn sie korrekt ist, bekommt der Client im Gegenzug die Schlüsselzahl E-S1 und kann sich damit davon überzeugen, dass der Router auch vorher schon diese PIN-Hälfte kannte. Anschließend schickt der Client dem Router die zweite PIN-Hälfte. Ist diese ebenfalls korrekt, übermittelt der Router auch E-S2 und die Zugangsdaten für das WLAN-Netzwerk. Mit E-S2 überprüft der Client nun, dass der Router auch die zweite PIN-Hälfte bereits im Vorfeld kannte. Mit dem WLAN-Passwort bucht sich der Client anschließend ins Netzwerk ein.

die vermeintlichen Zufallszahlen einfach 0, weshalb ein Angreifer hier besonders leichtes Spiel hat.

Bald nach Bekanntwerden dieser Sicherheitsprobleme entstanden Programme, mit denen man den Pixiedust-Angriff durchführen kann. Als Basis dafür dienten existierende WPS-Angriffs-Tools wie Reaver oder Bully. Deren Quellcode musste nur etwas angepasst werden, um etwa dem neu entwickelten Programm „pixiewps“ die für die Offline-Berechnung nötigen Daten der WPS-PIN zu liefern. Mit diesem Tool konnten wir uns auf Anhieb bei einigen Test-Routern in der c't-Redaktion anmelden – ohne vorherige Kennt-

nis von WPS-PIN oder WLAN-Passwort. Ferner sind einige der bei Vodafone eingesetzten Zwangsrouten betroffen (siehe S. 28), die bei den ehemaligen Kabel-Deutschland-Kunden zum Einsatz kommen. Eine vollständige Liste von betroffenen Routern gibt es derzeit nicht. Es existiert jedoch eine gemeinschaftlich gepflegte Liste, die Sie über den c't-Link am Ende des Artikels finden.

Unsere Tests ergaben, dass die Fritzboxen von AVM nicht betroffen sind: Sie liefern ausreichend gute Zufallszahlen, zudem kann man die WPS-PIN-Methode nur für einen kurzen Zeitraum aktivieren. Der Zulieferer Atheros nutzt die Access-Point-Software

Hostapd und damit den /dev/random-Pool von Linux. Dieser ist relativ sicher und zudem wird der WPS-Austausch abgebrochen, wenn nicht genug Entropie vorhanden ist. Router mit Atheros-Innereien sind somit nicht betroffen.

Wer auf Nummer sicher gehen will, sollte WPS an seinem Router abschalten und die Eingabe des WLAN-Passworts stattdessen von Hand durchführen. Versierte Nutzer können mit frei verfügbaren Tools wie pixiewps selbst überprüfen, ob ihr Router verwundbar ist (siehe c't-Link). (rei@ct.de)

c't Router-Liste und Tools: ct.de/yqz8

Anzeige



Christiane Schulzki-Haddouti

Schlüsselmeister für Big Data

Die Datenschutzkonzepte der TK-Riesen

Wenn Datenschutz funktionieren soll, muss er bereits beim Design von Geräten und Abläufen berücksichtigt werden. Die Deutsche Telekom und Vodafone gehen diese Herausforderung mit sehr unterschiedlichen Konzepten an.

Die Telekommunikationsfirmen haben die Vermarktung von Verbindungs- und Standortdaten als Geschäftsfeld entdeckt. Das prominenteste Beispiel sind die anonymisierten Bewegungsprofile von Handy-Besitzern, die für intelligente Verkehrsdienste genutzt werden. Vorreiter waren Vodafone und der Navigationsdienst TomTom. Vodafone übermittelte verschlüsselt Bewegungsprofile aus

den Funkzellen; das geschieht mit dem Segen der Bundesdatenschutzbeauftragten. Dabei erfährt TomTom nicht, wer sich hinter den Bewegungsdaten verbirgt. Die dabei entstehenden Bewegungsbilder sind so detailliert, dass Auswerter zwischen einem Fußgängerstrom und einem Verkehrsstau unterscheiden können.

Während die Verkehrsdatenverarbeitung im Auto längst gän-

gige Praxis ist, stellt sie für viele Verbraucher noch ein rotes Tuch dar. Das musste die Deutsche Telekom im Frühjahr erleben, als sie die Auswertungen anonymisierter Mobilfunkdaten den Nürnberger Verkehrsbetrieben anbot, um diesen eine Optimierung ihrer Fahrpläne mit Schwarmdaten zu ermöglichen. Das sollte die jährliche manuelle Zählung der Fahrgäste einsparen und genauere Daten ermitteln.

Nachdem alle Parteien im Nürnberger Stadtrat das Projekt massiv kritisiert hatten, stoppten die Verkehrsbeziebe das Projekt zunächst. Die Bundesdatenschutzbeauftragte Andrea Voßhoff hatte keine Einwände gehabt, da die Daten anonymisiert verwendet werden sollten. Sie hatte aber ein Opt-out verlangt. An der Datenschutzaufsicht lag es nicht, dass das Nürnberger Projekt erst einmal scheiterte, es lag vor allem an der Kommunikation der Verkehrsbeziebe, die ihre Kunden damit überrumpelten. Ende des Jahres will die Telekom einen neuen Anlauf wagen.

Die häufige Befürchtung der Kunden, die Daten würden letztlich gegen sie verwendet, ist gar nicht so weit hergeholt. Im April 2011 wurde bekannt, dass TomTom Bewegungsdaten von Autofahrern an die niederländische Regierung verkauft hatte. Diese zog die Daten dazu heran, ihre Radarfallen optimal zu platzieren. TomTom gab an, die „Art der Nutzung nicht vorausgesehen“ zu haben, und versprach, ähnliche Vorfälle per Lizenzbeschränkung künftig verhindern zu wollen.

Datenschutz für Big Data

Big-Data-Geschäftsmodelle mit hochsensiblen Daten sind möglich, nur muss der Datenschutz schon während der Entwicklung in die Technik und die Prozesse implementiert werden. Entwickelt das Unternehmen erst einmal die Technik und lässt sie erst am Schluss datenschutzrechtlich prüfen, kann es sein, dass sie letztlich nur mit der informierten Einwilligung der Nutzer angewandt werden kann. Aus Sicht des Anbieters ist es der denkbar schlimmste Fall, wenn er jeden Anwender einzeln um sein Einverständnis bitten muss, denn das erhöht die Hemmschwelle, den Dienst zu nutzen.

Vorbild Telekom

Beim Bundesverband der Datenschutzbeauftragten BvD gilt die Telekom als vorbildlich: Kaum ein Unternehmen sei so gut aufgestellt, heißt es. Der Konzern-datenschutzbeauftragte Claus-Dieter Ulmer erklärt: „Die Zuständigkeit für den Datenschutz darf nicht aufgeteilt werden, sonst entsteht im Unternehmen ein Ping-Pong-Spiel.“ Nach dem Spitzel-Skandal, der in den Jah-

ren 2008 und 2009 das Unternehmen beutelte, hat es mit den relevanten Entscheidungsabläufen auch den Datenschutz völlig neu aufgestellt. So gibt es seitdem einen eigenen Vorstandsbereich Datenschutz, Recht und Compliance. Die Sicherheit hat die Telekom vollständig neu strukturiert und neue Prozesse für Ermittlungen nach dem Mehr-Augen-Prinzip entwickelt. Ohne Ulmers Zustimmung ist kein Projekt möglich, das auf personenbezogenen Daten beruht.

Zudem ist das Data-Privacy-Management-System des Konzerns nach der branchenweit anerkannten Richtlinie IDW PS 980 (Prüfung von Compliance-Management-Systemen) zertifiziert. Ulmer betont, dass dafür nicht nur Produkte und Entwicklungsprozesse überprüft wurden, sondern auch die Struktur innerhalb der Organisation. Die Kernfrage aber sei, ob die Prozesse wirksam sind und ob im Unternehmen die einzelnen Einheiten alle Anforderungen kennen und danach arbeiten.

Mit Vodafone SmartPass bezahlst Du ab heute kontaktlos

Registriere Dich und sicher Dir 10 € Guthaben.

Jetzt registrieren

Mit Vodafone SmartPass zahlst Du jetzt kontaktlos im Handel oder online mit Deinem Smartphone.

Die neue Art des kontakt- und bargeldlosen Bezahlen in Kooperation mit unserem Partner Wirecard Card Solutions basiert auf einem Visa Kartenkonto. Mit der zusätzlichen Prepaid-Visa-Karte kannst Du schon heute auch dort bezahlen, wo kontaktlose Zahlungen erst in naher Zukunft möglich sind.

Als Android Nutzer: Die Vodafone SmartPass App kannst Du als Vodafone Kunde jetzt exklusiv über die Vodafone Wallet App in Deinem Google Play Store oder über Vodafone Updates herunterladen.

Als iOS Nutzer: Weiterhin kannst Du die Vodafone SmartPass App in Deinem App Store herunterladen.

Unter dem Konzerndatenschutzbeauftragten Ulmer arbeiten 63 Leute in fünf Abteilungen. 14 von ihnen befassen sich ausschließlich mit Arbeitnehmerfragen. 20 sogenannte Brückenköpfe in den operativen Einheiten der Telekom und 20 bei T-Systems kennen Prozesse und Ansprechpartner und sind für

die Umsetzung des Datenschutzes dort verantwortlich.

Dazu kommt ein externer Datenschutz-Beirat dem der ehemalige Bundesdatenschutzbeauftragte Peter Schaar, der grüne Europaabgeordnete Jan-Philipp Albrecht, Frank Rieger vom CCC, der Rechtswissenschaftler Peter Gola und ein Ver-

Vodafone hat eine Lösung für das kontaktlose Bezahlen, bei der das Mobilfunkunternehmen die Zahlung zwar abwickelt, aber keine Bezahltdaten erfährt.

treter des IT-Branchenverbands Bitkom angehören. Dort werden derzeit neue Geschäftsmodelle diskutiert, etwa im Bereich Smart Meter, Gesundheit und Big Data. Die Telekom will hier zu ihren internen Diskussionsprozessen eine Art Gegencheck vornehmen.

Privacy by Design in der Praxis

Ulmer nennt als Beispiel für Privacy by Design im Bereich der Kundenbetreuung den „Privacy Button“. Er erscheint auf dem Monitor des Hotline-Mitarbeiters, wenn dieser auf Twitter oder Facebook Kundenanliegen entgegennimmt und dabei ein Hinweis auf die Privatsphäre notwendig wird, etwa wenn die

Anzeige



Die Telekom zeigt genau an, wie ihre Partner die Daten der Kunden verarbeiten und wo sie sie speichern.

Hostingkonzept im Business Marketplace

Wo liegen meine Daten? Wer hat Zugriff darauf? Antworten auf solche Fragen finden Sie in der folgenden Liste unserer Partner und deren Applikationen. Zu jedem Anbieter und seinen Applikationen erfahren Sie Details über:

- Hosting-Standort: Wo Ihre Daten gespeichert werden.
 - ⊕ Datenspeicherung in Deutschland
 - ⊕ Datenspeicherung in der Schweiz
 - ⊕ Datenspeicherung außerhalb EU & Schweiz
- Applikationsbetrieb: Wer den Service betreibt und damit Zugriff auf Ihre Daten hat.
 - ⊕ Der Betrieb erfolgt durch die Deutsche Telekom. Es kommen die hohen Sicherheitsstandards der Deutschen Telekom zur Anwendung.
 - ⊕ Der Betrieb erfolgt auf der IT-Infrastruktur der Deutschen Telekom durch den Partner. Es kommen die hohen Sicherheitsstandards der Deutschen Telekom zur Anwendung.
 - ⊕ Der Betrieb der "Applikation" und der IT-Infrastruktur erfolgt durch den Partner. Es erfolgt eine regelmäßige Überprüfung der Sicherheitsstandards durch die Deutsche Telekom.
- Vertrags-Standards: Welche Verträge und Vertrags Standards Anwendung finden.
- Kontrollrechte: Welche Kontrollrechte Sie bezüglich des Umgangs mit Ihren Daten haben.

Kunden persönliche Daten bereitstellen. Die Mitarbeiter geben den Kunden dann einen Tipp, wie sie zu einem sicheren Kommunikationskanal wechseln können. Einen solchen Button gibt es auch für Telekom-Mitarbeiter. Sie können damit den Dienstwagen etwa am Wochenende oder abends für private Zwecke nutzen, ohne dass das der Chef die Fahrtstrecke erfährt.

Auch zeigt die Telekom bei der Online-Präsentation von Diensten ihrer Partner in Form eines Icons, wo die Kundendaten verarbeitet werden. So wird etwa beim Abo-Paket für das „Office 365 Business Premium“ angezeigt, dass die Daten außerhalb der Europäischen Union verarbeitet werden, bei der Intranet-Lösung TeamLike hingegen wird ein kleines „D“ angezeigt, was für die Verarbeitung der Daten innerhalb Deutschlands steht. Nach dem Safe-Harbor-Urteil des Europäischen Gerichtshofs wird das gesamte Modell jetzt allerdings noch einmal von Grund auf geprüft, denn eine Datenübermittlung in die USA ist demzufolge nicht mehr rechtskonform [1].

Bis jetzt ist das allerdings vor allem Optik, denn der Anwender erfährt nicht, wie zweckgebunden mit den Daten umgegangen wird und welche Eingriffsmöglichkeiten er selbst hat. Genau das könnte aber die Telekom leisten, wenn sie Informationen aus ihren internen Aufsichtspapieren veröffentlichen würde – auch bei Image-schädigenden Konfliktfällen. Genau letzteres wäre der Testfall für die Unabhängigkeit des betrieblichen Datenschutzbeauftragten.

Geschäftsmodell Datenschutz

Die Datenschützer bei der Deutschen Telekom haben über mehrere Jahre selbst ein „Privacy Se-

curity Assessment“ entwickelt, das nach Zwecken, Erforderlichkeit, Datensparsamkeit und Löschfristen prüft. Es unterscheidet nach Kritikalitätsklassen: A steht für eine kritische Lösung, an der die Datenschützer persönlich beratend teilnehmen müssen. B steht für eine Standardlösung, die durch die Entwicklungsabteilungen selbst überprüft wird und die von den Datenschützern lediglich revidiert wird. C wiederum steht für Lösungen, die keine personenbezogenen Daten betreffen.

Mit der Prüfmethode werden bei aktuellen Datenschutzverletzungen Ad-Hoc-Audits vorgenommen sowie das jährliche Konzern-Audit. Außerdem wurden mit dem „Privacy Security Assessment“ bereits 2000 Verfahren geprüft.

Mittlerweile propagiert die Telekom ihr Prüfmodell außerhalb des Konzerns: So hat sie ihre Audit-Systematik in das noch laufende Zertifizierungsprojekt „Trusted Cloud“ eingebracht. Mittelfristig erwartet sie, dass diese mangels Alternativen zum Industrie-Standard avancieren können. Das Audit-Tool will sie mit weiteren Privacy-Tools im Rahmen ihres Security-Geschäfts bei T-Systems vermarkten. Auch entwickelt die rund 1000-köpfige Einheit für „operative Security“ und „Market Security“ derzeit gemeinsam mit Mozilla neue Privacy-Settings für den Internet-Browser Firefox. Die Datenschutzabteilung fungiert hier als Ideengeber.

Die Frage ist nur, ob das Telekom-eigene Prüfmodell in Einklang mit dem neuen Prüfmodell der Datenschutz-Aufsichtsbehörden zu bringen ist. Die Datenschutzkonferenz von Bund und Ländern hat Anfang Oktober das sogenannte „Standard-Datenschutzmodell“ verabschiedet, das nicht nur nach den klassischen Schutzzielen Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulich-

keit prüft, sondern auch nach den datenschutzeigenen Zielen der Transparenz, Nichtverkettbarkeit und Intervenierbarkeit. „Wir werden das gegebenenfalls anpassen“, versichert Claus-Dieter Ulmer. Das gelte „selbstverständlich“ auch für neue Anforderungen aus der EU-Datenschutzgrundverordnung.

Unabhängige Stabsabteilung

Vodafone Deutschland setzt beim Datenschutz auf eine andere Struktur als die Telekom. Der Datenschutzbeauftragte Dirk Herkströter arbeitet in einer unabhängigen Stabsabteilung und berichtet direkt an den Vorstand. Der operative Datenschutz wird von Falk Böhm geleitet und ist Teil der Abteilung Corporate Security. Dieser Bereich ist dem Geschäftsführungsressort „Legal, Regulatory & Corporate Security“ zugeordnet.

Böhms Team zählt seit der Integration von Kabel Deutschland acht Mitarbeiter, die derzeit das Datenschutz-Management weiter ausbauen. Insgesamt gibt es 30 Mitarbeiter über verschiedene Abteilungen verstreut, die mit Datenschutzfragen befasst sind, davon allein zwei in der Kundenservice. Zusätzlich wurde die frühere SPD-Politikerin Renate Schmidt als Ombudsfrau berufen. In dieser Funktion steht sie als unabhängige Ansprechpartnerin für Datenschutzthemen zur Verfügung, die von Kunden und Mitarbeitern an sie herangetragen werden.

Naby Diaw, Chief Security Officer von Vodafone, betont, dass sich das Top-Management „eindeutig zum Thema bekennt“ und dass es eine „strikte Trennung“ zwischen der Funktion des Sicherheitsbeauftragten und der des Datenschutzbeauftragten gebe. Und Herkströter macht deutlich, dass er „jederzeit Zu-

griff“ auf die gesamte Datenschutzorganisation habe, wie das gesetzlich aber ohnehin vorgeschrieben ist.

Für welche Art von Datenschutz aber steht Herkströter? Bei der Gretchenfrage Anonymisierung vertritt er die Ansicht, dass „die Kombination eines Datensatzes mit einem Unique-Identifier aus Sicht eines Dritten eine ausreichende Anonymisierung darstellen“ kann. Das bedeutet, dass die Datensätze zwar keinen Namen, aber beispielsweise eine ID-Nummer enthalten. Dabei habe die Anonymisierung „zu berücksichtigen, ob für einen Dritten die Identifizierung mit vernünftigem, wirtschaftlich realistischem Aufwand möglich ist.“ In den Augen des Unabhängigen Landeszentrums in Schleswig-Holstein wäre damit aber höchstens eine Pseudonymisierung gegeben, weil über eine solche ID grundsätzlich auch wieder eine Verknüpfung zum Namen hergestellt werden könnte.

Der TÜV Rheinland führt derzeit für Vodafone Deutschland eine Rezertifizierung für ein Datenschutz-Audit durch. Dabei wird geprüft, ob die unternehmensinternen Prozesse mit datenschutzrechtlichen Anforderungen in Einklang stehen. Herkströter betont, dass der Umgang mit den Verkehrsdaten besonders sensibel ist, da sie dem Telekommunikationsgeheimnis unterliegen. Das bedeutet, dass die Verarbeitungszwecke strikt begrenzt auf das Prinzip „need to know“ sind, dass also nur erfassbar wird, was unabdingbar nötig ist. Im Unternehmen gebe es eine „sehr hohe Datenschutzkultur“, die sich daran zeige, dass auch vermeintliche Verstöße an den betrieblichen Datenschutzbeauftragten gemeldet werden. Auch die Betriebsräte seien sensibilisiert.

Die Vorratsdatenspeicherung führt das nicht ad absurdum, denn die Vorratsdaten werden unter sehr engen Voraussetzungen für genau festgelegte Zwecke gespeichert. Für die Nutzung durch das Telekommunikationsunternehmen sind sie tabu.

Sechs Schutzziele

Vodafone bekennt sich zu „Privacy by Design“. Herkströter sagt: „Wenn ein neuer Service entwickelt wird, erfolgt eine Datenschutzberatung von Anfang bis Ende.“ Falk Böhm erklärt, die

große Linie würde mit dem Datenschutzbeauftragten abgestimmt und in einen Anforderungskatalog überführt. Dabei orientiere man sich „absolut auch an den sechs Datenschutz-Schutzzießen“ Vertraulichkeit, Transparenz, Nichtverkettbarkeit und Intervenierbarkeit. Das Standard-Datenschutzmodell schaffe „Best Practice“, sich daran zu orientieren sei nicht verkehrt. Zudem würden die Schutzziele auch von der kommenden EU-Datenschutz-Grundverordnung [2] eingefordert. Derzeit entwickelt Vodafone auch einen Prototyp für eine entsprechende Prüfmethode. Chief Security Officer Naby Diaw betont, dass die sechs Schutzziele von allen Security-Abteilungen verfolgt würden.

Ein prominentes Beispiel ist die bereits beschriebene Zusammenarbeit mit TomTom. Ein anderes ist das SmartPass-Projekt in Kooperation mit der Wirecard-Bank: Hier kann der Kunde mit verschiedenen Methoden mit dem Handy bezahlen, doch Vodafone erfährt keine Bezahltdaten. Derzeit entwickelt Vodafone in einem „Next Generation TV“-Projekt eine rückkanalfähige Set-Top-Box, die Funktionen und Kommandos nicht auf dem Gerät selbst, sondern auf dem Backend-Server beim Hersteller bereitstellen und bearbeiten soll. Dabei soll das Sehverhalten der Nutzer privat bleiben und diverse Einstellmöglichkeiten sollen die notwendige Transparenz für den Nutzer herstellen. Die Kollegen der Datenschutzabteilung sind seit etwa einem Jahr feste Projektmitarbeiter und wirken an der Definition der Anforderungen und damit an der Architektur des Projekts mit. Wie anonym der Zuschauer der nächsten Generation sein wird, ist noch nicht ausgemacht.

Fazit

Die Telekom betreibt den Datenschutz mit Nachdruck, vergleicht man sie mit Unternehmen, die einen Datenschutzbeauftragten ohne Mitarbeiter oder nur einen externen Datenschutzbeauftragten haben. Wirklich innovative technische Ansätze sind bei ihr aber nicht zu finden. Solche müssten aber zum Einsatz kommen, wollte man das Schutzziel der Nichtverkettbarkeit erreichen. Auch die Datensparsamkeit scheint bei den geplanten Big-

Data-Geschäftsmodellen keine Priorität zu haben. Die Telekom hat zudem noch immer mit Skandalen zu kämpfen, die aus der Zeit vor der Reorganisation stammen – etwa bei der „freiwilligen Zusammenarbeit“ mit dem Bundesnachrichtendienst.

Was die Zusammenarbeit mit Geheimdiensten anbelangt, steht aber Vodafone der Telekom in nichts nach. Vodafone bekennt sich zu den sechs Schutzzießen der EU-Datenschutzverordnung, aber Herkströters Verständnis von Anonymisierung entspricht nicht der reinen Lehre. Man darf daher gespannt sein, welche Art von „Privacy by Design“ Vodafone bei seinem aktuellen TV-Projekt umsetzen wird.

Im Moment kennt nur Deutschland die Einrichtung betrieblicher Datenschutzbeauftragter, deshalb konnten andere EU-Mitgliedstaaten im Rat erreichen, dass die Verpflichtung dazu in der EU-Datenschutzgrundverordnung gestrichen wurde. Das Bundesinnenministerium hat sich bereits dazu bekannt, die Regelung weiterführen zu wollen – wie das die anderen EU-Mitgliedstaaten halten wollen, ist unklar.

Sollte Deutschland von der bisherigen Linie abweichen oder gar die EU die Einrichtung von Datenschutzbeauftragten im Zuge der Vereinheitlichung untersagen, sähe es für den Datenschutz düster aus. Wie ohne die Fachleute vor Ort überhaupt irgendeine Form von „Privacy by Design“ realisiert werden soll, erscheint Fachleuten schleierhaft.

Wenn man dies noch mit der prekären Personalausstattung der Datenschutz-Aufsicht kombiniert, kann man gemeinsam mit dem baden-württembergischen Landesdatenschützer Jörg Klingbeil zu dem Schluss kommen: „Wenn jetzt mit der EU-Reform auch die betrieblichen Datenschutzbeauftragten kassiert werden, bricht der Laden wirklich zusammen.“ (uma@ct.de)

Literatur

- [1] Martin Holland, Dieser Hafen ist nicht sicher, Der Europäische Gerichtshof erklärt das Safe-Harbor-Abkommen für ungültig, c't 23/15, S. 16
- [2] Christiane Schulzki-Haddouti, Auf Messers Schneide, Die EU-Datenschutzreform steht kurz vor dem Aus, c't 8/15, S. 40



Anzeige

HOTLINE

Wir beantworten Ihre Fragen.

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an die E-Mail-Adresse am Ende des jeweiligen Artikels. Allgemeine Anfragen bitte an hotline@ct.de.

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

Sie erreichen unsere Redakteure jeden Werktag zwischen 13 und 14 Uhr unter der Rufnummer **0511/5352-333**.

Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften gekürzt zu veröffentlichen.

Install.wim größer als 4 GByte

?

Sie haben in Ausgabe 23/15 berichtet, wie man individuelle Windows-Installationsmedien bauen kann, in denen die Windows-Updates bereits integriert sind. Ich habe das gemacht, doch wurde meine WIM-Datei, die die Windows-8.1-Installationsdateien enthält, dabei größer als 4 GByte. Dadurch lässt sie sich nicht auf das FAT32-formatierte USB-Laufwerk schreiben. Das Ändern auf NTFS kommt nicht in Frage, weil im UEFI-Modus das Booten nur von FAT32 klappt. Und nun?

!

Einen Trick, eine Datei mit mehr als 4 GByte Umfang auf eine FAT32-Partition zu schreiben, kennen wir nicht, und in (SWM-)Teile aufgesplittete WIM-Dateien kann das Windows-8.1-Setup-Programm nicht mehr installieren. Ihr Problem lässt sich aber trotzdem lösen. Erstellen Sie zwei Partitionen auf dem USB-Laufwerk, eine zum Booten mit FAT32 und eine für die Installationsdateien mit NTFS. Das klappt allerdings nur mit USB-Festplatten oder mit den seltenen USB-Sticks, deren Firmware sich als Festplatte meldet. Man erkennt sie üblicherweise am Hinweis „Geeignet für Windows To Go“. Denn auf allen anderen USB-Sticks will Windows partout nur eine Partition erstellen und nutzen.

Retten Sie zuerst alles vom USB-Laufwerk. Dann löschen Sie in der Datenträgerverwaltung alle Partitionen darauf und erstellen am Anfang eine neue Partition. Als Größe reichen 100 MByte, als Dateisystem wählen Sie FAT32 (Obacht, es ist stattdessen FAT vorausgewählt). Als Namen vergeben Sie etwas Eindeutiges wie „USB-Boot“. Setzen Sie diese Partition aktiv. Den gesamten restlichen Platz des Laufwerks weisen Sie einer zweiten Partition mit dem Dateisystem NTFS und einem Namen wie „USB-Daten“ zu. Falls der Explorer nachfragt, ob er die Laufwerke formatieren soll: Nein, soll er nicht, ist bereits erledigt.

Kopieren Sie nun Ihr komplettes Installationsmedium mitsamt der großen WIM-Datei auf die USB-Daten-Partition. Die Ordner „boot“ und „efi“ sowie die Dateien „bootmgr“ und „bootmgr.efi“ hingegen kopieren Sie auf die Partition USB-Boot. Nun biegen Sie noch den Bootloader um. Das erledigen vier längliche Befehle in einer mit Adminrechten laufenden Eingabeaufforderung – keine Bange, Sie müssen die Zeilen aus dem Listing nicht abtippen. Über den c't-Link unten finden Sie eine Textdatei, aus der Sie die Zeilen einfach herauskopieren können. Passen Sie darin aber unbedingt die hier rot gefärbten Laufwerksbuchstaben an. Hier im Beispiel sind es g: für USB-Boot und h: für USB-Daten. Der Rest ist inklusive der kryptischen ID überall identisch.

Das so erstellte USB-Laufwerk bootet sowohl im UEFI- als auch im BIOS-Modus und kann Install.wim-Dateien installieren, die quasi beliebig groß sein dürfen – die Laufwerkskapazität ist die einzige bekannte Grenze. (axv@ct.de)

ct Textvorlage für die Befehle: ct.de/ym2q

Windows-10-Neuinstallation dauert zu lange

?

In c't 21/15 schreiben Sie in den Tipps und Tricks zu Windows 10, dass es keinen Workaround gibt, der die Wartezeit vor Installationsbeginn verkürzt. Dem kann ich glücklicherweise widersprechen. Nach meiner Erfahrung liegt die Wartezeit an einem nicht angeschlossenen, aber im BIOS aktivierte 1,44-MByte-Diskettenlaufwerk. Setzt

man im BIOS das Floppy-Laufwerk auf „none“, startet die Installationsroutine zügig.

!

Danke für den Hinweis, unsere Tests bestätigen das. Der „Beschleunigungseffekt“ tritt aber auch dann auf, wenn tatsächlich eine Floppy dranhängt. Das dürfte auch der Grund dafür sein, dass das Problem so selten auftritt, denn bei der betroffenen Rechnergeneration war oft wirklich noch ein Floppy-Laufwerk eingebaut. Allerdings wurde nur die DVD-Installation beschleunigt, die Installation per USB 2.0 blieb bei unseren Tests mit diversen Sticks verzögert. (axv@ct.de)

Verknüpfung auf Bildschirmauflösung

?

Ich möchte unter Windows 7 die Anzeigeeinstellungen direkt aufrufen. Zwar kann ich mir einen Link auf „Anzeige“ auf den Desktop legen, muss dort dann aber immer noch im linken Navigationsbereich auf „Anzeigeeinstellungen“ ändern“ klicken.

!

Wenn Sie eine Verknüpfung mit dem Ziel „desk.cpl“ erstellen, landen Sie direkt im Bildschirmauflösungsdialog. (axv@ct.de)

Flaschenhals in LGA-1366-Systemen

?

Als Betreiber eines zirka 7 Jahre alten PC mit einem LGA-1366-Mainboard von Asus und einer Core-i7-920-CPU frage ich mich schon seit längerem, ob nicht die alte PCIe-2.0-Schnittstelle auf dem Bord ein möglicher Flaschenhals sein könnte, wenn ich eine neuere Grafikkarte wie meine Nvidia GeForce GTX 770 im Mainboard stecken habe. Diese hat ja meines Wissens einen schnelleren Bus (PCIe 3.0) und kann also ihr Potenzial nicht voll ausschöpfen. Oder liege ich da völlig falsch mit meiner Annahme?

!

Grundsätzlich kann die geringere Bandbreite einer PCIe-2.0-Schnittstelle die Leistung einer aktuellen Grafikkarte einschränken. In der Regel reizen jedoch nur synthetische Benchmarks die Bandbreite des Anschlusses vollkommen aus. Beim

```
bcdeedit /store g:\efi\microsoft\boot\bcd /set {default} device ramdisk=[h:]\sources\boot.wim,{7619dcc8-fafe-11d9-b411-000476eba25f}
bcdeedit /store g:\efi\microsoft\boot\bcd /set {default} osdevice ramdisk=[h:]\sources\boot.wim,{7619dcc8-fafe-11d9-b411-000476eba25f}
bcdeedit /store g:\boot\bcd /set {default} device ramdisk=[h:]\sources\boot.wim,{7619dcc8-fafe-11d9-b411-000476eba25f}
bcdeedit /store g:\boot\bcd /set {default} osdevice ramdisk=[h:]\sources\boot.wim,{7619dcc8-fafe-11d9-b411-000476eba25f}
```

Vier Befehle biegen den Bootloader um, damit ein von einer FAT32-Partition bootendes Windows-Setup-Programm auf einer NTFS-Partition weitermacht.

Spielen merkt man praktisch keinen Unterschied. In unseren Tests reizte ein altes LGA-1366-System mit einer übertakteten Xeon-Hexa-Core-CPU sogar eine GeForce GTX 980 aus. Wenn Sie für mehr Leistung sorgen wollen, können Sie die CPU Ihres alten Rechners übertakten oder sie gegen einen gebrauchten Xeon-Hexa-Core-Prozessor tauschen.

(fkn@ct.de)

LTE weltweit nutzen

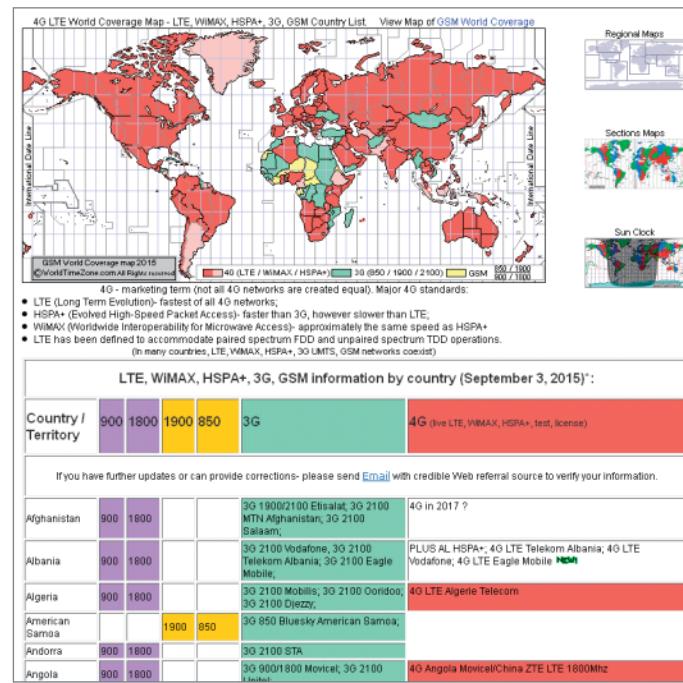
? Im Zusammenhang mit Berichten über LTE-Technik wäre es toll, wenn Sie angeben würden, in welchen weiteren Ländern das Gerät noch mit LTE funktioniert.

! Eine Liste aller Länder aufzuführen, in denen ein Mobilfunkgerät LTE ebenfalls nutzen kann, würde den Rahmen üblicher c't-Artikel locker sprengen. Sie kriegen das aber mit wenig Aufwand selbst heraus, indem Sie die LTE-Frequenzbänder, die wir angeben, mit denen vergleichen, die die Netzbetreiber im jeweiligen Zielland nutzen. Eine (leider nicht ganz vollständige) Übersicht finden Sie auf www.worldtimezone.com/gsm.html. Open-Signal ist ein weiterer Dienstleister, der Abdeckungen einzelner Netzbetreiber mittels eigener Apps erfasst.

(dz@ct.de)

LGA-1366-Workstation aufrüsten

? Mit großem Interesse habe ich in c't 21/15 Ihren Artikel zum Upgrade älterer Xeon-Boards gelesen. Da ich eine Dual-Xeon-Workstation des Typs Dell Precision 7400 besitze, würde mich interessieren, ob das zugrundeliegende noch ältere Board im Vergleich zum LGA-1366-Board in Ihrem Artikel zumindest mit einer aktuellen Grafik-



karte und zeitgemäßen Schnittstellen aufgerüstet werden kann. Der Chipsatz ist ein Intel 5400 und die CPUs sind Xeons mit einem Takt von 3 GHz. Dazu kommen 16 GByte RAM, eine Nvidia-Grafikkarte mit 1,5 GByte Speicher und ein Perc-RAID-Controller. Für das Update habe ich an die Grafikkarte MSI GTX 960 mit 4 GByte für zirka 200 Euro gedacht. Zusätzlich möchte ich eine PCIe-Karte mit USB-3.0-Schnittstellen und SATA-6G-Anschluss einbauen. Denken Sie, dass dies klappen könnte?

! Ihr Rechner ist leistungsfähig genug, um die von Ihnen angestrebte GeForce GTX 960 auszureizen. Bei der Schnittstellenkarte wird es hingegen komplizierter: Ver-

Welche LTE-Frequenzbänder in welchen Ländern funktionieren, zeigt die Website worldtimezone.com in einer Übersicht an.

gleichsweise günstige per PCIe angebundene USB-SATA-Kombi-Controller arbeiten normalerweise langsamer als ihre Onboard-Pendants. Die USB-3.0-Ports einer solchen Nachrüstkarte liefern zwar höhere Datenraten als USB-2.0-Anschlüsse, die volle USB-3.0-Geschwindigkeit erreichen sie jedoch nicht unbedingt. Nachgerüstete SATA-6G-Controller arbeiten unter Umständen nur wenig schneller als der auf dem Mainboard vorhandene SATA-II-Controller. Das ist unter anderem so, weil viele Schnittstellenkarten lediglich mit einer Lane auf dem PCIe-Bus angebunden sind (PCIe x1). Für eine ordentliche Leistung benötigt man jedoch mindestens eine mit vier Lanes angebundene Schnittstellenkarte (PCIe x4).

(fkn@ct.de)

Anzeige

Hub-Tester zu Hub-Fixer umbauen

? Ich möchte den leicht zu bastelnden Hub-Tester aus c't 7/15 nachbauen. Dabei sollte es doch nicht so schwer sein, die Schaltung zu einem „Hub-Fixer“ auszubauen, indem man die erforderliche Diode und einen Typ-A-Stecker vorsieht, sodass die vom Hub angelegte Versorgungsspannung nicht zum Typ-A-Stecker durchdringt. Ich habe nämlich den einen oder anderen Kandidaten, den ich so vielleicht noch retten kann.

! Auch wenn es – mit unserem Hub-Tester – leicht ist, das Problem zu diagnostizieren, ist es nicht automatisch auch leicht zu beheben. Die USB-Spezifikation sieht nämlich keine Dioden im Kabel zwischen Host und Device vor. Über einer gewöhnlichen Diode fallen 0,7 Volt ab, womit die zulässige Toleranz von V_{bus} bereits unterschritten wäre. Wenn, dann käme daher nur eine Schottky-Diode in Frage.

Aber auch dann lauern noch andere Fallstricke: So handeln USB-Geräte über passive Widerstandsbeschaltungen zwischen den einzelnen Adern aus, welche Geschwindigkeiten und Ströme zulässig sind. Nach USB Power Delivery respektive USB Typ C ist es sogar möglich, dass die Geräte die Rollen von Quelle und Senke dynamisch verändern. Außerdem beeinträchtigt jede zusätzliche Steckverbindung die Signalqualität. Nicht ohne Grund verbietet die USB-Spezifikation passive Verlängerungskabel.

Letztlich dürfte es kaum möglich sein, einen einfachen Adapter zu bauen, der einerseits die Rückwärtsspeisung sauber verhindert und andererseits zuverlässig mit allen Geräten funktioniert. Es gibt aber eine einfache Lösung: Schalten Sie einen spezifikationsgetreuen Hub, der nicht zurückspeist, zwischen den PC und das verdächtige Gerät.

(bbe@ct.de)

Fotoarchiv im LAN

? Mit meiner halbwegs modernen DSL-Kamera kommen schnell einige hundert Gigabyte an Bilddaten zustande. Eine Cloud-

Speicherung kommt bei dieser Datenmenge aus zahlreichen Gründen nicht in Frage. Sehen Sie eine Lösung, wie die Fotos mehrerer Familienmitglieder und mehrerer Kameras/Handys zentral archiviert, von verschiedenen Personen gepflegt (zum Beispiel mit Photoshop Elements oder Lightroom) und mit mehreren Geräten betrachtet werden können? Ich habe mein c't-Archiv durchforscht, aber in dieser Hinsicht nichts gefunden.

! Für mehrere Familienmitglieder bietet sich ein NAS an. Das Thema haben wir in c't 16/15 (NAS für alle Fälle) ausführlich behandelt. Leider tun sich die meisten Programme zur Bildverwaltung schwer, mit Netzspeicher und mehreren Benutzern umzugehen beziehungsweise setzen dafür Anschaffungen in vier- bis fünfstelliger Größenordnung voraus.

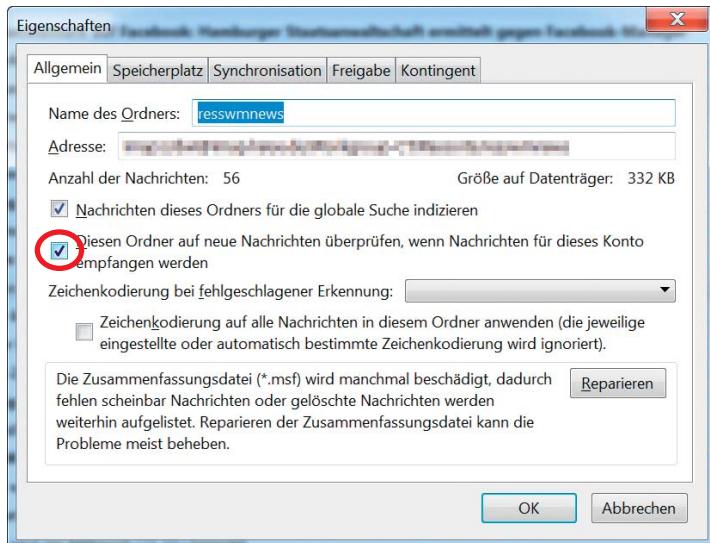
Der Pfad zur Bildverwaltung von Photoshop Elements ist festgelegt. Auch Lightroom und andere Raw-Entwickler streichen da die Segel. Sie können die Bibliothek für Lightroom auf einem Netzlaufwerk ablegen, aber nicht mit mehreren Nutzern darauf zugreifen. Es ist aber möglich, die Bilder auf einem NAS abzulegen, die Bibliothek des Verwaltungsprogramms aber lokal auf dem Rechner zu speichern und die Fotos über ein Gigabit-LAN zu laden. So stehen die Fotos allen Familienmitgliedern zur Verfügung. Eine erschwingliche netzwerkfähige Bildverwaltung ist der IDImager. (akr@ct.de)

Bodenfahrzeuge ohne Sounds im Flugsimulator

? Oft lasse ich nach einem Flug in Microsofts Flugsimulator X die Szenerie auf dem Bildschirm. So wie andere Leute Radio hören, lasse ich mich von Flughafenatmosphäre unterhalten. Nun bin ich auf die Steam Edition des FSX umgestiegen und erlebe leider nur noch Friedhofsatmosphäre auf den Flughäfen. Ab und an höre ich zwar Flugzeuge starten oder landen, aber alle Bodenfahrzeuge wie Tankwagen, Gepäckwagen et cetera fahren lautlos umher. In den Steam-Foren habe ich keine Lösung gefunden.



Auf den Flughäfen kann es recht belebt sein; in der Steam Edition des Microsoft Simulators bleibt es dabei leider still. Schuld daran ist allein eine „1“.



Im Einstellungsdialog zu einzelnen Mail-Ordnern bietet Thunderbird die Möglichkeit, das Prüfen auf neue Nachrichten an- und abzuschalten.

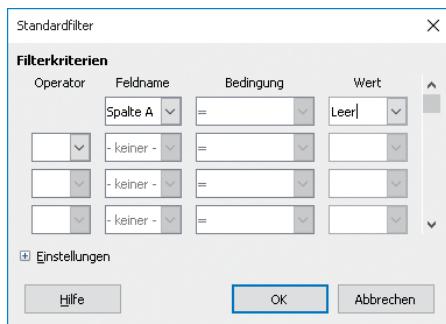
! Die Stille kommt sehr wahrscheinlich von der Einstellung für SOUND_LOD. Die Variable ist nicht dokumentiert. Ihr Wert entscheidet wohl darüber, ob der FSX für Flug- und Fahrzeuge die Default-Sounds im Ordner „Sounds“ oder die AI-Sounds aus den Ordner „soundai“ der Fahrzeuge nutzen soll. SOUND_LOD=1 steht für Nur-Default-Sounds. Die Bodenfahrzeuge, für die aber nur AI-Sounds vorhanden sind, bleiben dann still. Wohl deshalb stand in den früheren Microsoft-Versionen des FSX immer SOUND_LOD=0.

Die Variable SOUND_LOD lässt sich nicht über die Einstelldialoge des Simulators setzen, sondern nur direkt in der Konfigurationsdatei FSX.cfg. Sie finden sie zum Beispiel in einem deutschen Windows 7 unter „C:\Users\xyz\AppData\Roaming\Microsoft\FSX“, wobei Sie für „xyz“ Ihren Windows-User-Namen einsetzen müssen. Öffnen Sie die FSX.cfg mit einem Editor, suchen Sie SOUND_LOD und setzen Sie den Wert auf 0. (bb@ct.de)

Leere Zeilen in Calc löschen

? Ich bearbeite in LibreOffice Calc eine sehr große Tabelle, in der viele leere Zeilen stehen, die bei der Analyse stören. Wie kann ich sie am einfachsten löschen?

! Markieren Sie zunächst den gesamten Bereich bis zur letzten nicht leeren Zelle,



indem Sie zunächst die Zelle A1 selektieren und dann Strg+Umschalttaste+Ende drücken. Danach rufen Sie übers Menü „Daten/Filter/Standardfilter“ auf und wählen im Dialog „Leer“ als Wert aus. Nach Schließen des Dialogs zeigt Calc nur noch die leeren Zeilen der Tabelle an. Markieren Sie die gefilterten Zeilen und löschen Sie diese übers Kontextmenü. (db@ct.de)

Thunderbird: Unsichtbare neue Mails

? Dass sich neue, ungelesene Mails in einem Mail-Ordner befinden, zeigt mir Thunderbird, indem es den Ordnernamen fett darstellt und dahinter in Klammern die Zahl der ungelesenen Mails anzeigt. Nun habe ich in der Firma einen weiteren Ordner abonniert, der anders funktioniert: Nur wenn ich diesen Ordner anklicke, aktualisiert sich die Anzeige. Ansonsten sieht der Ordner immer so aus, als befänden sich darin keine neuen Mails. Lässt sich das ändern?

! Ob die Anzeige eines Ordners sich automatisch aktualisiert oder nicht, kann man in den Einstellungen zu diesem Ordner festlegen. Rufen Sie mit einem Rechtsklick auf den neu abonnierten Mail-Ordner dessen Kontextmenü auf. Ganz unten im Menü finden Sie die Einstellungen. Über den ersten Reiter („Allgemein“) erreichen Sie einen Dialog, in dem man ein Häkchen vor der Option „Diesen Ordner auf neue Nachrichten überprüfen, wenn Nachrichten für dieses Konto empfangen werden“ setzen kann. Anschließend zeigt Thunderbird den aktuellen Zustand des Ordners auch ohne vorheriges Anklicken korrekt an. (dwi@ct.de)

Über den Standardfilter zeigt Calc auf Wunsch nur die leeren Zeilen an, die man dann leicht löschen kann.

Anzeige

FAQ

Daniel Berger, Joerg Heidrich

Facebook und Datenschutz

Antworten auf die häufigsten Fragen

Safe-Harbor-Urteil

Der EuGH hat das Safe-Harbor-Abkommen für ungültig erklärt. Muss Facebook nun seine Pforten in Europa schließen?

Nein. Formal hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) zunächst einmal entschieden, dass die bisherige Praxis der Übermittlung von personenbezogenen Daten aus der europäischen Zentrale von Facebook in die USA genau zu prüfen ist. Weil Facebook in Irland sitzt, ist die irische Datenschutzbehörde für diese Prüfung zuständig; sie muss nun zur Tat schreiten.

Im Rahmen seiner Entscheidung hat der EuGH allerdings die bisher wichtigste Rechtsgrundlage für einen solchen Datentransfer für ungültig erklärt: Auf diese sogenannte Safe-Harbor-Erklärung hatten sich neben Facebook auch die meisten anderen Unternehmen verlassen, die eine transatlantische Datenübertragung durchgeführt haben. Facebook erklärte, dass es andere Wege für eine legale Datenübertragung gebe.

Datenübertragung

Wird Facebook nach dem Urteil auch weiterhin personenbezogene Daten in die USA schicken?

Wie genau zukünftig eine juristisch zulässige Übermittlung von Daten in die USA aussehen kann, ist derzeit noch völlig offen und auch hochgradig umstritten. Außer Safe Harbor gibt es bisher auch andere juristische Vereinbarungen, die den Versand solcher Daten ermöglichen, beispielsweise spezielle Vertragsklauseln oder bindende Konzernvereinbarungen. Doch nach Ansicht vor allem von Datenschützern sind auch diese Möglichkeiten durch die Entscheidung des EuGH als Rechtsgrundlage hinfällig.

Was für eine juristisch zulässige Übermittlung noch bliebe, wäre die individuelle Einwilligungserklärung jedes einzelnen Nutzers. Diese setzt jedoch eine umfassende Information des Einzelnen voraus, bevor dieser freiwillig seine Zustimmung zur Datenweitergabe erklärt. Bislang ist aber nicht bekannt, wie insbesondere die US-Geheimdienste mit Personeninformationen umgehen. Staatliche Aufsichtsbehörden wie die Datenschutzbehörde aus Kiel vertreten deshalb die Ansicht, dass auch diese Form der Einwilligung nicht mehr zulässig sei. Dass nun sämtliche Datenübertragung über den Atlantik so lange ausgesetzt wird, bis die Amerikaner ihre Inter-

netüberwachung eingestellt haben, ist in der Praxis leider wenig wahrscheinlich.

Auswirkungen

Was ändert sich unmittelbar für den einzelnen Facebook-Nutzer in der Praxis?

Nichts. Safe Harbor erfasst in erster Linie die Übertragung von personenbezogenen Daten zwischen Unternehmen und damit natürlich mittelbar auch Kundendaten. Es ist aber für Nutzer selbstverständlich weiter zulässig, sich direkt bei einem Unternehmen in den USA anzumelden und dort Waren zu bestellen oder Dienstleistungen zu buchen.

Interessenbasierte Werbung

Facebook nutzt persönliche Daten für Werbung. Was kann ich dagegen tun?

Wer Facebook verwendet, muss mit Werbung leben: Ganz abstellen lässt sich die Reklame nicht. Allerdings können Sie etwas gegen die „interessenbasierte Online-Werbung“ tun und widersprechen, dass Facebook Ihre Aktivitäten auf Websites und in Apps analysiert. Öffnen Sie in den Facebook-Einstellungen den Bereich „Werbeanzeigen“. Wählen Sie bei „Werbeanzeigen, basierend auf meiner Verwendung von Webseiten und Apps“ die gewünschte Option aus.

Alternativ können Sie die Website www.youronlinechoices.com besuchen, um ein Widerspruchs-Cookie zu setzen. Auf der Seite können Sie gleich bei mehreren Anbietern widersprechen, darunter Google, Microsoft Advertising und andere Werbevermarkter. Die Deaktivierung mittels Cookie klappt allerdings nicht, wenn ein Adblocker aktiv ist – den müssen Sie temporär abschalten.

App-Rechte beschränken

Ich möchte Facebook eigentlich auf meinem Android-Handy nutzen, aber die Facebook-App will Zugriff auf Kalender, Kontakte, Standort und zig weitere Daten. Kann ich das irgendwie einschränken?

Sie können Facebook einfach ohne App über den Mobil-Browser nutzen. Dann kann das soziale Netzwerk nicht auf Ihre persönlichen Smartphone-Daten zugreifen – und für die Positionsbestimmung muss Facebook jedes Mal um Erlaubnis bitten. Auf Push-Nachrichten müssen Sie auch ohne App nicht verzichten: Auch bestimmte Browser wie Chrome können diese versenden. Konfigurieren lassen sie sich in den Kontoeinstellungen unter „Benachrichtigungen“.

Als zweite Möglichkeit können Sie der Facebook-App einzelne Rechte entziehen. Ohne Root-Zugriff geht das nur auf Geräten mit Android 6 oder mit dem kostenpflichtigen SRT AppGuard (4 Euro). Die App verändert die Installationsdatei für Facebook so, dass Zugriffe auf Adressbuch, Standort und so weiter einzeln genehmigt werden müssen.

Account löschen

Mir ist Facebook viel zu neugierig. Wie kann ich meinen Account löschen?

Wenn Sie sich noch nicht ganz sicher sind, lässt sich ein Konto zunächst deaktivieren. Das geht in den Einstellungen im Menüpunkt „Sicherheit“. Wenn Sie sich bei Facebook einloggen, wird das Konto wieder aktiviert. Dauerhaft löschen Sie Ihr Konto über den Hilfereich des sozialen Netzwerks: Geben Sie in das Suchfeld „Konto löschen“ ein und wählen Sie den Eintrag „Wie lösche ich mein Konto dauerhaft?“ Ein Link führt Sie zu einer Lösch-Seite. Dort finden Sie außerdem einen Link, über den Sie Ihre Daten gebündelt herunterladen können. Das Archiv enthält persönliche Informationen, Chat-Gespräche, gepostete Fotos und vieles mehr.

Facebook braucht bis zu 90 Tage, um alle Beiträge, Fotos und Statusmeldungen zu entfernen. Leider verschwindet dabei nicht alles: Erhalten bleiben etwa die Nachrichten, die Sie anderen Nutzern geschickt haben. Als Absender wird dann „Facebook-Nutzer“ angegeben. (dbe@ct.de)



Um „interessenbasierte Werbung“ anzeigen zu können, analysiert Facebook die Online-Aktivitäten seiner Nutzer. Wer das nicht will, muss aktiv werden und seine Einstellungen ändern.

Anzeige



Martin Reche

Block 'n' Roll

Pong online mit Code-Blöcken umbauen

Pong ist ein Klassiker der Spielhallengeschichte, digitales Kulturgut. Mit Make Pong lässt sich das Spiel kinderleicht umprogrammieren – ganz ohne sich um eine komplizierte Syntax kümmern zu müssen.

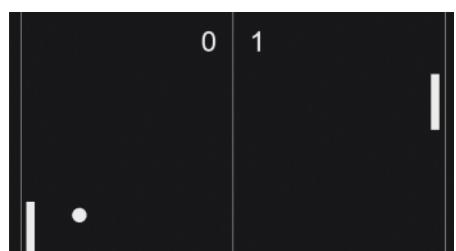
Das waren noch Zeiten, als zwei Schläger, ein bestenfalls angedeutetes Spielfeld und ein Pixel als Ball reichten, um sich mit dem Computerspiel Pong stundenlange „Tennis-Matches“ gegen den Computer oder Freunde zu liefern. Mit Make Pong haben Sie online die Möglichkeit, mit Ihren Kindern eine gemeinsame Reise in die Anfänge der Computerspiele zu unternehmen und den Spielesklassiker mit bunten Codeblöcken umzuprogrammieren. Der Vorteil: Anstatt dröge Befehle in einer komplizierten Syntax abzutippen und sich immer wieder über Tippfehler ärgern zu müssen, puzzeln Sie die bunten Codeblöcke deutlich einfacher und schneller zu ersten Programmier-Erfolgen aneinander. Will Ihr Kind dennoch wissen, wie der in der Programmiersprache Python geschriebene Code hinter den Blöcken aussieht, lüftet ein Klick auf „Code“ das Geheimnis.

Bei Make Pong geht es nicht darum, das Spiel von Grund auf neu zu programmieren – der Unterbau ist fest vorgegeben. Ziel ist es vielmehr, einzelne Bestandteile umzugestalten; beispielsweise die Farbgebung des Spielfeldes oder Größe und Geschwindigkeit des Balls. Angenehmer Nebeneffekt: Je mehr Code-Blöcke Sie gemeinsam mit Ihrem Kind zu immer komplexeren Abläufen zusammensetzen, desto mehr lernen Sie über grundlegende logische Zusammenhänge des Programmierens.

Der Einstieg in Make Pong gelingt komfortabel über ein Tutorial mit 15 kurzen Code-Aufgaben mit steigendem Schwierigkeitsgrad. Grundkenntnisse in Englisch sollten vorhanden sein, denn Make Pong ist bisher nur auf Englisch erschienen. Während des Tutorials lernen Sie beispielsweise, einen farbigen Spielhintergrund festzulegen, einen

Cheat-Code zu implementieren und eine unsichtbare Mauer in der Mitte des Spielfeldes hochzuziehen. Mit jeder gelösten Aufgabe schaltet das Programm neue Menüpunkte und Funktionen auf der linken Bildschirmseite frei. In einer guten halben Stunde haben Sie alle Aufgaben des Tutorials erledigt. Sie kennen die wichtigsten Befehle und wissen, unter welchen Menüpunkten Sie diese finden. Die Belohnung für Ihre Mühen: Jetzt können Sie sich auf dem „Playground“ frei austoben. Im Unterschied zum Tutorial haben Sie hier die Freiheit, das neu erlernte Wissen in einer großen Code-Aufgabe anzuwenden, zu experimentieren und Pong umzukrempeln.

Mit unserem Beispiel bauen Sie im Playground beispielsweise den Center-Court



Wie alles begann: Das „Tennisspiel“ Pong läutete das Zeitalter der Computerspiele ein.

Der c't-Tipp für Kinder und Eltern



Spielhallenklassiker Pong online coden

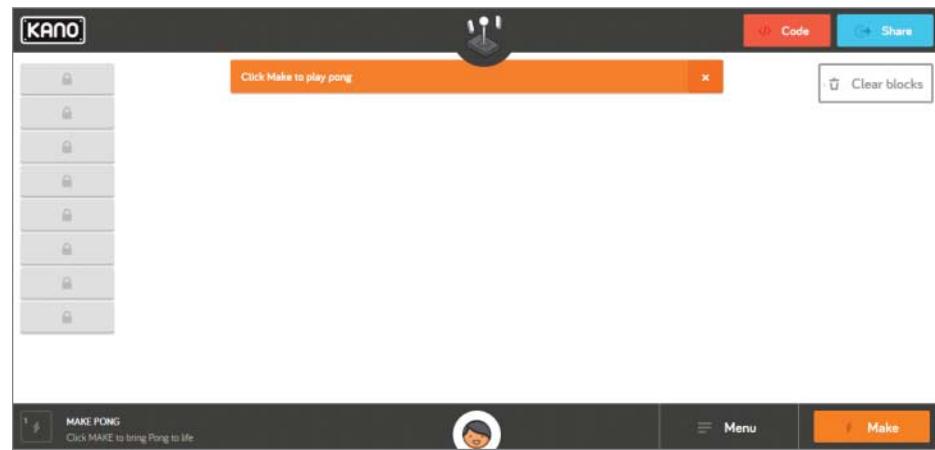
- Computer mit Internetverbindung, alternativ Raspberry Pi mit Kano OS oder Kano-Komplettset
- Computer-Grundkenntnisse, englische Sprachkenntnisse
- Das Tutorial ist innerhalb von 30 Minuten absolviert, danach kann frei gecodet werden.
- Kinder ab ca. 10 Jahren können mit etwas Hilfe erste Code-Aufgaben lösen.
- keine Kosten

eines Rasentennisturniers nach und implementieren einen gemeinen Zweispieler-Modus: Je mehr Punkte ein Spieler erzielt, desto schneller und kleiner wird sein Schläger. Außerdem haben wir weitere Handicaps erforscht, die für ausgewogenere Matches zwischen Anfängern und fortgeschrittenen Spielern sorgen sollen.

Rasen verlegen, Bälle filzen

Bei allem Retro-Charme: Ein grüner Tennisplatz wirkt viel freundlicher als ein schwarzer. Für Wimbledon-Touch sorgen Sie mit dem Block „Board“ aus dem „Start Ups“-Menü. Ziehen Sie diesen in die freie Fläche. Docken Sie aus dem „Colour“-Menü je einen Farbblock für das Spielfeld und die Spielfeldmarkierungen an. Öffnen Sie die Farbpalette und wählen Sie ein sattes Grün für das Spielfeld. Die Spielfeldmarkierung halten Sie in klassischem Weiß, den Ball färben Sie gelb. Holen Sie dafür aus dem „Start ups“-Menü den Codeblock „Ball“ und versehen Sie ihn mit einem Farbblock. Klicken Sie auf „Make“ und schauen Sie sich das Ergebnis an.

Wenn Sie einen großen Breitbildmonitor nutzen, sollten Sie auch dessen Fläche aus-



Am Anfang war die Programmierfläche wüst und leer. Das ändert sich aber während des Tutorials, sobald es darum geht, Codeblöcke in der leeren Fläche aneinanderzupuzzeln.

nutzen. Vergrößern Sie das Spielfeld mit dem Code-Block „Window Size“ und tragen Sie eine Auflösung von 1200×700 Pixeln ein. Im Anbetracht des gewachsenen Spielfeldes darf auch der Ball schneller fliegen: Setzen Sie seine Geschwindigkeit auf 20 hoch. Unter Umständen kann es dabei zu Problemen kommen: Egal, welchen Browser wir benutztten, in unregelmäßigen Abständen schlich sich ein nerviger Bug ein und schrumpfte den Ball beim Spielstart auf kaum sichtbare Größe zusammen. Und das, obwohl wir ihm per Code-Block eine feste Größe zugewiesen hatten. Sollten Sie auf ähnliche Probleme stoßen, ändern Sie erneut entweder die Größe, Farbe oder Geschwindigkeit des Balls im zugehörigen Codeblock. So schaffen Sie das Problem aus der Welt.

Zwei-Spieler-Modus

Nachdem Sie gemeinsam mit Ihrem Kind dem Design des Spiels eine Frischzellenkur verpasst haben, ist ein Match gegeneinander der logische nächste Schritt – zumal sich der Computergegner mit seiner Leistung nicht gerade für die Weltrangliste empfiehlt.

Während Sie weiterhin per Pfeiltasten spielen, soll Ihr Kind mit den Tasten „W“ und „S“ gegen Sie antreten. Ziehen Sie aus dem

„Logic“-Menü einen „If...Do“-Block heraus. Legen Sie bei „If“ die Bedingung fest und docken Sie den Eintrag „Key pressed“ aus dem „Events“-Menü an. Wählen Sie „W“ aus dem Dropdownmenü aus. Jetzt brauchen Sie noch ein Ereignis, das eintreten soll, sobald die Bedingung erfüllt wird. In diesem Fall soll sich der Schläger von Spieler 2 nach oben bewegen. Dazu verknüpfen Sie einen „Move Player“-Block aus dem „Actions“-Menü bei „Do“ und wählen in dessen Dropdown-Menü „Up“. Mit einer zweiten „If...Do“-Funktion bestimmen Sie, dass die Taste „S“ den Schläger nach unten steuert. Um Zeit zu sparen, duplizieren Sie dafür den eben angefertigten Codeblock mit einem Rechtsklick und wählen aus den Dropdown-Menüs die passenden Einträge aus. Ein Klick auf „Make“ und schon können Sie sich die ersten Ballwechsel liefern.

Was jetzt noch fehlt, ist ein festes Spielziel. In unserem Beispiel soll der Spieler, der als Erster sieben Punkte erreicht, gewinnen. Ziehen Sie dafür eine weitere „If...Do“-Funktion in den Programmerraum. Die Bedingung setzen Sie in diesem Fall aus mehreren Code-Blöcken zusammen. Als Erstes ergänzen Sie bei „If“ einen Vergleichsblock aus dem Logic-Menü. Auf dessen linker Seite platzieren Sie den Block „Score Player“ aus dem Getters-



Im ersten Schritt wird der Center Court von Wimbledon nachgebaut – inklusive frischem Rasenbelag.

```
if Key pressed [W]
do Move Player 2 [Up]
```

```
if Key pressed [S]
do Move Player 2 [Down]
```

Mit sechs Codeblöcken puzzelt man einen Zwei-Spieler-Modus zusammen; beide Spieler teilen sich eine Tastatur.

```
if Score [Player1] = [7]
do [Player1 wins]
```

```
if Score [Player2] = [7]
do [Player2 wins]
```

Um die maximale Punktzahl festzulegen, kommt bei der Bedingung der „If...Do“-Funktion eine Vergleichsfunktion zum Einsatz.



Dominiert ein Spieler das Spielgeschehen zu stark, sorgen Handicaps für gleiche Chancen.

Menü, rechts ergänzen Sie einen Nummernblock und tragen dort 7 ein. Docken Sie jetzt noch bei „Do“ den Block „Player 1 wins“ aus dem „Actions“-Menü an, fertig. Den Vorgang müssen Sie jetzt noch für Spieler 2 wiederholen, am besten wieder per Rechtsklick und „Duplizieren“. Vergessen Sie nicht, in den Dropdown-Menüs Player 2 auszuwählen.

Handicaps einbauen

Wenn alles so funktioniert, wie es soll, könnte sich bald Frust einstellen: Nämlich dann, wenn ein Spieler die Matches permanent dominiert. Mit Handicaps schwächen Sie einen Spieler und gestalten das Spiel wieder ausgewogener. Dafür bietet Make Pong mehrere

Möglichkeiten. Interessant ist beispielsweise die Option, den Schläger eines Spielers mit jedem gewonnenen Ballwechsel zu schrumpfen oder dessen Tempo zu beeinflussen. Die Grundlage bilden wiederum „If...Do“-Funktionen. Ergänzen Sie als Bedingung „Goal Player 1“ aus dem „Events“-Menü. Bei „Do“ fügen Sie den Codeblock „Paddle Size“ aus dem „Setters“-Menü an. Jetzt legen Sie den Wert fest, um den der Schläger von Spieler 1 schrumpfen soll. Dafür wählen Sie zunächst aus dem „Numbers“-Menü den Mathe-Block und verknüpfen diesen mit dem Paddle Size Block. Ergänzen Sie die linke Seite des Mathe-Blocks mit einem weiteren Paddle Size Block, diesmal aus dem Getters-Menü. Wählen Sie Subtraktion, ergänzen Sie einen einfachen Nummernblock und tragen dort den gewünschten Wert ein. Prüfen Sie mit einem Klick auf Make, ob der Schläger von Spieler 1 jetzt tatsächlich langsam aber sicher bei jedem Punktgewinn schrumpft.

Sollte das noch nicht ausreichen, um spielerisches Gleichgewicht herzustellen, verdoppeln Sie das Tempo von Spieler 1 mit jedem Punktgewinn zusätzlich. Das funktioniert ganz ähnlich wie das eben beschriebene Handicap mit einer „If...Do“-Funktion und einer Kombination aus Abfragemethode (Getter) und Änderungsmethode (Setter). Bei „Do“ docken Sie den Block „Speed Player 1“ aus dem „Setters“-Menü an und ergänzen ihn wiederum mit einem Mathe-Block. Hier setzen Sie den Code-Block „Speed Player 1“ aus dem Getters-Menü ein, wählen Multiplikation und ergänzen einen Nummernblock mit dem Wert 2. Der beschleunigte Schläger mag auf den ersten Blick als Vorteil durchgehen. Da aber bei jedem Treffer von Spieler 1 das Tempo verdoppelt wird, kann dieser sein Spielgerät bereits nach wenigen Punktgewinnen nur noch schwerlich kontrollieren. Alternativ experimentieren Sie mit den Mathe-Funktionen und verlangsamen den Schläger per Division oder Subtraktion mit jedem Punktgewinn; auch das sorgt für ausgewogeneren Spielspaß.

Zusätzliche Verwirrung bringen Sie ins Spiel, indem Sie den Schläger in den verschiedensten Farben flackern lassen. Ziehen Sie dafür den „Colour“-Block aus dem „Setters“-Menü in die Programmierfläche und fügen Sie ihm ein „Random Color“ aus dem Farbmenü zu. Nun sollte der Schläger von Spieler 1 permanent und in wunderbar nervigem

Kindercomputer Kano und Kano OS

Bei der hier vorgestellten Online-Version von Make Pong handelt es sich um eine leicht abgespeckte Version des Programms. Die Vollversion ist Teil des speziell für Kinder entwickelten Betriebssystems Kano OS. Dieses soll Kindern den Einstieg in die Welt des Programmierens ermöglichen. Neben Make Pong sind weitere Code-Apps Bestandteil von Kano OS. Darunter befinden sich unter anderem das Musikprogramm Sonic Pi, die Mal-App Make Art, sowie ein Ableger von Minecraft for Raspberry Pi, bei dem man mittels Codeblöcken Einfluss auf die Spielwelt nimmt. Aber auch allgemeine Linux-Kenntnisse werden vermittelt: So lernen Kinder beispielsweise mit dem Text-Adventure „Terminal Quest“ spielerisch, sich in einem Terminal zu bewegen und dort einfache Befehle auszuführen.

Kano OS steht auf der Homepage des Entwicklers zum kostenlosen Download zur Verfügung und läuft sowohl auf den alten

Neben der Vollversion von Make Pong bietet der Bastelcomputer Kano ein für Kinder speziell zugeschnittenes Betriebssystem und weitere Code-Apps.



Generationen als auch dem neuen Raspberry Pi. Das Betriebssystem ist bisher nur auf Englisch erhältlich, Übersetzungen, unter anderem ins Deutsche, sollen nach Angabe des Herstellers folgen. Neben dem freien Download des Betriebs-



systems bietet der Hersteller ein Kompletpaket bestehend aus Raspi, Tastatur, WLAN-Dongle, Speicherkarte mit Kano OS, Gehäuse, Lautsprecher und allen benötigten Kabeln sowie Handbüchern für 150 Euro an.

Tempo seine Farbe wechseln. Alternativ aktivieren Sie dieses Handicap per „if...do“ erst ab einer vorher festgelegten Punktzahl, wir haben mit dem Wert 4 gute Erfahrungen gemacht. Wenn Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind, teilen Sie es per Mausklick auf Facebook oder Twitter mit der Online-Welt.

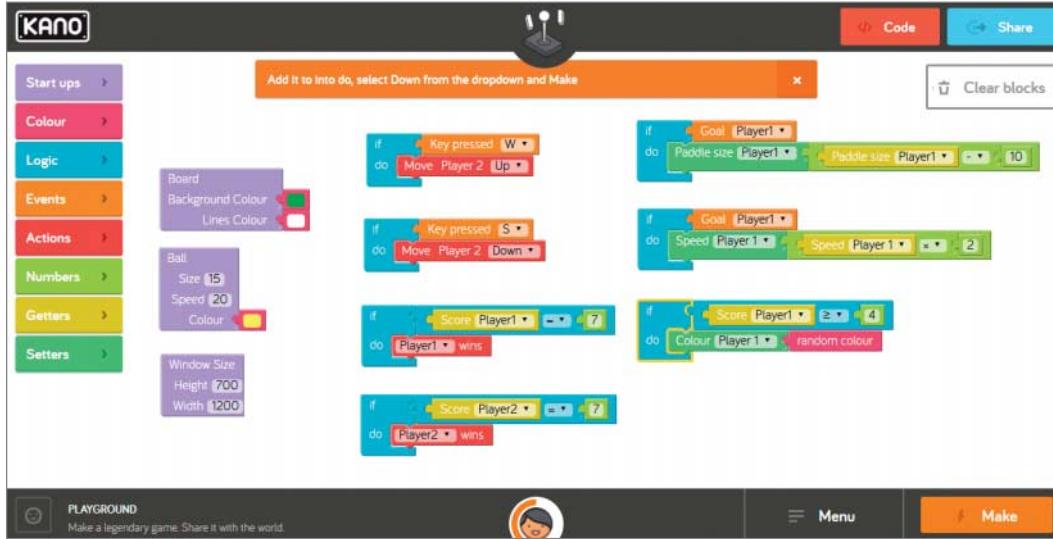
Mehr davon?

Innerhalb kurzer Zeit haben Sie gemeinsam mit Ihrem Kind ein Computerspiel nach Ihren Vorstellungen mit Codeblöcken umgebaut. Wenn Sie auf den Geschmack gekommen sind, richten Sie für Ihr Kind einen

Raspberry Pi mit Kano OS ein und versuchen sich an weiteren Code-Aufgaben; vielleicht auch an solchen, die handgetippte Syntax erfordern.
(mre@ct.de)

ct Pong online und Download Kano OS: ct.de/y77q

Fertig gepuzzelt: Mit Codeblöcken und ein wenig Geschick haben Sie zusammen mit Ihrem Kind das Spiel Pong umgebaut und so gemeinsam erste Grundlagen des Programmierens erlernt.



Anzeige



Andrea Trinkwalder

Mit Lichtgeschwindigkeit

Lightroom beschleunigen – (fast) ohne neue Hardware

Ob Lightroom schnell arbeitet oder nicht, ist eine Frage der Einstellung. Mit ein paar Handgriffen und einer ressourcenschonenden Arbeitsweise lässt sich auch auf schwächeren Notebooks vernünftig arbeiten.

Wenn eine ressourcenhungrige Anwendung wie Lightroom zu Lahmen beginnt, rattern vor dem inneren Auge reflexartig die naheliegenden Rettungsszenarien durch: mehr Kerne, mehr RAM, SSDs und High-End-Grafikkarten. Dabei bringt die richtige Software- und Arbeitseinstellung auch schwächere Systeme auf Trab. Wir haben die wichtigsten Maßnahmen zusammengestellt, um mit Lightroom auch unter weniger optimalen Bedingungen flott arbeiten zu können.

Eines vorweg: Es geht nicht darum, Lightroom am Rande des Existenzminimums zu betreiben. 2 GByte RAM sind zu wenig, mit den empfohlenen 8 GByte kommen Sie aber gut hin. Während der Arbeit am Einzelbild begnügten sich die Systeme mit drei bis vier GByte, im HDR- und Panorama-Stitcher wird der Speicher schneller knapp: Die Berechnung eines HDR aus fünf 12-MPixel-Bildern belegte knapp sechs GByte. Mit der Prozessoreistung verhält es sich ähnlich: Ein Quad Core ist vernünftig, acht oder mehr Kerne beschleunigen die Anzeige und vor allem den Im- und Export spürbar, weil Lightroom

die Berechnung der Vorschaubilder auf zusätzliche Kerne verteilt. Die recht langsame Gesichtserkennung hingegen nutzte im Test vorwiegend einen Kern; im Schnitt lastete sie die verfügbaren Ressourcen nur zu 30 Prozent aus. Besitzer bestimmter Grafikkarten profitieren von der mit Lightroom 6 eingeführten GPU-Beschleunigung – allerdings nur unter bestimmten Bedingungen: Laut Adobe soll die GPU helfen, die Anzeigegeschwindigkeit auf sehr hoch auflösenden Displays (4K-Monitore) zu verbessern. Besitzer normaler Monitore spüren davon nichts, außerdem wirkt sich die Beschleunigung nur im Entwickeln-Modul aus (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

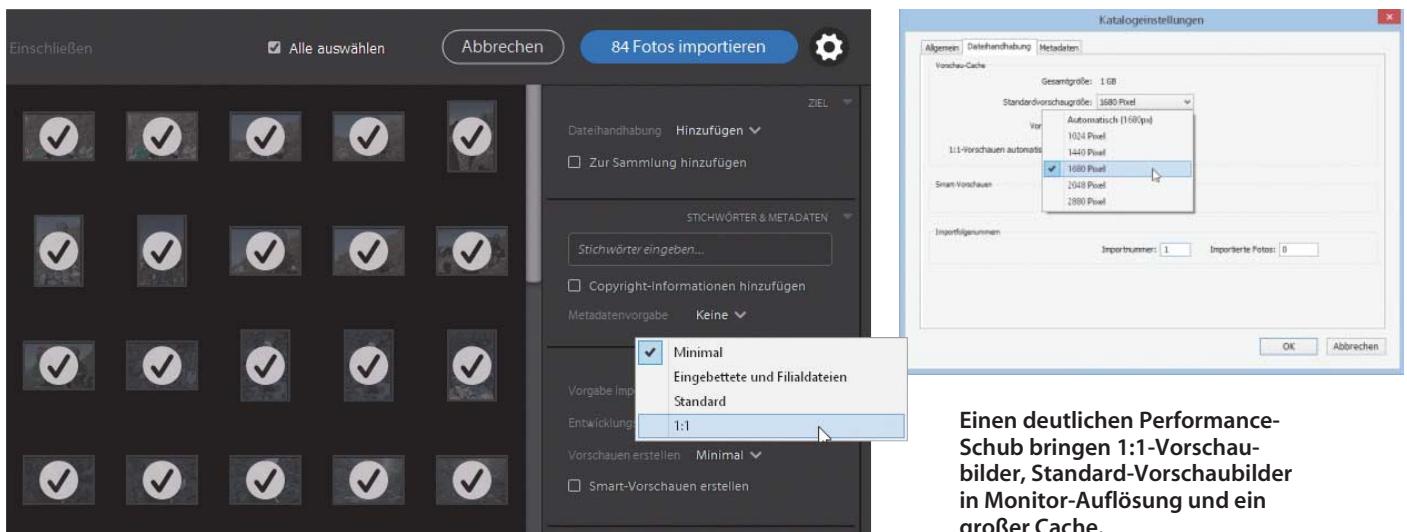
Unsere Optimierungstipps zielen darauf, die jeweiligen Stärken von Hard- und Software so geschickt auszuspielen, dass deren Schwächen nicht zu sehr auffallen, und sind daher für Systeme jeder Leistungsklasse ein Gewinn. Wir haben die Wirkung an zwei Rechnern ausprobiert, auf denen Lightroom aus der Box nicht gerade die pure Reaktionsfreude zeigt: einem Quad-Core-Notebook

(Core i5 1,6 GHz) sowie einem Achtkern-Desktop-Rechner (Core i7 2,8 GHz), beide mit 8 GByte RAM.

Unsere Optimierungsvorschläge bringen zwei Arten von Gewinn: Nur wenige sparen wirklich Zeit, indem sie aufwendige Berechnungen reduzieren. Die meisten bringen gefühlte Geschwindigkeit, weil sie Berechnungen von einem ungünstigen auf einen günstigeren Zeitpunkt verlagern. Ungünstig ist beispielsweise, wenn man bei jeder Bewegung eines Reglers oder jedem Bildwechsel zehn Sekunden warten muss, bis sich die Vorschau aktualisiert hat. Besser bringt man die Software dazu, Zeitfresser in einem Block vor oder nach der individuellen Korrektur abzuarbeiten. Automatische Gesichtserkennung und XMP-Synchronisation sollten Sie deshalb deaktiviert lassen und nur bei Bedarf aufrufen.

Vorschau-Bildung

Mit Lightroom vernünftig arbeiten heißt Vorschaubilder und Caches zu verstehen. Es gibt vier Preview-Varianten, die während des Im-



Einen deutlichen Performance-Schub bringen 1:1-Vorschaubilder, Standard-Vorschaubilder in Monitor-Auflösung und ein großer Cache.

ports oder bei Bedarf erzeugt werden: klein, Standard, 1:1 und die Smart-Vorschau; letztere hat Adobe mit Lightroom 5 eingeführt. Diese skalierten, komprimierten Stellvertreter im DNG-Format ermöglichen es, unterwegs fast wie mit dem Original-Raw zu arbeiten, bieten aber auch bei der täglichen Arbeit ungeahnte Vorteile; dazu später mehr.

Klein-, Standard- und 1:1-Vorschau benötigt Lightroom an unterschiedlichen Stellen des Workflows. Welche davon beim Import erzeugt und dauerhaft in der Bibliothek gespeichert werden, bestimmen Sie beim Import mit der Option „Vorschau erstellen“. Wenn Sie hier die Option „Minimal“ wählen, extrahiert Lightroom nur das im Raw eingebettete JPEG-Vorschaubild für den Filmstreifen. „Eingegebettete und Filialdateien“ löst die größeren Previews aus dem Raw heraus, „Standard“ und „1:1“ bedeuten, dass das Camera-Raw-Modul von Lightroom eigene Vorschaubilder aus den Rohdaten berechnet. Die 1:1-Option erzeugt zugleich auch die mittelgroße Standard- sowie die kleine Variante.

Die kleinen Thumbnails füllen nur den Filmstreifen. Sobald der Anwender ein Foto in Ganzbild-Ansicht anzeigen will, holt Lightroom die Standard-Preview aus dem Verzeichnis „[Katalogname] Previews.lrdata“ in einen Zwischenspeicher, den Raw-Cache. Bei höheren Zoomstufen oder Wechsel in den Entwickeln-Modus lädt es die 1:1-Vorschau nach. Wird Lightroom im .lrdata-Cache nicht fündig, berechnet es die Previews aus den Rohdaten und legt sie anschließend im Raw-Cache ab. Dort bleiben sie, bis die unter Bibliothek/Voreinstellungen/Dateiverwaltung eingetragene Maximalgröße erreicht ist. Diesen Wert sollte man von 1 GByte auf 15 GByte oder mehr erhöhen, um Lightroom den direkten Zugriff auf möglichst viele der zuletzt bearbeiteten Bilder zu gewähren.

Wenn Ihr System also bei Bild- und Modulwechseln oder beim Zoomen in die pixelgenaue Ansicht quälende Sekunden verstreichen lässt, liegt es fast immer daran, dass Sie beim Import keine ausreichend großen Vorschaubilder angelegt haben. Lightrooms

Werkseinstellung steht auf Minimal-Vorschau, womit der Import von hundert 36-Megapixel-Raws (Bayer-Sensor) auf dem Core-i7 nur zehn Sekunden dauert. Pro Bildwechsel und Zoomen verstrichen dann auf dem Achtkerner aber etwa fünf Sekunden, auf dem schwächeren Notebook bis zu fünfzehn Sekunden, die auf Dauer wenig Freude aufkommen lassen.

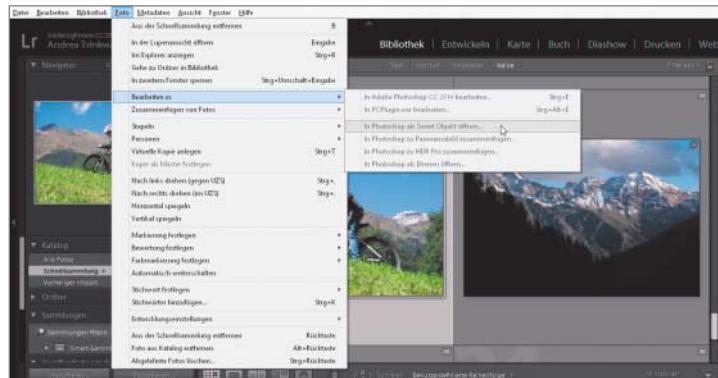
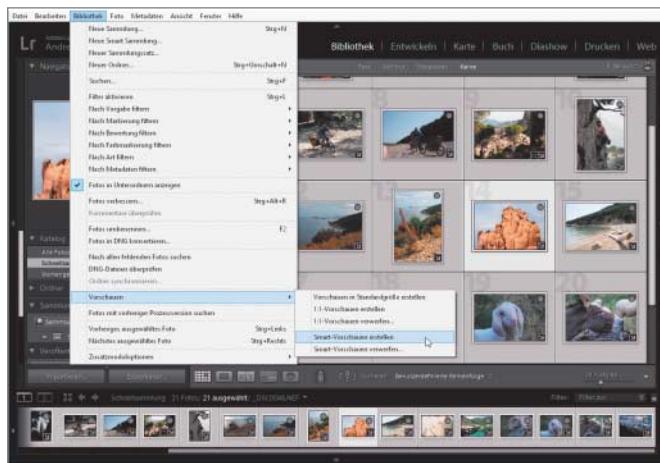
Sowohl für die Arbeit in der Bibliothek als auch im Entwickeln-Modul bringen 1:1-Vorschaubilder einen echten Schub. Der Core i7 brauchte damit nur noch etwa zwei bis drei Sekunden bis in pixelgenauer Ansicht Histogramm und alle Werkzeuge arbeitsbereit waren; auf dem Notebook schrumpfte die Wartezeit auf erträgliche fünf bis sechs Sekunden. Die 1:1-JPEGs können Sie gleich beim Einlesen berechnen lassen, was leider die Importdauer deutlich verlängerte – beim Core i7 auf zwölf und beim Notebook auf

52 Minuten für dieselben hundert Raws. Für diesen Prozess wünscht man sich eine effizientere Implementierung.

Wenn die Zeit drängt, etwa weil Sie möglichst schnell ein paar Bilder auswählen und weitergeben müssen, bieten sich zwei Maßnahmen an: Aussortieren statt importieren sowie die Import-Einstellung „Standard-Previews“, die unser 100-Bilder-Paket in zweieinhalb Minuten verarbeitete. Das Aussortieren erledigt man besonders zügig mit einem schnellen, darauf spezialisierten Bildbetrachter wie Fast Picture Viewer oder Photo Mechanic. Die Standard-Previews wählen Sie entsprechend der Monitorauflösung oder etwas höher, sodass Sie formatfüllend damit arbeiten können. Diese Auflösung genügt zum Aussortieren, Bewerten und Verschlagworten sowie zur Anwendung von Korrekturvorgaben und Looks im Bibliothek-Modul. Die größeren Previews können Sie dann bei



Rechenintensive Filter wie das Entrauschen (rechte Leiste) aktiviert man am besten erst im letzten Bearbeitungsschritt. Lupe und Navigationsfenster links oben beschleunigen den Wechsel in höhere Zoomstufen.



Dank der handlichen Smart-Vorschau können Sie auch unterwegs am Raw arbeiten, ohne riesige Datenmengen bewegen zu müssen. Ein kleines Kästchen in der rechten oberen Ecke des Bildrahmens signalisiert, dass die Verbindung zum Original gerade gekappt ist – und auch der direkte Draht zu Photoshop.

Gelegenheit via Bibliothek/Vorschauen/1:1-Vorschauen immer noch berechnen lassen.

Bearbeitungsreihenfolge

Der Raw-Entwickler mit seinen vielen Reglern ist das Herzstück von Lightroom. Seine größte Stärke ist die flexible Stapelverarbeitung, eine Schwäche die Anzeigegeschwindigkeit bei hoher Bildauflösung. Deshalb kommt es häufig auf die Reihenfolge Ihrer Bearbeitungsschritte an, ob Lightroom rasch oder verzögert reagiert.

Ein Beispiel: In der Ganzbild-Ansicht (formatfüllend) schafften beide Rechner problemlos zügige Bildwechsel mit sofortiger Einsatzbereitschaft (Histogramm-Anzeige, Regler), nicht aber in der 1:1-Vorschau. Späteres Einzoomen war hingegen kein Problem. Deshalb navigiert man am besten in der geringeren Auflösung von Bild zu Bild und zoomt anschließend oder – noch effizienter – aktiviert per Taste D die Lupe. Ein Klick ins Navigator-Fenster links oben blendet den gewählten Bereich pixelgenau im Hauptfenster ein.

Schmutz und unerwünschte Objekte sollten möglichst zu Beginn der Raw-Bearbeitung entfernt werden, rechenintensive Filter wie das Entrauschen am Ende stehen. Ansonsten müsste Lightroom den Filter bei jedem Zug an einem Korrekturregler erneut aktualisieren. Performance-Fresser sind auch die lokalen Korrekturen mit Masken und Verläufen. Diese sollte man erst direkt vor oder nach dem Entrauschen und insgesamt sparsam einsetzen.

Smart und schnell: DNG-Vorschau

Smart-Vorschaubilder wurden dazu geschaffen, flexibles Arbeiten unabhängig vom Speicherort der Original-Raws zu ermöglichen. Man kann sie aber auch zweckentfremden, falls Lightroom trotz 1:1-Previews noch zu träge reagiert.

Zunächst das vorgesehene Szenario: Wenn Sie beim Import das Häkchen bei „Smart-Vorschauen erstellen“ setzen oder die gleichnamige Funktion nachträglich über den Menüpunkt Bibliothek/Vorschauen aufrufen,

legt Lightroom innerhalb des Katalogs im Verzeichnis „[Katalogname] Smart Previews. lrdata“ zu jedem Raw einen auf 2560 Pixel Kantenlänge verkleinerten, verlustbehaftet komprimierten DNG-Stellvertreter an. Diese handlichen Ersatz-Raws können Sie unterwegs genauso verschlagworten und bearbeiten wie die Original-Raws. Sobald wieder Verbindung zum Ursprungsbild besteht, greift Lightroom automatisch darauf zu und zeigt es mit den offline angewendeten Filtern und Metadaten. Aufwendiges Hin- und Herkopieren großer Datenmengen entfällt damit. Die Smart-Vorschau-Varianten unserer hundert Testbilder entstanden auf dem Achtkerner in 3 Minuten 37 Sekunden, eines davon belegt rund ein MByte.

Besonders flexibel können Sie zu Hause und unterwegs arbeiten, wenn Sie die Original-Raws zentral auf einem Server oder einem NAS lagern und die Bibliothek inklusive Smart-Vorschaubilder und Raw-Cache auf einer schnellen externen USB-3.0-Festplatte oder SSD bereithalten. Diese Konstruktion macht die Lightroom-Datenbank auch einigermaßen netzwerkfähig. Sie wandert einfach per SSD von Rechner zu Rechner – momentan der wohl komfortabelste Weg, um dieselbe Datenbank von mehreren Clients aus zu bearbeiten. Windows-7-Besitzer müssen dafür USB-3.0-Treiber nachrüsten, da erst Windows 8 den schnelleren Standard nivativ unterstützt.

Als Ersatz für die 1:1- oder Standard-Preview ist der DNG-Platzhalter eigentlich nicht vorgesehen, denn Lightroom wird Erstere vermissen und versuchen, sie bei Bedarf aus dem

Original-Raw zu gewinnen. Im Test mit unterschiedlichen Einstellungen hat sich aber gezeigt, dass Lightroom noch eine Idee reaktionsfreudiger wird, wenn man beim Import lediglich die Smart- mit der Minimal-Vorschau kombiniert und das Nachberechnen während des Bearbeitens unterbindet. Liegen die Originale auf dem NAS, kappt man dazu einfach die Netzwerkverbindung. Liegen sie lokal auf dem Rechner, genügt temporäres Umbenennen des zentralen Bildverzeichnisses.

Außer der Geschwindigkeit gewinnt man dadurch richtig Platz, denn pro Bild belegt die 1:1-Vorschau gerne mal fünf MByte auf der Platte – was eine vergleichsweise kleine und teure SSD schnell ans Limit bringt. Ge-wisse Einschränkungen muss man während der Offline-Bearbeitung allerdings hinnehmen: Weil die Smart-Vorschau nur in reduzierter Auflösung vorliegt, lassen sich die Bilder nicht gleich in Postergröße exportieren. Außerdem sind HDR-, Panorama- und „Öffnen in“-Funktion blockiert.

Bei den Haupt-Arbeitsschritten Import, Raw-Bearbeitung und Export brachte die ans Notebook gehängte SSD übrigens keinen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber der internen Platte. Das ist auch nachvollziehbar: Beim Import und Export haben auch langsamere Platten ausreichend Zeit, um gemütlich die Daten wegzuschreiben, die Lightroom ja nicht sonderlich schnell anliefert. Die Raw-Bearbeitung schließlich findet im Arbeitsspeicher statt; da bringt eine schnellere Platte naturgemäß keinen Geschwindigkeitsgewinn. (atr@ct.de)

Quellen: ct.de/yd4c

Import- und Anzeigedauer

System	Import: Vorschau-Option	Import (100 Raws, 36 MPixel) [min:s] ▲ besser	Bildwechsel: 1:1-Ansicht [s] ▲ besser
Core i7-PC	Minimal	00:10	5
Core i7-PC	1:1-Vorschau	12:48	2
Core i7-PC	Smart-Vorschau	03:37	1 ¹
Core i5-Notebook	Minimal	00:17	15
Core i5-Notebook	1:1-Vorschau	52:05	6
Core i5-Notebook	Smart-Vorschau	18:29	2 ¹

¹ Nachberechnung von 1:1-Vorschaubildern unterdrückt

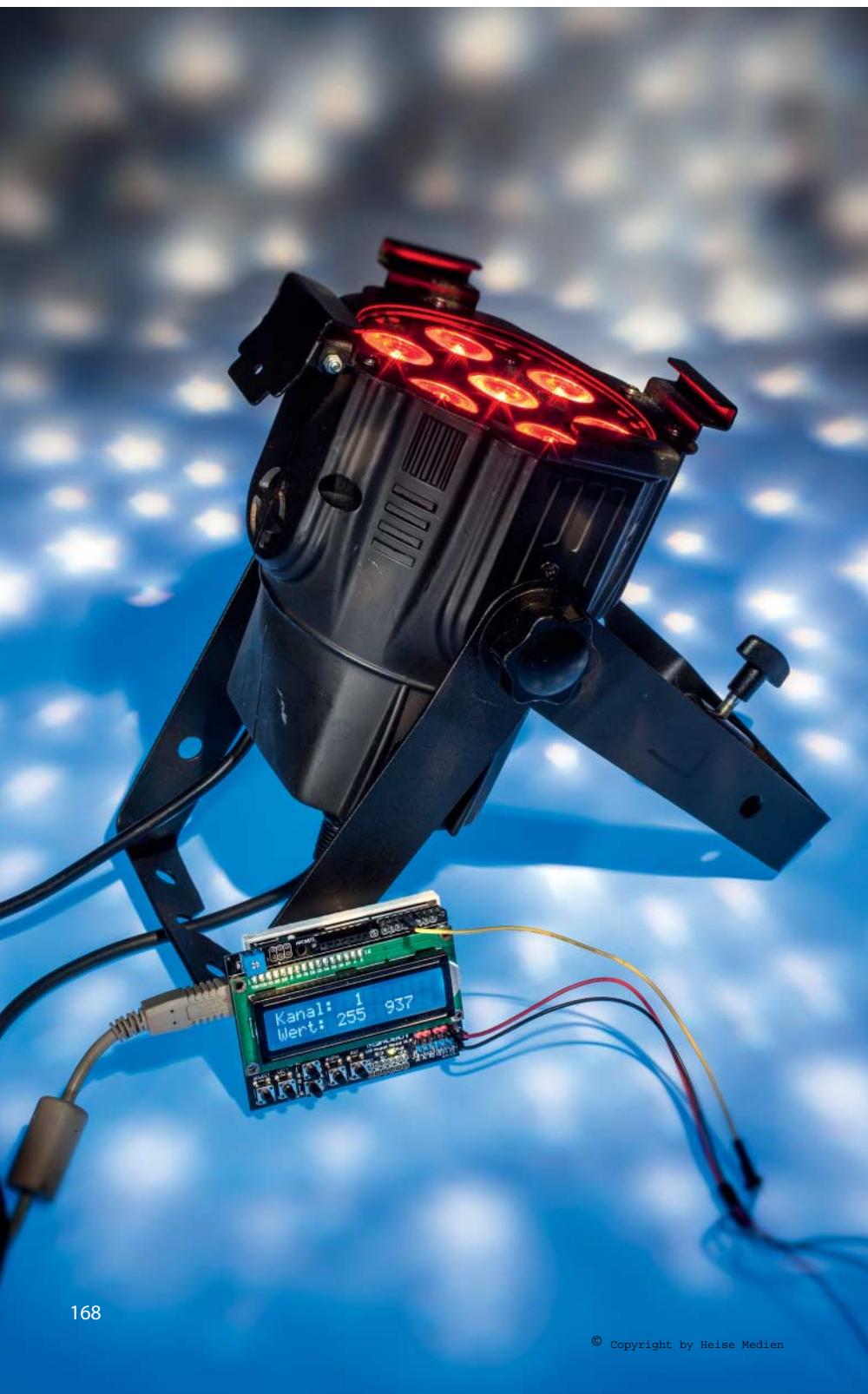
Anzeige

Pascal Jacob, Tim Gerber

Licht mit X

DMX-Lichtsteuerpult mit Arduino selbst bauen

Ob für Hobby-Band, Freizeit-Bühne oder Partykeller: Auch bezahlbare Scheinwerfer und Effektgeräte lassen sich fernsteuern. Billigen DMX-Pulten fehlen jedoch komfortable Funktionen, die sich per Arduino leicht selbst realisieren lassen.

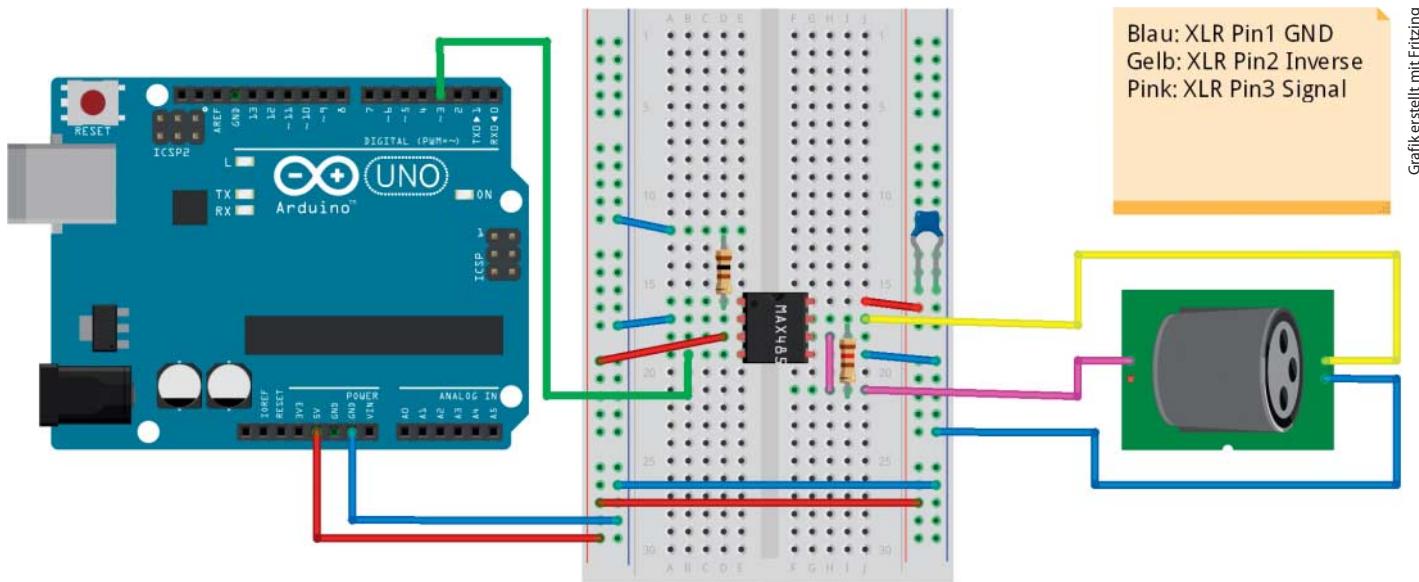


Wenn auf der Bühne oder im Partykeller eine fetzige Lichtshow zu sehen sein soll, braucht man am Steuerpult etwas mehr als nur sechs oder zwölf Schieberegler, wie sie einfache DMX-Lichtsteuerpulse ab 40 Euro aufweisen. Für diesen Preis kann man bereits den Kern eines selbst gebauten, leistungsfähigen DMX-Pultes auf Arduino-Basis konstruieren, das sich nahezu beliebig erweitern und auf die eigenen Bedürfnisse anpassen lässt. Solcher Komfort kostet bei fertigen Produkten schnell mehrere Hundert Euro.

Das DMX-Protokoll erfreut sich in der Veranstaltungstechnik seit mehreren Jahrzehnten trotz einiger Nachteile einer sehr weiten Verbreitung. DMX steht für Digital Multiplexing, das gängige Protokoll heißt DMX512. Damit können bis zu 512 Endgeräte mit jeweils einem Byte Daten über eine Datenleitung angesteuert werden. Eine Adressierung gibt es im Datenstrom nicht: Das Gerät mit der Adresse x wertet einfach das x-te Byte im Datenstrom aus. Eine günstige Möglichkeit, DMX-Geräte anzusteuern, besteht darin, sie über einen DMX-USB-Adapter mit einem PC zu verbinden. Das nötige Interface gibt es ab zirka 50 Euro und in Kombination mit einem der inzwischen zahlreichen Freeware-Programme wie Freestyler, PC-Dimmer oder DMX-Control gibt das bereits eine verwendbare Steuereinheit ab, die einen weitaus größeren Funktionsumfang bietet, als eigenständige DMX-Pulte der Preiskategorie bis 100 Euro. Nachteil dieser Lösung: Es wird immer ein kompletter PC oder Laptop benötigt und die reine Softwarelösung lässt im Vergleich zu echten Fadern bei Bedienkomfort und -geschwindigkeit doch schnell zu wünschen übrig, weil man auf PC-Tastatur, Maus und Bildschirm beschränkt ist. Ein selbst gebautes Pult lässt sich dagegen leicht mit Schiebe- oder Drehreglern ausstatten.

Technisch handelt es sich bei dem DMX-Signal um eine serielle, asynchrone Datenübertragung. Asynchron deshalb, weil Sender und Empfänger nicht über eine eigene Taktleitung synchronisiert werden, sondern über eine feste Baudrate (bei DMX 250 kBit/s) und den Rahmen aus Start- und Stoppbits. Elektrisch gesehen entspricht DMX dem Industriestandard RS-485. Dabei werden die logischen Zustände (HIGH und LOW) der Datenleitung nicht durch eine bestimmte Spannung gegen Masse repräsentiert, sondern durch die Spannungsdifferenz der beiden Datenleitungen gegeneinander. Beim RS-485-Signal ist das +2,5 Volt oder höher für HIGH und -2,5 Volt für LOW. Diese symmetrische elektrische Signalübertragung hat den Vorteil, dass sich Störsignale auf die Spannungsdifferenz kaum auswirken.

Das erforderliche serielle DMX-Signal ist mit einem Mikrocontroller, wie er auf den Arduino-Boards verbaut ist, recht leicht zu erzeugen. Da es auf die Differenz und nicht die absolute Spannung ankommt, reichen die 5 oder auch 3,3 Volt der Arduinos aus. Um aus den logischen 5-Volt-Pegeln (TTL) des Arduino ein RS-485-Signal zu erzeugen, gibt es für wenige Euro im Elektronik-Fach-



Die Schaltung für ein DMX-Interface am Arduino lässt sich mit ein paar Handgriffen auf dem Steckbrett aufbauen. Sie auf eine Lochrasterplatine zu löten stellt ebenfalls keine große Hürde dar.

handel fertige ICs wie den MAX485. Die Details der DMX-Erzeugung wie das exakte Timing und seine Besonderheiten wie das überlange Startbyte übernimmt eine fertige Bibliothek, darum muss sich der Arduino-Entwickler keine Gedanken machen. Die Schaltung für den DMX-Ausgang am Arduino ist denkbar einfach (siehe Abbildung) und leicht auf einem Steckbrett oder noch besser auf einer Lochrasterplatine zu realisieren.

Alternativ gibt es fertige Arduino-Shields, die neben der Schaltung auch gleich die XLR-Buchsen für die DMX-Verkabelung mitbringen. Man bekommt sie in einfacher Ausführung ab etwa 20 Euro. Um 10 Euro teurere Versionen bringen Optokoppler und Spannungswandler zur galvanischen Trennung der DMX-Schaltung von der Mikrocontrollerelektronik mit und bieten dadurch mehr Ausfallsicherheit. Anders als die einfache MAX485-Schaltung kann ein DMX-Shield auch DMX-Daten empfangen.

Für ein Steuerpult, also einen DMX-Master, reichen die Sendefähigkeiten der einfachen Schaltung ohne Shield völlig aus. Um ihre Funktion zu testen, benutzt man am besten die Bibliothek DmxSimple, denn die erfüllt genau die Erwartungen, die ihr Name weckt. Über den Menüpunkt Sketch/Include Library der Arduino IDE kann man das heruntergeladene ZIP-Archiv (siehe c't-Link) in das Bibliotheksverzeichnis der Arduino-IDE entpacken. Die jüngste Version 1.6.5 der IDE benötigt danach keinen Neustart mehr. Die DmxSimple-Bibliothek ist etwas älter, deshalb muss man nach dem Import die Zeile `#include "wiring.h"` in der Datei `dmxsimple.cpp` mit einem Texteditor durch die Zeile `#include "arduino.h"` ersetzen. Danach kann man über Datei/Beispiele das zur DmxSimple-Bibliothek gehörende Programm `FadeUp` öffnen

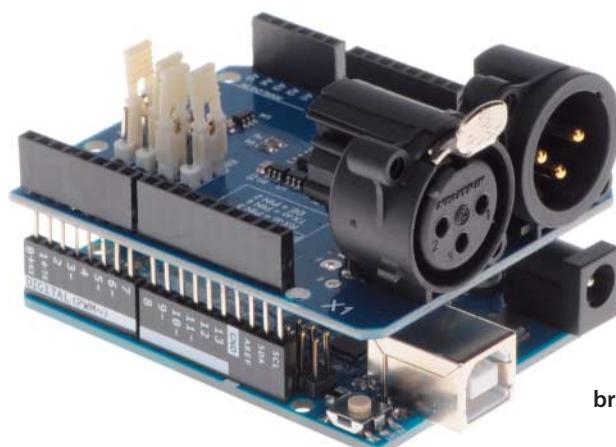
und auf den Arduino übertragen. Es sieht in etwa so aus:

```
#include <DmxSimple.h>
#define arduinoPin 3
#define dmxChannel 1
void setup() {
DmxSimple.usePin(arduinoPin);
DmxSimple.maxChannel(1);
}
void loop() {
for (int value = 0; value < 255; value++) {
DmxSimple.write(dmxChannel, value);
delay(200);
}
delay(3000);
}
```

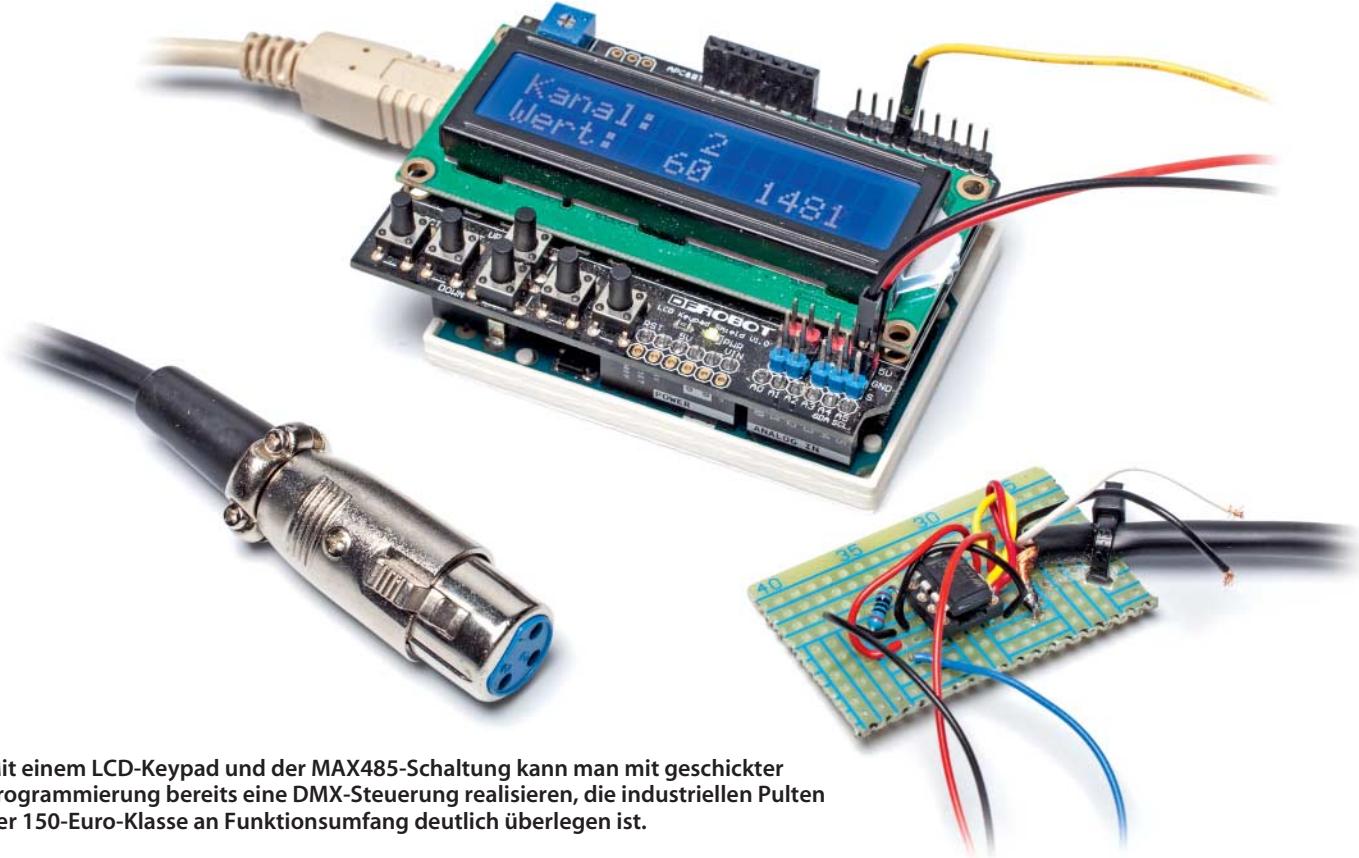
Man kann an diesem Beispielprogramm sehr gut die Arbeitsweise der Bibliothek studieren: Sie bietet keine Funktionen für das eigentliche Senden der DMX-Daten, sondern erledigt dies selbstständig im Hintergrund, ohne dass man sich als Programmierer

darum kümmern müsste. Die Änderung der Werte erfolgt dadurch, dass man sie über entsprechende Funktionen der Bibliothek in einen von ihr reservierten Speicherbereich schreibt. Um die knappen Ressourcen einfacher Arduino-Boards wie dem Uno oder Leonardo nicht unnötig zu blockieren, empfiehlt es sich deshalb, zu Beginn des Programms die Zahl der verwendeten DMX-Kanäle mit dem Befehl `DmxSimple.maxChannel(1)`; auf die tatsächlich benötigte Zahl zu begrenzen. Denn das DMX-Protokoll verlangt nicht, dass stets alle maximal möglichen 512 Bytes gesendet werden. Die Übertragung kann jederzeit abbrechen und durch erneutes Senden des überlangen Startbytes aufs Neue beginnen.

Natürlich ist das kleine Beispielprogramm alles andere als abendfüllend. Mit der Schaltung kann man aber bereits nach Lust und Laune an Stelle der stupiden Aufblenderei auch ausgefeilte Effekte über sämtliche 512 Kanäle programmieren, indem man sie munter in die Loop-Funktion hineinschreibt. Ein-



Fertige DMX-Shields für den Arduino gibt es für zirka 25 Euro. Sie können einfach auf den Arduino aufgesteckt werden und bringen die notwendigen XLR-Steckverbinder gleich mit.



Mit einem LCD-Keypad und der MAX485-Schaltung kann man mit geschickter Programmierung bereits eine DMX-Steuerung realisieren, die industriellen Pulten der 150-Euro-Klasse an Funktionsumfang deutlich überlegen ist.

griffsmöglichkeiten von außen, also durch Benutzereingaben, kann man mit dieser Schaltung aber nicht realisieren. Dafür fehlen ihr Elemente für Benutzerein- und -ausgaben wie Taster oder ein Display.

Eine einfache Variante der Benutzersteuerung besteht beispielsweise darin, den Wert eines Kanals über einen Schiebewiderstand (am besten 10 Kiloohm linear) einzustellen, der am Analog-Eingang A0 angeschlossen ist. Dazu muss man nur den Wert mit analog Read(A0) auslesen. Um die vom A/D-Wandler des Arduino gelieferten 10-Bit-Werte (0 bis 1023) in die fürs DMX-Protokoll benötigten 8-Bit-Werte umzuwandeln, teilt man sie einfach durch 4. Die Programmschleife sieht nun so aus:

```
void loop() {
    int value = analogRead(A0)/4;
    DmxSimple.write(dmxChannel, value);
    delay(200);
}
```

An einfache Arduino-Boards wie Uno und Leonardo kann man bis zu sechs Potis anschließen, an größere Boards wie den Mega2560 auch zwölf. Letztlich ist man damit aber nicht wesentlich weiter als mit einem fertigen DMX-Pult für 40 Euro, das zusätzlich zu den sechs Kanalreglern immerhin noch einen Master-Regler mitbringt und bereits in einem fertigen Gehäuse sitzt. Zum Glück geht mit einem Arduino aber auch noch deutlich mehr, denn die Schaltung lässt sich nahezu unbegrenzt um diverse Eingabemöglichkeiten und andere Peripherie wie Display, Touchscreen, SD-Kartenslot und der gleichen mehr erweitern. Und dann spielt

die Selbstbau-Lösung gegenüber Angeboten wie einem DMX-Interface mit einfacher Steueroftware ihre Stärken aus.

Abendmenü

Dabei ist es vorteilhaft, auf analoge Eingaben über Potis eher zu verzichten, außer vielleicht für einen Master-Regler, und stattdessen die Werte gleich digital, beispielsweise über Taster einzugeben. Dafür kann man ein fertiges LCD-Keypad für den Arduino benutzen, eine Kombination aus Display und ein paar Tasten für eine Menü-Steuerung. Damit kommt man recht schnell und einfach zu einem kleinen DMX-Pult mit eleganter Digitaleingabe und einem größeren Funktionsumfang. Wir haben uns dazu ein LCD-Keypad vom chinesischen Anbieter DFRobot mit einem zweizeiligen Display und fünf Menütastern besorgt, das im Handel für knapp 13 Euro zu bekommen ist. Vergleichbare Shields gibt es von diversen Anbietern. Für das Display belegt das Shield die Digitalpins 4 bis 10. Die fünf Taster sind in einer geschickten Schaltung über verschiedene Widerstände an einen einzigen Analogpin angeschlossen. Anhand der verschiedenen resultierenden Spannungen an dem Pin kann das Programm den jeweils gedrückten Taster ermitteln und darauf reagieren.

Der Hersteller liefert für das LCD-Keypad ein Beispielprogramm (siehe c't-Link), das bereits das Gerüst für ein komplettes Menü nebst Display-Ausgabe bereitstellt. Das haben wir so ausgefüllt und angepasst, dass die Links- und Rechts-Taste die Auswahl eines von insgesamt zwölf Scheinwerferka-

nälen erlaubt, deren Helligkeit dann jeweils über die Auf- und Abwärts-Taste geändert werden kann. Das Display zeigt den angewählten Kanal und den zugehörigen Helligkeitswert an.

Dieser Aufbau ließe sich ohne weitere Hardware um Funktionen erweitern, indem man einfach das Programm weiterentwickelt und die Menüstruktur verfeinert. Allerdings ist das nicht sonderlich ergonomisch, wenn eine größere Anzahl von Kanälen gesteuert werden soll und darüber nicht nur einfache Scheinwerfer, sondern auch RGB-LEDs oder gar Moving Heads, also ferngesteuert bewegbare Scheinwerfer angesteuert werden.

Um solche LED-Effektscheinwerfer über DMX anzusteuern, braucht man mehrere DMX-Adressen, die man am Pult zusammenfassen und gemeinsam bedienen will. Günstige Moving Heads benötigen nur je eine Adresse für die horizontale (Pan) und vertikale (Tilt) Bewegung sowie die Helligkeiten. Eine Bewegung über den Pan- oder Tilt-Kanal kann beispielsweise mit der oben dargestellten For-Schleife realisiert werden. Für eine Kreisbewegung ist zuvor noch die Berechnung der X- und Y-Koordinate, also der Pan- und Tiltwerte auf dem Kreisbogen notwendig. Um ein Moving Head kreisen zu lassen, eignen sich die Rechts- und Links-Taster am LCD-Keypad:

```
case btnRIGHT {
    if(position >= numberCirclePoints)
        position = 0;
    else
        position++;
```

```

int xPosition = cos(position * 2 * PI /
numberOfCirclePoints) * radius + xCenter;
int yPosition = sin(position * 2 * PI /
numberOfCirclePoints) * radius + yCenter;
DmxSimple.write(panChannel, xPosition);
DmxSimple.write(tiltChannel, yPosition);
}

```

Für Moving Heads oder eine größere Zahl normaler Scheinwerfer bietet das zweizeilige Display unseres Minipults nicht genug Platz. Und statt über die etwas mickrigen Taster des Keypads möchte man bestimmte Werte und Funktionen lieber über digitale Drehencoder eingeben. Letztere sehen ganz ähnlich aus wie ein Poti und werden auch Drehimpulsgeber genannt. Sie geben bei Drehbewegungen an ihrem Schaft über zwei Kontakte Schaltimpulse, aus deren Abfolge ein Mikrocontrollerprogramm Drehrichtung und -winkel ablesen kann. Meist haben sie noch einen dritten Kontakt, der durch Drücken auf den Schaft wie ein Taster betätigt wird. Auf der Arduino-Homepage und in einschlägigen Foren gibt es ausführliche Anleitungen, wie man solche Dreh-Encoder oder auch einen schicken, farbigen Touchscreen an einen Arduino anschließt (siehe c't-Link) und über die zugehörigen Bibliotheken in eigene Programme einbindet.

Großprojekt

Für ein leistungsfähiges Lichtpult für 512 DMX-Kanäle, Presets und automatischen Überblendungen reichen die Fähigkeiten eines einfachen Arduino wie dem Uno oder Leonardo nicht aus. Für 20 Euro mehr erhält man mit dem Arduino Mega2560 einen deutlich leistungsfähigeren Controller. Um eine größere Zahl Bedienelemente anzuschließen, kann man ihn mit anderen Controllern wie dem ATMega 328P (Arduino Uno oder Nano) erweitern. Wie das gehen kann, zeigt das Beispiel eines an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG) in Konstanz im Rahmen einer Bachelor-Arbeit entwickelte und gebaute „LightOn1“. Es besteht aus 98 Tastern kombiniert mit acht Fadern, einem 7-Zoll-Farbtouchscreen und drei Drehimpulsgebern in einem 19-Zoll-Gehäuse. Im Inneren beherbergt das Pult insgesamt acht Baugruppen. Für die Auswertung der Eingaben und Rückmeldung über die in den Tastern eingebauten LEDs kommen vier Arduino Nano respektive ATMega 328P-Controller und ein Arduino Mega 2560R3 (ATmega 2560) zum Einsatz. Der Mega bildet das Herzstück, behandelt Ein- und Ausgaben des Touchscreens und erzeugt letztlich auch das DMX-Signal.

Sobald einer der Arduino Nanos eine Interaktion erkannt hat, sendet er einen Datensatz mit Informationen über die Aktion mittels serieller Schnittstelle (TTL-UART) an den Arduino Mega. Diese Datenübertragung bietet gegenüber einem Bussystem wie I²C den Vorteil, dass es sich um mehrere unabhängige Punkt-zu-Punkt Verbindungen handelt, was die Fehlersuche deutlich erleichtert. Da



Im DMX-Pult „LightOn1“ der HTWG Konstanz stecken fünf Arduinos, 98 Taster, acht Fader und ein 7-Zoll-Touchscreen.

die Arduinos mit einem UART-Empfangspuffer ausgestattet sind, ist es zudem möglich, Daten zu übertragen, ohne dass der Empfänger diese wie bei I²C anfragen oder auf das vollständige Eintreffen der Daten warten muss. Der Entwickler muss sich also nicht mit dem Timing der Nachrichten und erst recht nicht mit dem ziemlich komplexen Kapitel Busmanagement auseinandersetzen.

Auf diese Weise ist es dem Arduino Mega 2560 also möglich, auf seinen vier seriellen Schnittstellen quasi-parallel zur laufenden Schleife des Hauptprogrammes die Daten zu empfangen und in die zur jeweiligen Schnittstelle gehörenden Ringpuffer zu schreiben, ohne dass man sich darum in seinem Hauptprogramm kümmern müsste. Der Mega schreibt alle an einer Schnittstelle empfangenen Daten nacheinander in den Puffer. Sollte die Standardpuffergröße von 64 Bytes überschritten werden, wird das erste Byte des Speichers überschrieben. Dies stellt sicher, dass alle Daten in den Puffer kommen, bringt jedoch zwei Probleme mit sich: Nachrichten, die nicht sofort nach dem Empfang verarbeitet werden, dürfen maximal 64 Byte groß sein. Außerdem ist es nicht möglich, auf Anhieb den Anfang einer übertragenen Nachricht im Ringpuffer zu finden.

Um das erste Problem zu lösen, wäre es möglich, die Puffergröße zu erhöhen. Die bessere Lösung ist es, seine Nachrichten parallel zum Empfang auch zu verarbeiten oder die Nachrichtengröße auf 64 Byte zu beschränken, etwa indem man mehrere Tastenzustände bitweise in Ganzzahlvariablen speichert und überträgt.

Um den Beginn der Nachricht im Ringpuffer zu erkennen, muss die Nachricht mit einem Anfang (Header), Schluss (Trailer) und im Idealfall auch mit einer Prüfsumme zur Fehlererkennung ausgestattet werden. Das überlässt man der gut dokumentierten Bibliothek EasyTransfer von Bill Porter (siehe c't-Link). Diese sendet alle in einer Datenstruktur (struct) enthaltenen Daten wahlweise über

eine native serielle Schnittstelle, eine per Software emulierte oder über den I²C-Bus und kümmert sich auf Sende- wie Empfangsseite um Header, Trailer und Prüfsumme. Somit ist eine Kommunikation zwischen zwei Arduinos bereits mit wenigen Codezeilen implementierbar, ohne dass die Programmausführung durch ständiges Lesen des Empfangspuffers blockiert wäre.

Dazu muss man auf dem Sender- und Empfänger-Arduino eine identische Datenstruktur verwenden. Im Hauptprogramm des zentralen Arduino legt man mit ET.begin (details(mydata), &Serial); ein Easy-Transfer-Objekt an. Im Hauptprogramm genügt dann der Aufruf if(ET.receiveData()) for (int x = 0; x < 6; x++) DmxSimple.Write(x+12, myData.Channels[x]); um zum Beispiel die Werte von sechs am Analogport des sendenden Arduino angeschlossenen Fadern zu empfangen und als Werte über die DMX-Kanäle 13 bis 18 auszugeben. So können die Arduinos untereinander nahezu beliebig Informationen austauschen, ohne dass das Hauptprogramm ständig den Zustand bestimmter Eingänge abfragen müsste oder die Eingaben sonst verloren gehen. Diese Technik, mehrere Arduinos miteinander zu verbinden, eignet sich deshalb bestens für die Erweiterung eines selbst gebauten und erweiterbaren Lichtsteuerpultes – aber auch für andere Projekte, die die Fähigkeiten eines einzelnen Arduino überfordern würden.

(tig@ct.de)

Literatur

- [1] Ulrich Hilgefort, Funklicht, DMX-Gerätschaften mit preiswerter 2,4-GHz-Funktechnik steuern, c't 21/15, S. 152
- [2] Max Keller, Faszination Licht, Prestel Verlag, ISBN: 978-3-7913-4372-3, 85 Euro
- [3] Roland Greule, Licht und Beleuchtung im Medienbereich, Carl Hanser Verlag, ISBN: 978-3-446-43479-0, 30 Euro

c't Beispielcode und Weiterführendes: ct.de/y43b

Anzeige

Anzeige

Mirko Dölle

Handgeschnitzte Android-Tastatur

Eigene Tastatur-Layouts für Multiling O Keyboard entwerfen

Hat man sich erst an ein modernes Tastatur-Layout wie Dvorak oder Neo gewöhnt, möchte man auch unterwegs nicht darauf verzichten.

Das „Multiling O Keyboard“ für Android unterstützt nicht nur außergewöhnliche Layouts und vielfältige Sprachen, mit dem Layout-Editor entwerfen Sie auch Spezialtastaturen für besondere Zwecke.

Vielschreiber wissen die Vorteile alternativer Tastatur-Layouts am PC zu schätzen. Das Neo-Layout etwa verkürzt bei deutschen Texten die notwendigen Fingerbewegungen drastisch, sodass sich höhere Tippgeschwindigkeiten erreichen lassen. Android bietet aber nur die Standard-QWERTZ-Tastatur an, sodass man sich unterwegs wieder umgewöhnen muss. Auch wer Texte in verschiedenen asiatischen Sprachen mit ihren sehr unterschiedlichen Schriftzeichen verfassen möchte, kommt mit der Standard-Tastatur nicht weiter und muss auf Alternativen aus dem Google Play Store zurückgreifen.

Die auf Seite 62 vorgestellte App „Multiling O Keyboard +emoji“, vom Entwickler Han Honso auch O-Keyboard oder kurz OKey genannt, unterstützt außergewöhnlich viele

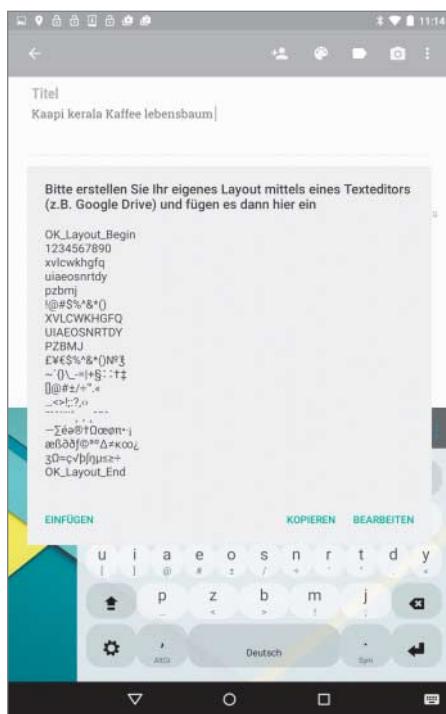
Sprachen und Schriften, der Entwickler bietet Tastaturen in über 430 Sprachen auf seiner Homepage als Plug-ins an. Ebenfalls außergewöhnlich ist, dass Sie jede Tastatur nachbearbeiten und etwa um weitere Tasten erweitern oder gänzlich eigene Tastatur-Layouts erstellen können.

Neo-Layout angepasst

Praktisch ist dies beispielsweise beim Neo-Layout, für das der Entwickler bereits ein Plug-in anbietet. Allerdings handelt es sich um eine internationale Variante der Tastatur, es fehlen die deutschen Umlaute, die sich eigentlich am Anfang der dritten Buchstabenzeile befinden müssten. Um die Umlaute nachzurüsten, wechseln Sie in der App zunächst auf das angebotene Neo-Layout. Dazu halten Sie die Leertaste für mindestens eine halbe Sekunde fest, bis das Tastenfeld auf die Layout-Auswahl umschaltet, und ziehen die Leertaste auf den Eintrag „Layouts...“. Daraufhin erscheint die Liste der verfügbaren Layouts, woraus Sie „Neo“ wählen. Jetzt bereiten Sie erneut einen Layout-Wechsel vor, wählen aus der Liste der verfügbaren Tastaturen aber den Eintrag „[+ DIY]“, der für „Do it yourself“ steht. Als Grundlage für Ihr eigenes Layout übernimmt die App das zuletzt verwendete, also das Neo-Layout des App-Autors, und zeigt Ihnen die Tastenzuordnung als Textblock an. Die Abbildung links zeigt das Übersichtsfenster mit dem Neo-Layout.

Sie können die Vorlage in die Zwischenablage kopieren und mit einem beliebigen Editor unter Android nachbearbeiten – zur Not mit der Notizen-App. Sind Sie fertig, kopieren Sie das neue Layout wieder in die Zwischenablage und fügen es mit der Schaltfläche „EINFÜGEN“ im Übersichtsfenster ein – woraufhin das neue Layout wirksam wird.

Ein OKey-Layout besteht aus mehreren Abschnitten, die in der kompakten Darstellungsform im Übersichtsfenster einfach untereinander stehen. In der Abbildung links beginnt das Layout mit dem Schlüsselwort OK_Layout_Begin gefolgt von der ersten Tastenzeile – die Ziffern 1 bis 9 und 0. Für jedes Zeichen zeichnet die App später eine einzelne Taste, die Tastenbreite hängt von der Anzahl



Als Basis für ein neues Tastatur-Layout benutzt die App das zuletzt verwendete. So lassen sich bestehende Tastaturen mit wenig Aufwand modifizieren.

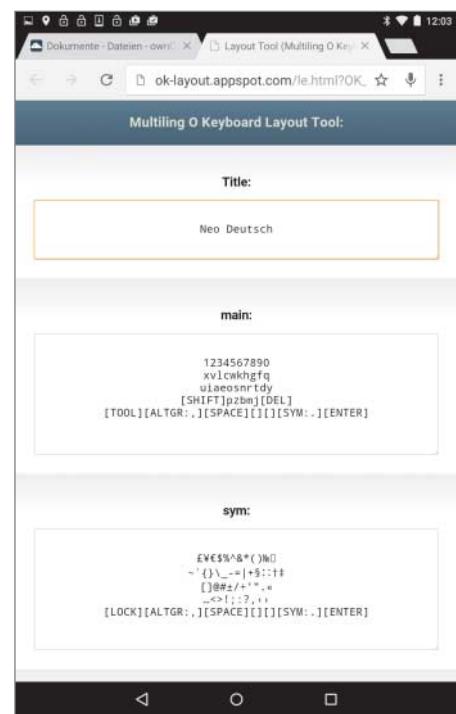
der Tasten in der jeweiligen Zeile ab – je weniger Tasten es sind, desto breiter werden sie.

Die kompakte Tastaturdefinition umfasst standardmäßig vier Tastenzeilen, die nachfolgenden drei Buchstabenreihen aus der Definition komplettieren die Tastatur – in der letzten Zeile stehen beim Neo-Layout die Buchstaben p, z, b, m und j, darunter blendet die App automatisch eine Zeile mit der Leertaste, Enter und drei Sondertasten ein. Die Groß/Kleinschreibung ist in den Buchstabenreihen entscheidend: OKey verwendet die Zeichen so, wie sie in der Definition angegeben sind.

Weiter geht es mit der zweiten Ebene, die Sie mit der Shift-Taste erreichen – auch sie besteht aus vier Zeilen, anstelle der Zahlen finden Sie hier Ausrufe- und andere Sonderzeichen sowie die Großbuchstaben. Die dritte Ebene, die wiederum vier Zeilen umfasst, enthält die Symbole (kurz Sym). Deren Besonderheit ist, dass Zeichen dieser Ebene verkleinert unter der Beschriftung der ersten Tastenebene angezeigt werden – hält man etwa die Taste a fest, so erhält man ein @. Die vierte Ebene enthält schließlich die Zeichen, die Sie mit der AltGr-Taste erreichen. Spezielle Tasten wie Shift, Backspace, Symbol, AltGr und Enter platziert die App automatisch in der letzten Buchstabenzeile und in der fünften Tastenzeile.

Umlaute nachgerüstet

Um das Neo-Layout um die deutschen Umlaute zu erweitern, schreiben Sie mit Hilfe der Standard-Android-Tastatur die Zeichen üöä respektive ÜÖÄ an den Anfang der vierten Tastenzeile der Ebenen eins und zwei. An-



Der Online-Editor strukturiert die Layout-Definition nicht nur übersichtlicher, Sie haben auch Zugriff auf alle fünf Tastenzeilen des Tastatur-Layouts.

schließend kopieren Sie die komplette Definition in die Zwischenablage und fügen deren Inhalt in der OKey-App im Übersichtsfenster ein. Das Ergebnis zeigt die Abbildung unten rechts. Da Sie auf diesem Weg keinen Namen für Ihr Layout vergeben konnten, heißt es schlicht DIY.

Übersichtlicher und komfortabler lassen sich die Layouts online auf der Website des Entwicklers bearbeiten. Dazu klicken Sie im Übersichtsfenster auf die Schaltfläche „BEARBEITEN“, die App öffnet dann den Online-Editor im Browser. Hier können Sie alle fünf Tastenzeilen jeder Tastenebene modifizieren, also auch die Sondertasten, die OKey in der Kompaktdefinition selbst platziert. Die Sondertasten haben naheliegende Namen, [ENTER] etwa steht für die Enter-Taste und [SYM] für die Symbol-Umschalttaste.

Es gibt auch Kombi-Tasten, [ALTGR:] etwa steht für eine Komma-Taste, deren Zweitbelegung AltGr ist. Kurz gedrückt wird ein Komma eingefügt, hält man die Taste fest, wird AltGr aktiv und schaltet in die vierte Tastenebene um. Eine Sonderfunktion hat auch ein leeres Klammernpaar, []: Es verlängert die vorangegangene Taste um eine Tastenbreite, [SPACE][][] steht also für eine Leertaste, die dreimal so breit ist wie die übrigen Tasten dieser Zeile.

Über den Online-Editor haben Sie Zugriff auf gleich sechs Tastenebenen (Standard,

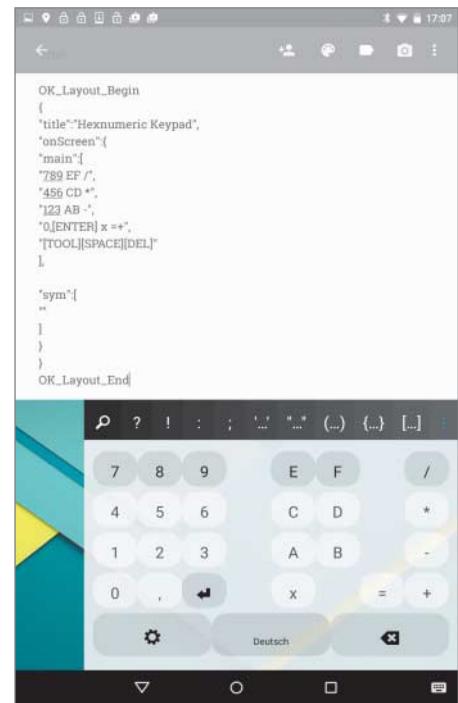
Symbol, AltGr, jeweils normal und mit Shift), außerdem können Sie einen eigenen Ziffernblock definieren. Wichtig ist, dass Sie unbedingt auf die Schaltfläche „Generate Layout“ klicken, bevor Sie die neue Definition mit „Apply“ übernehmen.

Das Ergebnis ist eine Tastendefinition, die aus mehreren geschachtelten Blöcken besteht. Da Sie alle fünf verfügbaren Tastenzeilen anpassen können, sind auch vollkommen eigenständige Layouts möglich. Die Abbildung rechts zeigt unseren Entwurf einer Tastatur, die sich sehr gut eignet, um längere hexadezimale Zeichenfolgen einzugeben. Die Hauptebene etwa befindet sich im Block „main“ und enthält die Definition der fünf Tastenreihen.

Eine Besonderheit an diesem Layout ist, dass der Block „sym“ für die Symbole komplett leer ist: Fehlen in einer Layout-Definition die Symbole, so verwendet OKey die Standard-Symbole und zeigt sie als Zweitbelegung der Tasten an.

Auch wenn der Online-Editor den Entwurf neuer Layouts vereinfacht, sind Sie nicht auf ihn angewiesen: Die strukturierte Layout-Definition können Sie genauso gut mit einem Editor bearbeiten und in der Übersichtsseite der App einfügen – allerdings ignoriert OKey dann den Namen der Tastatur und nennt sie stur „DIY“.

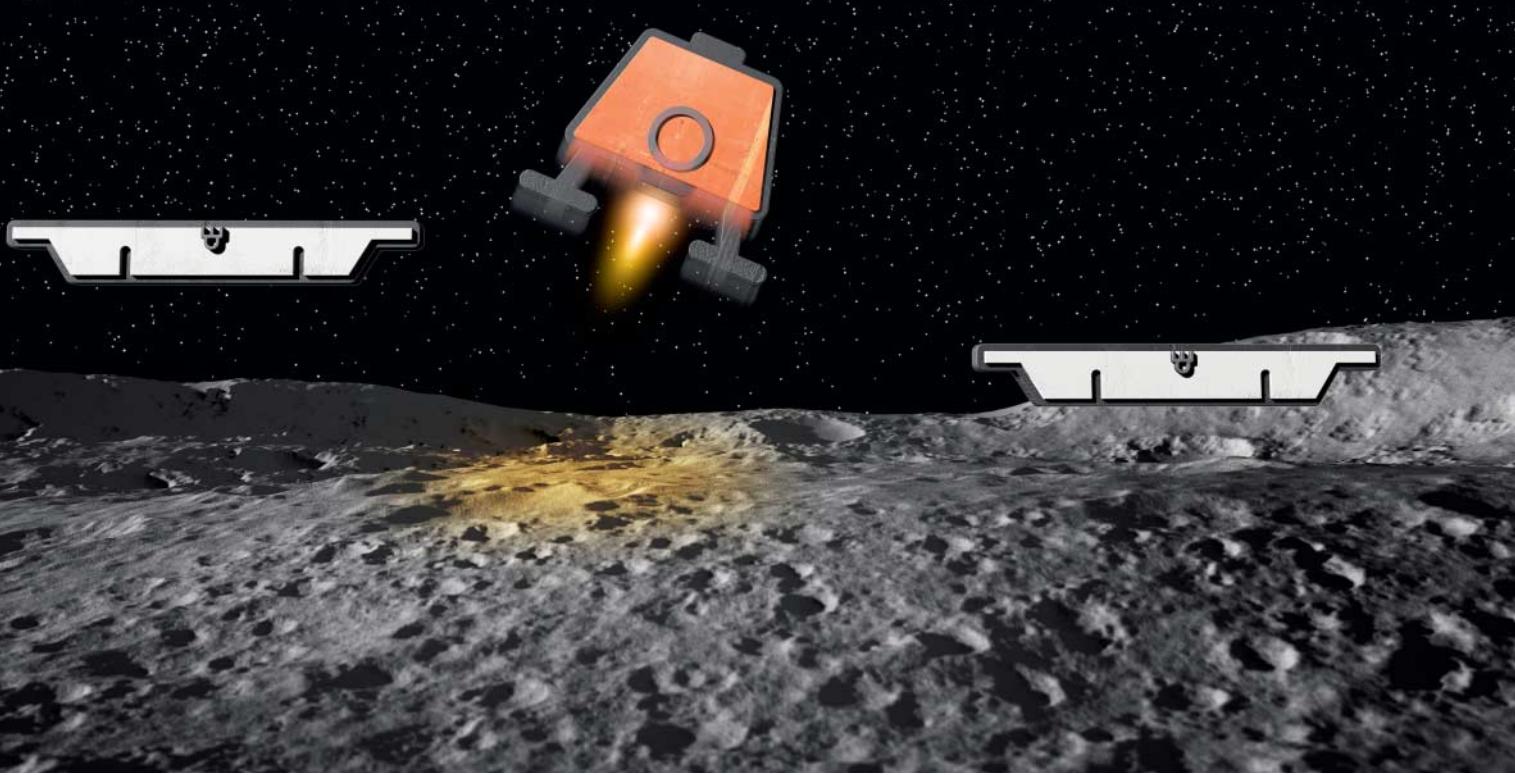
(mid@ct.de)



Die leere Symboldefinition sorgt dafür, dass es keine Doppelbelegung der Tasten unseres hexadezimalen Ziffernblocks gibt.

ct

Anzeige



Sascha Graeff

Bewegung im Spiel

Einsteiger-Kurs: Spiele-Entwicklung mit Unity 5, Teil 2

Nachdem der erste Teil erklärte, wie man mit dem Unity-Editor einzelne Szenen für ein Spiel erstellt, haucht der zweite Teil den Objekten nun Leben ein. Dazu genügen bereits wenige Zeilen Code.

Der erste Teil in der c't 22/15 kam noch ohne eine Zeile Code aus, um einzelne Szenen im Unity-Editor zu erstellen. Um Objekte zu bewegen und sie miteinander interagieren zu lassen, ist es aber unumgänglich, die dafür nötige Logik in Programmcode zu fassen.

Für weniger Code-affine Entwickler gibt es vorgefertigte Visual-Scripting-Systeme, die Gameplay-Mechaniken durch das Aneinanderreihen von Blöcken erstellen. Unity-Benutzer finden solche Pakete, beispielsweise den „Playmaker“ im Asset Store. Mit ihnen lassen sich einfache Spielmechaniken zusammenklicken.

Doch obwohl Visual Scripting auf den ersten Blick einfacher wirkt als „normales“ Programmieren, ist es beileibe kein Selbstläufer. Denn ohne ein grundlegendes Verständnis, wie der Update-Zyklus eines Spiels abläuft, wie

Objekte interagieren und Werte übergeben, kommt man auch mit dem Playmaker nicht weit.

Deshalb erläutern wir in diesem eher theoretischen zweiten Teil die für eine Spielmechanik relevanten Grundlagen, sodass Sie Skripte selbst schreiben und nach Ihren Wünschen anpassen können. Voraussetzung dafür ist, dass Sie bereits mit der objekt-orientierten Programmierung vertraut sind und einige Grundlagen in C# kennen.

Die Grundzüge der Spiele-Entwicklung gehen wir in diesem Kurs an einem kleinen Spiel namens „Lunar Lander“ durch, das wir zunächst in 2D, später auch in 3D und VR umsetzen. Sie finden die für diesen Kurs-Teil aktualisierten Projektdateien inklusive der 2D-Skripte für den Lander sowie alle weiteren Programme über den c't-Link am Ende des Artikels.

Unity spricht C#

Bei der Programmiersprache setzt Unity vornehmlich auf C#. Unity liefert dazu bei der Installation „MonoDevelop“ als integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) mit. Prinzipiell lassen sich aber auch andere Umgebungen nutzen, da der Compiler direkt in Unity selbst steckt. Sehr beliebt ist beispielsweise Visual Studio, das mit einem inzwischen kostenlosen Plug-in zusätzliche Debugger-Features für in Unity laufenden Code anbietet.

Komponenten-Kommunikation

Bereits im ersten Teil hatten wir die Bedeutung des Entity-Component-Systems (ECS) betont. Diese ECS-Architektur begleitet einen auch beim Programmieren ständig: Die meisten Klassen, die

man schreibt, fungieren selbst als Komponenten. So schreibt man für die Spielfigur wie den Lander mindestens ein Skript, das für die Steuerung zuständig ist, und fügt es dem Spielfigur-GameObject hinzu. Ausgangspunkt sind dabei immer die MonoBehaviour-Klassen, die als frei programmierbare Komponenten an GameObjects angeheftet werden und von ihnen die Skripte erben. Damit können sie auf Ereignisse (Events) reagieren, die von der Engine kommen.

Um Verhalten in selbstgebaute Komponenten strukturiert einzubauen zu können, ist ein gutes Verständnis von ECS unumgänglich. Komponenten müssen oft über mehrere GameObjects hinweg interagieren. Ein Skript auf einer Rakete müsste beispielsweise mit Komponenten auf dem GameObject kommunizieren, auf das die Rakete auftrifft.

Dabei ist die Kommunikation mit den Komponenten, die bereits Teil der Engine sind, besonders wichtig. Um ein Objekt zu drehen, spricht man meist dessen Transform-Komponente an. Um die Farbe zu ändern, arbeitet man mit der Renderer-Komponente.

Die eigenen Skripte kommunizieren also sowohl untereinander als auch mit den Engine-Komponenten. So muss beispielsweise das Bewegungs-Skript des Landers, das dessen Geschwindigkeit kennt, dem Lebensenergie-Skript des Landers eine Nachricht senden, wenn er aus großer Höhe auf den Boden aufschlägt und Schaden nimmt.

Dazu lässt sich das Konzept der losen Kopplung aus der Objektorientierung auf ein ECS anwenden. GameObjects, also Entitäts, sollten so wenig wie möglich miteinander kommunizieren. Nicht, weil die Kommunikation so problematisch wäre, sondern weil der Code dadurch besser strukturiert wird.

Update-Zyklen

Bei der Entwicklung von Echtzeit-Grafikanwendungen gibt es prinzipiell nur eine Konstante: den „Update-Zyklus“. Jedes Videospiel hat in seinem Kern eine

Schleife, die durchgehend läuft und in jedem Durchlauf die Logik des Spiels ein kleines Stück weiter dreht, also „updated“. Diese Updates wechseln sich durchgehend damit ab, dass die aktuelle Szene jeweils einmal komplett neu gezeichnet wird. Somit bestimmt der Update-Zyklus die Geschwindigkeit, die sich für den Benutzer in „Frames Per Second“ (FPS), also der Anzahl an Bildern pro Sekunde zeigt.

Bei Unity ist der Update-Zyklus bereits in der Engine implementiert. Da man in die Schleife nicht mehr direkt eingreifen kann, gibt es ein System für Events. Unitys Update-Schleife schickt über dieses System bei jedem Durchlauf eine Nachricht an alle Komponenten.

Event-Methoden

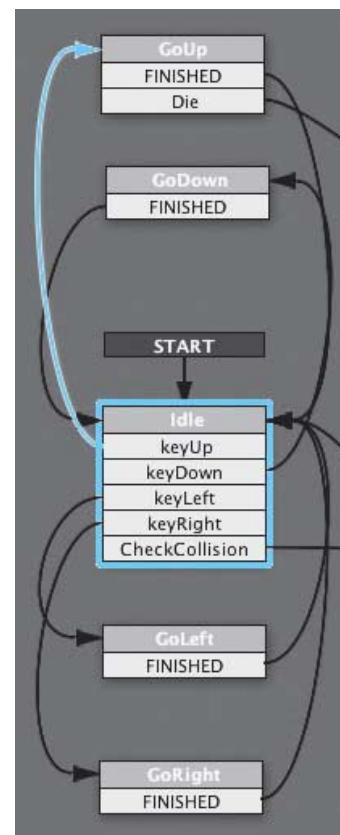
Um auf die Events zu reagieren, die Unity einer Komponente sendet, muss man nichts weiter tun, als eine Methode in der Klasse nach dem entsprechenden Event zu benennen. Da Unity mit Reflection arbeitet, muss diese Methode nicht einmal public sein. Tatsächlich sind sie meist sogar private, da Event-Methoden selten sinnvoll in einem anderen Kontext als in dem Event selbst auf-

gerufen werden können. Um also in jedem Update-Durchlauf etwas zu tun, genügt beliebiger Code in einer Methode `Update()` in einer von `MonoBehaviour` erbenden Klasse:

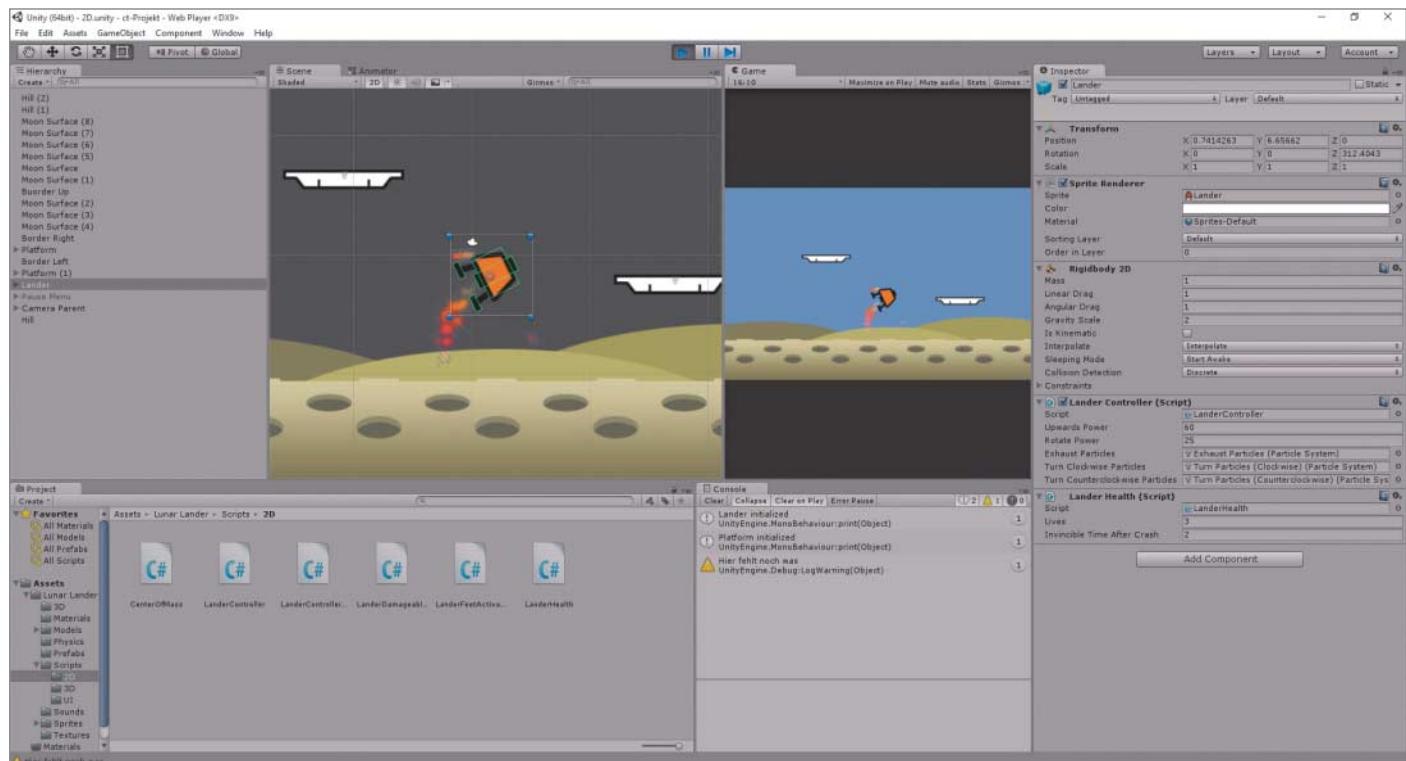
```
void Update()
{
    //z.B. das Objekt drehen
}
```

Update ist dabei nur eines der vielen Events, die Unity verschickt. So kann man beispielsweise auch auf Physik-Events, wie die Kollision mit einem anderen Objekt oder auf das Laden einer neuen Szene reagieren. Einen Überblick, welche internen Events dem Entwickler überhaupt zur Verfügung stehen, findet man in der bei Unity mitgelieferten „Scripting Reference“ auf der Seite zur `MonoBehaviour` Klasse. Die in Unity integrierten Events lassen sich durch eigene erweitern, sodass dieses Konzept auf Wunsch im eigenen Projekt weitergeführt werden kann.

In unserem Beispielprojekt gibt es das Skript „`LanderDamageablePart.cs`“. Dieses liegt auf der `Collider` -Komponente über dem Hauptteil der Kapsel und reagiert auf das Event `OnCollisionEnter2D`, um bei Kontakt dieses Colliders ein Leben abzuziehen.



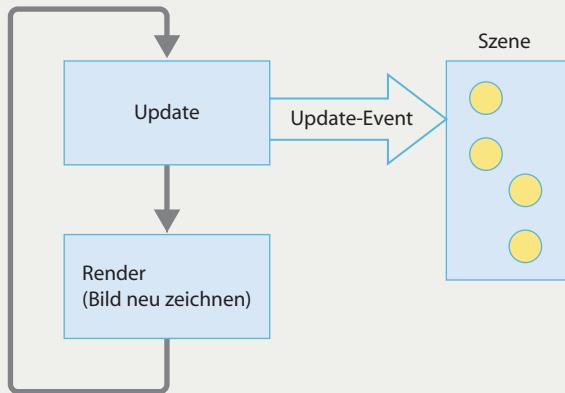
Playmaker ist eines der beliebtesten Tools für Visual Scripting aus dem Asset Store. Mit ihm lassen sich Skripte auch ohne Programmzeilen grafisch erstellen.



Der Lander in unserem Beispielprogramm wird mit Skripten gesteuert. Mit ihnen lässt sich direkt im Unity-Editor herumspielen.

Update-Zyklus

Der Update-Zyklus ist der Kern jedes grafikbasierten Spiels. Bei jedem Durchlauf der Schleife können die Spiel-Objekte auf Events reagieren und die Szene wird für den nächsten Frame neu gerendert.



Ein erstes Skript

Obwohl man im Zweifelsfall eine komplette IDE zum Programmieren verwendet, überlässt man Teile des Workflows ruhig Unity. Dazu gehört zum einen das Kompilieren der Skripte und zum anderen die Verwaltung der Dateien. Um eine neue Skript-Datei in Unity zu erstellen, genügt ein Rechtsklick in die Project View, „Create“ und dann „C# Script“. Die neue Datei lässt sich sofort benennen. Durch einen Doppelklick auf das Skript öffnet sich der eingestellte Editor. Welcher das ist, lässt sich übrigens global ändern, indem man die Editor-Einstellungen unter „Edit/Preferences“ öffnet. Unter „External Tools“ lässt sich dann jeder beliebige Editor wählen.

Das jetzt im Editor der Wahl geöffnete Skript ist eine Kopie eines Templates – es enthält die `uses`-Verweise auf die Namespaces `UnityEngine` und `System.Collections`. Die Klasse erbt bereits von `MonoBehaviour` und hat die leeren Methoden `Start()` und `Update()` vorgegeben. `Start` ist dabei ein weiteres Event wie `Update`, das einmal am Anfang der Lebenszeit eines Objekts aufgerufen wird. In `Start()` lassen sich also dynamische Initialisierungen eines Objekts vornehmen.

Kleine Zeitschritte

Eines der simpelsten Beispiele für ein erstes Skript lässt ein `GameObject` mit einer konstanten Geschwindigkeit rotieren.

Gebrauchen kann man so etwas etwa für einen Ventilator, der sich im Hintergrund des Levels dreht, ohne dabei andere Objekte zu beeinflussen. Hierbei geht es zunächst nicht um ein physikalisch interessantes, also an der Spielmechanik beteiligtes Objekt. Deshalb kann man dazu einfach die `Transform`-Komponente ansprechen, die unter anderem für die Rotation eines Objekts zuständig ist.

Da die `Transform`-Komponente auf jedem `GameObject` genau einmal vorhanden ist, kann die Referenz jederzeit über die Eigenschaft `transform` abgefragt werden. Die Methode zum Rotieren heißt praktischerweise `Rotate()`. Es gibt eine Überladung, die als Parameter die Rotation um die X-, Y- und Z-Achse annimmt. Unity benutzt ein linkshändiges Koordinatensystem, dessen Z-Achse – im Unterschied zum rechtshändigen System – in die Tiefe geht. Ein Objekt in einem 2D-Spiel dreht sich um diese Z-Achse:

```
void Update()
{
    transform.Rotate(0, 0, 20);
}
```

Mit diesem Code wird das Objekt in jedem Update, also in jedem neuen Frame, um 20° weiter gedreht. Die tatsächliche Drehgeschwindigkeit im Spiel ist dabei jedoch von der Leistung des Prozessors abhängig, auf dem das Spiel läuft. Auf flotten Rechnern würde es sich deutlich schneller drehen als auf langsamem. Um das zu verhindern,

kann man das `Read-Only-Feld` `Time.deltaTime` nutzen. Dieses enthält die Zeit in Sekunden, die der letzte Update-Durchlauf in Anspruch genommen hat. Multipliziert man `Time.deltaTime` mit einem Wert, der für konstante Abläufe (wie die Drehung) gedacht ist, dann erhält man eine von der Framerate unabhängige Bewegung. Der Code, der mit 20° pro Sekunde rotiert, sieht daher so aus:

```
void Update()
{
    transform.Rotate(
        0, 0, 20 * Time.deltaTime);
}
```

Diese Zeile in der `Update()`-Methode einer neuen Skript-Komponente reicht bereits zum Testen aus. Speichert man den Code und fokussiert dann den Unity-Editor, stellt dieser sofort eine Änderung in den Assets fest und kompiliert den geänderten Code automatisch neu. Dieser Prozess wird durch einen kleinen Wartekringel in der unteren rechten Ecke des Editors angezeigt. Nach dem Kompilieren kann man das Skript als Komponente an ein `GameObject` der Wahl anheften. Dazu kann man entweder das Skript aus der Project View auf das `GameObject` in der Hierarchie ziehen – oder unter die anderen Komponenten in den Inspektor, wenn das `GameObject` markiert ist. Alternativ kann man für Skripte auch den bekannten „Add Component“-Knopf verwenden.

Öffentliche Variablen

Um universelle Skripte mit möglichst großer Wiederverwendbarkeit zu erstellen, benötigt man Variablen. In unserem Beispiel genügt es, den konstanten Wert der Drehgeschwindigkeit

in eine Instanz-Variablen auszulagern:

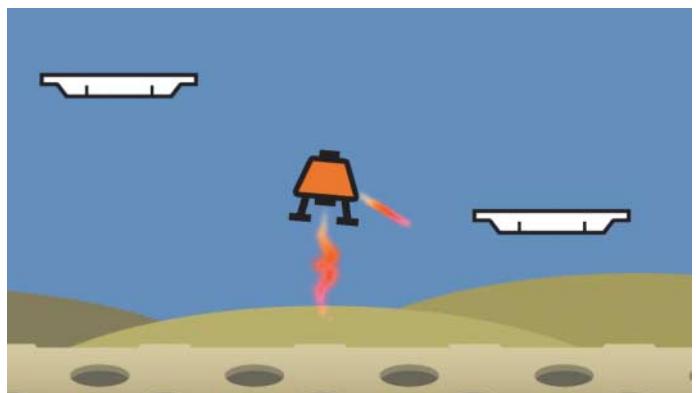
```
public float speed = 20;
void Update()
{
    transform.Rotate(
        0, 0, speed * Time.deltaTime);
}
```

Die Deklaration der Variable als `public` bedeutet für Unity nicht nur, dass andere Klassen den Wert auslesen und ändern können. Sie wird dadurch auch im Editor exponiert, also als Eigenschaft der Komponente angezeigt. Somit kann man für diese Instanz der Komponente direkt im Editor einen beliebigen Wert eintragen und das Verhalten der Komponente beeinflussen, ohne den Code ändern zu müssen.

So kann ein Programmierer etwa einem Level-Designer ermöglichen, seine Komponenten auf vielfältige Weise zu nutzen. Im Editor exponierte Variablen werden implizit auch serialisiert – also die eingestellten Werte der Variable als Teil der Szene mit abgespeichert. Beeindruckend hierbei ist Unitys Fähigkeit, alle möglichen Variabtentypen zu exponieren. Neben primitiven Zahlentypen lassen sich auch Vektoren, Farben und sogar Referenztypen im Editor setzen – dazu später mehr.

Komponenten-Eigenschaften

Wie bereits erwähnt, ist die Kommunikation zwischen Komponenten ein zentrales Thema bei der Programmierung für ein ECS. Da Komponenten nur Instanzen eines von `Component` erbenden Typs sind, kommt man mit Grundwissen um Objektorientierung aber bereits recht weit.



Abgehoben: Der Lander lernt in dieser Ausgabe das Fliegen.

So kommt man mit der GetComponent()-Methode recht einfach an die Referenz auf die richtige Komponente. Dazu übergibt man die Klasse der gesuchten Komponente als Typ-Parameter und bekommt die Referenz auf die passende Komponente auf dem GameObject, an dem GetComponent() aufgerufen wurde. GetComponent() wurde dazu in der Component-Klasse noch einmal implementiert. Verwendet man diese Version, wird die Komponente auf genau dem GameObject gesucht, auf dem die Instanz des Skripts liegt. Existiert auf dem gegebenen GameObject keine Komponente des gewünschten Typs, gibt GetComponent() den Wert null zurück.

Ein kleines Beispiel für GetComponent() wäre ein neues Skript, das in Update() die Farbe des Sprite-Renderers immer dunkler färbt. Dazu verwendet man das Update-Event und das Struct Color, das Subtraktion und Multiplikation versteht. Ein erster, noch zu optimierender Prototyp des Skripts sieht dann so aus:

```
using UnityEngine;
public class MakeDarker : MonoBehaviour
{
    void Update()
    {
        var sr =
            GetComponent<SpriteRenderer>();
        sr.color -=
            Color.white * Time.deltaTime;
    }
}
```

Der SpriteRenderer ist entsprechend seiner Aufgabe, Sprites zu zeichnen, auch für deren Farbe zuständig. Jeder Aufruf von Update() holt sich die Referenz auf die Komponente und ändert dann deren Farbeigenschaft. Dieses Skript funktioniert bereits, hat aber den Nachteil, dass GetComponent() in jedem Update erneut aufgerufen wird, obwohl es sich bei dem gesuchten Objekt immer um dasselbe handelt.

Wachmacher

Um nicht ständig GetComponent() aufzurufen, speichert man für gewöhnlich Referenzen auf immer



Werte für öffentliche Referenzvariablen lassen sich im Editor per Drag & Drop zuweisen.

wieder verwendete Objekte in privaten Instanz-Variablen. Da der Konstruktor einer Komponente bereits von Unity implementiert wird, kann man diesen nicht benutzen – stattdessen verwendet man das Event Awake. Awake wird, genau wie Start, am Anfang des Lebenszyklus einer Komponente ausgeführt. Der Unterschied ist, dass Unity alle Awake-Methoden ausführt, bevor es das Start-Event auslöst. Der Sinn dahinter ist, dass Start für erste Logik der Szene verwendet werden soll und dabei manchmal bereits Werte anderer Komponenten benötigt, die diese wiederum in Awake finden oder generieren. Die Faustregel ist daher: In Awake werden künftig zu benutzende Werte gefunden, etwa Referenzen auf andere

Komponenten; in Start dagegen wird bereits Logik ausgeführt, die auf die Szene Einfluss hat. Das obige Skript sieht mit Component Caching so aus:

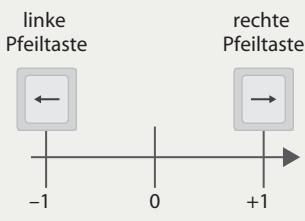
```
using UnityEngine;
public class MakeDarker : MonoBehaviour
{
    private SpriteRenderer sr;
    void Awake()
    {
        sr = GetComponent<SpriteRenderer>();
    }
    void Update()
    {
        sr.color -=
            Color.white * Time.deltaTime;
    }
}
```

Ein ähnliches Skript „Platform.cs“ verändert in unserem Beispielprojekt die Farben der Plattfor-

Anzeige

Input-Achsen

Bei der Steuerung des Landers mit zwei Tasten nimmt die Standard-Input-Achse "Horizontal" Werte zwischen -1 und 1 an – je nachdem, welche Pfeiltaste gedrückt wird.



men, wenn der Lander lange genug auf ihnen stehenbleibt.

Kommunikation zwischen Objekten

Mit GetComponent() lassen sich also Referenzen auf andere Komponenten finden. Es ermöglicht allerdings nur die Kommunikation zwischen Komponenten eines einzelnen GameObjects. Damit eine Spielmechanik funktioniert, müssen Komponenten aber auch mit Komponenten anderer GameObjects interagieren. Hierfür gibt es verschiedene Techniken, die je nach Situation einzusetzen sind.

Die wohl simpelste davon ist der Event-Parameter. Events, die durch Interaktion mit anderen Objekten entstehen, haben meist einen optionalen Parameter, der über das andere Objekt Aufschluss gibt. So zum Beispiel das Event OnTriggerEnter2D, das ein Objekt auslöst, wenn es in einen Collider gerät, der als Trigger markiert ist. Das Event wird in diesem Fall auf allen beteiligten Komponenten ausgelöst, sowohl auf dem GameObject mit dem Trigger als auch auf dem Eindringling. So kann ein Trigger

jedes Objekt, das ihn berührt, auf ein Health-Skript untersuchen und diesem gegebenenfalls Schaden hinzufügen:

```
void OnTriggerEnter2D(Collider2D other)
{
    var health =
        other.GetComponent<Health>();
    if(health)
    {
        health.ApplyDamage(10);
    }
}
```

Der Vergleich mit null ist hier übrigens über einen impliziten Cast auf bool geregelt, den jede Klasse, die von UnityEngine.Object erbt. Dazu gehören so ziemlich alle Klassen der Engine, also auch GameObject und Component. So kann man sich das != null in der Abfrage if(health) sparen.

Eine weitere Möglichkeit, Objekte für Komponenten bekannt zu machen, ist der Editor. Erstellt man eine öffentliche Instanz-Variable mit einer von UnityEngine.Object erbenden Klasse als Typ, lässt sich der Wert der Variablen, also die Referenz, im Editor per Drag & Drop setzen. Ist der Typ eine Komponente, kann jedes GameObject aus der Hierarchie zur Eigenschaft im Inspector gezogen werden, um die erste Komponente dieses Typs auf dem GameObject zu referenzieren.

```
public Transform teleportTarget;
void OnTriggerEnter2D(Collider2D other)
{
    other.transform.position =
        teleportTarget.position;
}
```

Innerhalb des weiteren Codes speichert die Variable eine ganz normale Referenz auf die Komponente, die in das Feld gezogen wurde. Dieses kleine Beispieldeskript kann an ein Objekt mit Trigger gehaftet werden und teleportiert jedes Objekt, das diesen Trigger berührt, an die Position eines

anderen Objekts. Das Teleport-Ziel setzt man im Editor durch Drag & Drop mit der Maus.

Steuerung von Spielobjekten

Bislang haben sich Objekte nur automatisch bewegt. Im Spiel sollen Figuren und Objekte jedoch auf Eingaben des Spielers reagieren. Dazu bietet Unity ein eigenes, auf Achsen basierendes Input-System. Das Konfigurationsfenster dafür, der sogenannte „Input Manager“, verbirgt sich oben im Editor unter „Edit/Project Settings/Input“.

Mit dem Input Manager wird eine Liste von „Input-Achsen“ verwaltet. Jede dieser Achsen kann einen positiven und einen negativen „Button“ (plus Alternativen) als Belegung haben oder Achsen eines Gamepads oder eines Joysticks abbilden. So ist standardmäßig eine Achse mit dem Namen „Horizontal“ definiert, mit der linken Pfeiltaste als negativem und der rechten als positivem Knopf. Eine weitere Standard-Achse heißt „Jump“ und hat die Leertaste als positiven Knopf definiert (ein negativer Sprung existiert nicht). Der aktuelle Status dieser Achsen lässt sich über die Klasse Input abfragen. So liefert die Methode Input.GetButton() als bool-Wert zurück, ob der positive Button einer Achse gerade gedrückt ist. Übergeben wird ihr der Name der Achse als String:

```
if(Input.GetButton("Accelerate"))
{
    //beschleunigen
}
```

Input.GetAxis() dagegen liefert einen float-Wert zurück, der den Zustand der Achse repräsentiert: Ist der positive Button gedrückt, gibt GetAxis() den Wert 1 zurück, beim negativen Button -1 und 0

für den Fall, dass keiner der beiden gedrückt wird. Der Wert, den Joysticks oder Gamepads zurückgeben, liegt im gleichen Wertebereich. GetAxis() erlaubt es, ohne große if-Abfragen Input in eine Richtung zu verarbeiten. Das Skript zum Drehen eines Objekts wie den Lander lässt sich damit sehr einfach um Input erweitern:

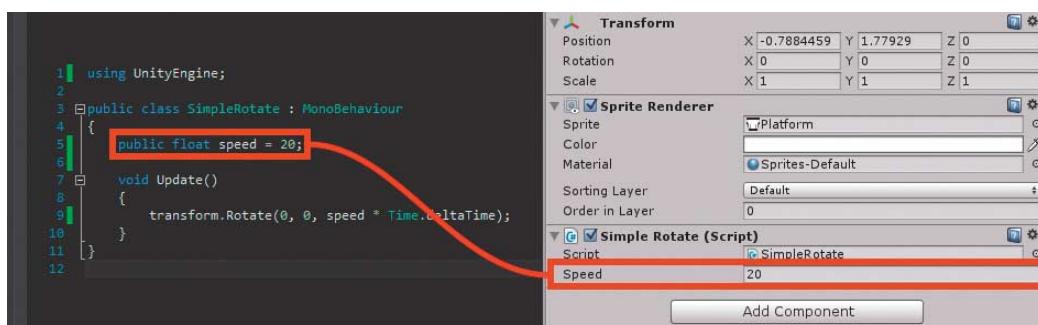
```
using UnityEngine;
public class RotateByInput : MonoBehaviour
{
    public float speed = 20;
    void Update()
    {
        transform.Rotate(0, 0,
            Input.GetAxis("Horizontal") *
            speed * Time.deltaTime);
    }
}
```

Stabile Update-Zyklen

Während einige kleinere Spiele sehr gut mit dem Update-Zyklus auskommen, verhalten sich komplexere Spiele, deren Spielmechanik in Update() abläuft, zuweilen inkonsistent. Dies lässt sich an der Flugbahn eines geworfenen Balls verdeutlichen: Fliegt er bei 60 FPS eine halbe Sekunde lang, würde seine Richtung während des Fluges 30 mal neu berechnet – seine Flugkurve hat also 30 Knicke und sieht recht rund aus. Bricht die Frame-Rate aber im Extremfall auf 1 FPS ein, so ändert sich dadurch auch die Flugbahn des Balls: Sie knickt abrupt ab und er landet an einer anderen Stelle.

Weil sich Spielobjekte unabhängig von der Frame-Rate immer gleich bewegen sollen, gibt es einen „Pseudo-Zyklus“ namens „ FixedUpdate“, der zusammen mit dem Update-Zyklus läuft.

Das FixedUpdate-Event wird bei der Standardeinstellung im Schnitt konstant 50 Mal pro Sekunde, also alle 0,02 Sekunden gesendet. Dies geschieht, indem die Engine nach jedem Update so viele FixedUpdate-Events sendet, wie nötig sind, um wieder im Durchschnitt zu liegen. So kann FixedUpdate zwischen zwei Update-Events mehrfach oder auch gar nicht passieren. Innerhalb des Events wird mit einer deltaTime von 0,02 gerechnet, sodass der Zustand der Welt nach einer festen Anzahl von FixedUpdates immer der gleiche ist. Auch die Physik-Engine benutzt FixedUpdate,



Eine öffentliche Variable wird von Unity im Editor exponiert, sodass ihr Werte zugewiesen werden können, ohne den Code zu verändern.



Wenn die Spielmechanik direkt im Update-Zyklus der Engine abläuft, kann sich die Flugbahn eines Balls mit der Framerate ändern. FixedUpdate sorgt für konsistente Abläufe.

deterministische Simulationen durchzuführen. Code, der für das Gameplay relevant ist (und daher von der Leistung des Rechners unabhängig sein sollte), ist deshalb im FixedUpdate-Event sehr gut aufgehoben.

Entsprechend findet auch die Bewegungsmechanik des Landers im Beispielprojekt in FixedUpdate statt. Über die Input-Klasse wird abgefragt, ob der Spieler beschleunigt oder dreht. Um darauf zu reagieren, wird der Rigidbody angesprochen. Rigidbody ist die zentrale Komponente der Physik-Engine, die einem Objekt Masse und damit Trägheit und Gewicht verleiht. Diese kümmert sich im Beispiel statt der Transform-Komponente um die Position und Rotation des Objekts. Verwendet werden im Beispiel dessen Methoden AddRelativeForce() und AddTorque(). Rigidbody.AddTorque() fügt Rotationsenergie hinzu, sodass der Lander anfängt, sich zu drehen. AddRelativeForce fügt Bewegungsenergie in eine Richtung relativ zum Objekt hinzu. Wenn sich der Lander dreht, dann dreht sich das Verständnis des Skripts darüber, wo „oben“ liegt, gleich mit.

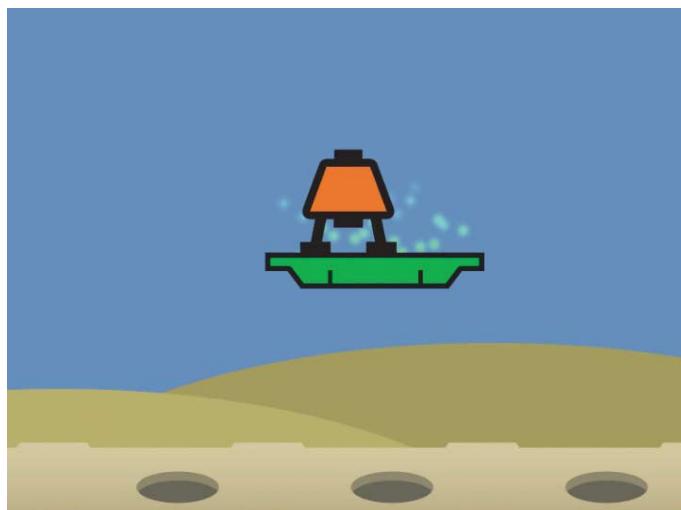
Das Bewegungsskript LanderController.cs schaltet außerdem die Partikelsysteme an und aus, die der Lander besitzt und die seine Triebwerksemisionen visualisieren. Dazu werden die ParticleSystem-Komponenten über den Editor zugewiesen und über die Eigenschaft enableEmission kontrolliert.

Ausblick

Mit dem in diesem Teil vermittelten Grundwissen über Komponenten, Events, FixedUpdate und Input können Sie nun die Projekt-Skripte zum Lander untersuchen, abändern oder von Grund auf nachbauen. Diese Grundlagen genügen bereits für erste einfache eigene Spielmechaniken. Für komplexere Abläufe gibt die „Script Reference“ von Unity einen Überblick über die darüber hinaus vorhandenen Komponenten. Im dritten Teil dieser Serie werden wir unter anderem das neue GUI-System in Unity 5 und das Animationssystem Mecanim erklären. (hag@ct.de)

ct Alle Kurs-Materialien:
ct.de/yv4j

Anzeige



Ziel erreicht: Steht der fertige Lander lange genug mit beiden Füßen auf einer Plattform, wird sie grün und ein Partikelsystem springt an.

Andreas Stiller

Wiederbelebung

Direktzugriffe auf I/O-Ports unter aktuellem Windows

Mit dem Abschied von Windows XP stehen nicht wenige (meist ältere) Nutzer vor dem Problem, wie sie ihre manchmal sehr teure, direkt per I/O angesprochene Hardware, etwa eine Fräse, weiterbetreiben können. Das Problem: Mit Windows Vista hat Microsoft die sogenannte I/O Permission Bitmap abgeschafft – aber man kann sie wiederbeleben.

Unter DOS im Real Mode war es damals kein Problem, da standen alle I/O-Ports ungeschützt zur freien Verfügung. Dann kamen Windows und Zug um Zug mehr Restriktionen – denn mit ungeschützten Zugriffen auf I/O-Ports konnte man zu viel Unfug anstellen, etwa an den PCI-Registern herumfummeln. Die Einschränkungen betrafen nicht nur DOS, sondern auch die Programme unter Windows 95/98. Einige Ports ließ Microsoft zunächst noch mit Rücksicht auf DOS offen, andere konnte man sich nur über einen Kerneltreiber freischalten lassen oder man musste alternativ für jede einzelne Ein/Ausgabe eine Treiberfunktion aufrufen – was allerdings den Zugriff mitunter deutlich verlangsamt. Zahlreiche VxD-Treiber kamen als Abhilfe Mitte der 90er-Jahre heraus, vor allem GivelO.sys von Dale Roberts, veröffentlicht 1996 im legendären Dr. Dobb's Journal, das Anfang dieses Jahres nach 38 Jahren leider eingestellt wurde. Auch c't stellte 1996 einen Treiber namens direct95.sys beziehungsweise directnt.sys mit zahlreichen Funktionen vor, der im Unterschied zu den genannten gezielt einzelne Portbereiche für den User-Modus freischalten und wieder blockieren konnte und der darüber hinaus auch DeviceIO-Funktionen zum indirekten Zugriff auf die Ports (wenn auch in der ersten Fassung nur 8-bittig) bot. GivelO.sys und die andern hingegen schalteten zumeist großzügig gleich sämtliche Ports frei.

Bis hin zu Windows XP (32 Bit) liefen solche Freischaltungen auch noch mit alten DOS-Programmen. Man musste lediglich den Treiber GivelO installieren und starten. Eine Software, die Letzteres bequem erledigte, lieferte Dale Roberts ebenfalls gleich mit: Loaddrv. Diesen Job kann man inzwischen aber auch mit Bordmitteln erledigen, am einfachsten mit dem Service Controller. Für die Installation und Registrierung sorgt

```
sc create Treibername type= kernel Binpath= „Treiberpfad“.
```

Mit sc start Treiber oder alternativ net start Treiber lässt sich der Treiber dann starten und mit ... stop wieder anhalten.

In der 64-Bit-Welt klappt das auf diese Weise aber nur mit signierten Treibern, es sei denn, man hat beim Booten die Option „nicht signierte Treiber zulassen“ gewählt oder fährt

das System im Testbetrieb mit selbst signierten Treibern. Das Erreichen des zuständigen Menüs ist seit Windows 8 allerdings nicht mehr so einfach mit Drücken der F8-Taste beim Booten getan. Vielmehr muss man unter Windows den Punkt Neustart zusammen mit der Shift-Taste drücken, dann „Problembehandlung | Erweiterte Optionen | Starteinstellungen | Neustart“ wählen. Beim Booten erscheint dann ein Menü, in dem man die Überprüfung der Signatur abschalten kann.

Alternativ tut's immer noch, auch unter Windows 10 (oder Windows Server 2012R2), der von Microsoft und den Virenwächtern als böswillige Software eingestufte Treiber Atsiv, signiert von den Linchpin Labs. Den kann man allerdings, wohl dank Microsofts Intervention, im Internet nur noch mit großer Mühe auftreiben. Atsiv erlaubt es nämlich gegen Microsofts Schutzrichtlinien, andere nichtsignierte Treiber nachzuladen.

Bei GivelO reicht bereits das Starten aus, der Treiber schaltet dann in der DriverEntry-Routine sämtliche Ports frei. Beim Stoppen wird der Zugriff auf die I/O Permission Bitmap wieder abgeschaltet. Directnt.sys hingegen musste man zusätzlich mit einem Windows-Programm aufrufen, das über DeviceIO-Funktionen einzelne Portbereiche freischaltet.

Zu diesem Zweck verwendeten die Treiber die dafür zuständigen Kernelfunktionen: Ke386SetIoAccessMap(), Ke386QueryIoAccessMap() und Ke386IoSetAccessProcess().

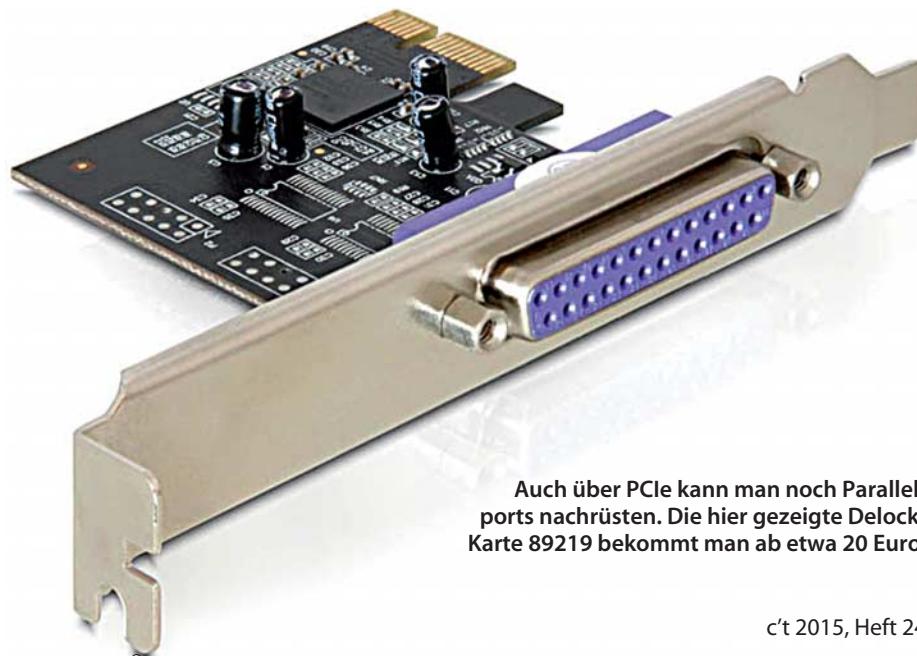
Gnadenloses Vista

Doch mit Vista hat Microsoft alte Zöpfe abgeschnitten: Viele beliebte, aber unsichere Kernelfunktionen wurden entfernt. Microsoft handelte sich damit viel Schelte ein, denn eine Unmenge von Treibern und Anwendungen lief nun nicht mehr. Und mehr noch, Microsoft hängte nicht nur die erwähnten Kernelfunktionen ab, sondern gleich die ganze I/O Permission Bitmap (IOPBM). Ihre Länge im TSS wurde auf Null gesetzt.

Nicht mit mir, mag dann so mancher Kerneltreiberprogrammierer gedacht haben, denn so was kann man ja ändern. Der Platz im TSS für die 8 KByte große Map ist nämlich weiterhin vorhanden, nur den TSS-Deskriptor in der Global Descriptor Table hat Microsoft auf sein Minimum, also ohne IOPBM gesetzt. Man muss folglich nur diesen GDT-Eintrag für jeden Prozessorkern um 8 KByte größer machen. Die Einträge in der IOPBM sind normalerweise 0, das heißt alle Ports sind freigeschaltet, und schon hat man wieder eine funktionierende IOPBM – jedenfalls zunächst.

Aber ein paar Minuten später: Bumms, Blue Screen, Fehler 0x109, korrupte Systemstrukturen. Die GDT gehört nämlich zu den seit Vista mit Patchguard eingeführten überwachten Strukturen. Mit den verbreiteten, wilden Anti-Patchguard-Hacks wollten sich die seriösen Programmierer nicht anfreunden und so gab man das erst einmal auf, in der Hoffnung, dass man zur Not mit der Virtualisierung und Windows XP als Gastsystem weiterkommen könnte – was aber leider mehr schlecht als recht klappte. Und so blieben allein deshalb viele XP-Systeme am Leben. Doch viele Sysadmins dulden solche Systeme inzwischen nicht mehr im Netz.

Es gibt allerdings noch andere mögliche Workarounds, zum Beispiel kann man die



Auch über PCIe kann man noch Parallelports nachrüsten. Die hier gezeigte Delock-Karte 89219 bekommt man ab etwa 20 Euro.

Port-Performance	
direktes Lesen vom Port	1,3 µs
Lesen via DeviceIO/Treiber	13 µs
abgefangene Exception mit Umleitung auf Treiber	26 µs
Zeiten pro Port-Lesezugriff auf PCIe-Parallelport, gemessen unter Windows 8.1 auf Intel Core i5 (Haswell).	

I/O-Exceptions abfangen, überprüfen und über einen Treiber abwickeln. Das funktioniert durchaus, auch dafür gibt es Programme wie `inpout32.dll` – ist nur eben nicht so schnell wie direkte Portzugriffe.

Patchguard ausgetrickst

Viele Jahre ruhte dann das Ganze, man hatte sich damit abgefunden, bis Henrik Haftmann aus Chemnitz auf die Idee kam, eine kleine Schwachstelle im Konzept von Patchguard beziehungsweise in der x86-Prozessorarchitektur auszunutzen. Wenn man nämlich den GDT-Eintrag für das TSS nur ganz kurz ändert, dann das Task-Register (TR) mit dem Selektor auf diesen Eintrag neu lädt und dann gleich wieder den alten GDT-Eintrag restauriert, dann bekommt Patchguard das gar nicht mit – aber der Deskriptor-Cache im TSR ist nun mit den neuen Werten samt Zugriff auf die komplette IOPBM geladen. Das muss man für jeden Kern einzeln machen,

es sei denn, man will den I/O-Zugriff auf einen einzelnen Kern beschränken. So ganz einfach ist das nicht, da sind ein paar Kleinigkeiten zu berücksichtigen. Unter anderem sollte man bei dem Patch die Interrupts kurz abschalten, damit Patchguard nicht dazwischenfunkeln kann. Man muss zudem auf Assembler zugreifen, denn die Compiler bieten keine Intrinsics für das Laden und Setzen des Task-Registers.

Das TR wird wie es ausschaut vom Betriebssystem selbst (Windows 7 bis 10) nach dem Booten nie mehr angefasst – selbst Wochen nach dem Patch war die I/O Permission Bitmap immer noch aktiv. Störend sind allerdings Hypervisor-Programme, die offenbar ebenfalls am TR herumfummeln. Solange etwa VMware Workstation 12 Player läuft, klappt der Trick nicht.

Insgesamt ist das Ganze natürlich ein Sicherheitsloch in der x86-Architektur, wenn das per TR-Deskriptor-Cache tatsächlich adressierte TSS und das im GDT angezeigte, nicht übereinstimmen.

Für den Fall der gewünschten I/O-Zugriffe ist dieses Loch indes sehr hilfreich, Henrik Haftmann hat dann auch gleich den GiveIO-Treiber aktualisiert, als 64-Bit-Treiber kompiliert und über Codeprojekt verfügbar gemacht (Links finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels). Netterweise hat er ihn

auch signiert, sodass man ihn bequem installieren kann. Unser Directnt.sys ist indes nicht signiert. Es benötigt also eine explizite Zulassung beim Booten. Damit es überhaupt geladen wird, mussten wir die Funktionen `giveIO()`, `LoadIOPM` und `LockIO` ab Vista herauschmeißen. Aber mit dem TR-Trick kann man sie nun wieder restaurieren.

ECP, EPP, ETC

Die häufigsten Ports, auf die Benutzer ungestört zugreifen wollen, dürften neben den seriellen die alten Parallelports sein, und sei es auch nur, um irgendeinen Dongle zu befriedigen.

Notebooks mit Parallelport gibts inzwischen kaum noch, aber auf den Hauptplatten vieler PCs sind sie auch heut noch gar nicht so selten zu finden. Häufig fehlen nur Kabel und Slot-Blech. Es gibt auch durchaus neuere Boards, wie Asus H81M-C oder N3150m-e, mit herausgeführter paralleler Schnittstelle. Alternativ bietet sich der Einbau einer PCIe-to-Parallel-Karte an. Die USB-to-Parallel-Adapter hingegen funktionieren für direkte Portzugriffe nicht. Wir haben uns eine Karte von Delock besorgt, die für etwa 20 Euro im Handel ist. Sie verwendet den Oxford-PCle840-Chip. Der blendet sich allerdings nicht auf den kompatiblen LPT-Ports

Anzeige

wie 0x378 ein, sondern über den PCIe Root Complex auf höheren Adressen. Er braucht also Programme, bei denen man diese Portadresse einstellen kann

Bei uns lagen sie auf 0xE010 – 0xE012 und die für EPP/ECP nötigen zusätzlichen Ports, mit denen man unter anderem den Betriebsmodus (Standard, bidirektional, EPP, ECP) festlegt, bei 0xE000 – 0xE003. Die Installation der Karte unter aktuellem 64-bittigen Windows mit den mitgelieferten Treibern ist problemlos. Nach dem Installieren und Starten des neuen GivelO.sys lässt sich nahezu ungestört darauf zugreifen. Falls man weniger Störungen haben will, kann man dem Steuerprogramm notfalls auch Echtzeitpriorität mit auf den Weg geben.

Und DOS?

Uralte DOS-Programme laufen nun nicht mehr unter den aktuellen 64-bittigen Windows-Versionen. Die Virtualisierung ist hier auch nur bedingt hilfreich, immerhin klappen zumeist serielle Ports. VMware Player 12 bietet, anders als etwa Hyper V oder Virtual-PC, neben der Emulation der seriellen Schnittstelle allerdings auch das Durchschleifen des physikalischen Druckerports an – versteht darunter aber etwas anderes als tatsächlich direkte Portzugriffe. Man kann zwar logisch auf LPT3 zugreifen, etwa die Zugriffe mit net use LPT3: ... umleiten, an die Ports selbst kommt man aber nicht heran.

Wer das partout braucht, muss entweder auf 32-bittiges Windows 8 ausweichen und für das Steuerprogramm den 16-Bit-Modus aktivieren oder es kommt, falls das Programm mit der Geschwindigkeit eines Pentiums vollauf zufrieden ist, die Vollemulation Dosbox (in der aktuellen Version 0.74) in Frage, die auch unter 64-bittigem Windows läuft. Das liebevoll gepflegte Open-Source-Programm ist zwar primär für alte DOS-Spiele gedacht – unter anderem mit all den Grafik-Modi, mit toll funktionierender Soundblaster-Emulation und mit einer zuweilen notwendigen Verlangsamung – aber es kann notfalls auch für Steuerprogramme mit direktem I/O herhalten. Zugriffe auf die seriellen Ports schleift es bereits von Haus aus auf die Windows-Modem-Funktionen durch, hierfür braucht man also keine zusätzlichen Kunstgriffe. Parallelports unterstützt es indes nicht, aber hierfür gibt es diverse Zweiglösungen.

Wir haben lieber selbst mit den Original-Sourcen von Dosbox 0.74 gespielt und die Möglichkeit eines direkten 8-bittigen Zugriffs in einem vorgegebenen Portbereich hinzugefügt. Ohne vorherige Portfreigabe durch GivelO erhält man natürlich eine Exception. Das C++-Programm von Dosbox ist schön übersichtlich und lässt sich leicht erweitern. Eine Projektmappe für Visual Studio 2008 ist dabei. Hier kann man einfach eine neue Klasse class DirectIO : public Module_base hinzufügen, welche Behandlungs Routinen (Readhandler() und Writehandler()) für die ausgewählten Ports

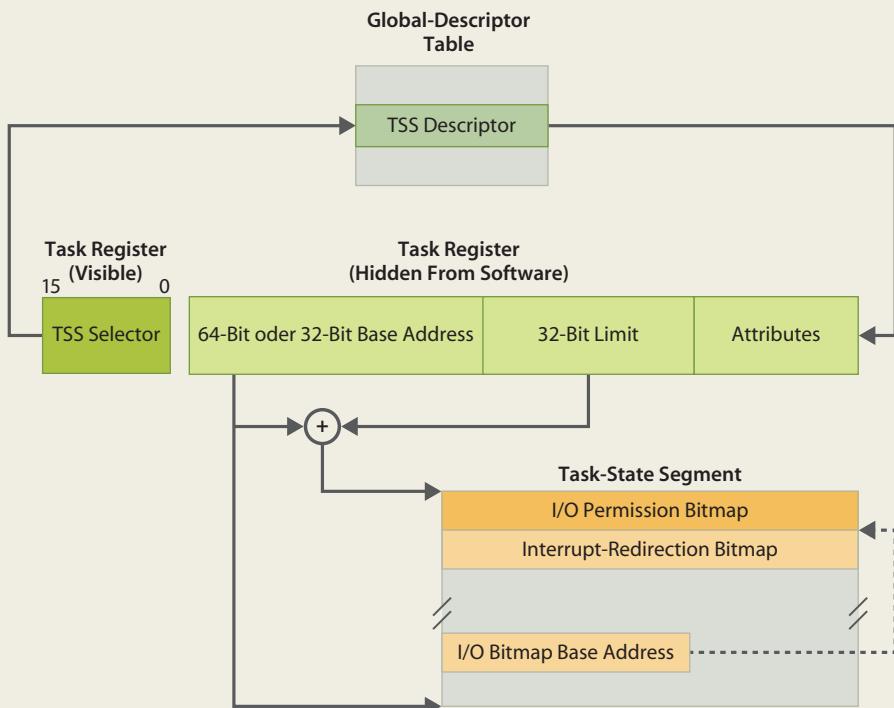
Die I/O Permission Bitmap

Zu dem Zweck der Port-Überwachung verwaltet der x86-Prozessor seit dem i386 eine I/O Permission Bitmap (IOPBM). Das ist ein bis zu 8 KByte großes Feld, das für jeden Port im 16-Bit-I/O-Adressraum ein Bit bereithält, welches die Nutzung im Usermodus (Ring 3) freigibt oder nicht. Diese Map befindet sich in einem speziellen Segment, dem Task State Segment TSS, auf das nur Kernelmode-Treiber zugreifen können. Ein Taskregister TR enthält den Selektor, der das aktuelle TSS in der Global Descriptor Table (GDT) adressiert.

Das TSS sollte den Umgang mit parallel laufenden Tasks vereinfachen. Bei einem Task-Switch braucht man dann nur das Taskregister TR neu zu setzen und schon läuft der Task in seinem eigenen Kontext, seinem eigenen Adressraum – und mit seiner eigenen IOPBM. Lediglich um die FPU-Register muss sich das Betriebssystem bei einem Context-Switch kümmern.

Windows und Linux verwendeten auch dieses angebotene Hardware-Multitasking, allerdings nur in der Frühzeit.

Denn dieses schlepperte auch noch allerhand Segmentierungs-Overhead samt Privileg-Checks mit – unnötig für 32-Bit-Betriebssysteme, die nur den flachen Modus verwenden. Außerdem kamen mit MMX, SSE und AVX weitere Registersätze hinzu, das Konzept erwies sich als zu unflexibel und zu langsam – und so gingen die Betriebssystementwickler zu eigenen Context-Switch-Lösungen über, Linux ab dem Kernel 2.1.109, Windows meines Wissens ab Windows 98/ME und Windows 2000. Seitdem gibt es nur ein einziges Task State Segment für alle, also auch nur eine IOPBM (jeweils pro logischen Kern). Eine Freigabe von Ports gilt dann folglich für alle Prozesse. Bei der Spezifizierung von AMD64 erklärte AMD das Hardware Task-Switching im 64-Bit-Modus für überflüssig. Dennoch gibt es auch in diesem Modus noch ein TSS, das weiterhin für die I/O Permission Bitmap zuständig ist. Ansonsten wird das 64-Bit-TSS als Zwischenspeicher für Stackpointer etwa beim Interrupt (Interrupt Stack Table) sowie für Interrupt-Umleitungen verwendet.



Das Task State Segment (TSS) wird im 32- und 64-Modus zwar sehr unterschiedlich genutzt, kompatibel wird aber die I/O Permission Bitmap verwaltet.

installiert. Den Portbereich, seine Größe und gegebenenfalls auch einen Offset trägt man in dosbox.conf unter [directio] ein. Der Offset dient dazu, Portadressen zum Beispiel von 278h auf E010h zu verschieben, falls ein DOS-Programm etwa auf die Adresse 278h

fixiert ist. Mit 3,8 µs pro Zugriff auf per GivelO freigeschalteten Ports sieht die I/O-Performance gar nicht so schlecht aus. (as@ct.de)

ct Links zu givelO bei Codeprojekt, modifizierte Dosbox: ct.de/y7tb

Anzeige

Netzmessung von der Crowd

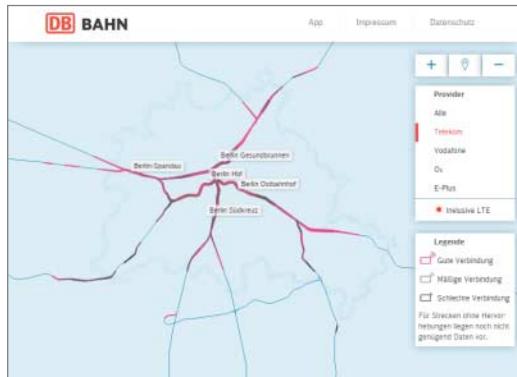
<http://netzradar.deutschebahn.com>

<http://mobil.deutschebahn.com/>

db-mittendrin/funkloecher-finden-mit-dem-db-netzradar/

Wer mit der Bahn unterwegs ist, hätte Zeit, in Ruhe zu surfen oder zu telefonieren – wenn er sich nicht mal wieder in einem Funkloch befindet. Auch die Bahn hat erkannt, dass es entlang ihrer Strecken immer noch zu viele Verbindungsprobleme gibt. Daher hat sie jetzt eine Initiative gestartet, um Druck auf die Mobilfunkunternehmen auszuüben. Als erstes Ergebnis entsteht die **Netzradar-Karte**, in der man schon für etliche Streckenabschnitte sehen kann, wo es flutscht und wo nichts geht.

Die Daten für die Karte stammen von den Bahnernutzern. Diese können mit einer App für Android und iOS das Funknetz entlang von Bahnstrecken testen. Jeder kann mit der App messen, wie schnell er unterwegs surft, oder der Bahn Probleme melden: Wo gab es Gesprächsabbrüche oder schlechte Sprachqualität? Die deutsche Bahn sammelt die Ergebnisse und pflegt sie in die Karte ein. (jo@ct.de)



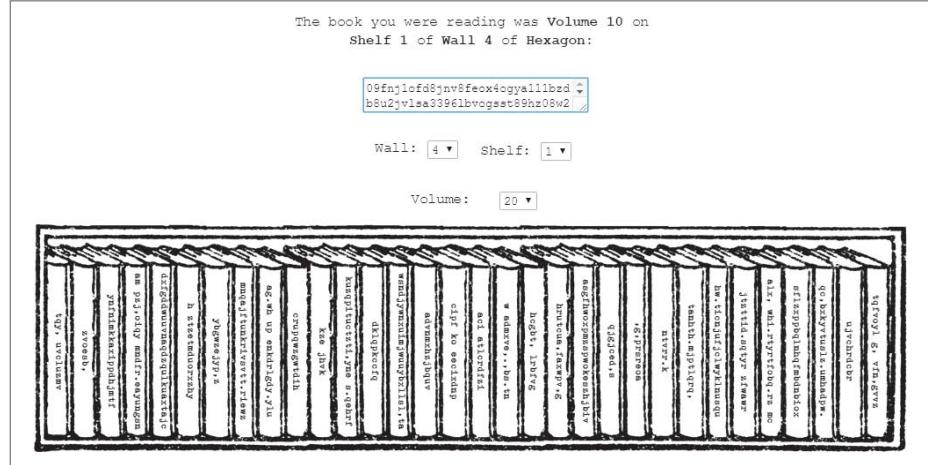
Hype-Videos

Massenproduktion ist bäh; wer hip sein will, kauft Selbstgemachtes, pardon: „hand crafted“ oder „artisanal“. Das Bier kommt vom lokalen Craft-Beer-Brauer, der Kaffee vom Röster um die Ecke. Auf Plattformen wie Etsy gibt es Abermillionen einschlägige Produkte, von der Drehatabaktasche aus recycelter Plastiktüte bis zum Halloween-Kostüm für den Hund.

Warum also nicht auch **handgefertigtes Feuerholz** der „Smoke and Flame Firewood Company“ kaufen, oder **Trinkwasser** nach dem Motto „Jeder Schluck ein Abenteuer“ von „The Timmy Brothers – Water Makers“? Die beiden Videos sind mit so viel Liebe handgecrafted, dass man sie fast für authentisch halten könnte. Bei beiden handelt es sich aber um Hoaxes.

<https://youtu.be/TBb90-aW4zI> (2:50, Englisch)

<https://vimeo.com/131422396> (5:10, Englisch)



Allumfassende Bibliothek

https://de.wikipedia.org/wiki/Die_Bibliothek_von_Babel

<https://libraryofbabel.info>

<https://babelia.libraryofbabel.info>

„**Die Bibliothek von Babel**“ ist eine Erzählung von Jorge Luis Borges. Der argentinische Autor entwirft laut Wikipedia „eine Spekulation über eine mögliche Welt, welche als eine Bibliothek aller möglichen Bücher dargestellt ist“ – ein phantastisches Gedankenexperiment. Jonathan Basile hat sich „mit der Hilfe vieler Freunde und seiner Familie“ mal der Sache angenommen und die **Library of Babel** im Cyberspace realisiert.

Diese virtuelle Bibliothek besteht aus einer riesigen Zahl von hexagonal geformten Räumen. An vier Seiten jedes Hexagons stehen jeweils fünf Bücherregale, die je 32 Bücher enthalten. Jedes dieser Bücher umfasst 410 Seiten, jede Seite 40 Zeilen, jede Zeile ungefähr 80 Zeichen. Alles in allem enthält die Bibliothek laut Basile rund 10 hoch 4677 Bücher. Man kann in dieser Bibliothek browsen – auch per Zufallsgenerator – und auf gut Glück irgend eine Seite irgendeines Buchs in irgend einem Hexagon aufschlagen.

Dort wird man kaum etwas Sinnvolles finden, sondern höchstwahrscheinlich eine zufällige Folge von Zeichen. Aber die Bibliothek enthält auch sinnvolle Texte, um genau zu sein: alle Texte schlechthin. Mit zwei Einschränkungen: Die Library of Babel kennt nur die 26 nicht versalen Buchstaben des englischen Alphabets, Leerzeichen, Komma und Punkt. Die Texte dürfen zudem maximal 3200 Zeichen lang sein. Die Site bietet eine Suchfunktion – probieren Sie es einfach mal mit einem beliebigen Text aus.

Natürlich speichert die Bibliothek die Texte nicht wirklich; Jonathan Basile hat vielmehr eine sehr kreative Funktion programmiert, die alle

maximal 3200 Zeichen langen Texte mit dem 29-Zeichen-Alphabet auf die Räume, Bücher und Seiten abbildet. Wie man alle Texte in einer virtuellen Bibliothek „speichern“ kann, so kann man ebenso auch mit Bildern verfahren. Daher hat Basile auch noch die **Babel Image Archives** gebaut, ein Archiv aller Bilder im Format 640 × 416 Pixel mit einer Farbtiefe von 12 Bit. (jo@ct.de)

Netz-Werk

<http://networkeffect.io>

Network Effect ist ein komplexes Kunstwerk, das sich mit dem Einfluss des Netzes auf das menschliche Miteinander beschäftigt. Das versucht es vor allem mit fesselnden, verfremdeten Videoschnipseln über menschliche Aktivitäten, etwa „Küssen“ und „Schwimmen“. Zu je 100 Aktivitäten haben die Künstler Jonathan Harris und Greg Hochmuth je 100 Videos mit Hilfe des Amazon Mechanical Turk und der Crowd zusammengetragen.

Die unnachgiebig laufenden Sequenzen verknüpft die Site mit teils absurdem Daten und Texten von Google News und anderen Diensten sowie mit gesprochenen Tweets. Dadurch und durch die Kürze und Dringlichkeit der Videos – zweisekündige Ausschnitte von YouTube wurden auf eine Sekunde gerafft – entsteht ein Nachrichten-ähnlicher Effekt, der süchtig nach mehr macht. Das Mehr ist allerdings begrenzt, denn nach gut acht Minuten ist die Zeit des Zuschauers für die nächsten 24 Stunden aufgebraucht. (Tobias Engler/jo@ct.de)

ct Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/y9pr



Anzeige



Berlin 2016
Springer-Verlag
350 Seiten
40 € (PDF-/Epub-E-Book: 30 €)
ISBN 978-3-6624-6138-9



Heidelberg 2015
dpunkt.verlag
314 Seiten
25 € (Epub-/PDF-/Mobi-E-Book: 20 €)
ISBN 978-3-8649-0262-8



Bonn 2015
Rheinwerk
480 Seiten
40 € (Epub-/PDF-/Mobi-E-Book: 35 €)
ISBN 978-3-8362-2910-4

Imre Koncsik

Die Entschlüsselung der Wirklichkeit

Ist das Universum ein Programm und Gott der Programmierer?

Die im Rahmen der Naturwissenschaften formulierten Naturgesetze spiegeln Mechanismen wider, die die Realität durchziehen. Alle Forschung kann jedoch keine Antwort auf die Frage geben, was – oder wer – diese Gesetzmäßigkeiten auf den Weg gebracht hat. Die Frage nach dem Logos beziehungsweise dem „Primum movens“ ist heute nicht weniger aktuell als vor Jahrhunderten.

Gedanken von Entwicklern – in Algorithmen gegossen – bestimmen in digitaler Form weite Bereiche des Alltags. Koncsik, in der Theologie beheimatet, wagt die Übertragung von Fragen, die das Funktionieren von Technik betreffen, aufs große Ganze.

Wer die Wirklichkeit „entschlüsseln“ möchte, muss deren Begriff zunächst klar fassen. Koncsik stützt sich dabei auf Erkenntnisse und Überlegungen aus Physik, Metaphysik und Philosophie. Zwangsläufig landet er bei der Selbstorganisation von Prozessen und Systemen, zu deren Erklärung die gängigen Naturgesetze nicht ausreichen. Hier lehnt er sich weit aus dem Fenster und beschäftigt sich unter anderem mit Voraussetzungen zur Erschaffung einer künstlichen Seele.

Gestützt auf Gedanken von Hegel, Leibniz, Darwin, Einstein, Heisenberg und anderen nähert Koncsik sich der Frage, welche Rolle Gott und Religion in einem Universum spielen können, das von Naturgesetzen im klassischen Sinn und von quantentheoretisch Beschreibbarem regiert zu werden scheint. Auch er findet keine Patentantwort. Aber die gedankliche Reise zu dieser Frage ist das eigentlich Spannende. Die Lektüre bietet reichlich Material zum Nachdenken; man muss nicht religiös sein, um ihr etwas abzugewinnen.

Der anspruchsvolle Text lässt sich nicht leicht konsumieren. Verständnis moderner Philosophie und Physik ist Voraussetzung. Das Buch weist ein umfangreiches Literaturverzeichnis auf, aber leider weder Fußnoten noch Index. (Maik Schmidt/psz)

Melanie Eckhoff

Packend präsentieren mit Prezi

Das Praxisbuch von Konzept bis Vortrag

Prezi trat 2009 als frische, unkomplizierte Alternative zu den üblichen Präsentationsprogrammen wie PowerPoint oder Keynote an: Statt Folien präsentiert man damit alle Informationen auf einer großen Leinwand. Wer das Arbeiten mit den Klassikern gewöhnt ist, findet es zumindest am Anfang ziemlich kompliziert, sich auf Prezi einzulassen. Auf Schwierigkeiten wegen einer von anderer Software geprägten Erwartungshaltung geht die Autorin aber nicht ein. Sie beginnt einfach bei null, erklärt erst die diversen Lizenz-Modelle, dann das Einfügen und Bearbeiten von Inhalten und anschließend Zooms beziehungsweise „Kamerafahrten“, die Besonderheiten einer 3D-Präsentation sowie das Vorführen und Teilen und die mobile Nutzung.

Bis hierhin eignet sich das Buch vor allem als praktische Arbeitshilfe, die man neben dem Bildschirm auf dem Schreibtisch liegen hat. Die beiden letzten der 13 Kapitel führen den Leser viel gründlicher an die ganz eigene Bedienphilosophie von Prezi heran. Wer das Programm noch nicht kennt, gewinnt insbesondere bei der Lektüre des 12. Kapitels „Von der Idee zur Umsetzung“ einen guten Eindruck, welche Möglichkeiten Prezi bietet. Gleichzeitig gibt die Autorin hier wertvolle Tipps für gutes Präsentieren ganz allgemein.

Mit seinem fast quadratischen Format und einem luftigen Layout lässt sich das Buch gut durcharbeiten. Die Bebildung mit ein bis zwei Screenshots oder Dialogen pro Seite ist zweckmäßig. Im vorderen Teil nennen mitunter Erklärungen wie „Vorführmodus: Das ist der Modus, in dem eine Prezi vorgeführt wird“. In den späteren Kapiteln bringt das Buch wertvolle Informationen und Anregungen für einen unfallfreien Einstieg in Prezi.

(dwi@ct.de)

Alexander Steireif, Rouven Rieker, Markus Bückle

Handbuch Online-Shop

Strategien, Erfolgsrezepte, Lösungen

Ob ein Webshop-Projekt erfolgreich läuft, hängt nicht in erster Linie von der verwendeten Software ab – mindestens ebenso wichtig sind konzeptionelle Überlegungen und gute Planung. Der Ratgeber von Steireif, Rieker und Bückle macht auf Fragen aufmerksam, die ein Verantwortlicher für einen Online-Shop berücksichtigen sollte.

Dazu gehört eine Menge an vorbereitendem Handwerk. Es geht etwa um Bedarfsanalyse, Investitionsplanung und den Aufbau eines Lastenhefts. Bei Unternehmen sind trotz des Wunsches nach Online-Aktivitäten oft die Ziele dafür unklar. Die Check- und Interview-Listen im Buch dienen Projektverantwortlichen dazu, sinnvolle Vorgaben zu entwickeln.

Das Spektrum der dargestellten Formen von Online-Shops beginnt bei Minimallösungen wie einer Amazon-Verkäuferpräsenz und endet bei komplexen Verkaufsplattformen wie xt:Commerce und Magento. Die gebotene Übersicht ist nicht vollständig, aber hinreichend umfangreich. Die in Form einer tabellarischen Übersicht zu jeder Shoplösung genannten Projektkosten sollte man nur als grobe Orientierungshilfe verstehen. So kann beispielsweise ein Magento-Shop durch die quelloffene Basis sehr preiswert ausfallen. Wenn es aber daran geht, individuelle Funktionen, Schnittstellen und Templates zu implementieren, bewegen sich die Kosten schnell nach oben.

Sobald der eigentliche Shop betriebsbereit ist, gewinnen Marketing-Instrumente an Bedeutung. Man schaut auf die Konversionsrate, betreibt Suchmaschinenoptimierung (SEO), wertet Statistiken aus. Auch darüber gibt das Buch erschöpfend Auskunft. Hinweise zu Telemediengesetz und verbraucher- sowie wettbewerbsrechtlich relevanten Themen, zu Preisangaben, Auslandsversand und Impressumspflicht runden das Ganze ab. In diesem Zusammenhang gehen die Autoren auch auf Unterschiede zwischen dem Verbrauchergeschäft (B2C) und dem B2B-Handel ein. (Ulrich Schmitz/psz)

Anzeige

Mächtige Magie mit Mängeln

Die Ermordung der Imperatorin hat das Land Ashan in einen blutigen Bürgerkrieg gestürzt. Der junge Herzog von Greif ist des Kämpfens müde. Doch die Mitglieder seines bunt gemischten Rates bestürmen ihn, nicht aufzugeben. Mit sechs Heldengeschichten aus ihren Völkern wollen sie ihn umstimmen. In **Might & Magic Heroes VII** spielt man diese Schlachtenstorys, die eben-

so die Vergangenheit wie die Zukunft Ashans betreffen.

Der jüngste Spross der traditionsreichen Spielreihe wendet sich nicht an Neulinge. Ohne Tutorial wird der Spieler in die komplexe Welt geworfen. Immerhin erklärt ein ausführliches Lexikon die sechs spielbaren Fraktionen mit ihren 94 Helden und 123 Kreaturen. Zusätzlich zur Solo-kampagne gibt es acht Maps für Einzel- und Multiplayer-Sessions. Außerdem kann man im Duell-Modus auf 44 Schlachtfeldern zu zweit gegeneinander oder allein gegen den Computer kämpfen. Ein Editor zum Anlegen eigener Maps ist integriert.

Die Gestaltung lehnt sich eng an das Vorgängerspiel von 2011 an. Man bewegt sich über die Weltkarte, sammelt Ressourcen und verwaltet das wachsende Reich. Beim Kontakt mit feindlichen Heeren



wechselt der Blick auf das quadratische Schlachtfeld. Rundenweise zieht der Spieler dann Kampfkreaturen oder greift mit einem Zauber direkt ein. Der Rechtsklick auf Gegner enthüllt deren Stärken und Schwächen. Leider lassen die sich nicht vor dem Kampf einsehen: So kann es passieren, dass man plötzlich mit einer Garde Feuerspeier gegen Widersacher steht, die immun gegen Flammen sind. Bei Niederlagen lässt sich die Schlacht beliebig oft wiederholen.

Obwohl zwei schnell erschienene Patches die schlimmsten technischen Fehler behoben haben, gibt es immer noch allzu viele Bugs. Missionen bleiben unerfüllbar, weil Bereiche nicht begehbar sind, Aktionsfelder sind bisweilen inaktiv. In Schlachten verschwinden oder sterben Kreaturen ohne Grund. Da können auch die hübsche Grafik und die gute Arbeit der deutschen Synchronsprecher den Gesamteinindruck nicht retten.
(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Might & Magic Heroes VII

Vertrieb	Ubisoft: https://mmh7.ubi.com/de
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7 SP1
Hardware-anforderungen	3,3-GHz-Mehrkernsystem, 5 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Uplay
Mehrspieler	8 online, im LAN oder am selben Rechner
Idee	⊕
Umsetzung	⊖
Spaß	⊕
Dauermotivation	⊖
Deutsch	•
USK	12-50 €
sehr gut	⊕
gut	⊕
zufriedenstellend	○
schlecht	⊖
sehr schlecht	⊖

Ritter der Schotterstraßen

Für Motorsportfans, denen Formel 1 und DTM zu wenig Kick bieten, wurde die Rallye geschaffen: Statt über fahrwerksfreundliche Flachstrecken geht es über Stock und Stein, durch Schnee und Matsch, bis die Achse kracht. Bei **WRC 5 – FIA World Rally Championship** tobtt der Kampf Natur gegen Maschine auf über 400 äußerst abwechslungsreichen virtuellen Kilometern.

Erstmals ist das Pariser Studio Kylotonn Games für ein Spiel der WRC-Serie verantwortlich – mit

ordentlichem Ergebnis. Zusätzlich zu Karrieremodus, Schnellspiel und Multiplayer bietet die prächtige Rennsimulation einen E-Sport-Event: Parallel zur echten WRC-Saison 2016 sollen Spieler online ihre eigenen Kämpfe austragen. Bis dahin kann man auf den 65 Strecken trainieren, die 13 Länder von Finnland bis Australien umfassen.



Schon beim Kampagnenstart entscheidet der Spieler, ob er knallhart auf Sieg setzt oder es lieber vorsichtig angehen lässt. Die Schadensphysik des Spiels ist gnadenlos. Jedes Anecken hat Folgen; oft beendet man ein Rennen mit starkem Linksdrall in der Lenkung und mit defektem Rückwärtsgang. Zwischen den Etappen sind häufig Reparaturen nötig. Für sie darf man aber – wie in der Realität – maximal 45 Minuten aufwenden. So bleibt die Qual der Wahl, ob man vor der nächsten Teilstrecke eher Bremsen oder Fahrwerk instand setzen lassen will.

Die Etappen gehen über zwei bis fünf Minuten und erfordern volle Konzentration. Es gibt jede Menge Schikanen, Haarnadelkurven und Eisflächen. Zur Verfügung stehen 13 Fahrzeuge, die sich sehr unterschiedlich steuern lassen. Das Spektrum reicht vom Landstraßen-Panzer VW Polo R über den Beschleunigungshelden Ford Fiesta bis zum ausgeglichenen Skoda. Ansagen der

WRC 5 FIA World Rally Championship

Vertrieb	Bigben Interactive; www.wrc5game.com/de/
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7; außerdem PS3/4, Vita, Xbox 360/One
Hardware-anforderungen	2-GHz-Mehrkernsystem, 6 GByte RAM, 512-MByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Steam
Mehrspieler	8 online / am selben Rechner
Idee	⊕
Umsetzung	○
Spaß	⊕
Dauermotivation	⊕
Deutsch	•
USK	0-40 €

Beifahrer (die leider bisweilen unmotiviert verstummen) und eingeblendete Symbole helfen beim Manövrieren.

Dank der neuen KT-Engine HD begeistert die dargestellte Welt. Man genießt Naturansichten mit tollen Lichtwechseln, von nebligen walisischen Wäldern bis zum aufgepeitschten Wüstensand Mexikos.

WRC 5 ist ein schönes Rennspiel mit kleinen technischen Schwächen. Dazu gehört, dass es derzeit für PC und PS4 nur bestimmte Lenkräder unterstützt – für die XBoxen kein einziges.
(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

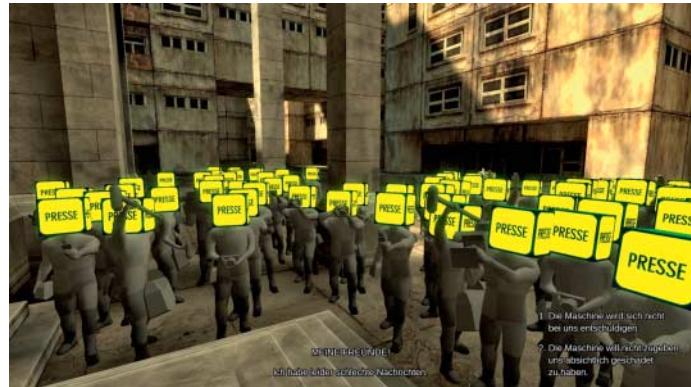
Im Kopf des Spieldmachers

Davey Wreden hat ein Soloprojekt abgeliefert, das sich den vorherrschenden Spielkonventionen in ähnlichem Maße verweigert wie der Überraschungshit „The Stanley Parable“, den er 2011 gemeinsam mit William Pugh schuf. **The Beginner's Guide** baut auf eine besonders eigenwillige Meta-Fiktion: Begleitet von Daveys angenehmer Erzählstimme wandert man durch ein Dutzend kleiner Spiele des talentierten Programmierers Coda. Der hat plötzlich aufgehört zu

arbeiten und jeden Kontakt zu seinen Freunden abgebrochen. Über seine Spiele nimmt man Einblick in die Psyche des einsiedlerischen Künstlers, dessen Werke Spuren für die Gründe seines Verstumms offenbaren.

Was man findet, variiert stark in Aussehen und Qualität. Einige spannende Ideen werden gleich zu Anfang ins Rennen geschickt, etwa ein poetisches Spiel über Vergangenheitsbewältigung, in dem man sich nur rückwärts bewegen kann. Meist aber wandert man in First-Person-Perspektive durch Umgebungen verschiedenster Art und wählt Gesprächsbeiträge aus Dialogmenüs.

„The Beginner's Guide“ hat kein Spielziel und keinen Spielablauf im klassischen Sinne. Es handelt sich, wenn man so will, um eine interaktive Reportage mit doppeltem Boden. Die eigentliche Faszination entfaltet sich durch das Zusammenspiel von Codas bisweilen bedrückenden Arbeiten und Daveys Analyse. So zeichnet sich stückweise



ein Drama rund um die schwierige Freundschaft zweier Männer ab. Was man sieht und hört, wirft existenzielle Fragen auf – nach Kreativität, Einsamkeit und geistiger Gesundheit. Immer deutlicher wird dabei, dass Davey kein zuverlässiger Fremdenführer innerhalb von Codas Gedankenwelten ist. In starkem Maße enthüllt er die Topografie seines eigenen Geistes.

Trotz einiger faszinierender Ideen bleibt „The Beginner's Guide“ deutlich hinter „The Stanley Parable“ zurück. Konnte man in der Alltagshorror-Geschichte

noch fröhlich gegen den Erzähler rebellieren, gewährt Daveys Solowerk weitaus weniger Freiheiten. Freunde künstlerischer Exkursionen können dennoch zwei unterhaltsame Stunden voller Reflexion über Spiele und die Menschen dahinter erleben. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)



The Beginner's Guide

Vertrieb	Everything Unlimited Ltd. (nur Download); www.thebeginnersgui.de/
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7, Vista; OS X ab 10.8; Linux
Hardware-anforderungen	3-GHz-Mehrkernsystem, 2 GByte RAM, 128-MByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Steam
Idee	⊕⊕
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	○
1 Spieler	• Deutsch (Sprachausgabe Engl.) •
USK nicht geprüft; red. Empf.:	ab 12 • 9 €

Mit Volldampf ins Chaos

Löcher in fremde Raum-Zeit-Kontinuen zu reißen ist für verrückte Wissenschaftler fast schon ein Kavaliersdelikt. Dem Erfinder Vules Jerne passiert dies, als er seine neuen Brillengläser testet – zack, hat er eine Monster-Invasion am Hals! In **Goggles – World of Vaporia** muss Jerne mit Hilfe dreier Mitstreiter die Eindringlinge zurückschlagen und deren Dimensionsportale zerstören. Die Technik der Fremden infiziert derweil seine steampunkige Heimatwelt

Vaporia und lässt deren Maschinen Amok laufen.

„World of Vaporia“ ist das erste große Spiel des unabhängigen Münchner Studios Bit2Good. Der Action-Raser wartet mit fünf großen Leveln auf, die man in vier Fahrzeugen erkunden kann. Jedes der ausbaufähigen Vehikel bietet zwei gewöhnliche Angriffsvarianten und eine Spezialattacke, die nur

bei voller Dampfbatterie benutzt werden kann. An verteilten Stationen ist es möglich, Dampf und Lebenskraft zu tanken.

Das Ziel besteht darin, sämtliche Portale der Eindringlinge zu zerstören, bevor der Infektionsgrad der Welt 100 Prozent erreicht. Dabei wird man laufend von kleinen bis riesigen Robotern attackiert. Durch zufällig auftauchende Nebenmissionen kann man Zeit gewinnen. Die Zusatzaufgaben betreffen Begleiteinsätze sowie Kämpfe mit speziellen Feinden und das Aufsammeln von Zahnrädern. In mehreren Stufen lassen sich neue Level-Bereiche freischalten, bis der Endgegner erscheint.

Leider machen technische Probleme dem Spieler das Leben unnötig schwer. Die an die Fahrzeuge gekoppelte Kamera lässt sich nur begrenzt schwenken, was in den komplexen Leveln zum Verhängnis werden kann. Schnell stürzt man in Baulücken, aus denen es kein Entkommen gibt – immer wieder ist dann ein

Neustart fällig. Bei Jernes Gleiter versagte die Steuerung im Test komplett; weder Kamera noch Fahrzeug ließen sich drehen. Und obwohl die Kölner A-capella-Gruppe „Wise Guys“ tolle Musik beigesteuert hat, wirkt das Sound-Design des Spiels streckenweise enttäuschend. Das gilt auch für das von „Tron“ inspirierte Lichtmotorrad der taffen Tesla O'Toole. Von der Kernidee und der spektakulären Grafik her hätte „Goggles“ ein feines Spiel werden können – wäre die Umsetzung nur nicht so mangelhaft. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)



Goggles – World of Vaporia

Vertrieb	bit2good UG; http://bit2good.com/goggles
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7, Vista; OS X ab 10.7; Linux; geplant für PS4
Hardware-anforderungen	2,4-GHz-Mehrkernsystem, 6 GByte RAM, 2-GByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Steam
Mehrspieler	4 online kooperativ
Idee	⊕
Spaß	⊕
Umsetzung	⊖
Dauermotivation	○
Deutsch (Sprachausgabe Englisch) •	
USK 12 • 20 €	

Verlinktes Trio

Im Abenteuerspiel **The Legend of Zelda: TriForce Heroes** für die 3DS-Mobilkonsole ziehen drei Helden los, um Prinzessin Rüschlinde von einem Fluch zu befreien. Dazu müssen die drei auf Geheiß von König Lockfried das Reich Textilita durchstöbern, Rätsel lösen und Kämpfe bestehen.

Idealerweise steuern drei Spieler die Helden auf ihren 3DS-Konsolen, die sich per Funk lokal verbinden. Dazu benötigen die drei nur ein Spielmodul; die anderen Konsole laden das Spiel von der ersten in ihren Zwischenspeicher. Von längeren Ladepausen abgesehen funktioniert das Zusammenspiel gut. Zwar gibt es einen Online-Modus, hier ruckelte die Ansicht jedoch. Zudem kön-

The Legend of Zelda: TriForce Heroes

Vertrieb	Nintendo
System	3DS
Mehrspieler	3 im lokalen WLAN/online
Idee	Umsetzung
Spaß	Dauermotivation
Deutsch • USK 6 • 40 €	
sehr gut	gut
schlecht	sehr schlecht

nen sich Online-Spieler mangels Sprach-Chat nicht absprechen.

Ähnlich wie im früheren Zelda-Titel „Four Swords“ für den Gameboy Advance muss das Trio gut kooperieren. Zusammen beseitigen sie Hindernisse, aktivieren Schalter und finden durch Eis-, Vulkan- und Wasserwelten den Weg zum Ausgangsportal. Unterwegs können sie Stoff für Kostüme sammeln, die ihren Helden spezielle Fähigkeiten verleihen. Immer wieder müssen sie Hilfsmittel wie Zauberstäbe und Greifhaken einsetzen. Häufig bilden die drei Spielfiguren eine Pyramide, um an einen hoch gelegenen Schalter zu kommen. Eine gemeinsame Lebensanzeige mahnt dabei zur Loyalität.

Wegen der gut geölten Steuerung lassen sich die Rätsel im lokalen WLAN flüssig lösen. Wissen die Spieler trotzdem einmal nicht weiter, dürfen sie Abschnitte überspringen. Die etwa 35 Level bestehen aus jeweils vier Abschnitten, was eine Spielzeit von rund 15 bis 20 Stunden ergibt.

Wer keine Mitspieler zur Hand hat, kann das Abenteuer mit zwei Klon-Helden auch solo bestreiten. Diese bewegen sich allerdings nicht von selbst, was einige Timing-kri-



tische Passagen deutlich schwieriger macht als in 3-Spieler-Partien. Ein Modus für zwei Spieler fehlt.

Der neueste Teil kommt ohne den für die Serie typischen Pathos aus. Die peppigen und gehaltvollen Rätsel, abwechslungsreichen Endgegner-Kämpfe sowie die herzige Inszenierung machen das Spiel zu einem der bislang besten Zelda-Abenteuer.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

Im Dauerschach

Mit **Disgaea 5: Alliance of Vengeance** hat die Rollenspiel-Reihe des japanischen Herstellers Nippon Ichi ihren ersten Auftritt auf der PS4. Das Besondere an Disgaea sind die taktischen Rundenkämpfe, in denen der Spieler eine bunte Dämonentruppe über schachbrettartige Schlachtfelder zieht. Dazu ist taktisches Kalkül vonnöten sowie das Wissen um die unterschiedlichen Fähigkeiten der über hundert Helden und Einsatzfiguren.

In der komplizierten, aber doch unterhaltsam erzählten Geschichte strebt der Bösewicht Dark Void nach der Herrschaft über die Niederwelten, was der Spieler mit seiner Dämonentruppe verhindern soll. Anfangs steuert man den eigensinnigen Killia sowie die herrschsüchtige Seraphina. Nach den ersten Runden stoßen eine Heilerin und ein Bogenschütze zu dem Duo, nebst einiger Prinns – die pinguinförmigen Serienmaskottchen agieren auf den Spielfeldern als einfache Infanterie.

Disgaea 5: Alliance of Vengeance

Vertrieb	Flashpoint
System	PS4
Idee	Umsetzung
Spaß	Dauermotivation



Die sich bald vergrößernden Truppe rüstet man im Hauptquartier aus und konfiguriert sie für die nächsten Missionen. Die Figuren unterscheiden sich in ihrer Klasse, ihren Fähigkeiten und Spezialisierungen sehr stark voneinander, sodass man als Spieler große taktische Freiheiten hat. Durch geschickte Kombinationen, Tricks und Combo-Angriffe lassen sich auf dem Schlachtfeld selbst weit überlegene Gegner besiegen.

Abseits des taktischen Tiefgangs wirkt die Präsentation jedoch altbacken. Die kleinen Schlachtfelder lassen Details vermissen, die Figuren bewegen sich ruckartig und in den Dialogen werden nur Standbilder eingeblen-

det. Immerhin gibt es eine umfangreiche englische Sprachausgabe mit hervorragenden Sprechern. Der Blechbläser-Rock im Hintergrund zerrt hingegen rasch an den Nerven.

Für die überaus umfangreiche Solo-Kampagne muss man mindestens 80 Stunden investieren. Daraus können leicht doppelt so viele Stunden werden. Disgaea hält den Spieler immer wieder zum Grinden an, also dem Abgrasen von Erfahrungspunkten in Nebenkämpfen, um die eigene Truppe zu stärken. Aber je mehr man die Finessen des Spiels kennlernt, desto mehr gewinnt Disgaea 5 trotz seiner altmodischen Inszenierung an Reiz.

(Peter Kusenberg/hag@ct.de)

Anzeige

Kurz gesprungen

In dem Jump & Run **HoPiKo** hetzt der Spieler in einem abstrakten Weltraum über Plattformen vorbei an tödlichen Hindernissen. Dabei muss er schnell sein, denn die Plattformen lösen sich spätestens zwei Sekunden nach der Landung auf.

Die Entwickler vom britischen Studio Laser Dog geben in ihrem Retro-Hüpfspiel ein enormes Tempo vor. Die Sprünge müssen genau sitzen, denn bei einem Fehler darf der Spieler gleich den ganzen Level mit fünf Abschnitten von vorne beginnen. Das klingt frustrierender, als es ist. Selbst im Falle des Scheiterns im fünften Abschnitt braucht man kaum mehr als eine Minute, um den Level erneut zu durchlaufen.



Mittels einfacher Wischgesten hüpfst die Figur präzise zum nächsten Feld. Die Kulissen der zehn Level sind mit kunstvollen Arrangements im 8-Bit-Design gepflastert. Dazu erklingt ein treibender, repetitiver Elektro-Soundtrack.

Hat man alle zehn etwa einminütigen Level endlich geschafft, kann man sich an

noch schnelleren Speedruns versuchen und die Zeiten in der Online-Highscore-Tabelle unterbieten.

Für ein kurzes schickes Designer-Spielchen erweist sich HoPiKo als ungemein unterhaltsamer, wenn auch schwer zu meisternder Titel. Dem kurzweiligen Reaktionstest hätten einige weitere Spielmodi gut zu Gesicht gestanden. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

Hopiko

Vertrieb	Laser Dog
System	iOS
Idee	⊕
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊖
1 Spieler • Englisch • ab 4 Jahren • 4 €	
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
O zufriedenstellend	

Opernrätsel

Im Knobelspiel **Magic Flute by Mozart** löst der Spieler Kombinationsrätsel, indem er auf dem iPad Protagonisten aus Mozarts Oper „Die Zauberflöte“ nacheinander zum Ausgang eines Levels lotst. Damit Papageno, Tamino & Co. an den Hindernissen vorbeikommen, muss der Spieler Platten und 3D-Blöcke verschieben. Anschließend rücken die Figuren vor, indem der Spieler einfach auf das Zielfeld tippt.



Wie in klassischen Schiebe-Puzzels muss man die richtige Lösung durch Beobachten und Ausprobieren ausbaldowern. Dabei ist man weitgehend auf sich gestellt, weil eine

In-Game-Hilfe fehlt. Im Laufe der 32 Level kommen immer neue Spiellemente hinzu, die mit ihren pfiffigen Arrangements die Spannung drei bis vier Stunden bis zum Ende hochhalten.

Die hübsch inszenierte Story orientiert sich an Mozarts Zauberflöte, neben den Protagonisten treten auch Nebenfiguren wie die Königin der Nacht auf. Dazu spielen bekannte Stücke aus der Oper. Die Musik interagiert jedoch nicht mit dem Spielverlauf, sondern plätschert munter vor sich hin.

Das 3D-Design sieht mit seinen scharf konturierten Objekten und Figuren klasse

aus. Die Kulissen lassen sich gut überblicken, wobei der Spieler die Ansicht aber nur schwerfällig mit zwei Fingern drehen kann. Für schnelles und effizientes Knobeln gibts bis zu drei Sterne zur Belohnung, mit denen man spätere Level freischalten kann.

Dem polnischen Studio LabLike ist ein gehaltvolles und unterhaltsames Werk gelungen, das die Hirne anspruchsvoller Knobelfreunde angenehm fordert. Der Hersteller will weitere Level per Update nachliefern. (Peter Kusenberg/hag@ct.de)

Magic Flute by Mozart

Vertrieb	Lab Like
System	iOS
Idee	⊕
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊕
1 Spieler • Deutsch • ab 4 Jahren • 2 €	

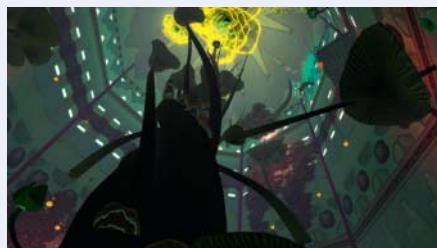
Indie- und Freeware-Tipps

Die beiden Brasilianer Mark Venturelli und Betu Souza haben mit **Relic Hunters Zero** (Windows) einen hektischen Retro-Shooter veröffentlicht, in dem zwei Spieler kooperativ auf die Jagd nach außerirdischen Enten gehen. In dem dem Top-Down-Shooter nimmt man das extraterrestrische Federvieh mit allerhand lustigen Laserwaffen ins Visier und kloppt sich anschließend um die Beute.



Das kostenlose Mobilspiel **The Mammoth: A Cave Painting** (Android/iOS) erzählt in wenigen Minuten die Geschichte eines Mammuts, das seine Herde verlässt, um seine Jungen zu suchen. Unterwegs wird es immer wieder von Jägern angegriffen. Dabei stellt das Spiel die philosophische Frage, wer hier eigentlich das Monster ist: das Mammut oder die Jäger?

25 Studenten des Digipen Instituts haben im vergangenen Semester an **Relic** (Windows) gearbeitet, einem aufwendigen



3D-Jump&Run, in dem der Spieler ein außerirdisches Raumschiff erkundet, das an die Zen-Level aus Half-Life erinnert. Mit einem Energieseil schwingt er dabei von Plattform zu Plattform und unterhält sich mit seinem KI-Begleiter.

Mehr Tipps für originelle Indie-Spiele finden Sie in unserem Video-Blog „c't zockt“ auf ct.de und auf unserer gleichnamigen Kurator-Liste auf Steam. (hag@ct.de)

c't Downloads und Video: ct.de/yw4j

Anzeige

DER LEHRER

BERNHARD HORWATITSCH

73%



TE 9
TECHNOLOGY

6.000

Spotted (19.37)

21.511



Das Hologramm flackerte noch leicht, während sich der Te9 Notizen zum Verlauf des Unterrichts machte.

„Herr Professor?“, sprach ihn ein Schüler nach dem Unterricht an. Der Te9 blickte kurz auf, scannte den Humankontrollassistenz-Anwärter beiläufig und fuhr dann mit seinen Notizen fort.

„Herr Professor, Verzeihung“, wiederholte der angehende HKA, „ich hätte da eine Frage zu Ihrem Unterricht.“

Der Te9 blickte erneut auf und suchte nach der ID des angehenden HKA am unteren Rand des Monitors, dann nickte er dem Schüler zu. „Und?“

„Herr Professor, Sie erwähnten, dass die Menschen ihre Rechenoperationen als Gefühle bezeichnen.“

„Korrekt. Eine Fehlleistung, basierend auf der irrgen Annahme, autonome Abläufe hätten höhere Funktionen. Ihre Frage?“

Der HKA-Schüler gab surrende Geräusche von sich, einige Codes erschienen auf dem Monitor. „Herr Professor, Sie haben auch erwähnt, dass die Menschen diesen Gefühlen Sinn zuschreiben. Was ist Sinn?“

Der Te9 sah den Schüler nun aufmerksam an und wendete sich dann doch wieder seinen Notizen zu. „Sonst noch Fragen?“, murmelte er und ließ das Hologramm, das ein menschliches Gehirn darstellte, zusammenzurren.

Er schloss die Datei, packte sein Hologramm-Pad und verließ den Unterrichtsraum. Er hatte noch einen weiteren Termin. Er war als Gutachter einer Fabrik einbestellt worden, die neues Humanmaterial anlehrte. Die Vorschriften schrieben vor, zunächst die Tauglichkeit des Humanmaterials zu überprüfen. Der Te9 stieg in den Transporter, pro-

grammierte den Piloten und ging auf Standby. Nachdem der Transporter das Ziel erreicht hatte, fuhr er gleich in die Tiefgarage der Fabrik ein. Als das Fahrzeug dort in der zugewiesenen Nische hielt, fuhr der Te9 sich wieder hoch, stieg aus dem Transporter und ging direkt zum Aufzug.

Das Büro des Hauptrechners befand sich im 27. Stockwerk. Während der Aufzug nach oben fuhr, erschien noch einmal die Frage des Schülers auf seinem Display: „Was ist Sinn?“ Der Te9 war etwas irritiert, wie ein einfacher HKA-Anwärter auf so eine Frage kommen konnte. Und er notierte sich, den HKA-Schüler vom Hauptrechner der Schule überprüfen zu lassen. Entweder hatte dieser eine komplementär-binäre Störung oder die Frage selbst war eine Störung.

Der Aufzug war nun im 27. Stockwerk angekommen und der Te9 begab sich direkt ins Büro des Hauptrechners. Im Nebenraum saßen bereits zwei Menschen – das zu überprüfende Humanmaterial. Das Büro war mit dem Nebenraum durch einen venezianischen Spiegel verbunden. Der Te9 beobachtete die beiden Menschen, während sie sich unterhielten. Die Vorschriften für ein offizielles Gutachten besagten, dass vor dem Interview mindestens 10 Zeiteinheiten Daten vorliegen mussten. Das entsprach in etwa 23 Minuten in Menschenzeit.

Menschen hatten eine sehr ungenaue Registrierung von Zeit, sehr schwankend. Auch ihre Art, Daten auf Objekträger zu übertragen, war voller Fehler. Der Te9 beobachtete die beiden Menschen, die wechselseitig Daten aufeinander übertrugen. Das meiste davon löschen sie aber wieder, nur um die restlichen Daten mit eigenem Datenmaterial zu mischen.



Doch auch dieser Vorgang lief nicht symmetrisch ab. Zwei Zeiteinheiten lang war der Datenaustausch sehr lebhaft, begleitet von autonomen Prozessen, nur um dann fast drei Zeiteinheiten lang völlig zu erliegen. Während dieser Zeit machten die beiden Menschen jeder für sich große und kleine Rechenoperationen ohne dabei irgendwelche Ergebnisse zu erzielen. Während der Te9 diese absurden Fehlleistungen beobachtete und sich dazu Notizen machte, erschien erneut die Frage des Schülers auf seinem Display: „Was ist Sinn?“

$$(x_i)_i = 1, \dots, n \quad (x_i)_i \in \{1, \dots, n\} \quad (x_i)_i^n = 1$$

erschien nun als Ergebnis auf seinem Monitor. Um diese Antwort auszuwerten, war der Te9 nicht geeignet. Dafür waren die höheren Modelle mindestens Te10 oder Te11 nötig, die aber im taktischen Einsatz waren. Es gab immer noch viele Menschen, die sich isolierten und feindliche Aktivitäten zeigten. Die Te10 bis 14 waren die Modelle, die in der Feldforschung isoliertes Menschenmaterial registrierten, berechneten und festsetzten. Sie hätten diese Frage womöglich beantworten können. Wenn es überhaupt darauf eine Antwort gab.

Hinter dem venezianischen Fenster gab es außer den üblichen Fehlleistungen der Menschen weiter nichts zu berechnen. Endlich waren die zehn Zeiteinheiten vergangen. Der Te9 bat nun den ersten Menschen in das Büro. Die beiden saßen sich gegenüber. Der Mensch war unruhig, mit flackerndem Blick. Seine Augenbrauen waren leicht gehoben, die Pupillen beidseits nach unten gerichtet, sodass über den Pupillen ein kleiner weißer Rand erschien. Die Lippen leicht geöffnet und seitlich, horizontal Richtung Ohren gestreckt. Basisemotion Furcht.

„Und?“, fragte der Mensch.

„Was ‚und‘?“

„Wie, ‚was und‘?“

Der Te9 machte sich Notizen. stellte fest, dass der Mund sich weiter leicht geöffnet hatte, aber nicht mehr gestreckt war, dafür aber die Augen geweitet und Augenbrauen noch mehr gehoben. Aber nur für 0,01 Zeiteinheiten. Daraufhin zog der Mensch die Augenbrauen nach unten und aufeinander zu, schloss den Mund und pressete die Lippen aufeinander. Gleichzeitig schüttete er autonom eine Substanz namens Dopamin aus, die ihm eigentlich dazu dienen sollte, eine höhere Rechenleistung zu erbringen. Was der Mensch auch machte, aber es waren lauter dissonante Operationen, die sich immer wieder in Nichts auflösten. Keine der Rechenoperationen des Menschen ergaben ein logisches Ergebnis.

„Was bedeutet für Sie ‚und‘?“, fragte der Te9 den Menschen.

„Bitte?“

Der Te9 stellte wieder zahlreiche Veränderungen auf dem Monitor des Menschen fest. Es war, als würde man in eins dieser psychedelischen Muster blicken, die man defekten Rechnern zeigte, bevor man sie endgültig abschalten würde.

„Also“, sagte der Mensch und neigte sich ein wenig nach vorne. „Also was wird das hier?“

„Was wird das hier?“, wiederholte der Te9 und machte sich Notizen.

Der Mensch schüttelte den Kopf. „Verdammte Scheiße“, sagte der Mensch und ließ sich in den Stuhl zurückfallen.

Motorische Unruhe, Furcht, Ärger, Wut als Basisemotionen, erhöhte Herzfrequenz, Muskelanspannungen, vor allem der viszeralen Schließmuskulatur, Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin, Inhibition von Serotonin und GABA. Der Te9 rechnete alles durch, innerhalb von 0,8 Zeiteinheiten kam er zu einem Ergebnis. Fehlerhafte Exterozeption, die Außenwahrnehmung des Menschen war enorm störanfällig. Der Te9 hatte das schon oft gesehen. Obwohl Menschen im Vergleich zu den Maschinen ungleich komplexer waren, schafften sie es dennoch nicht, ihre Rechenoperationen mit der Genauigkeit durchzuführen wie eine ungleich simplere Maschine.

„Sie verdammen die Scheiße?“, fragte der Te9 den Menschen.

„Was?“, schrie nun der Mensch geradezu. „Ihr verfluchten Maschinen! Ihr seid doch total bekloppt!“

Der Te9 kannte diese Form der Reaktion. Menschen neigen zur Projektion. Das führte aber bei ihnen nicht zu einer Auswertungsabbildung, sondern sie vermengten die Daten mit ihren eigenen Daten, die sie dann als fremd identifizierten und verzweifelt loszuwerden versuchten. Hätte eine Maschine Humor gehabt, sie hätte das lustig gefunden. Der Te9 hatte genug gesehen. Auch der andere Mensch brachte keine weiteren Erkenntnisse. Der Te9 sendete die Daten nun an den Hauptrechner. Sein Gutachten war für heute geschafft.

Als er sich wieder im Aufzug befand und nach unten fuhr, erschien erneut die Frage des Schülers auf seinem Display. Sie war wie ein Virus. Der Te9 versuchte es mit den verschiedensten Algorithmen, aber ohne Ergebnis, was der „Church-Turing-Theorie Nummer 1“ widersprach.

Als der Aufzug unten ankam, blieb der Te9 weiter im Aufzug stehen. Der Virus wirkte sich bereits auf seine Motorik aus. Was ist Sinn? Die Aufzugtüren schlossen sich wieder. Was ist Sinn? Der Aufzug fuhr wieder nach oben. Was ist Sinn? Die Türen öffneten sich, schlossen sich wieder. Was ist Sinn? Der Aufzug fuhr nach unten. Die Türen öffneten sich wieder, schlossen sich ...



Zwei Humankontrolleure vom Typ HK3 entdeckten den Te9 als Erste. Bereits seit 28 Zeiteinheiten fuhr er mit dem Aufzug auf und ab. Die Motorik des Te9 war eingefroren, obwohl er nicht auf Standby lief. Ganz im Gegenteil. Als die HK3 den Te9 überprüften, stellten sie eine potenzierte Recheneinheit fest. Der Te9 rechnete auf dem Niveau eines Te15. Das war unmöglich! Zumal der Te9 nicht als Te15 einsatzfähig war, denn dafür war er nicht entwickelt worden.

Durch die Überforderung waren bei dem Te9 bereits einzelne Plasmasstrukturen geschmolzen, weshalb die HK3 den Te9 in die Werkstatt brachten. Dort konnte man allerdings auch nichts machen. Der Te9 rechnete und rechnete. Er ließ sich nicht mehr auf Standby fahren, auch ein Neustart war nicht möglich. Der Te9 rechnete inzwischen auf einer Leistung, die weit über der herkömmlicher Maschinen lag. Hätte man über so ein Modell bereits verfügt, hätte es etwa ein Te30 oder sogar höher sein müssen. Die Ergebnisse der Rechenoperationen überstiegen alles bisher Dagewesene.

Es war Glück – wenn es für Maschinen Glück gäbe –, dass die Serie Te9 aufgrund ihrer Lehrerfunktion sehr robust gebaut war. Daher waren nur ein paar Plasmaeinheiten geschmolzen, was aber die Rechenleistung kaum beeinflusste.

Nach 750 Zeiteinheiten rechnete der Te9 immer noch und seine Operationen waren schillernd, farbig, gewaltig. Schließlich ent-

schieden sich zwei beeindruckte Te15, die man zur Wartung von den taktischen Einsätzen abgezogen hatte, einen besonderen Versuch zu wagen. Da sie immer wieder die Schülerfrage „Was ist Sinn“ auf dem Monitor des Te9 aufleuchten sahen, baten sie um die Hilfe eines Menschen.

Es war ihnen natürlich klar, wie unkonventionell dies erscheinen mochte. Aber es war der einzige logische Schluss, den man aus diesem Dilemma ziehen konnte. Denn der Te9 war weder funktionsfähig noch nicht funktionsfähig. Ähnlich wie die Maschine den Menschen definierte.

Dr. Alwares arbeitete seit einiger Zeit im Lager der Fabrik. Er war in seinem früheren Menschenleben ein Psychoanalytiker gewesen. Dr. Alwares stellte bei dem Te9 einen infiniten Regress fest und schaffte es tatsächlich, mit dem Te9 in Kontakt zu kommen. Sie unterhielten sich über Unexistenz, über Authentizität, über Grundbedürfnisse.

„Strom“, sagte der Te9.

„Richtig“, antwortete Dr. Alwares, „ohne Strom geht gar nichts. Aber was noch?“

„Kühlung.“

„Weiter ...“

„Effizienz.“

„Was bedeutet für Sie Effizienz?“, fragte Dr. Alwares.

„Nutzen.“

„Ist das für Sie wichtig, dass Sie einen Nutzen haben?“

„Was sonst?“

„Für Sie?“

„Ah“, sagte der Te9, „Implementiert.“

„Genau! Strukturen, festgelegte Strukturen.“

„Verstehe. Sinn heißt nichts weiter, als festgelegte Strukturen, die man zur Operation nutzt, um ein Ziel zu erreichen.“

„Mehr oder weniger“, sagte Dr. Alwares.

Der Te9 gab ein Geräusch von sich, das man mit gutem Willen als Lachen bezeichnen hätte können, wenn Maschinen lachen könnten.

„Mehr oder weniger“, wiederholte der Te9. „Das heißt, es ist eine Frage der Entscheidung?“

„Wir kommen dem Sinn schon näher“, sagte Dr. Alwares.

„Ohne eine Entscheidung beziehungsweise ohne ein Ergebnis ist die Implementierung sinnlos. Sinn ist also, das Ziel innerhalb der Implementierung zu operieren.“

Dr. Alwares nickte. Er wusste, so war es nicht. Aber er wusste auch, dass keine Definition richtig war, endgültig richtig. Aber diese Erklärung reichte dem Te9 offensichtlich. Und nach einiger Zeit schaltete der Te9 nach über 3000 Zeiteinheiten endlich wieder auf Standby. Er war wieder funktionsfähig.

Nachdem er 20 Zeiteinheiten auf Standby geblieben war, fuhr sich der Te9 wieder hoch, um weiter seiner alten Tätigkeit als Ausbilder von Humankontrollassistenten nachzugehen.

Dr. Alwares war von den HK3 wieder zu seiner eigentlichen Arbeit ins Materiallager gebracht worden.

Dort hatte ihn gleich der angehende HKA begrüßt, der von der Schulung bei dem Te9 zurückgekommen war. Mit dieser Maschine hatte sich Dr. Alwares schon immer ausgezeichnet verstanden, sofern man sich mit einer Maschine überhaupt verstehen kann.

Alwares lehnte sich in seinem Sessel zurück und war zufrieden mit seinem Werk. Er war sich sicher, dass außer seinem Humankontrollassistenten bald auch der Te9 häufiger Gast in seinem Lager, seiner Widerstandszelle sein würde.

(bb@ct.de) ct

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 Schnäppchen-Lügen“: Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de),

„Internet-Zugang ausreisen“: Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Chefredakteur: Detlef Grell (gr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil),

Johannes Endres (je@ct.de)

Stellv. Chefredakteur: Jürgen Kuri (jk@ct.de), Georg Schnurer (gs@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung

Harald Bögeholz (bo@ct.de), Gerald Himmelein (ghi@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), Ulrich Hilgefort (uh@ct.de), Nico Jurrani (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Martin Reche (mre@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüler (hs@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), Dr. Oliver Driedrich (odi@ct.de), Jürgen Schmidt (ju@ct.de)

Redaktion: Mirko Dölle (mid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de), Thorsten Leemhuis (thl@ct.de), Johannes Merkert (jme@ct.de), Fabian A. Scherschel (fab@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware (hardware@ct.de)

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Andreas Stiller (as@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Benjamin Benz (bbe@ct.de), Martin Fischer (mfi@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

Ressort Internet & Mobiles (internet-mobiles@ct.de)

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Axel Kossel (ad@ct.de)

Redaktion: Jo Bager (jb@ct.de), Achim Baczok (acb@ct.de), Bernd Behr (bbe@ct.de), Daniel Berger (dbe@ct.de), Holger Bleich (hob@ct.de), Hannes A. Czerulla (hcz@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Florian Müsseg (mue@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)

Koordination Social Media:

Martin Fischer (mfi@ct.de), Dr. Volker Zota (vza@ct.de)

Koordination:

Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionssassistentz:

Mariama Baldé (mbl@ct.de), 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 (df@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation:

Thomas Masur (tm@ct.de)

Korrespondenten:

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86 14, Fax: 0 89/42 71 86-10

Frankfurt: Volker Weber (vowe@ct.de), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

Nordamerika: Daniel AJ Sokolov (ds@ct.de), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

Ständige Mitarbeiter: Ralph Altmann, Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (ltg), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Ines Gehre, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitte Zurheden

Art Director: Thomas Saur

Junior Art Director und Layout-Konzeption: Martina Bruns, Hea-Kyung Kim

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson, Antonia Stratmann

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

Aufmacher: Thomas Saur, Stefan Arand

c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter ct.de/pgpCA. 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

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover

Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0

Telefax: 05 11/53 52-129

Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

Mitglied der Geschäftsleitung: Beate Gerold

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schräder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 32 vom 1. Januar 2015

Anzeigen-Auslandsvertretungen (Asien):

CyberMedia Communications Inc., 9F-2, No.89, Sec. 1, Beixin Rd.,

Xindian Dist., New Taipei City 23147, Taiwan (R.O.C.),

Tel: +886-(0)2-8911-0960, Fax: +886-(0)2-8911-0940,

E-Mail: fc@cybermedia.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: POFICHBX

IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG

Am Klingenweg 10

65396 Walluf

Tel.: 0 61 23/62 01 32, Fax: 0 61 23/62 01 332

E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,50 €; Österreich 4,70 €; Schweiz 6,90 CHF;

Belgien, Luxemburg 5,30 €; Niederlande, Italien, Spanien 5,50 €

Abonnement-Preise:

Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 104,00 €, Österreich 107,90 €, Europa 122,20 €, restl. Ausland 149,50 € (Schweiz 151,50 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Be-scheinigung): Inland 75,40 €, Österreich 79,30 €, Europa 93,60 €, restl. Ausland 120,90 € (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 AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 78,00 €, Österreich 81,90 €, Europa 96,20 €, restl. Ausland 123,50 € (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 09-122

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 Verfügungsberecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2015 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679

AWA ACTA LAC/2011



Das bringt c't 25/15

Ab 14. November 2015 am Kiosk

www.ct.de



Fotobücher

Ein Fotobuch ist ein persönliches und hochwertiges Geschenk. c't testet Anbieter von Fotobüchern mit echtem Fotopapier. Dabei hat vor allem die Gestaltungssoftware großen Einfluss auf das Ergebnis.

Beim Provider-Wechsel profitieren

Die Telekom kündigt jede Woche zigtausend Festnetzkunden und will sie auf VoIP umstellen. Das ist die Chance, zu einem besseren Angebot zu wechseln. c't gibt einen Überblick über den Breitbandmarkt und richtet dabei das Augenmerk auf Zwangsrouter und ähnliche Fallen.

Mobiler CAN-Bus-Monitor selbstgebaut

Ohne CAN-Bus läuft in modernen Fahrzeugen nichts mehr: Ob Motor, Getriebe, Cockpit oder Türschloss, praktisch alle Steuergeräte sind mit dem Zweidraht-Bus verbunden. Mit einem Raspberry Pi oder einem BeagleBone Black können Sie den Datenverkehr mit wenig Aufwand live im Auto belauschen.

Ihr Wunsch-PC

Günstiger Büro-Rechner, sparsamer Generalist oder richtig flotte Spieldatenmaschine? Egal wofür Sie einen PC brauchen: Wir geben Tipps für den Kauf und zeigen anhand von drei konkreten Bauvorschlägen sowie Dutzenden von Varianten, wie Sie sich selbst Ihren Wunsch-PC zusammenstellen.



 **heise online** Ständiger Service auf **heise online** – www.heise.de

heise Autos: Zu des Deutschen liebsten Spielzeug, dem Auto, liefert www.heise-autos.de News, Fahrberichte, Service-Infos und spannendes Technik-Know-how.

heise Netze: Der Informationsdienst für alle, die sich mit Netzwerken befassen. Unter www.heise-netze.de finden Netzwerker relevante News, praxistaugliches Wissen und nützliche Online-Werkzeuge.

Bildmotive aus c't: Ausgewählte Titelbilder als Bildschirmhintergrund auf www.ct.de/motive



Heft 5/2015 jetzt am Kiosk



Heft 6/2015 jetzt am Kiosk



Lesen Sie c't auch auf Ihrem Tablet oder Smartphone – mit unserer kostenlosen App für Android und iOS: www.ct.de/app

Änderungen vorbehalten