

WLAN-Lampe, Smarte Waage, Motor-Gardine, E-Ink-Türschild, ...

## Smarte Helfer selbst gebaut

Günstig, kompakt, mehr Datenschutz

MS Hyper-V vs. VMware und VirtualBox  
Virtualisierer für Windows

IM  
TEST

- Die kleinsten Android-Handys
- E-Book-Reader: Topmodelle
- Mini-PC mit viermal Gigabit
- Schnelle Speicherkarten-Leser

Loslegen mit PowerShell  
Günstige VoIP-Tarife  
Sparen mit Solarstromspeichern  
Vorsicht: Krypto-Mining auf Webseiten

## Mehr Notebook fürs Geld

Kaufberatung: Von günstig bis Macbook Pro  
Test: Kompakte Premium-Notebooks



€ 4,90  
AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70  
NL € 5,90 | IT, ES € 6,20  
CHF 7,10 | DKK 54,00

4 199 148 404 903 02

Anzeige



## Zurück in die Zukunft

Das dreirädrige E-Auto Microlino war der Tropfen, der meinem kochenden Fass die Krone aufs Gesicht setzte. Ein Vehikel, in das kaum die eigenen Beine reinpassen. Konzipiert und gebaut im Jahr 2017.

Meine Eltern haben mir mal Fotos ihres ersten Autos gezeigt, das war auch so eine dreirädrige Missgeburt. Sie hatten kein gutes Wort dafür übrig: Unbequem war es gewesen, in der Straßenlage instabil, und, vor allem anderen: saugefährlich, da praktisch ohne Knautschzone.

Und jetzt gibt es so etwas wieder, Leute setzen sich auf Automessen rein und wollen es haben - weil es so schick retro ist. Meine Eltern würde ich in so etwas weder gegen Geld noch gute Worte reinbekommen.

Beim Vinyl-Revival habe ich mich zum ersten Mal über den Retro-Trend aufgeregt. Das nahm ausgerechnet an Fahrt auf, als sich Musik plötzlich ohne hörbaren Verlust so klein falten ließ, dass das gesamte Œuvre der Beatles oder meinetwegen Stones auf einen tragbaren Player passte. Mittlerweile passt es auf einen fingernagelgroßen Stick, sogar verlustfrei komprimiert.

Doch was taten die Undankbaren angesichts des ihnen dargebotenen digitalen Wunders? Sie glühten den Röhrenverstärker vor, legten mit zitternden Daumen kratzende Diamantnadeln auf knisternde Kunststoffplatten und schworen, nur das sei wahres HiFi.

Mittlerweile gibt es so gut wie alles in retro: Tastaturen in Schreibmaschinenoptik, Internet-

Radios im Holz-Look, niedlich geschrumpfte Nintendo-Konsolen - und natürlich das Nokia 3310. Und es gibt Leute, die kaufen den ganzen Mist und finden ihn toll.

Aber dieses Tollfinden hat Grenzen. Von wegen neue Nüchternheit. Von wegen Rückbesinnung auf das Wesentliche. Der Retro-Kult blüht nur so lange, wie die modernen Alternativen in Reichweite bleiben. In der Vinyl-Box liegt ein digitaler Download-Code. Die Bonsai-Konsole steht neben einer fetten Xbox One S. Das Nokia 3310 dient nicht etwa als Haupt-Smartphone, sondern als Dritt-Handy für den Urlaub. Der Microlino wird das Zweitauto für die Tochter, ein Öko-Placebo-Pflasterchen zum Ausgleich für den frisch polierten Cayenne Turbo in der Garage.

Was wäre das für ein Heulen und Zähneklappern, wenn man den Retro-Fans die moderne Technik wieder wegnähme. Du hörst jetzt diese Platte, bis die Nadel nur noch springt. Stereo und Surround waren gestern, jetzt kommt deine ganze Unterhaltung aus einem Monowürfel aus Fake-Holz. Ab sofort muss das Mini-Display des Retro-Knochens für YouTube reichen. Und sieh zu, wie du mit der klapprigen Elektro-Isetta deinen Großeinkauf heil nach Hause kriegst.

Gerald Himmelein

Gerald Himmelein

# Inhalt 2/2018

## Trends & News

- 12** 34C3: Ein Pfund Gehacktes
- 14** Überwachung: Scoring-Pest in Ost und West
- 16** Vorschau auf CES 2018: Virtual Reality, TVs mit Mini-LEDs, neue Mini-PCs
- 18** Hardware: SATA-6G-SSD, kompakter Gaming-PC, Kühler
- 20** Server & Storage: Multi-Aktuator-Platten, 10K-Platte mit 2,4 TByte, Rack-Server
- 21** Peripherie: Gaming-Monitore, lichtstarke Beamer
- 22** **Fiese Tricks mit Ransomware**
- 24** Verzögerungen beim WLAN der nächsten Generation
- 25** Embedded Systems: High-End-FPGA mit HBM2-RAM
- 26** **Vorsicht: Krypto-Mining auf Webseiten**
- 28** SSH für Windows
- 30** Künstliche Intelligenz lernt autodidaktisch Schach, Go und Shogi
- 32** Anwendungen: 3D-Drucksoftware, Textbearbeitung, Bildersuche mit KI
- 33** Unternehmens-Anwendungen: Sicherer Webspeicher, Buchhaltung, ERP
- 34** Technische Software: Datenanalyse, Elektronik-CAD, Statistik
- 35** Apple: Gedrosselte iPhones
- 36** Linux: Freier Vulkan-Treiber
- 36** Verbraucherschutz: Fragebogen gegen WAP-Abzocker
- 37** Internet: Untergeschobenes Firefox-Werbe-Add-on, Kartellverfahren gegen Facebook
- 179** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 38** Lightroom: Hardware-Konsolen für schnellere Foto-Entwicklung
- 40** Linux-Heimserver mit Support: Datamate Homie
- 42** PC-Gehäuse mit smarter Lüfterregelung: NZXT H700i
- 42** Midi-Tower mit Lüfter-Hub: Fractal Design Define R6
- 42** Funkmaus mit Bluetooth: 3DConnexion CadMouse Wireless
- 43** Internetradio mit DAB+ und Spotify: Roberts Stream 94i
- 44** Stereoskopische 360-Grad-Kamera: Humaneyes Vuze

- 46** Übersetzungssoftware: Prompt Professional 18
- 46** Code-Hosting-Plattform: Gitea
- 47** Synthesizer-Stick: WS Audio Trueno
- 48** Musik-Software: Cubase 9.5 lockt mit praktischen Arbeitshilfen
- 49** Kaffeemaschine mit Sprachsteuerung: Qbo You-Rista
- 50** Leiser Quadrocopter DJI Mavic Pro Platinum mit 4K-Kamera
- 51** Thermomix mit Rewe-Anbindung kauft Zutaten ein
- 56** **Günstige VoIP-Tarife**
- 60** **Alle E-Book-Reader**
- 90** Spiegellose Systemkameras mit APS-C-Sensor
- 92** **Mini-PC mit viermal Gigabit**
- 94** **Virtualisierer für Windows**
- 100** **Die kleinsten Android-Handys**
- 104** **Mehr Notebook fürs Geld**
- 110** Kompakte Notebooks mit Core-i der achten Generation
- 128** **Schnelle Speicherkarten-Leser**
- 180** Spielekritik
- 184** Buchkritik



### Mehr Notebook fürs Geld

Wer ein Notebook kaufen will, sieht sich mit einem unübersichtlichen Angebot konfrontiert. Unsere Kaufberatung sagt Ihnen, was Sie wirklich brauchen, was mindestens an Bord sein sollte und welchen Luxus teure Edel-Laptops bieten. Außerdem: fünf schicke, schlanke und schnelle Premium-Geräte im Test.



**64**

## Smarte Helfer selbst gebaut

Basteln Sie sich Ihre Smart-Home- und IoT-Gadgets einfach selbst – dann haben Sie alles unter Kontrolle und keine Cloud funkt dazwischen. Mit sechs Projekten von der WLAN-Gardine bis zur schaltbaren Steckdose zeigen wir, wie Sie Ihr Heim smarter machen.

## Wissen

- 54** Vorsicht, Kunde: Drei Monate Reklamations-Odyssee
- 118** Wie ISDN die Glasfaser überholte
- 120** ISDN-Abschied rechtzeitig planen, Reserven einbauen
- 132** Gemeinsame Abhörzentren der Länder: Verstoßperter Start
- 134** Search and Rescue: Rettungssystem mit Galileo-Satelliten und Notfunk-Baken
- 144** Web-Programmierung: Frontends mit Bootstrap 4
- 158** **Sparen mit Solarstromspeichern**
- 162** Android-Apps mithilfe von Gradle in mehreren Varianten erzeugen
- 166** **Loslegen mit PowerShell**
- 172** Recht: Dashcams im Auto

## Praxis & Tipps

- 64** **Smarte Helfer selbst gebaut**
- 68** Drahtloses Türschild mit E-Paper-Display
- 72** Personenwaage mit ESP32 und OLED-Display

- 76** Türsensor mit WLAN
- 80** WLAN-fähiges Stimmungslicht aus LED-Streifen
- 84** Schaltsteckdose mit eigener Firmware
- 86** WLAN-Gardine: Schrittmotoren mit dem ESP32 steuern
- 124** Kinderleicht: Ein Quiz im Browser anlegen
- 138** Heimserver hinter DS-Lite oder CG-NAT erreichbar machen
- 140** 3D-Scans mit 3DF Zephyr
- 148** Devilspie2 manipuliert automatisch Fenster unter Linux
- 152** Linux-Terminals mit pywal passend einfärben
- 154** Partitionieren mit Windows-Bordmitteln, Teil 1: Datenträgerverwaltung
- 174** Tipps & Tricks
- 178** FAQ: Elektrosmog

## Rubriken

- 3** Editorial: Zurück in die Zukunft
- 6** Leserforum
- 11** Schlagseite
- 186** Story: Die harte Tour von *Christian J. Meier*
- 197** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau

**94**

## Virtualisierer für Windows

Von allen Möglichkeiten, verschiedene Betriebssysteme parallel zu benutzen, ist Virtualisierung die wohl bequemste. Dafür kann man Software von Oracle oder VMware installieren – oder Hyper-V nehmen, das in vielen Windows-Versionen schon enthalten ist.

# Leserforum

## Überall Zensur

Editorial: Lieber Tim, Dušan Živadinović über  
Apples App-Store-Monopol, c't 1/2018, S. 3

Viele der genannten Punkte sind valide, aber nicht sehr spezifisch für den iOS-App-Store, sondern auch für Google Play, den Windows Store oder für eine beliebige große Download-Site zutreffend. Google musste die App „On Votar 1-Oct“ zum Unabhängigkeitsreferendum in Katalonien entfernen. Das Editorial kritisiert eher allgemeine Probleme von Monopolen und zentralistischer Softwareverteilung und denkt etwas kurz, indem es sich auf einen Hersteller einschießt. Das grundlegende Problem ist nicht die technische Methode (eventuell die Preisgestaltung ausnehmend), sondern Zensur an sich.

TurboAsterix

## Stärkeres Monopol

Apple würde ich angesichts seiner Mitbewerber nicht unbedingt als Monopolist betrachten. Viel eindeutiger sieht es beim Internet-Zahlungsverkehr aus. Da behauptet PayPal wirklich eine fast unangefochtene Monopolstellung. Mitbewerber wie Skrill sind fast völlig unbekannt.

PayPal kann praktisch beliebige Gebühren verlangen. Besonders interessant ist die Extragebühr beim internationalen Zahlungsverkehr, mit der ein angebliches Risiko durch Wechselkursschwankungen ausgeglichen werden soll. Mich würde nicht wundern, wenn diese Gebühr die Haupteinnahmequelle von PayPal wäre. Aber solche Zahlen werden wohl kaum jemals ans Licht der Öffentlichkeit gelangen.

Paul Lenz

## Viele Einwände

Sichere und geheime Wahlen übers Internet dank  
Kryptografie und Mathematik, c't 1/2018, S. 172

Obwohl ich an sich eine Internet-Wahlmöglichkeit gutheißen würde, kommt mir in Ihrem Artikel ein sehr gravierender Einwand viel zu kurz: die Frage, ob das unser Grundgesetz überhaupt erlaubt!

Es ist eben nicht nur eine Randnotiz. Unser Grundgesetz schreibt unter anderem zwingend vor, dass die Wahlen „frei“ zu sein haben. Und „gleich“ und „geheim“. All das kann bei Internetwahl aber

niemand gewährleisten. Das geht schon bei Briefwahl nicht, weshalb das BVerfG diese auch nur als Ausnahme zugelassen hat.

Seltsam finde ich die Aussage, eine Manipulation der Wahl durch Bestechung, Einschüchterung oder Gewalt sei in Deutschland kein naheliegendes Szenario. Wie kommen Sie zu dieser Einschätzung? Ich halte das im Gegenteil für sehr naheliegend. Gibt es Untersuchungen, wie vielen älteren Bundesbürgern in Altenheimen von „wohlmeinenden“ Betreuern „der Stift geführt“ wird? Und wer alles zusieht, wenn Kreuze gemacht werden?

Übrigens stimmt Ihre Aussage nicht, dass ein Wähler nicht prüfen könne, ob seine abgegebene Stimme korrekt gezählt wurde. Auszählungen sind öffentlich, jeder Wähler kann hingehen und selbst nachsehen, ob alles mit rechten Dingen zugeht.

Oliver Kluge

## Aller Anfang

Zu erfahren, wie man Wahlen übers Internet sicher und verständlich durchführen kann, ist sicherlich sehr informativ, steht allerdings für mich erst am Ende einer langen Kette von Überlegungen. Wahlen sind ein wesentlicher Bestandteil demokratischer Willensbildung und sollten deshalb für den Menschen so real wie möglich sein. Deshalb haben bundesweit viele Stadt-, Kreis- und Landesjugendringe sowie der Bundesjugendring schon seit Jahrzehnten im Rahmen der außerschulischen Jugendbildung das Thema Wahlen aufgegriffen und junge Menschen dafür qualifiziert.

Im Superwahljahr 2009 hatten wir die Gelegenheit, die Europa- und Kommunalwahlen (in Baden-Württemberg) am 7. Juni online und die Bundestagswahl am 27. September als Papierwahl (über [www.u18.org](http://www.u18.org)) durchzuführen. Eine – nicht repräsentative – Befragung der Jugendlichen hinterher ergab ausnahmslos, dass sie die Bundestagswahl sehr viel ernster genommen hatten als die beiden anderen Wahlen. Der simulierte Gang in ein Wahllokal, das Setzen der Kreuzchen in einer Wahlkabine, der Einwurf des Stimmzettels in die Wahlurne und die anschließende öffentliche Auszählung der Stimmen

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f &+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.  
*Antworten sind kursiv gesetzt.*

war für die jungen Menschen ein durchweg authentischer, würdevoller und bedeutsamer Vorgang. Dem gegenüber empfanden sie die Online-Wahl als „beliebig“, etwa wie ein „Like“ bei Facebook. Damit entsteht die Gefahr, dass Wahlen ihren besonderen Status verlieren können und in der Klicki-bunti-Welt des Internet unterzugehen drohen. Solange wir dafür kein passendes Rezept haben, brauchen wir meiner Meinung nach über die Sicherheit nur bedingt nachzudenken.

Manfred Shita

## Linie überschritten

Editorial: Aus Schaden wird man reich, c't 26/2017, S. 3

Unsereiner versucht, Müll zu vermeiden, spart Strom, wo's geht, fährt Fahrrad – und manch anderer verkauft den Planeten für die Aussicht auf virtuelles Geld. Na danke! Ich schreie sonst nicht gleich nach Regulierung, aber hier ist meines Erachtens eine Linie überschritten. Wenn technische Verfahren wie diese Art Blockchains absichtlich Energie in Größenordnungen verschwenden, um zu funktionieren, dann gehören sie verboten, egal ob nun dezentral oder von Firmen eingesetzt.

Matthias Basler

## Überschlagsrechnung

Leserbrief „Ganzheitliche Betrachtung“ von Ulrich  
Alt, c't 1/2018, S. 10

Der von Herrn Alt vorgeschlagene Vergleich des Bitcoin-Stromverbrauchs mit

Anzeige

den Gesamtkosten im Umfeld physikalischer Währungen lässt sich leicht mit einer kurzen Überschlagsrechnung erledigen: Als Gesamtverbrauch aller „Server und Rechenzentren in Deutschland“ finde ich im Internet für 2015 die Zahl 12 Mrd. kWh. Selbst wenn dieser gesamte Verbrauch ausschließlich auf Finanzinstitute entfiel, ja allein auf den Sparkassenverband mit circa 15.000 Filialen, könnten bei circa 200 kWh pro Transaktion nicht einmal 80 Kunden pro Woche und Filiale bedient werden. Das würde nicht einmal für die Präsenzkundschaft reichen, ganz zu schweigen von Geldautomaten, EC-Zahlungen im Supermarkt, Online-Banking, Lastschriften oder Daueraufträgen.

Passender wäre ohnehin ein Vergleich mit anderen digitalen Zahlungsverfahren, also zum Beispiel PayPal & Co.; bei solch einem Vergleich würde Bitcoin erst recht mit Pauken und Trompeten durchfallen. Das ist systembedingt unvermeidlich. Zum Bitcoin-Verfahren gehört nämlich – und das ist zum Verständnis der Problematik wichtig – ein absichtliches „Auffresen“ von Rechenzeit. Dabei ist das System bewusst so ausgelegt, dass es immer hungriger wird, je mehr „Futter“ zur Verfügung steht.

Christoph Lipka

## Session-Replay

Wie Webseiten per Session-Replay ihre Nutzer verfolgen, c't 26/2017, S. 12

Gibt es Session-Replay auch auf Smartphones?

Bernie42

Die Technik benötigt nur einen Browser, der JavaScript ausführen kann. Also ja: Rein technisch funktioniert das bei so gut wie jedem Mobil-Browser. Es ist mobil wahrscheinlich auch schwerer zu blocken.

## Passwörter schützen

Wie Sie Ihre Internetkommunikation gegen Lausch- und andere Angriffe schützen, c't 1/2018, S. 72

Zum Thema Passwörter (PW) für Webdienste habe ich zwei Anmerkungen: 1. Wer nach herkömmlichen Empfehlungen (Groß-/Kleinbuchstaben, Ziffern, Sonderzeichen) sichere PW baut, die man sich nicht merken kann, ist auf einen PW-Manager angewiesen. Die gibt es extern

oder im Browser eingebaut. Wer PW manuell eingeben will oder muss (fremde Rechner, Internet-Cafe!), sollte sich an den neuen Empfehlungen des NIST orientieren [siehe ct.de/y5gh]. 2. Wer seine PW im Browser speichern lässt, schützt diese Speicherung natürlich mit einem Master-PW! Dann entfällt das genannte Risiko, dass Fremde Zugriff auf gespeicherte Zugangsdaten bekommen.

Christoph Schmees

## Kleiner ist feiner

PC-Bauvorschläge, c't 26/2017, S. 66

Da ich meine Spiele-PCs immer noch selbst baue, verfolge ich eure Bauvorschläge immer sehr interessiert. Was ich allerdings schon seit rund 10 Jahren vermisste, sind Vorschläge für kleine Gehäuse. Damit meine ich so um die 10 Liter (Mini-ITX). In dieser Klasse von Gehäusen finden gerade noch eine doppelt breite Grafikkarte und ein ~95W-Prozessor Platz, also eigentlich ideal für 4K-Gaming.

Ich kann es mir einfach gar nicht mehr vorstellen, solche ATX-Monster unter den Tisch zu stellen, wie ich sie auf euren Fotos oder diese Woche im Uplink sehe.

Andreas Schildbach

Das Problem an kleinen Gehäusen ist, dass man einen PC nur auf zwei der drei Eigenschaften Größe, Performance und Lautstärke optimieren kann. Rechner dieser Größe, die wir bisher getestet haben, waren uns immer zu laut.

Außerdem ist ein Mini-ITX-System mit ATX-Netzteil und Dual-Slot-Grafikkarte auch nicht viel kleiner als ein Micro-ATX-System. So etwas hatten wir zuletzt bei unserem kompakten Heimserver im letzten Jahr umgesetzt, siehe ct.de/y5gh.

## ProPublica-Darstellung von COMPAS anfechtbar

Wenn Software Haftstrafen verhängt, c't 25/2017, S. 25

Die Forscher Anthony W. Flores, Kristin Bechtel und Christopher T. Lowenkamp haben sich die Daten der im Artikel zitierten ProPublica-Studie [im Hinblick auf deren Beurteilung des COMPAS-Programms] angesehen und kamen zu einer komplett gegenteiligen Bewertung. Ihr

Artikel „False Positives, False Negatives, and False Analyses“ ist im „Federal Probation Journal“ erschienen, einer Veröffentlichung der US-Gerichte: [www.uscourts.gov/sites/default/files/80\\_2\\_6\\_0.pdf](http://www.uscourts.gov/sites/default/files/80_2_6_0.pdf). Zitat: „The authors respond to a recent ProPublica article claiming that the widely used risk assessment tool COMPAS is biased against black defendants. They conclude that ProPublica's report was based on faulty statistics and data analysis and failed to show that the COMPAS itself is racially biased, let alone that other risk instruments are biased.“

Die ursprüngliche Untersuchung von Journalisten der ProPublica war dilettantisch durchgeführt worden. Die Flores-Studie erschien im September 2016, ungefähr sechs Monate nach der Veröffentlichung des ProPublica-Artikels. Sie hat aber leider keine Erwähnung mehr im Folgeartikel derselben ProPublica-Autoren mit Neuigkeiten zum Thema „Machine Bias“ im Dezember 2016 gefunden, obwohl die Autoren über die Existenz der Flores-Studie wohl informiert waren.

Markus Breitenbach

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Terminverschiebung

Messen und Veranstaltungen mit IT-Bezug, c't 1/2018, S. 32

Die Daten für September und Oktober sind falsch geschrieben. Da steht jeweils „x.8.“ statt „x.9.“ im September und „x.9.“ statt „x.10.“ im Oktober.

### Acer-Beamer heißt VL7860

4K-Laserprojektor Acer VL7850, c't 24/2017, S. 45

Getestet wurde der Laserbeamer VL7860. Acer hat den Projektor auch mit einer herkömmliche Lampe als V7850 im Programm. Einen VL7850, wie wir ihn bezeichnet haben, gibt es dagegen nicht.

### Falsche Netzmaske

Raspberry Pi als offener WLAN-Router mit Captive Portal, c't 26/2017, S. 154

Die „netmask“ in der Datei /etc/network/interfaces muss 255.255.255.0 lauten.

Passwort-Regeln, Heimserver: [ct.de/y5gh](http://ct.de/y5gh)



Anzeige

Anzeige





# Gemischte Hacks

## Hacker zeigen Sicherheitslücken und Open-Source-Projekte auf dem CCC-Kongress 34C3

**Experten aus dem Umfeld des Chaos Computer Club bewiesen auf der Leipziger Hacker-Konferenz, wie verwundbar die vernetzte Digitalwelt ist. 2017 hatten sie E-Zapfsäulen, Banking-Apps, Staubsauger-Roboter und 4G-Mobilfunk im Visier. Sie schafften aber auch Neues, wie einen Open-Source-Satelliten, der in Rekordzeit entstand.**

Von Stefan Krempf

Auf dem 34. Chaos Communication Congress (34C3) konnte man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass es schlecht bestellt ist um die IT-Sicherheit. Oft mangelt es bei neuen Produkten an Basisvorkehrungen, die den Nutzer vor Überwachung sowie Daten- und Geldklau schützen könnten. Und wo Schutzmaßnahmen getroffen werden, reichen Hackern teils einfachste Mittel, um sie auszuhebeln.

Die wachsende Infrastruktur öffentlicher Stromtankstellen war bereits vor zwei Jahren ins Visier des Chaos Computer Club (CCC) geraten. Vieles sei „schon kaputt“, hatte es damals geheißen. Sicherheitsforscher und CCC-Mitglied Mathias Dalheimer meldete nun Vollzug: „Die Anbieter haben grundlegende Sicherheitsmechanismen nicht umgesetzt“, erklärte das CCC-Mitglied. Wären die Lücken an der Kasse im Supermarkt genauso groß, könnte man dort „mit der Fotokopie einer Girokarte“ bezahlen.

### Tank-Tricks

Hauptproblem sind unzureichende Authentisierungsverfahren. Während etwa beim Online-Banking außer einer PIN in der Regel zumindest eine TAN als zusätzlicher Faktor erforderlich ist, reicht bei La-

desäulen eine einzelne, einfach in die Finger zu bekommende Variable. In einem Video führte Dalheimer vor, dass sich über seine selbst gebaute „Testbox“ in Form eines Auto-Lade-Adapters auch zum Beispiel ein Waffeleisen an den hierzulande vorherrschenden 230-V-Wechselstrom-Zapfsystemen anschließen lässt.

Als Abrechnungslösung kommt an den über 11.000 hiesigen öffentlichen E-Zapfsäulen in der Regel das Open Charge Point Protocol (OCPP) in Version 1.5 von 2012 zum Einsatz. Er habe die Spezifikation gelesen und nach 20 Minuten kapiert, woran es hapere, berichtete der Fraunhofer-Wissenschaftler. Ein Token von 20 Zeichen reiche aus, um mit dem Zentralsystem im Backend des Betreibers kommunizieren zu können und Strom zu beziehen.

Die Ladekarten, auf denen die erforderlichen Token gespeichert seien, könne man mit Lesegeräten inspizieren, sagte Dalheimer. Dabei habe er festgestellt, dass in der Regel Nahfunk-Karten mit „Mifare Classic“-Chips genutzt würden, obwohl deren Krypto-Implementierung bekanntermaßen löchrig sei. Die Smart Cards könnten auf triviale Weise ausgele-

sen, über Zusatzwerkzeuge wie Chameleon Mini simuliert oder ganz einfach kopiert werden. Eine billige Blankokarte aus China reiche dann aus, um auf fremde Rechnung Strom zu tanken. Ein betrogener Nutzer bekomme das im Zweifelsfall erst einen Monat später im Rahmen seiner Abrechnung mit. Die Schwäche betreffe alle ihm bekannten Ladekartensysteme, betonte Dalheimer.

USB-Ports für die Wartung der Geräte eröffnen weitere „Spielwiesen“. Dalheimer zeigte, dass er zu einem der Lademodule Root-Zugang hatte und darüber signalisierte: „Heute gratis laden.“ Auch Kartennummern vorangegangener Fahrer könnten so extrahiert und missbraucht werden.

### Konten-Klau

Der Sicherheitsforscher Vincent Hauptert enthüllte Details, wie er zusammen mit einem Kollegen schwere Lücken in 31 Banking-Apps ausnutzen und etwa Überweisungen durch untergeschobene IBANs und geänderte Zahlungsbeträge manipulieren konnte. Bekannt war bereits, dass auf das „appTAN“-Verfahren setzende Anwen-

**Karten für E-Tankstellen kann man fälschen, um Strom auf fremde Rechnung zu zapfen.**



Bild: CC by 4.0 34C3 media.ccc.de



dungen, beispielsweise von Comdirect, der Commerzbank und der Fidor-Bank, betroffen sein sollten (siehe c't 26/2017, S. 14). Hauptert setzte nun unter anderem die BB-Bank, die Citibank, Wüstenrot und die Volks- und Raiffeisenbanken mit auf die Liste. Den Apps gemeinsam war, dass sie die Komponente „Shield“ des norwegischen Unternehmens Promon verwenden. Das habe auf den Sicherheitshinweis reagiert und eine neue Shield-Version entwickelt. Das Hauptproblem bleibe aber bestehen: Für eine echte 2-Faktor-Authentifizierung wären zwei separate Endgeräte nötig – eins fürs Banking und eins, um die TAN zu erhalten oder zu generieren.

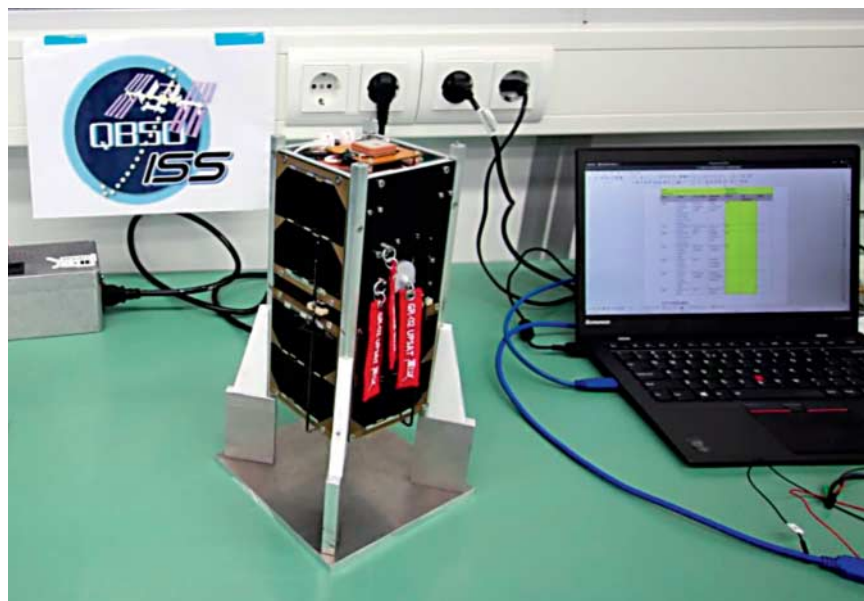
Andere Hacker erläuterten auf dem 34C3, wie sie das Verschlüsselungssystem des Staubsaugers „Mi Robot Vacuum“ von Xiaomi unter anderem mit etwas Alu-Folie knackten und das Gerät aus der Cloud der Chinesen „befreiten“. Die Sicherheitsforscherin Silke Holtmanns warnte vor Abhörmöglichkeiten der Handy-Kommunikation, da vor allem wegen des Kostendrucks im Mobilfunkmarkt das mit 4G verknüpfte Authentifizierungs- und Abrechnungsprotokoll Diameter nicht immer sachgerecht eingesetzt werde.

Bereits im Sommer hatte der CCC massive Schwachstellen in der Auswertungssoftware PC-Wahl aufgedeckt, die in vielen Bundesländern eingesetzt wird. In Leipzig hat die Hackervereinigung die Konsequenz daraus formuliert: Zur Auswertung von Wahlergebnissen dürfe künftig nur noch Open Source verwendet werden. Thorsten Schröder erklärte dazu: „Oldtimer-Software“ wie PC-Wahl müsse „in modernen, sicheren Programmiersprachen mit zeitgemäßen Konzepten neu geschrieben und auditiert werden.“ Auch die Ergebnisse begleitender Prüfungen sollten „parallel mit Quellcode publiziert werden“.

## Satelliten-Spiele

Pierros Papadeas berichtete in Leipzig davon, wie in nur sechs Monaten ein Open-Source-Satellit namens Upsat entstand, der die Plasmakonzentration in der Thermosphäre misst. Den Auftrag erhielt die von Papadeas gegründete Libre Space Foundation von der Universität Patras. An der Ausführung war der Hackerspace Athen maßgeblich beteiligt.

Rund um die wissenschaftliche Nutzlast bauten die Tüftler dort einen Steuercomputer, einen „Positionsfinder“ in Form einer Kamera und eine GPS-An-



Der Open-Source-Satellit Upsat misst die Plasmakonzentration in der Thermosphäre und sendet die Daten zur Erde.

tenne. Letztere stelle einen der verbliebenen „schwarzen Flecken“ im Open-Source-Bereich dar, da es dafür nur reguläre Lizenzen für einige tausend Euro gebe, beklagte Papadeas. Parallel habe das Team die elektronische Seite für die Kommunikation zwischen den einzelnen Bauteilen beackert. Vorgefunden habe es teils 30 bis 40 Jahre alten Code für Mikrocontroller, den sie durch Open Source ersetzen. Nach weniger als einem Monat habe ein Modell für das „Communication Board“ auf dem Tisch gelegen. Drum herum mussten noch eine Box und eine Stromversorgung mit Solarzellen und Akkus gebaut werden.

Um die Komponenten zusammenzufügen, benötigten die Macher eine „Clean Box“, wie sie etwa auch bei der Halbleiterproduktion im Einsatz ist. Diese entwarfen sie selbst, ebenso wie die Vakuumkammer, in denen die Programmierer die thermischen Eigenschaften des Komplexes unter simulierten Weltraumbedingungen testen konnten. Schließlich mussten die Entwickler den Satelliten noch auf seine elektromagnetische Verträglichkeit prüfen. Da dies im Hackerspace nicht möglich war, wichen sie auf ein früheres Militärlabor aus.

Für die Bodenstationen hatte die Libre Space Foundation schon früher ein Open-Source-Kit entwickelt, das aus einer Dreheinrichtung, einer rund 300 Euro teuren Antenne, einem eigenen Controller auf Basis des Raspberry Pi 3, GNU Radio und einer Client-Software besteht,

die unter anderem Logs aufzeichnet. Dazu gekommen ist inzwischen eine Datenbank, die dem Crowd-Sourcing von Satellitendaten dient und für das Archivieren von Audiodateien mit dem Internet Archive kooperiert. Es gibt auch eine öffentliche Programmierschnittstelle (API), über die Apps von Dritten eingebunden werden können.

Am 17. Mai 2017 brachte eine Träger Rakete aus den USA den Upsat zur Internationalen Raumstation ISS, von der aus er einen guten Monat später in den Weltraum „ausgespuckt“ wurde. Nach der vorgeschriebenen Wartezeit von 30 Minuten sei der weltweit erste Open-Source-Satellit in den Operationsbetrieb gegangen, freute sich Papadeas. Wenig später habe er die ersten Daten an Bloomington im US-Bundesstaat Indiana gefunkt.

Vom Boden wurden dann Prozesse wie der Ladezyklus des Flugkörpers überwacht. Doch es lief nicht alles einwandfrei: Das Heiz- und Kühlaggregat für den Akku verbraucht zu viel Strom, weshalb sich Upsat häufig in den Ruhezustand versetzt und nur während vergleichsweise kurzer Zyklen Daten sendet. Dennoch bezeichnete Papadeas das Projekt als geglückt, da die Tüftler den Großteil der Technik richtig konstruiert hätten und Nachahmer nun auf den Ergebnissen aufbauen könnten. Es sei „keine höhere Mathematik“, eigene Flugobjekte fürs All zu fertigen. Die Gesamtkosten hätten sich mit 120.000 US-Dollar im unteren Rahmen bewegt. (ad@ct.de) **ct**



# Bessere Zensuren

## Konformitätserziehung per sozialem Punktesystem

**Stellen Sie sich vor, Ihre Schufa-Daten, Amazon-Käufe, Facebook-Kontakte, Flensburg-Punkte und Dating-Profile würden zu einem öffentlich sichtbaren Punktwert zusammengerechnet. China will seine Bevölkerung damit künftig zu Konformität und Konsum erziehen.**

Von Torsten Kleinz

Die Regierung in China plant bis 2020 die Einführung eines staatlichen Social-Credit-Systems. Für jeden Einwohner soll ein individueller Punktwert berechnet werden, der Online-Aktivitäten in staatskonformes Verhalten kanalisiert.

Auf dem 34C3-Kongress in Leipzig erläuterte China-Expertin Katika Kühnreich die Pläne: So existieren bereits acht Bewertungssysteme privater Internet-Konzerne, die mehr und mehr Einfluss auf den Alltag in der Volksrepublik nehmen. Noch ist die Teilnahme freiwillig – ab 2020 soll jeder Bürger jedoch in einem staatlichen Scoring erfasst werden.

Das derzeit am meisten verbreitete System heißt Sesame Credit und gehört zum Handelskonzern Alibaba. Um den Punktestand zu generieren, greift Alibaba

zum Beispiel auf die Zahlungshistorie seiner Kunden zu: Wer viel konsumiert und pünktlich zahlt, bekommt einen hohen Wert. Da ein Großteil nicht mehr mit Bargeld, sondern per Smartphone-App oder Instant Messenger bezahlt, kann Alibaba das Konsumverhalten recht lückenlos protokollieren. Wer mehr Daten preisgibt und Freunde zu Sesame Credit einlädt, bekommt ebenfalls einen Bonus.

Kombiniert werden die Daten mit staatlichen Informationen. Säumige Unterhaltszahlungen führen beispielsweise zu Punktabzug. Mit einem niedrigen Score bekommt man dann etwa Probleme, eine Zugfahrt zu buchen. Die beliebte Dating-App Baihe nutzt ebenfalls den Punktwert von Sesame Credit: Wer einen attraktiven Partner finden will, ist gut beraten, seinen sozialen Punktestatus hochzutreiben.

Beim Großteil der Bevölkerung kommt das offenbar gut an. Die Social-Credit-Systeme verstärken sich dabei selbst. So ist der Punktwert eines Bürgers etwa davon abhängig, wie der eigene Freundeskreis abschneidet. Sprich: Wer einen schlechten Wert hat, dem droht die soziale Isolation. „Wenn dieses System einmal verpflichtend geworden ist, wird es das Leben jedes Bürgers bestimmen – und das seines Umfeldes“, warnt Katika

Kühnreich. Die Algorithmen zur Berechnung der Scores sind indes geheim. Die chinesische Regierung evaluiert derzeit noch, welche Faktoren in das staatliche System einfließen sollen.

## Scoring-Wucher im Westen

Während China Überwachung unter staatliche Kontrolle stellt, wuchert sie in westlichen Industrienationen unkontrollierbar. IT-Kritiker Tijmen Schep zeigte in Leipzig die schädlichen Folgen des rapide gestiegenen Datenhandels auf. Neue Daten-Diebstähle und -Leaks zerrten die bislang geheimen Geschäftspraktiken der Datenbroker ans Licht. In den USA, so Schep, würden für jeden Bürger inzwischen 8000 geheime Scoring-Werte von Privatfirmen erhoben, in Europa seien es immerhin 600. Berechnet würden die Bewertungen über undurchsichtige KI-Algorithmen.

Immer mehr Behörden beziehen solche Datenprofile und Social-Media-Auswertungen in ihre Arbeit ein. Mit dem Wissen aus den Snowden-Enthüllungen steige bei den Bürgern jedoch auch die Angst, irrtümlich ins Visier der Behörden zu geraten – nur weil man online vermeintlich verdächtige Spuren hinterlässt. So konnten Forscher einen signifikanten Rückgang der Abrufe von Wikipedia-Artikeln zu Terror-Organisationen beobachten. Schep nennt dies die neue Klickangst, die einer voraus-eilenden Selbstzensur gleicht.

## Archaische Methoden

Viele totalitäre Regime bemühen sich, die Kontrolle durch soziale Netzwerke zu verstärken. Die iranische Regierung drängt die einheimische Wirtschaft deshalb dazu, Konkurrenzdienste zu westlichen Plattformen bereitzustellen. Wie die Internet-Forscherin Mahsa Alimardani in Leipzig erklärte, werden neuerdings Bürger, die mehr als 5000 Follower haben, dazu verpflichtet, sich bei staatlichen Stellen zu registrieren. Teheran hat mit seiner Praxis bislang aber kaum Erfolg, da die Bevölkerung den einheimischen Facebook- und Twitter-Kopien die kalte Schulter zeigt.

Wie beschränkt der Einfluss der Regierung auf die sozialen Netzwerke ist, zeigte sich denn auch bei den Protesten zur Jahreswende. Teheran griff deshalb auf erprobte Zensurmethode zurück und sperrte zeitweise die Messenger-Dienste Telegram und Instagram. Die Begründung: Auf den Plattformen sei zu Gewalttaten aufgerufen und der Bau von Molotow-Cocktails erklärt worden. (hag@ct.de) **ct**

Anzeige

# Viel mehr als TVs

## CES 2018: Virtuelle Realität, dynamische Kontraste, Mobilgeräte

**Am 9. Januar startet in Las Vegas die weltgrößte Messe für Unterhaltungselektronik. Hier zeigt die Branche ihre Neuheiten zu TVs und Monitoren, VR und AR, mobile Gadgets und Notebooks – und auch E-Autos.**

Virtuelle und erweiterte Realität sind zentrale Themen der Messe – zumindest sieht das auf der CES-Messe-Website so aus. Allerdings sind die Verkaufszahlen von Hard- und Software deutlich weniger gigantisch als prognostiziert. Spannend wird die CES für VR-/AR-Interessierte dennoch.

So präsentiert der chinesische Hersteller Pimax sein 8K-Headset, das bereits im ersten Halbjahr 2018 in den Handel kommen soll. Ebenfalls aus China kommt das kabellose VR-Headset Pico Neo CV, das als erstes schnurloses Gerät echtes Raumtracking ermöglichen will. VR-Pionier Oculus und dessen Mutterkonzern Facebook hatten anders als der Konkurrent HTC Vive bis Redaktionsschluss keinen CES-Stand. In Sachen Augmented Reality ist die Messe von Geheimniskrämerei geprägt. Wir hoffen, erstmals die sagenumwobene AR-Brille von Magic Leap ausprobieren zu können. Jahrelang machte das Unternehmen vor allem durch die eingetriebenen Risikokapital-Milliarden von sich reden, zum Jahresende kündigte es nun erstmals ein konkretes Produkt an: Die Entwicklerversion Magic Leap One soll Anfang 2018 ausgeliefert werden.

### OLEDs vs. LCD

Da 4K heute schon Pflicht ist, wird man auf der CES diversen 8K-TVs begegnen und möglicherweise auch Displays mit noch höherer Auflösung. Der Einsatz solcher Schirme ist aber auf Spezialanwendungen begrenzt. Zugleich sind die Preise der 4K-TVs hierzulande enorm gefallen – sowohl für LCDs als auch für OLEDs.

Zwar werden im High-End-Bereich weiterhin mehr TVs mit Flüssigkristalltechnik gekauft, doch die organischen Displays gelten derzeit als die besseren TVs für Cineasten. So setzen hierzulande mit LG, Bang & Olufsen, Grundig, Loewe, Metz, Panasonic, Philips, Sony und Toshiba neun Hersteller auf Fernseher mit organischen Displays von LG. Entsprechend hat der bislang unangefochtene Marktführer Samsung im High-End-Segment einige Marktanteile verloren. Er wird den OLEDs deshalb künftig mehr entgegensetzen müssen als blickwinkelabhängige LCDs mit Quantenpunkten im Backlight.

### TVs mit Mikro-LEDs

Als potenzielle Pixel-Techniken gelten hier selbstleuchtende, elektrisch angeregte Quantenpunkte und winzige Mikro-LEDs. Die selbstleuchtenden Quantenpunkte brauchen nach Einschätzung von Experten noch einige Jahre Entwicklungszeit. Mikro-LEDs sind aktuell nur in größeren Diagonalen bezahlbar. Samsung wird in Las Vegas Gerüchten zufolge dennoch ein 4K-TV aus kleinen Dioden vorstellen – bei einer Diagonale von 150 Zoll respektive 3,80 Meter sind dessen Pixel allerdings nicht ganz so „Mikro“. Samsung will damit vor allem ein Zeichen setzen. Bis TVs mit Mikro-LEDs tatsächlich in wohnzimmer-tauglichen Diagonalen und zu akzeptablen Preisen in den Handel kommen, dürften noch ein, zwei Jahre vergehen.

### Dynamische Kontraste

Es spricht vieles dafür, dass in Las Vegas jede Menge Neuheiten rund um das Thema „High Dynamic Range“ (HDR) – also die Wiedergabe von Videobildern mit erhöhtem Kontrastumfang – präsentiert werden. So wurde jüngst die Spezifikation zur HDMI-Schnittstellengeneration 2.1 veröffentlicht und der offizielle Start des Streaming von Videos in HDR10+ auf US-amerikanische 4K-Fernseher von Samsung angekündigt.

Mit HDMI 2.1 wird die Übertragung von dynamischen HDR-Formaten, bei denen Filmstudios die Metadaten zum gewünschten Bildeindruck eines Films Szene für Szene oder gar Bild für Bild hinterlegen können, offiziell spezifiziert. Zu diesen dynamischen Formaten gehören neben dem von Samsung entwickelten HDR10+ das bereits vor einiger Zeit gestartete Dolby Vision, das für die HDMI-Übertragung bislang einen Workaround nutzt. Einen solchen Workaround gibt es für HDR10+ noch nicht. Umso wichtiger ist daher die Partnerschaft Samsungs mit dem Streamingdienst Amazon.

Auf der CES dürfte Samsung die Handbremse bei HDR10+ endgültig lösen und 4K-Fernseher samt Ultra-HD-Blu-ray-Player mit HDMI-2.1-Ports präsentieren. Da HDMI 2.1 erst Ende November verabschiedet wurde, werden vor Sommer 2018 aber kaum Geräte mit der neuen Digitalschnittstelle in den Handel kommen.

### TVs und Monitore für Gamer

Als weiterer Zuspätkommer für HDR10+ käme Microsofts Spielekonsole Xbox One X in Frage: Nach Angaben des HDMI-Forums gegenüber c't könnte die Konsole als erstes Gerät überhaupt eine HDMI-2.1-Zertifizierung erhalten. Die Redmonder stellen in Las Vegas nicht selbst aus, möglicherweise wird aber Samsung die Konsole als Zuspätkommer präsentieren – und Microsoft würde neben Panasonic, Philips und 20th Century Fox zum HDR10+-Unterstützer. Im Gegenzug könnte Samsung ein anderes HDMI-2.1-Feature in seine kommenden Fernseher einbauen, das wiederum Nutzer der Xbox One X sehr interessiert: den „Spielmodus“ VRR (Variable Refresh Rate). Er ist mit Nvidias G-Sync und AMDs FreeSync vergleichbar und soll per variabler Bildwiederholrate für ruckelfreie und gestochen scharfe Spiele sorgen.

Bei Monitoren fürs Gaming sind derzeit überbreite, gebogene Schirme und riesige Diagonalen en vogue. Da die Geräte (auch) über DisplayPort angesteuert werden und sie die Bildsynchronisation per FreeSync oder GSync beherrschen, ist HDMI 2.1 bei ihnen nicht kriegsentscheidend. Mehr Bedeutung soll auch hier die Hochkontrastunterstützung bekommen. So hat die VESA Ende November einen HDR-Standard für PC-Monitore veröffentlicht. Er teilt die Displays in drei Klassen ein: Einstiegsgeräte (DisplayHDR400), eine Mittelklasse (DisplayHDR600) und High-End-Monitore (DisplayHDR1000).



müssen unterschiedliche Anforderungen in acht Kategorien erfüllen.

Die Klassenbezeichnung entspringt der erforderlichen Leuchtdichte auf einem zu 10 Prozent weißen Bild – die Latte liegt bei DisplayHDR1000-Monitoren mit  $1000 \text{ cd/m}^2$  sehr hoch und setzt ebenso wie der geforderte Schwarzwert von  $0,05 \text{ cd/m}^2$  lokales Dimmen des Backlight voraus. Die Anforderungen an die Farbsättigung sind im Vergleich dazu gering: 99 Prozent REC709 in den beiden höheren Klassen erfüllen bereits viele aktuelle Monitore. Immerhin müssen diese Displays das Videosignal mit mindestens 10 Bit pro Farbe verarbeiten. In der Einstiegsklasse sind weiterhin 8 Bit erlaubt und am Panel selbst sogar 6 Bit + FRC. Für Gamer interessant: HDR600 und HDR1000 begrenzen die maximale Latenz auf acht Frames. Das ist zwar weiterhin zu viel für schnelle Spiele, aber immerhin wurde überhaupt mal eine Grenze definiert. Erste Monitore, die den neuen Standard einhalten, zeigt unter anderem LG: Der 32UK950 mit 4K-Auflösung und der 34WK95U mit 5K-Auflösung sind HDR600-kompatibel und unterstützen Thunderbolt 3.

### Fette SSDs

Neue SSDs präsentieren unter anderem Kingston und Samsung – die spannendsten allerdings für Server. Von Samsung wird die 8-TByte-SSD PM983 im „NGSFF“-Format für dicht gepackte Cloud-Storage-Systeme zu sehen sein, und Kingston hat gleich zwei Enterprise-SSDs im Gepäck, die DCP1000 und die DCU1000 – für die „Consumer“ auf der Consumer Electronics Show ist dann eher die neue Produktfamilie UV500 gedacht. Crucial hatte im Vorfeld der CES bereits die MX500 eingeführt (siehe S. 18).

Erwartet wird auch eine Fülle neuer USB-Speichermedien – angesichts der weiter hohen NAND-Flash-Preise sind allerdings keine großen Sprünge bei der Kapazität zu erwarten. Die US-Marke OWC, die vor allem Mac-Besitzer im Visier hat, kündigt einige neue Speicher mit Thunderbolt-3-Anschluss an – Intel drängt Notebook-Hersteller, künftig häufiger Thunderbolt-3-Ports einzubauen, die ja wie USB Typ C funktionieren.

### Neue Mini-PCs erwartet

In den vergangenen Monaten sind mehrere neue Baureihen von Mobil- und Stromsparprozessoren erschienen, die 2018 in Mini-PCs auftauchen werden:

An LGs immens gebogenem 4K-OLED-Display können Gamer richtig ins Spiel eintauchen.



AMD Ryzen Mobile, Intel Core i-8000 sowie Pentium Silver J/N5000 und Celeron J/N4000. Außerdem hat Intel den Kaby Lake-G mit integriertem AMD-Grafikchip angekündigt.

Von Intel sind bereits inoffizielle Präsentationsfolien zu kommenden Mini-PCs der Baureihe NUC mit Celeron J4105 und Pentium Silver J5005 im NUC7CJYH beziehungsweise NUC7PJYH aufgetaucht. Die „Gemini Lake“-SoCs darin sollen per HDMI 2.0 zwei Displays mit 4K-Auflösung ansteuern können. Ob die integrierten Video-Decoder auch HDR-Kontraste verarbeiten, ist noch unklar – falls nicht, sind die Vorteile im Vergleich zum aktuellen NUC6CAYH mit Celeron J3455 gering.

Etwas später sollen NUCxi7HVK und NUCxi7HNK als Mini-Gaming-PCs kommen. Darin stecken Kaby-Lake-G-Prozessoren mit AMD-GPUs. Via HDMI 2.0, MiniDisplayPort 1.3 und Thunderbolt 3 lassen sich bis zu sechs Displays anschließen. Wohl erst zur Jahresmitte stehen dann NUC8i7BEH und NUC8i5BEK mit Quad-Cores der Typen Core i7-8000U und Core i5-8000U an: 28-Watt-Typen statt der bereits lieferbaren mit 15 Watt TDP.

Außer Intel verkaufen auch Acer, Asrock, Asus, Gigabyte, MSI, Shuttle und Zotac Mini-PCs. Ein MSI Cubi mit Gemini Lake ist bereits in der Benchmark-Datenbank von SiSoft Sandra aufgetaucht. Zotac dürfte derweil bereits an einer ZBox mit AMD Ryzen 5 2500U arbeiten, hat das aber noch nicht bestätigt.

### Bezahlbare Prozessoren

Anfang 2018 werden neue Mainboards für Intels billigere Core-i-8000-Prozessoren erwartet; dafür sollen Chipsätze wie Z390, H370, B360, H310 und Q370 kommen. Doch bislang sind noch keine Termine entschlüpft und angesichts der Verzögerungen bei Core i7-8700K und Core i5-8600K hat es Intel vielleicht nicht eilig. Von AMD wiederum erwartet man endlich die „Raven Ridge“-APUs für die schon seit Monaten verkauften AM4-Mainboards. Doch auch hier gibt es derzeit leider bloß Spekulationen. Die Benchmarks der mittlerweile lieferbaren Acer- und HP-Notebooks mit Ryzen 5 2500U machen jedenfalls Appetit auf bezahlbare Desktop-Vierkerner mit ordentlicher GPU.

Dieselbe Hardware wird man auch in neuen Notebooks finden, wobei besonders Kaby Lake-G den 15- und 17-Zoll-Markt aufmischen dürfte. Für kleinere Notebooks verbrät das leistungsstarke Chip-Duo wohl zu viel Energie, doch über 28-Watt-Modelle der Core-i-8000-Generation könnten auch diese mehr Leistung bekommen. Ob man auch günstige Notebooks mit Gemini Lake sehen wird, ist dagegen eher fraglich: Acer, Asus, Dell, HP und Lenovo sind zwar allesamt vor Ort, präsentieren auf Messen aber üblicherweise eher teurere und prestigeträchtige Mobilrechner statt günstigere Modelle für den Massenmarkt. (uk@ct.de) **ct**

## Schnelle SATA-6G-SSDs



Crucial liefert bei den SSDs der Serie MX500 eine Lizenz der Backup-Software Acronis True Image mit.

Crucial setzt in den SSDs der Reihe MX500 3D-NAND-Flash der zweiten Micron-Generation mit 64 Lagen sowie den Controller Silicon Motion SM2258 ein. Bisher kamen bei der MX-Serie Controller von Marvell zum Einsatz. Wie bei den Vorgängern sorgen ein SLC- sowie ein DRAM-Cache mit 512 MByte Kapazität für höhere Performance. Außer der Verschlüsselung mit AES256 lassen sich Daten auch per TCG OPAL 2.0 als Microsoft eDrive mit Bitlocker schützen.

Zunächst bietet Crucial lediglich die 2,5"-Variante mit 1 TByte Kapazität an. In einigen Wochen sollen dann die übrigen Modelle mit 250 GByte, 500 GByte und 2 TByte sowie die MX500-SSDs im M.2-Format folgen – jeweils mit SATA-6G-Schnittstelle.

In einem ersten Test im c't-Labor schaffte die MX500 mit 1 TByte gute 560 MByte/s beim Lesen und 510 MByte/s beim Schreiben. Beim Zugriff auf zufällige Adressen erreichte sie sehr gute 99.000 beziehungsweise 88.000 IOPS. Die MX500 kostet 259 Euro und ist damit eine der günstigsten 1-TByte-SSDs. Crucial gewährt fünf Jahre Garantie. (chh@ct.de)

## Leiser Prozessorkühler

Der CPU-Kühler Scythe Kotetsu Mark II passt mit Ausnahme der Fassung TR4 auf alle gängigen Desktop-Prozessoren von AMD und Intel. Als Besonderheit hat der Hersteller das Lamellenpaket des Tower-Kühlers leicht nach hinten und um einen Zentimeter zur Seite verlegt. Somit gibt es mehr Abstand zur benachbarten Grafikkarte und den Speicherriegeln, was den Einbau der Komponenten erleichtert.

Auf den Kühlblättern des Kotetsu Mark II sitzt ein 12-cm-Lüfter mit 4-Pin-PWM-Anschluss, dessen Drehzahl zwischen 300 und 1200 U/min liegt. Gummiabsorber an den Ecken des Lüfterrahmens reduzieren störende Vibrationen. Der Scythe Kotetsu Mark II kostet 35 Euro. (chh@ct.de)



Beim Kotetsu Mark II transportieren vier Heatpipes die Wärme vom Prozessor ab.

## Kompakter Gaming-PC

Der Spielerechner MEK1 von Zotac ist kaum größer als eine Konsole, aber mit leistungsfähiger Hardware ausgestattet. Zur Auswahl stehen zwei Konfigurationen: Im Topmodell mit schwarzem Gehäuse sitzt der Vierkerner Core i7-7700 (3,6 GHz, Turbo: 4,2 GHz) sowie eine Grafikkarte vom Typ GeForce GTX 1070 Ti (8 GByte GDDR5). Die weiße Variante beherbergt einen Core i5-7500 (3,0 GHz, Turbo: 3,5 GHz) mit ebenfalls vier CPU-Kernen sowie eine GeForce GTX 1060 mit 6 GByte.

Die übrige Ausstattung mit 16 GByte Arbeitsspeicher, 240-GByte-NVMe-SSD, 1-TByte-Festplatte sowie WLAN, Bluetooth und 2 x Gigabit-Ethernet ist in beiden Versionen identisch. Zu den Anschlüssen des MEK1 zählen unter anderem 6 x USB 3.0 sowie ein HDMI-2.0-Ausgang und drei Display-Port-1.2-Buchsen. Damit lassen sich vier 4K-Displays an dem Gaming-PC betreiben. Preise für die MEK1-Komplettrechner inklusive Windows 10 hat der Hersteller noch nicht bekannt gegeben. (chh@ct.de)



RGB-LEDs beleuchten das 12 Liter große Gehäuse des Zotac MEK1. Farbe und Intensität lässt sich per Software einstellen.

### Hardware-Notizen

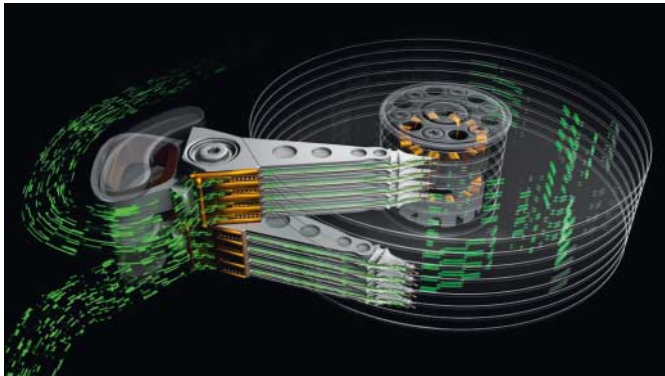
Die Ryzen-Threadripper-Prozessoren haben 180 Watt Thermal Design Power. Bei übertakteten Systemen kann die Leistungsaufnahme noch deutlich darüber liegen. Die **Wasserkühlung** Enermax Liqtech TR4 280 für 140 Euro ist speziell auf TR4-Prozessoren angepasst und soll 500 Watt Wärme abführen. Auf dem Radiator sitzen zwei 14-cm-Lüfter.

Das **PC-Gehäuse** Antec P110 gibt es nun auch in einer Silent-Version. Die Seitenteile bestehen aus doppelschichtigem, schalldämmendem Material. Die Frontlüfter sitzen hinter einer abnehmbaren Blende aus 0,8 mm dickem Aluminium. Der Midi-Tower nimmt sechs 3,5"-Festplatten und zwei 2,5"-SSDs auf. Für den P110 Silent mit HDMI-Frontanschluss für VR-Brillen verlangt Antec 109 Euro.

Anzeige



## Multi-Aktuator-Platten



In künftigen Cloud-Festplatten von Seagate arbeiten zwei Sätze von Schreibleseköpfen unabhängig voneinander.

Per Blog kündigt Seagate an, in Zukunft Festplatten auch mit zwei unabhängigen Sätzen von Schreibleseköpfen zu bestücken. Dadurch lassen sich Datentransferrate und I/O-Performance verdoppeln. Die Technik ist für Festplatten mit sehr hoher Kapazität gedacht, die in Cloud-Rechenzentren laufen. Der Host behandelt die Festplatte dabei wie zwei separate Laufwerke. Mit welchen Schnittstellen das funktioniert, verrät Seagate bisher nicht; möglicherweise genügt Dual-Port SAS.

Pro Magnetscheibe (Platter) haben Festplatten üblicherweise zwei Schreibleseköpfe, einen pro Seite. Beide sind auf einem gemeinsamen Arm montiert. In Cloud-Festplatten mit 10 TByte oder mehr stecken sieben bis neun Platters, also auch sieben bis neun Arme, die ein Aktuator auf einer gemeinsamen Achse zur jeweils gewünschten Datenspur bewegt. Zu jedem Zeitpunkt schreibt oder liest aber jeweils nur ein Schreiblesekopf Daten.

Bei Dual-Aktuator-Festplatten treiben zwei Aktuatoren zwei Sätze von Armen mit Schreibleseköpfen auf derselben Achse an. Die beiden Sätze arbeiten unabhängig voneinander. (ciw@ct.de)

## Robuster Rack-Server

Der robuste Rack-Server PowerEdge XR2 von Dell EMC verträgt Stöße, Vibrationen und Lufttemperaturen zwischen -15 und +45 °C, kurzzeitig sogar bis zu 50 °C. Seine Lüfter sind für den Betrieb in Höhen bis zu 4500 Meter über dem Meeresspiegel ausgelegt. Dabei benötigt er mit 52,5 Zentimeter Tiefe weniger Platz im Rack als andere Server-Einschübe. Optional ist eine Frontblende mit eingebautem Staubfilter erhältlich.

Ansonsten ist der PowerEdge XR2 ein typischer Allzweckserver mit zwei Prozessoren, acht SSDs und bis zu 512 GByte DDR4-RAM in Form von 16 RDIMMs. Zwei Intel Xeon-SP mit jeweils bis zu 22 Kernen lassen sich einbauen. Zusätzlich zu den acht 2,5-Zoll-Hotswap-Rahmen gibt es M.2-Slots für Boot-Laufwerke. Ein SmartCard-Reader lässt sich in die Verschlüsselung der SSDs oder Festplatten einbinden: Ohne die SmartCard sind gespeicherte Daten dann nicht lesbar. Preise und Liefertermine verrät Dell EMC nur OEM-Kunden. (ciw@ct.de)

## 10K-Platte mit 2,4 TByte

Toshiba kündigt eine neue Reihe von 2,5-Zoll-Serverfestplatten mit 10.500 Umdrehungen pro Minute und bis zu 2,4 TByte Kapazität an. Die Laufwerke der Serie AL15SE mit Dual-Port-SAS-12G-Interface lesen und schreiben mit bis zu 260 MByte/s. Wie für Enterprise-Laufwerke üblich, ist die maximale Wahrscheinlichkeit für unkorrigierbare Lesefehler mit einem pro  $10^{16}$  gelesene Bits spezifiziert. Den Preis der AL15SE mit 2,4 TByte nennt Toshiba nicht, die Vorgängerin AL14SEB120N mit 1,2 TByte kostet rund 320 Euro.

Seagate hat die Exos 10E2400 (ST2400MM0129) alias Enterprise Performance 10K Version 9 schon vor einigen Monaten auf den Markt gebracht; sie kostet etwa 450 Euro. Die Spezifikationen gleichen jenen der Toshiba AL15SE. Von beiden Platten gibt es Varianten mit unterschiedlich formatierten Blöcken (4KN, 512e, 512n, programmierbar) sowie mit integrierter Verschlüsselung mit und ohne FIPS-140-2-Zertifizierung. (ciw@ct.de)

## SAS-RAID-Speichersystem

Die externe Speicherbox Areca ARC-8042 für zwölf Festplatten oder SSDs schließt man per SAS 12G an einen Host an. Die ARC-8042 enthält einen RAID-Controller mit zwei 1,2-GHz-Prozessorkernen, der Transferraten von bis zu 2 GByte/s liefern soll. Bis zu 144 TByte Bruttokapazität sind möglich, wenn man alle Hotswap-Wechselrahmen mit 12-TByte-Festplatten bestückt; das dürfen SAS- oder SATA-Platten sein.

Die ARC-8042 arbeitet mit den RAID-Leveln 0, 1, 3, 5, 6, 10, 30, 50, 60 oder als JBOD. 2 GByte Speicher dienen als Cache, der sich mit einem optionalen Backup-Modul bei Stromausfällen schützen lässt. Einzelne Festplatten lassen sich auch direkt an den Hostadapter durchreichen. Mit zusätzlichen JBOD-Gehäusen lässt sich die ARC-8042 auch noch erweitern; ohne Festplatten kostet die Box bei Starline 1690 Euro. (ciw@ct.de)



SAS-RAID-Speicherbox Areca ARC-8042 mit integriertem RAID-Controller



## Gaming-Monitore mit FreeSync

Der Monitorhersteller AOC erweitert sein Angebot an Spiele-Displays um die G90-Serie. Sie besteht aus den 24,5-Zoll-Modellen G2590VXQ und G2590PX und dem 27-Zöller G2790PX. Alle drei Gaming-Monitore haben schnelle TN-Panels mit der Full-HD-Auflösung



Der Full-HD-Monitor AOC G2590PX passt sich wie die anderen Modelle im FreeSync-Betrieb den von einer AMD-Grafikkarte gelieferten Bildraten an. Das verhindert Bildruckler und Tearing.

1920 × 1080. Die Grau-zu-Grau-Reaktionszeit soll nur eine Millisekunde betragen. Die displays sind oben und an den Seiten rahmenlos, nur nach unten begrenzt ein schmaler Rahmen die Bildfläche.

Alle drei Modelle bieten mit zwei HDMI-Buchsen, einem DisplayPort- und einem VGA-Eingang viele Anschluss-Möglichkeiten. Die beiden besser ausgestatteten Monitore G2590PX und G2790PX sind außerdem jeweils mit einem USB-3.0-Hub mit vier Ports bestückt. Sie sollen eine Bildwiederholfrequenz von 144 Hz und eine Helligkeit von 400 cd/m<sup>2</sup>, der G2590VXQ nur 75 Hz und 250 cd/m<sup>2</sup> erreichen. Als FreeSync-Monitore synchronisieren alle drei die Bildfrequenz zwischen 30 Hz und dem Maximum mit AMD-Grafikkarten.

Zu den in allen drei Geräten eingebauten Funktionen für Gaming-Monitore gehört das von AOC „Shadow Control“ genannte Aufhellen dunkler Bildbereiche, was das Erkennen von Bewegungen im Schatten erleichtert. Alle geben den Spiele-Sound über integrierte 2-Watt-Stereo-Lautsprecher wieder. Das 27-Zoll-Modell G2790PX soll für rund 350 Euro zu haben sein, im Januar 2018 will AOC den G2590VXQ für 180 Euro und im Februar den G2590PX für 280 Euro folgen lassen. (rop@ct.de)

Anzeige

## Lichtstarke Präsentationsbeamer

Wer beim Meeting oder in der Schule präsentieren möchte, braucht einen hellen Beamer. Optoma hat eine ganze Familie von lichtstarken Projektoren mit bis zu 5000 Lumen vorgestellt: Der EH470 und der EH461 projizieren 1920 × 1080 Bildpunkte, beim WU470 sind es 1920 × 1200 Bildpunkte (16:10).

Alle drei bringen laut Optoma einen Lichtstrom von 5000 Lumen auf die Leinwand, beim WU470 und dem EH470 erleichtert ein 1,5-fach-Zoomobjektiv die Ausrichtung des Bildes auf der Leinwand; der EH461 kommt mit 1,2-fachem Zoom. Der Kurzdistanz-Beamer EH460ST mit Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Pixel) und Festbrennweite kann aus nur einem Meter Entfernung eine 2,50 Meter breite Leinwand (100 Zoll) ausleuchten. Bei allen vier Geräten lassen sich die Ecken des Bildes zusätzlich auf der Leinwand einpassen.

Die Projektoren haben Office-Viewer eingebaut, die Excel-, Word- und PDF-Dokumente sowie Bilder im JPEG-Format ohne Anschluss

eines externen PC am Beamer wiedergeben. 10-Watt-Lautsprecher in den Geräten erübrigen externe Boxen bei der Präsentation, zudem lassen sich alle vier Beamer im Netzwerk administrieren und steuern. Optoma ruft 1100 Euro für den EH461 auf, 1900 Euro für den EH470 und 1400 Euro für den Kurzdistanzbeamer EH460ST; alle drei sind ab sofort zu haben. Der Preis des ab Januar erhältlichen WUXGA-Projektors WU470 ist noch nicht bekannt. (uk@ct.de)



Der helle Kurzdistanzbeamer EH460ST projiziert aus einem Meter ein 2,50 Meter breites Bild.



Bild: Albert Hulm

# Erpressung macht sich breit

## Ransomware mit neuen Tricks und Techniken

**Das Jahr 2017 brachte einige entscheidende Neuerungen bei Erpressungstrojanern. WannaCry, Petya/NotPetya & Co. setzten beispielsweise auf neue Verbreitungswege und hatten zum Teil weitere Schädlinge im Gepäck. Insbesondere Firmen und Behörden stehen stärker im Fokus der Kriminellen als je zuvor.**

Von Jürgen Schmidt

Die Erpressung mit verschlüsselten Daten hat sich seit 2016 als einer der profitabelsten Geschäftsbereiche der Malware-Szene etabliert. Kein Wunder: An-

ders als etwa beim Online-Banking-Betrug sind sowohl die technischen als auch die organisatorischen Anforderungen so niedrig, dass auch minderbegabte Kleinkriminelle auf den Zug aufspringen können: Software, die Dateien verschlüsselt, und ein Bitcoin-Konto sind kein Hexenwerk – und außerdem im Rahmen von Angeboten zu „Ransomware as a Service“ bereits im Paket mit dabei.

Doch 2017 hat sich einiges getan. Die wohl größte Neuerung ist die Form der Verbreitung: Klassiker wie Locky & Co. landen primär über E-Mails bei den potenziellen Opfern; sogenannte Drive-by-Infektionen durch Webseiten mit Schadcode sind der zweite wichtige Weg, auf dem Ransomware Systeme der Opfer infiziert. WannaCry jedoch nutzte im Mai erstmals eine Windows-Lücke aus dem NSA-Arse-

nal (EternalBlue), um sich wie ein Wurm selbsttätig im Netz weiter zu verbreiten. Die Infektion erfolgte völlig ohne Zutun der Anwender. Noch hinterhältiger war NotPetya, der heimlich über den Update-Mechanismus einer legitimen Software auf das System kam. Von dort aus verbreitete er sich ebenfalls über die EternalBlue-Lücke im Windows SMB-Stack weiter. Doch diese beiden Formen der Verbreitung werden wohl die Ausnahme bleiben. Wurm-taugliche Sicherheitslücken in PCs sind sehr selten und Malware über reguläre Updates einzuschleusen lässt sich ebenfalls nicht beliebig wiederholen.

### Erpressung und Spionage

Allerdings sehen Malware-Analysten mittlerweile vermehrt Angriffe auf Firmen, die primär das Ziel haben, dort Erpressungstrojaner zu platzieren. Das sind dann beispielsweise angebliche Bewerbungen, die sich auf tatsächliche Stellenanzeigen der Firma beziehen und an die Personalabteilung adressiert sind. Nachdem der Rechner des Personalers infiziert wurde, breiten sich die Angreifer von dort aus weiter im Netz aus, suchen und übernehmen Systeme mit wichtigen Daten und verschlüsseln Dateien dann sehr koordiniert überall gleichzeitig. Ein weiteres, aktiv genutztes Einfallstor sind Remote-Desktop-Dienste (RDP). Die Crysis-Gang sucht in großem Stil erreichbare RDP-Ports und versucht deren Zugangsschutz mit einfachen Passwörtern auszuhebeln. Haben sie damit Erfolg, laden sie die Crysis-Ransomware herunter und infizieren das System.

Ransomware-Angriffe auf Firmen ähneln in der Vorgehensweise und den eingesetzten Tools immer häufiger professionellen Spionage-Angriffen. In manchen Fällen sind sich die Forensiker, die die Vorfälle untersucht haben, sogar recht sicher, dass es den Angreifern eigentlich um Spionage ging. Die vorgefundene Ransomware war nur ein kleines „Abschiedsgeschenk“, das zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen sollte: Zum einen vernichtet man damit Spuren und zum anderen ergibt sich ja vielleicht auch noch eine nette Nebeneinkunft.

### Pay per Install

Außerdem bandeln die Ransomware-Autoren offensichtlich mit der etablierten Crimeware-Szene an. So erklärte uns Holger Unterbrink von Ciscos Threat-Research-Abteilung Talos, dass er bereits mehrfach Fälle gesehen habe, in denen

die Opfer nach einer Bezahlung zwar den Schlüssel für den Zugang zu ihren Daten erhielten und ihre Daten auch zurück bekamen – sich aber weitere Schadsoftware auf dem System befand. Da hatte dann etwa ein Exploit Kit auf einer Website im Kombi-Pack mit dem Erpressungstrojaner einen Bitcoin-Miner geliefert, der dann natürlich nach der Datenwiederherstellung munter weiter schürfte.

Es ist durchaus üblich, dass Malware auf Befehl ihres Herrn und Meisters auch nachträglich noch andere Schadprogramme installiert. Da lädt dann etwa der Online-Banking-Trojaner nach getaner Arbeit noch Locky oder eine andere Erpressungssoftware nach. „Pay per Install“ nennt sich dieses ursprünglich aus der Freeware-Szene stammende Geschäftsmodell, das sich auch in der Malware-Community durchgesetzt hat. Wer eine große Zahl an Installationen vorweisen kann – also entweder beliebte Freeware vertreibt oder große Bot-Netze administriert –, hilft dabei Dritten gegen kleine Provision bei der Verbreitung ihrer Software.

## Bröckelndes Image

Insgesamt hat die Ransomware-Szene sehr bewusst an dem Ruf gearbeitet, dass man nach dem Bezahlen des Lösegelds auch eine realistische Chance hat, wieder an seine Daten zu kommen. Die Jigsaw-Gang bot bei Problemen sogar einen Chat als Hotline-Service an. Das zahlt sich aus.

Auch wenn etwa das BSI nicht müde wird, vor den Risiken zu warnen, ringen sich vor allem Firmen und auch Behörden mittlerweile regelmäßig dazu durch, der Erpressung nachzugeben und die geforderte Summe zu entrichten. Symantec ermittelte, dass in den USA rund 64 Prozent der Betroffenen das Lösegeld entrichten; für Deutschland konnten wir keine konkreten Zahlen finden, aber Insider schätzen, dass auch hier über die Hälfte der Firmen bezahlt.

Diese Zahlungsbereitschaft steht und fällt mit der Zuversicht, dass man eine reelle Chance hat, seine Daten zurückzubekommen. Und wenn man ehrlich ist, stimmt das in den meisten Fällen auch. Allerdings zeigt dieses Bild erste Risse. So gibt es immer mehr Erpresser, deren Software die technischen Voraussetzungen für eine Wiederherstellung gar nicht an Bord hat. Malware-Experten sprechen dann von Wipern, weil die Schadsoftware die Daten praktisch löscht. Der bislang prominenteste Wiper war NotPetya/Petya/

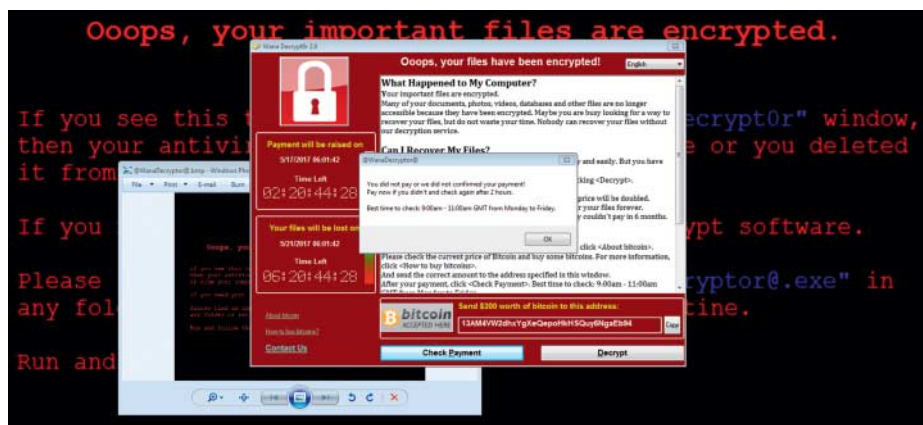


Bild: Checkpoint

WannaCry war der erste Erpressungstrojaner, der sich in Netzwerken wurmartig weiter verbreitete.

Netya – je nach Namensgeber. Der überschrieb Daten des Boot-Sektors unwiederbringlich und machte sich nicht einmal die Mühe, eindeutige IDs für seine Opfer zu erstellen. Selbst wenn sie es wollten, könnten die Kriminellen einem Opfer keinen Schlüssel zu dessen Daten liefern. Nach aktuellem Kenntnisstand hat auch wirklich kein einziges NotPetya-Opfer seine Daten zurückbekommen. Bei NotPetya handelte es sich vermutlich um eine politisch motivierte Kampagne, bei der Erpressung nur als Kulisse diente. Doch dessen Vorgehen ahmen immer mehr Gauner nach, denen es vor allem um die schnelle Bitcoin geht, erklärt Unterbrink gegenüber c't. Sie sparen sich den ganzen Aufwand mit den Schlüsseln, kassieren ab und tauchen dann wieder unter. Dass sie damit das Image der Branche ruinieren und irgendwann darunter die Zahlungsmoral leiden wird, ist ihnen dabei egal.

Es ist schwer, die Schäden durch Ransomware zu beziffern. Klar ist, dass es sich für die Cyber-Kriminellen um ein äußerst lukratives Millionengeschäft handelt. Für die Opfer liegt der Schaden durch die von der Ransomware verursachten Verluste noch um ein vielfaches höher. Der deutsche Konzern Beiersdorf schätzt die eigenen NotPetya-Verluste durch Verzögerungen bei Versand und Produktion auf etwa 35 Millionen Euro; andere Firmen meldeten ähnliche Zahlen. Allein WannaCry und NotPetya verursachten somit Schäden im Milliardenbereich.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass Ransomware zur beliebtesten Schädlingsgattung der Cyber-Kriminellen avanciert ist. Der Fokus der Angriffe hat sich ein wenig auf den Firmenbereich verschoben, weil dort angesichts

des drohenden materiellen Schadens die Zahlungsbereitschaft größer ist als bei Privatpersonen. Außerdem kann man bei Firmen mit höheren Lösegeldforderungen weit über 1000 Euro operieren. Für Firmen ist Ransomware somit die derzeit größte Bedrohung für ihre Daten. Doch auch für Endanwender gibt es keineswegs Entwarnung: Die Macher von Locky, Cerber & Co. werden auch 2018 wieder auf Sie losgehen.

## Was tun?

Wenn es Sie erwischt hat, sollten Sie keinesfalls einfach zahlen. Erstellen Sie Anzeige und versuchen Sie auf jeden Fall zunächst, mehr über die Malware herauszufinden. Dienste wie ID Ransomware (siehe ct.de/yzh4) helfen dabei, den Typ des Erpressungstrojaners zu identifizieren. Trauen Sie sich das nicht selbst zu, ziehen Sie Spezialisten zu Rate.

Bei einem bekannten Wiper ist der Fall hoffnungslos – das Geld wäre verschwendet. Auch nach einer Bezahlung bekommen Sie Ihre Daten nicht zurück. Bei manchen Erpressungstrojanern wurde die Verschlüsselung geknackt, sodass sich die Daten auch ohne Bezahlung wiederherstellen lassen. Die Macher von Crysis haben auch bereits mehrfach Master-Keys für ihre Software veröffentlicht. Warum, ist nach wie vor unklar. Vielleicht ging es einfach nur darum, den Kunden ein kostenpflichtiges Update der Mietsoftware aufzuzwingen. Jedenfalls kann man mit dem Master-Key ebenfalls ohne Lösegeld an die Daten kommen. Erst als allerletzte Option sollten Sie eine Bezahlung ins Auge fassen. (des@ct.de) **ct**

**Ransomware identifizieren:** [ct.de/yzh4](http://ct.de/yzh4)



# Zähes WLAN

## Verzögerungen beim nächsten WLAN und Mesh-Streit

**Anders als erwartet wurde der zweite Entwurf für IEEE 802.11ax, das WLAN der nächsten Generation, bis Ende 2017 nicht mehr fertig. Doch schon Anfang Januar sollen auf der Fachmesse CES erste Router mit 11ax zu sehen sein.**

Von Jennifer Li

Letztmalig in 2017 trafen sich die Gremien der Herstellervereinigung Wi-Fi Alliance (WFA) und der IEEE-Standardisierungsgruppe 802.11 im Oktober und November. Dort fiel IEEE 802.11ax Draft 2.0 mit nur 63 Prozent Zustimmung durch, nötig wären 75 Prozent gewesen. Deshalb wurde die Veröffentlichung um ein halbes Jahr auf Ende 2019 verschoben.

Nun will man bis Juli 2018 alle Eingaben bearbeitet und Draft 3.0 fertig haben. Mit knapp 600 Seiten ist der 2.0er-Entwurf schon heute ein weiteres WLAN-Patentgrab und fett an Funktionen, die erst in vielen Jahren oder auch nie implementiert werden.

Weil aber WLAN-Hersteller händelnd den nächsten Verkaufsschlager herbeisehnen, werden gewiss schon vorher Prä-ax-Geräte auf den Markt kommen. So hat beispielsweise D-Link in seiner CES-Einladung einen Router mit 11ax-WLAN erwähnt. Andere Hersteller werden sich wohl auch nicht zieren.

Die WFA – Inhaber der Marke Wi-Fi und selbst ernannter Garant für herstellerübergreifende WLAN-Kompatibilität – befließt sich derweil, aus dem 11ax-Entwurf ein Päckchen elementarer Verbesserungen gegenüber dem Vorgänger 11ac zu schnüren. Weil dabei viele 11ax-Funktionen auf der Strecke bleiben dürften, konkurrieren die Chiphersteller heftig, damit die eigenen Erfindungen und Patente Bestandteile des 11ax-Zertifizierungsprogramms werden.

Trotz vollmundiger Versprechen erwarten viele an der Normentwicklung beteiligte Tagungsteilnehmer für 11ax aber nach wie vor nur einen geringen Leistungszuwachs gegenüber 11ac.

Nicht aufpolieren konnte die 11ax-Gruppe ihren durch Trickereien beschädigten Ruf. Anfang Dezember stellte der 802.11-Vorsitzende klar, dass 11ax bis zur Verabschiedung unter besonderer Beobachtung durch das Standards Board stehen wird. Die Berichterstattung über ihre Schummeleien scheint die Silizium-Schergewichte Qualcomm und Intel indes so zu erbosen, dass Mitarbeiter versucht haben, missliebige Wikipedia-Berichte verschwinden zu lassen.

### Mesh-Malaise

Knatsch gab es in der Wi-Fi Alliance: Während ihrer Tagung wurde das „Multi-AP“-Programm vorgestellt. Es soll den verschiedenen, proprietären Mesh-Funksystemen eine zertifizierte Lösung als Vorbild entgegenstellen. Doch dann wurde bekannt, dass dieses Programm mitnichten von WFA-Mitgliedern entwickelt wurde. Stattdessen hob der WFA-Vorsitzende den Vorschlag einer externen Industriegruppe aufs Schild. Diese besteht aus Intel, Broadcom, Qualcomm, British Telecom, Deutsche Telekom, Liberty Global, CableLabs, Comcast, Arris, Asus, Netgear und Technicolor.

So wurde die WFA-Gemeinschaft ohne Mitsprache vor vollendete Tatsachen gestellt. In einem während der Tagung verteilten Schreiben an die WFA-Führung bemängelten Airties, Ericsson, Google,

Huawei, InterDigital, Marvell, MediaTek, Quantenna und Realtek eine lange Liste von Ungereimtheiten, Versäumnissen und offensichtlichen Regelverletzungen.

Die Kabalisten hielten mit Segen des WFA-Chefs nicht nur ihren Multi-AP-Entwurf geheim: Auch erste Interoperabilitätstests liefen schon zwei Wochen nach Veröffentlichung der Spezifikation. So konnten unbeteiligte WFA-Mitglieder keine eigenen Geräte für Tests beibringen.

Beschämend wurde es, als ein WFA-Mitarbeiter begeistert berichtete, dass beim zweiten Interoperabilitätstest schon zwei gruppenfremde Firmen erfolgreich teilgenommen hätten. Den Lobgesang strafte MediaTek Lügen: So seien nicht nur essenzielle Aspekte undokumentiert und allein der Geheimgruppe zugänglich. Auch änderten sich Tests und Spezifikationen binnen Stunden. MediaTek siedelte dieses Verhalten zwischen unprofessionell, dilettantisch und konspirativ an.

Zorn erregte der WFA-Vorsitzende, der sein Hinwegsetzen über WFA-Regeln damit begründete, dass er das Marktpotenzial des sich stürmisch entwickelnden Mesh-Marktes genau studiert und sich im Sinne aller WFA-Mitglieder zum Handeln gezwungen gesehen habe. Scurriles Sahnehäubchen war dann sein Vorwurf, dass es ja jedem WFA-Mitglied freigestanden hätte, selbst eine Mesh-Gruppe zu gründen.

Der Beginn des WFA-Mesh-Programms ist nun auf Juni 2018 verschoben worden. Das scheint aber kein großes Zugeständnis zu sein, weil das Programm ohnehin nicht rechtzeitig gekommen wäre. Somit erscheint mehr als fraglich, ob die geplante WFA-Mesh-Spezifikation tatsächlich irgendeine Relevanz erlangen wird. (ea@ct.de) **ct**



**Bisher funken Mesh-Kits proprietär. Das will die Wi-Fi Alliance ändern. Doch um die geplante Multi-AP-Spezifikation gibt es heftigen Streit, nachdem eine Mausechlei aufflog.**



# High-End-FPGA mit HBM2-RAM

Die FPGA-Baureihe Stratix 10 MX der Intel-Sparte Altera ist für Anwendungen gedacht, die extrem hohe Speichertransferraten benötigen. Dazu kombiniert Intel den FPGA-Chip mit High Bandwidth Memory (HBM2) auf einem Zwischenträger namens Embedded Multi-Die Interconnect Bridge (EMIB). Zwei HBM2-RAM-Stapel mit vier oder acht Lagen fassen zusammen 3,25 bis 16 GByte und liefern Datentransferraten von bis zu 512 GByte/s. Zusätzlich kann der Chip mit programmierbarer Hardware (Field-Programmable Gate Array) auch andere Speichertypen wie DDR4-SDRAM ansteuern.

Als Schnittstellen stehen bis zu vier Blöcke mit PCIe 3.0 x16 zur Auswahl sowie bis zu vier 100G-Ethernet-MACs. Der

FPGA-Teil umfasst 1 bis 2 Millionen logische Elemente und 370.080 bis 702.720 Adaptive Logic Modules (ALMs). In einigen Varianten sind vier ARM-Cortex-A53-Kerne integriert und es gibt Transceiver mit bis zu 144 Lanes und 56 GBit/s.

Preise der 14-Nanometer-FPGAs nennt Intel nicht, aber die leistungsfähigsten Vorgänger kosten 10.000 bis 15.000 US-Dollar pro Stück.

In ähnlichen Preisregionen liegen die FPGAs der Baureihe Virtex UltraScale+ HBM des Konkurrenten Xilinx; die 16-nm-Chips sitzen zusammen mit bis zu 8 GByte HBM2 auf einem Silizium-Interposer. Letzterer erfüllt ähnliche Funktionen wie Intels EMIB. (ciw@ct.de)

Anzeige

Anzeige

## Embeddded-Systems-Notizen

Mikrocontroller der **Infineon-Baureihe Aurix TC3xx** erleichtern die **verschlüsselte Datenkommunikation** in Fahrzeugen. Dabei kooperiert Infineon mit der Firma Escript. Ziel ist es, die Manipulation von Steuergeräten zu erschweren, etwa durch ein Hardware Security Module (HSM) in jedem Mikrocontroller.

Das Echtzeit-Betriebssystem **Segger embOS** ist nun auch für **RISC-V** verfügbar. Segger liefert die Portierung zusammen mit einem Board Support Package für das 100-Dollar-Entwicklerboard Digilent Artix-A7 ARTY, das einen RISC-V in einem FPGA emuliert.

Der Chip **Maxim MAX14748** für **USB-C-Ladegeräte mit 15 Watt** kann alle in der Spezifikation geforderten Funktionen für sicheres und schnelles Laden umsetzen. Er kostet 3,40 US-Dollar und macht die bisher komplizierteren Schaltungen überflüssig.

Microsoft **IoT Central** in der **Azure-Cloud** soll es Firmen erleichtern, Geräte an eine zentrale Cloud-Verwaltung anzubinden. Als Beispiel nennt Microsoft etwa ein Unternehmen, das Verkaufsautomaten wartet, also befüllt und repariert. Mit IoT Central soll sich die Vernetzung der Maschinen und die Datenerfassung ihrer Sensoren vergleichsweise einfach und sicher umsetzen lassen.



# Geklaute Ressourcen

## Heimliches Krypto-Mining auf Webseiten

**Seit einigen Monaten nutzen gewiefte Kriminelle die Rechenleistung fremder CPUs für ihre persönliche Bereicherung. Der neue Trend nennt sich „Cryptojacking“ – und ein Ende ist nicht abzusehen.**

**Von Olivia von Westernhagen**

**D**ie Webseite The Pirate Bay experimentierte im Herbst 2017 mit einem JavaScript-Schnipsel, der CPU-Leistung der Besucher zum Schürfen einer Kryptowährung abzwackte, ohne um Erlaubnis zu fragen. Seitdem hat sich heimliches Mining im Web-Browser zu einem unerfreulichen Trend entwickelt, der auch mit dem Begriff „Cryptojacking“ – einem Kofferwort aus Cryptocurrency Mining und Browser Hijacking – bezeichnet wird.

Aufgrund der Tatsache, dass sich „Cryptojacking“ erst bei hohen Zugriffszahlen so richtig lohnt, missbrauchen die Kriminellen oftmals gut besuchte Web-

seiten für ihre Aktivitäten. Das funktioniert sowohl über legitim eingekaufte Werbeflächen (Malvertising) als auch mittels gezielter Einbrüche: So gelang es beispielsweise Online-Räubern im November, Mining-Code im beliebten deutschen Spielforum Minecraft.de zu verankern.

Besonders Videostreaming-Angebote sind dank langer Verweildauer der Besucher wie geschaffen für „Cryptojacking“-Angriffe. Im Dezember will der Ad-blocker-Hersteller AdGuard eingebetteten Mining-Code in den Video-Playern der Streaming-Websites Openload, Streamango, Rapidvideo und OnlineVideoConverter entdeckt haben. Allein die monatliche Besucherzahl von Openload schätzt AdGuard auf 330 Millionen.

Auch die Kaffee-Kette Starbucks sorgte kürzlich mit „Cryptojacking“ für Schlagzeilen: Ein Kunde stellte in insgesamt drei Filialen in Buenos Aires Verzögerungen beim Verbinden mit dem kostenlosen WLAN fest. Als Auslöser entpuppte sich Mining-Code in der Landing-Page des verantwortlichen Internet-Providers Fibertel, der wiederum von Dritten eingeschleust worden war.

### **Coinhive und Monero besonders attraktiv**

Nimmt man diese und ähnliche Beispiele genauer unter die Lupe, so fällt auf, dass bei einem Großteil – einschließlich Piratebay, Minecraft.de und Starbucks – Variationen desselben JavaScript-Codes zum Einsatz kommen. Es stammt von einem Anbieter namens Coinhive, der es seit September 2017 für den Einbau auf Webseiten zur Verfügung stellt. Seine Geschäftsidee: Das eingebundene Skript ruft den eigentlichen Mining-Code von der Coinhive-Webseite ab, und die Code-Entwickler streichen letztlich rund 30 Prozent des resultierenden Gewinns ein. Ob das Anzapfen der CPU per Coinhive-Skript heimlich stattfindet oder ob der Nutzer darüber informiert wird, liegt in der Verantwortung desjenigen, der das Skript auf eigenen oder gehackten Webseiten einbaut.

Zahlen von AdGuard veranschaulichen die Beliebtheit von Coinhive. Demnach entdeckte AdGuard zwischen Oktober und November 2017 mehr als 33.000 Webseiten mit Mining-Skripten; bei mehr als 95 Prozent von ihnen soll es sich um Coinhive-Code gehandelt haben. In wie vielen Fällen das Mining ohne Zustim-

mung der Webseiten-Besucher (und vielleicht auch ohne Wissen der Webseiten-Betreiber) stattfand, geht aus AdGuards Statistiken allerdings nicht hervor.

Die Attraktivität des Coinhive-Codes für Kriminelle besteht einerseits in der einfachen Integrierbarkeit und öffentlichen Verfügbarkeit, andererseits aber auch in der mit ihm schürfbaren Kryptowährung Monero. Ähnlich wie ZCash gewährt sie ein höheres Maß an Anonymität als Bitcoin, da Transaktionen standardmäßig stark verschleiert stattfinden und durch Dritte nur schwer nachvollziehbar sind.

## „Cryptojacking“ erfordert JavaScript

Das Deaktivieren von JavaScript im Browser schiebt jeglichen Krypto-Mining-Aktivitäten einen Riegel vor. Die Kehrseite dieser Vorgehensweise ist allerdings, dass viele moderne Webseiten ohne die Skriptsprache nicht mehr so funktionieren, wie sie sollten. Zielführender ist die Nutzung eines Adblockers nebst Filterregeln, die das Mining unterbinden. AdBlock Plus beispielsweise veröffentlichte bereits Ende September 2017 als Reaktion auf den Coinhive-Code auf Piratebay eine Filterregel zum Blockieren des Mining-Skript-Anbieters.

Die Entwickler der Antimalware-Software von Malwarebytes entschieden sich im Oktober 2017 dafür, Coinhive-Aktivitäten im Browser als Bedrohung einzustufen und folglich zu unterbinden. In einem Blogpost begründeten sie diesen Schritt mit dem massenhaften Missbrauch des Mining-Codes durch Kriminelle.

## Mining-Skripte statt Werbebanner

Malwarebytes argumentierte zudem, dass das rechenintensive Mining auf älteren Systemen nicht nur Performance-Einbußen mit sich bringe, sondern die Hardware dauerhaft beschädigen könne. Krypto-Mining im Browser sei jedoch nicht per se schlecht, sondern könne beispielsweise als Alternative zu aufdringlichen – und bisweilen auch Schadcode-verseuchten – Werbebannern zum Einsatz kommen. Dies erfordere allerdings das Einverständnis der Nutzer.

Die Coinhive-Entwickler selbst beteuern auf ihrer Webseite, dass sie keinerlei kriminelle Absichten verfolgen, sondern Krypto-Mining tatsächlich als Alternative zu herkömmlicher Werbung betrachten. Diese Aussage untermauern sie, indem sie

neben dem eigentlichen, beliebig anpassbaren Mining-Code auch eine Variante mit vorgefertigter grafischer Oberfläche bereitstellen, die erst nach Anklicken eines Start-Buttons durch den Nutzer mit dem Schürfen von Moneros beginnt.

Da die gängigen Adblocker Coinhive jedoch unabhängig vom Vorhandensein einer Nachfrage beim Besucher blockieren, haben die Entwickler vor kurzem das AuthedMine-Projekt ins Leben gerufen. Dabei handelt es sich um eine Coinhive-Implementierung, die den Besucher in jeder Sitzung explizit um Zugriff auf die Rechenleistung der CPU bittet. Auf der Internetpräsenz des AuthedMine-Projekts betonen die Coinhive-Entwickler, dass es keinerlei Grund gebe, die neue Mining-Variante zu blockieren. Letztlich wissen aber nur sie selbst, ob sich hinter AuthedMine tatsächlich nutzerfreundliche Absichten oder nicht doch eher die Angst vor finanziellen Verlusten verbirgt.

Das Problem: Jede Nachfrage um Erlaubnis dürfte die Einnahmen schmälern. Denn viele Webseiten-Besucher schrecken vor dem Anklicken einer Einwilligung, wie sie etwa AuthedMine anzeigt, zurück – sei es nun aus Unkenntnis des Konzepts „Mining statt Werbung“, aus Passivität oder aus Sicherheitsbedenken. In der Konsequenz brüten Kriminelle lieber immer neue Taktiken aus, um ihre Aktivitäten zu verbergen – und untergraben damit jegliche Bemühungen, Krypto-Mining als vertrauenswürdige Alternative zu Werbebannern zu etablieren.

## Kriminelle spielen weiterhin Verstecken

Eine besonders raffinierte „Cryptojacking“-Strategie entdeckte das Malwarebytes-Team Anfang Dezember 2017 auf der Porno-Webseite yourporn.sexy. Sie basiert auf Browser-Fenstern in Gestalt sogenannter „Pop-unders“, einer Popup-Variante, die sich nicht vor, sondern hinter dem aktuellen Fenster öffnet. Im Falle be-

authedmine.com möchte gerne Ihre Rechenleistung nutzen

Sie können authedmine.com unterstützen, indem Sie ihnen die Erlaubnis erteilen, Ihren Prozessor für Rechenoperationen zu nutzen. Die Rechenoperationen werden sicher in Ihrem Browser ausgeführt. Sie brauchen hierbei nichts zu installieren.

*Achtung: Wenn Sie ein mobiles Gerät benutzen, kann sich dies negativ auf Ihre Akkulaufzeit auswirken.*

Für diese Sitzung erlauben

Abbrechen

powered by  coinhive – more info

**AuthedMine bittet um Rechenleistung und gibt sich nebenbei besorgt um Energiereserven.**

sagter Porno-Webseite ermittelt das Pop-under die Bildschirmauflösung, um die exakte Größe und Position der Taskleiste anzunehmen und sich anschließend dahinter zu verstecken.

Während der Webseiten-Besucher bereits die nächste URL ansteuert, läuft das Mining-Skript im Pop-under weiter – mit moderater CPU-Nutzung zugunsten einer möglichst perfekten Tarnung. Die ist zum Glück aber doch nicht so perfekt wie beabsichtigt: Malwarebytes zufolge kann man das Pop-under unter der Taskleiste erahnen, sofern diese dank des ausgewählten Windows-Themes transparent ist.

Das Pop-under enttarnt sich aber noch durch ein weiteres Merkmal – nämlich durch das Browser-Icon in der Taskleiste, das auch dann als aktiv gekennzeichnet bleibt, wenn der Nutzer glaubt, alle Fenster geschlossen zu haben. Per Rechtsklick auf das Icon („Fenster schließen“) oder durch Beenden des Browser-Prozesses im Taskmanager ist es dann ein Leichtes, den verborgenen Mining-Aktivitäten ein Ende zu bereiten. (ovw@ct.de) **ct**

```
<script src="https://authedmine.com/lib/simple-ui.min.js" async></script>
<div class="coinhive-miner"
  style="width: 256px; height: 310px"
  data-key="YOUR_SITE_KEY">
  <em>Loading...</em>
</div>
```

Zur Integration eines Coinhive-Miners samt grafischer Oberfläche in eine Webseite benötigt man lediglich diesen simplen Code-Schnipsel nebst persönlichem Key.

# SSH aus Redmond

## Microsofts OpenSSH für Windows

**Wer bisher die unter Unix beliebte Secure Shell unter Windows brauchte, eckte an: Clients waren nur als separate Software erhältlich. Kostenlose Server-Komponenten liefen mehr schlecht als recht. Nunmehr tragen Microsofts Bemühungen erste Früchte, Windows um eine Secure Shell zu ergänzen.**

Von Peter Siering

Mit dem „Fall Creators Update“, das Windows 10 auf Version 1709 hob, zog weitgehend unbemerkt Microsofts OpenSSH-Anpassung in Windows ein. Seit 2015 arbeiten einige Microsoft-Entwickler daran. Es gibt dazu ein GitHub-Projekt (siehe [ct.de/yu66](http://ct.de/yu66)), das besonders im Wiki sehr ausführlich zeigt, wie man die aktuelle Fassung der Software (7.6p1) unter beliebigen Windows-Versionen an den Start bringen kann. Sie besteht aus einem SSH-Client für den Zugriff auf andere Systeme und einem Server, um Windows selbst per SSH erreichbar zu machen.

In Windows 10 Version 1709 steckt ein unvollständiger, etwas älterer Schnappschuss dieser Entwicklung (7.5p1): Client und Server sind jeweils als Komponente installierbar, aber deutlich als Beta-Fassung gekennzeichnet. Auch das GitHub-Projekt bringt nur Testversionen hervor. Egal, wo man sich bedient, raten die Microsoft-Entwickler davon ab, die SSH-Komponenten in produktiven, sicherheitskritischen Bereichen zu nutzen.

Letztlich muss man der Empfehlung schlicht beipflichten: Der in Windows 10 enthaltene Client ist sehr wählerisch, was die von SSH für den Aufbau einer Verbindung benötigten Host-Keys angeht. Eine Verbindung kommt nur zustande, wenn der Host einen ed25519-kodierten Key vorweist – zumindest in unserem Server-Zoo war das nicht allzu selbstverständlich. Die OpenSSH-Fassung von GitHub ist nicht so pingelig und kennt die weitaus gängigeren RSA- und ECDSA-Kodierungen sowie einige weitere.

Noch unfertiger ist die SSH-Server-Komponente in Windows 10. Um den Windows-Dienst überhaupt starten zu können, muss man Host-Keys für den Server generieren, also als Admin im Installationsverzeichnis `c:\windows\system32\openssh` den Befehl `ssh-keygen -A` ausführen. Anschließend sind „NT Service\sshd“ als Eigentümer für die erzeugten Key-Dateien und die Konfigurationsdatei `sshd_config` für den Server-Dienst zu setzen und nur ihm Lesezugriffe zu gestatten.

Zudem braucht der „NT Service\sshd“-Benutzer die Rechte „Als Dienst anmelden“ und „Ersetzen eines Tokens auf Prozessebene“. Zuletzt ist Port 22 in der Firewall zu öffnen. Im Fall des GitHub-Pakets erledigen PowerShell-Skripte die Feinjustage, es gibt Varianten sowohl für die Host- als auch für die benutzereigenen Key-Dateien. Auch die Installation erledigt hier weniger fehleranfällig ein Skript – wer ernsthaft mit der Microsoft-SSH-Implementierung loslegen will, fährt mit der GitHub-Variante besser.

Die Unterschiede bei der Verschlüsselung zwischen der GitHub-Version und der in Windows 10 integrierten Fassung ergeben sich aus der Art und Weise, wie

sie übersetzt worden sind: Der GitHub-Variante standen dabei die LibreSSL-Bibliotheken zur Seite, der anderen offenbar nicht. Langfristig dürfte auch die in Windows integrierte Fassung so gebaut sein. Das ursprüngliche Projektziel, für die Verschlüsselung die Windows-Infrastruktur zu nutzen, hat Microsoft aufgegeben.

Welche Shell sich für einen Client tut, der sich per SSH mit einem Windows-System verbindet, lässt sich einstellen. Standardmäßig ist es die klassische Eingabeaufforderung (`cmd.exe`), die PowerShell ist aber gleichwertig und gut nutzbar – eine Eintrag in der Registry genügt. Bei vielen anderen Ansätzen, die PowerShell eines Windows-Systems per SSH zugänglich zu machen, klappt das eher schlecht.

Dank der in Windows 10 mächtig aufgebohrten Fähigkeiten der Windows-Textkonsolenfenster laufen auch interaktive Anwendungen erstaunlich gut, die intensiv die Cursor-Steuerung und Farbe verwenden. Wer die OpenSSH-Anpassung auf älteren Windows-Versionen verwendet, muss bei den Fähigkeiten zum Darstellen solcher Anwendungen Abstriche machen. Gegebenenfalls nimmt man einen freien X-Server wie VcXsrv zur Hilfe.

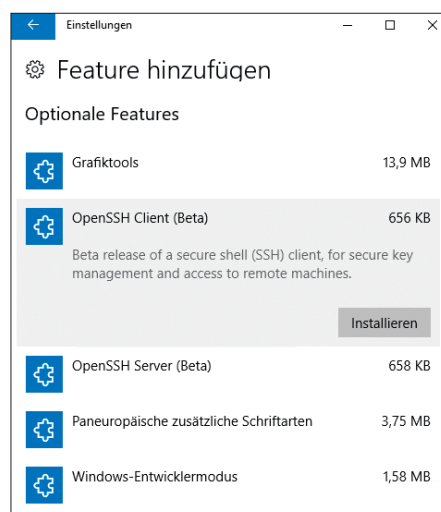
### Was Microsoft antreibt

Langfristiges Ziel ist, die für Windows nötigen Anpassungen in die offiziellen Repositories für die portable Version von OpenSSH aufzunehmen. Noch pflegen die Entwickler jedoch ein eigenes Repository, sind aber mit den OpenSSH-Machern in engem Austausch. Viele der ursprünglich definierten Projektziele sind bereits erreicht oder korrigiert, etwa der Verzicht auf die Windows-eigene Kryptinfrastruktur.

Die Ansiedlung des GitHub-Projekts unter dem Mantel der PowerShell als „PowerShell/Win32-OpenSSH“ liefert einen Hinweis auf ein weiteres Motiv: Die PowerShell baut Microsoft mit Versionen für macOS und Linux zunehmend zu einem plattformübergreifend nutzbaren Werkzeug für die Systemkonfiguration aus (Desired State im Microsoft-Speak).

Damit das aus der Ferne klappt, müssen die Redmonder die undurchsichtigen PowerShell-Remoting-Funktionen dort verfügbar machen – da liegt die ohnehin verbreitete SSH als Alternative näher. Die Session-Handling-Aufrufe der PowerShell-Core kennen schon einen Parameter für SSH-Verbindungen. (ps@ct.de) **ct**

**Howtos im Wiki, Downloads:** [ct.de/yu66](http://ct.de/yu66)



**Still und heimlich hat Microsoft im Creators Update einen SSH-Client und -Server eingebaut. „Offizielle“ Hinweise tauchten zwei Monate später im PowerShell-Team-Blog auf.**



Anzeige



# Kalkuliertes Matt

## Künstliche Intelligenz lernt autodidaktisch Schach, Go und Shogi

**AlphaZero von der Google-Tochter DeepMind hat sich die komplexen Strategiespiele Schach, Go und Shogi selbst beigebracht und wurde binnen 24 Stunden der stärkste Spieler auf diesem Planeten. Damit bringt es die Theoriegebäude der Jahrhunderte alten Spiele ins Wanken.**

Von Harald Bögeholz

Nicht genug damit, dass DeepMind mit ihrer Go-Software AlphaGo die Nummer eins der Weltrangliste im Go besiegt hat: Im Oktober veröffentlichten die Forscher ein Paper über eine noch stärkere Version namens AlphaGo Zero, die das Spiel komplett selbst gelernt hat [1]. Nun setzen sie noch eins drauf und zeigen, dass sich das Verfahren verallgemeinern lässt: Ihre neueste Schöpfung namens

AlphaZero hat Schach, dessen japanische Variante Shogi sowie Go nur durch Spielen gegen sich selbst gelernt und übertraf in allen drei Disziplinen alle anderen Programme – und die Menschen sowieso [2].

AlphaZero kombiniert ein neuronales Netz mit Monte-Carlo-Baumsuche. Außer den Spielregeln floss kein menschliches Wissen über das jeweilige Spiel ein. Nur die Repräsentation der Spielstellung in den Eingabeschichten des neuronalen Netzes und die Ausgabeschichten für die Züge mussten angepasst werden, das wars aber schon. Von Menschen erdachte Heuristiken wie Materialwert, Einfluss, Beweglichkeit, Bauernstruktur, ... nichts davon gab man AlphaZero mit.

Zum Vergleich der Spielstärke trat AlphaZero immer wieder gegen andere Spitzenprogramme an: Im Schach gegen das Open-Source-Programm Stockfish, Sieger des Top Chess Engine Championship (TCEC) 2016, im Shogi gegen Elmo, Sieger des 27th World Computer Shogi Championship, und im Go gegen eine

Version von AlphaGo Zero aus eigenem Hause.

Ausgehend von einem zufällig initialisierten neuronalen Netz spielte AlphaZero Millionen von Partien gegen sich selbst und lernte mittels Reinforcement Learning, wie man das jeweilige Spiel gewinnt. Im Schach zog AlphaZero dabei nach vier Stunden an Stockfish vorbei, im Shogi nach nur zwei Stunden an Elmo. Im Go dauerte es acht Stunden, bis AlphaZero stärker als der amtierende KI-Meister AlphaGo war.

### Klotzen statt kleckern

Man darf dabei allerdings nicht verschweigen, dass DeepMind massive Ressourcen für das Training aufbrachte. Google betreibt in seinen Rechenzentren selbst entwickelte Spezialchips namens TPU (Tensor Processing Unit), die auf Berechnungen in neuronalen Netzen zugeschnitten sind. Eine einzelne TPU der ersten Generation leistet 92 Tera-Operationen pro Sekunde – 5000 davon kamen in der Lernphase für das Spielen zum Einsatz. Fürs Training des neuronalen Netzes rechneten 64 TPUs der zweiten Generation. Über die sind zwar bislang keine Details veröffentlicht, sie können es aber mit Sicherheit mit den schnellsten Grafikkarten aufnehmen.

Das fertig trainierte AlphaZero lief dann auf einer einzelnen Maschine mit nur vier TPUs und trat unter Turnierbedingungen (eine Minute pro Zug) gegen Stockfish und Elmo an, die 64 CPU-Kerne zur Verfügung hatten.

### Sieg in allen Disziplinen

Von jeweils hundert gespielten Partien verlor AlphaZero keine einzige im Schach, im Shogi nur acht. Go war die härteste Nuss: Hier gewann AlphaZero gegen seinen Vorläufer immerhin 60 Partien.

Ein selbstlernender Algorithmus hat also alle drei Strategiespiele gemeistert, ohne die dazu nötige Theorie zu büffeln. Die spannende Frage ist, ob damit das in Jahrhunderten gesammelte menschliche Wissen über diese Spiele obsolet ist.

Im Go beschäftigen sich die Top-Profis seit AlphaGo mit den KI-Partien und versuchen daraus zu lernen. Das Paper über AlphaGo Zero zeigt, wie der Algorithmus nach und nach populäre menschliche Eröffnungen von sich aus entdeckt und einige davon wieder verwirft. So ganz falsch liegt die Menschheit also nicht. Andererseits gibt es Züge, die von Menschen als nicht so

gut eingeschätzt wurden (für Go-Kenner: eine frühe 3-3-Invasion), mit denen AlphaGo aber gewinnt. Profis, die diese Eröffnung imitierten, scheiterten jedoch.

Das neue AlphaZero-Paper nimmt nun auf ähnliche Weise das menschliche Schach-Wissen unter die Lupe. Es enthält eine Übersicht über die zwölf am häufigsten gespielten Eröffnungen. Die dazu abgedruckte Lernkurve zeigt, wie oft AlphaZero die jeweilige Eröffnung im Laufe seiner Trainingsphase gegen sich selbst gespielt hat.

## Entdeckt und verworfen

An diesen Kurven kann man sehen, dass AlphaZero die meisten Eröffnungen im Laufe seiner Karriere entdeckt hat. Manche spielte es insgesamt nur selten, einige mochte es eine Zeit lang und verwarf sie später wieder. Um das breite Schachwissen von AlphaZero zu demonstrieren, ließen die Forscher es aus jeder der zwölf Eröffnungen heraus hundert Partien gegen Stockfish spielen, 50 mit Schwarz, 50 mit Weiß. Jede Eröffnungsvariante gewann AlphaZero überwiegend – mit Weiß mehr als mit Schwarz, aber das liegt in der Natur des Spiels.

Die bisher stärksten Schachprogramme arbeiten mit Alpha-Beta-Suche: Sie versuchen im Prinzip, den vollständigen Suchbaum abzugrasen, müssen ihn aber notgedrungen auf eine gewisse Tiefe beschränken und ihn mit allerlei Tricks möglichst stark beschneiden. Dort, wo die Suche endet, kommt eine handgedrechselte Bewertungsfunktion zum Einsatz.

AlphaZero arbeitet dagegen mit Monte Carlo Tree Search (MCTS): Es spielt immer wieder von der aktuellen Stellung aus Partien bis zum Ende durch, wobei es die Züge aufgrund von Statistiken über die bisherigen Spielverläufe sowie der Einschätzung des neuronalen Netzes auswählt.

Warum das funktioniert, kann man sich wie folgt erklären: Wenn man aus einer bestimmten Stellung heraus sehr oft die Partie mit völlig zufälligen Zügen zu Ende spielt und dabei ein Spieler deutlich häufiger gewinnt als der andere, dann wird das wohl an der Stellung liegen. MCTS liefert also eine Schätzung für den Wert einer Stellung, die sich immer besser an den realen Wert annähert, je mehr Partien man simuliert.

Die Monte-Carlo-Suche in AlphaZero spielt nun aber nicht komplett zufällige Züge, sondern steuert den Zufall mittels

eines neuronalen Netzes. So spielt es in gewissem Sinne menschlicher als Stockfish, indem es sich „intuitiv“ auf viel versprechende Varianten beschränkt. Nur 80.000 Stellungen pro Sekunde untersucht AlphaZero, während Stockfish in der gleichen Zeit 70 Millionen Stellungen durchnudelt.

## Schnelles Denken, langsames Denken

Das neuronale Netz wird durch die so gespielten Partien trainiert. Es ist sozusagen ein schneller Spieler, der „aus dem Bauch heraus“ innerhalb von Millisekunden einen Zug vorschlägt. Durch die Kombination mit MCTS entsteht daraus ein langsamerer, aber wesentlich besserer Spieler; MCTS ist also eine Art Strategie-Verstärker für das neuronale Netz.

Und nun lernt der schnelle Denker vom langsamen Denker: In der Trainingsphase wird das neuronale Netz dahingehend optimiert, dass es von vornherein die Züge vorschlägt, die zuvor in der langsameren Monte-Carlo-Suche gefunden wurden. Je mehr Partien zu Ende gespielt wurden, desto genauer kennt man den Wert bestimmter Stellungen und trainiert

das Netz so, dass es diesen möglichst genau voraussagt.

## Unter Verschluss

Bei aller Begeisterung über die phänomenalen Erfolge von AlphaZero bleibt ein dicker Wermutstropfen: DeepMind hält seine Software unter Verschluss. Es gibt keine Online-Version von AlphaZero, gegen die man spielen könnte, und den Quellcode veröffentlicht DeepMind schon gar nicht. So müssen andere alles noch einmal selbst entwickeln, um die Erfolge zu reproduzieren. Im Go funktioniert das schon ganz gut: Ein Jahr nach dem ersten AlphaGo-Paper haben die Go-Programmierer neuronale Netze in ihre Software integriert und Smartphones spielen auf dem Niveau der stärksten Amateure.

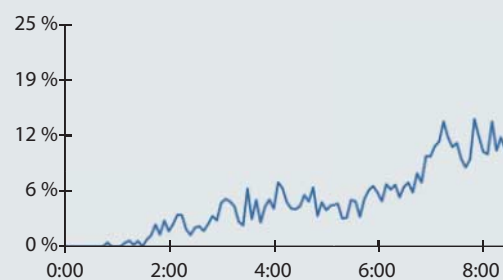
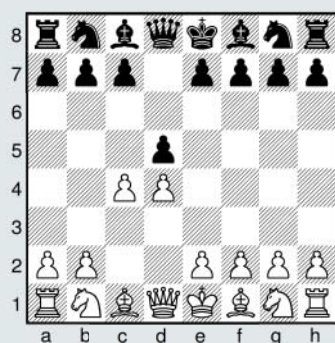
(hag@ct.de) **ct**

## Literatur

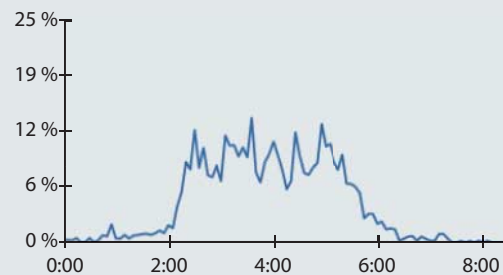
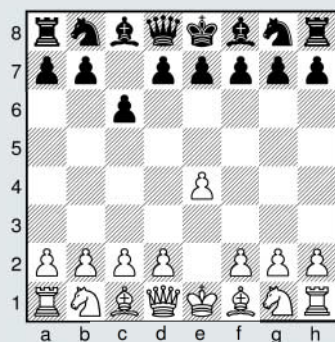
- [1] Silver, David, et al., „Mastering the game of go without human knowledge.“ *Nature* 550.7676 (2017): 354–359
- [2] Silver, David, et al., „Mastering Chess and Shogi by Self-Play with a General Reinforcement Learning Algorithm.“, arXiv preprint arXiv:1712.01815 (2017)

## AlphaZero lernt Schach

Beim Spielen gegen sich selbst hat AlphaZero die populärsten menschlichen Eröffnungen entdeckt. Einige wie das Damengambit oben mochte es dabei lieber als andere, die es eine Zeit lang gespielt und dann wieder verworfen hat (Caro-Kann-Verteidigung, unten). Die Grafiken zeigen die Häufigkeiten im Verlauf von acht Stunden Training und die laut AlphaZero beste Fortsetzung.



Damengambit: 2...c6 3. Sc3 Sf6 4. Sf3 a6 5. g3 c4 6. a4

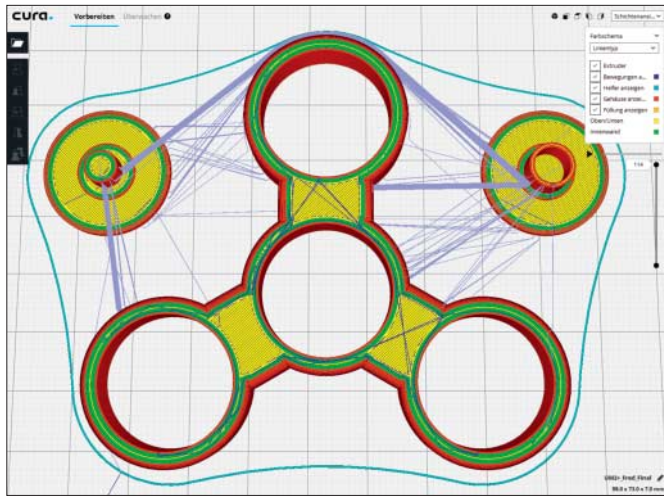


Caro-Kann-Verteidigung: 2.d4 d5 3. e5 Lf5 4. Sf3 e6 5. Le2 a6

Bild: [2]



## Cura erhält virtuellen Druckkopf



Cura 3.1 gewährt vor dem Druck einen Blick auf die geplanten Wege des Druckkopfes.

Version 3.1 von Ultimakers 3D-Drucksoftware Cura öffnet Modelle schneller; auch für Profilwechsel sowie Druckerauswahl benötigt die Software weniger Zeit als bisher. Mit neuen Steuerelementen ändert man die Ansicht auf das Objekt per Mausklick in eine von vier festgelegten Positionen, etwa in eine Drauf- oder Seitenansicht. Modelle lassen sich jetzt auf der Druckplatte fixieren. Die Entwickler haben der Schichtansicht einen virtuellen Druckkopf spendiert. So kann man dessen geplanten Weg in Cura bereits vor dem tatsächlichen 3D-Druck einsehen.

Druckköpfe vom Ultimaker 2+ und RepRap-Druckern steuert man in Version 3.1 während des Drucks optional aus Cura heraus. Voraussetzung ist eine aktive USB-Verbindung. Cura 3.1 läuft unter Windows, macOS und Linux und steht auf der Entwickler-Homepage kostenlos zum Download bereit. Alternativ gelingt das Update aus älteren Versionen direkt über den Menüeintrag „Einstellungen/Update Checker“. (mre@ct.de)

## Autorenwerkzeug

R.O.M. Logicware stattet seine Textbearbeitung Papyrus Autor in Version 9 mit einer moderneren Bedienoberfläche und dem Duden Korrektor 2018 aus. Dieser bringt eine verbesserte Grammatikprüfung mit, kennt über 5000 neue Wörter und korrigiert veraltete Schreibweisen. Die Stilanalyse von Papyrus Autor wurde um 100 neue Phrasen, Ausdrücke und Wortvarianten erweitert.

Der neue Organizer veranschaulicht die Struktur eines Schreibprojekts. Er listet außer Kapiteln und Szenen auch Informationen zu Handlungssträngen, Figuren et cetera auf. Im Organizer kann man darüber hinaus Schreibprojekte umstrukturieren sowie neue Kapitel und Szenen anlegen. Letzteres klappt jetzt auch aus dem überarbeiteten Zeitstrahl heraus. Version 9 kennzeichnet frisch eingetippte Texte zur besseren Wiederauffindbarkeit mit einem Zeitstempel und kontrolliert Texte vor der E-Book- und PDF-Ausgabe im Hinblick auf interne Struktur, Bilder und Links.

Papyrus Autor 9 kostet 179 Euro. Die Preise für Upgrades beginnen bei 69 Euro. Eine kostenlose Testversion bietet der Entwickler auf seiner Homepage an. (mre@ct.de)

## Bildersuche mit KI

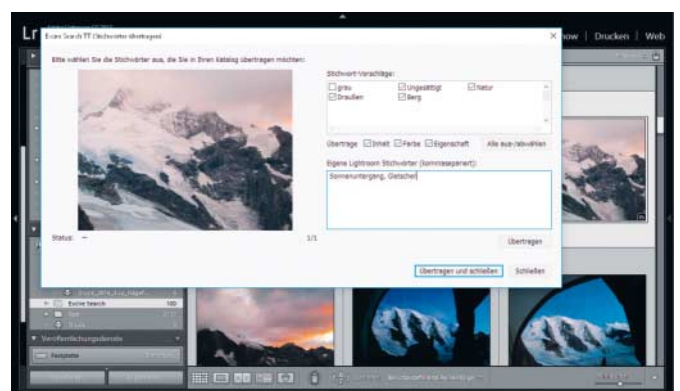
Nutzer von Lightroom Classic CC können eine intelligente Bildersuche über die Excire-Plug-ins nachrüsten. Die neue Version 1.3 von Excire Search CT kennt mittlerweile 500 Begriffe, um ein Motiv zu beschreiben: von Landschafts-Charakteristika über Alltagsgegenstände bis zu Stimmung und Farbgebung. Das neuronale Netz installiert man lokal auf dem Rechner – das Plug-in überträgt also keine Daten zum Dienstleister.

Ebenfalls neu ist das Text-Transfer-Modul Excire TT, das Stichwörter auf Wunsch vom Suchmodul in die Lightroom-Datenbank überträgt. Die Stichwörter stehen somit auch für Filter, intelligente Sammlungen und Metadaten-Export zur Verfügung. Das Programm besteht aus vier Modulen: Excire Search EX sucht anhand von Beispielen nach ähnlichen Bildern, das FA-Modul analysiert Gesichter. Pro Baustein verlangt der Hersteller 49 Euro, das Text-Transfer-Modul kostet 30 Euro. (atr@ct.de)

### Anwendungs-Notizen

Mozilla erweitert seinen Mobil-Browser Firefox Klar in Version 4 um Schnellzugriffe auf bevorzugte Websites und gestattet freie Suchmaschinenwahl. Den Browser erhält man kostenlos in den App-Stores für Android und iOS.

Corel hat seinen technischen Zeichner CorelCAD in Version 2018 um ein neues Helix-Werkzeug erweitert. Damit zeichnet man 2D- und 3D-Spiralen. Tabellen verstehen jetzt auch Formeln, ihre Inhalte lassen sich im CSV-Format exportieren. Die Vollversion kostet 829,99 Euro und ein Upgrade 239,99 Euro.



Excire Search analysiert Bildinhalte und verschlagwortet Fotos automatisch.



## HaBu-Buchhaltung erkennt Scan-Dubletten

Manfred Richter hat seine HaBu-Programmserie in Version 18 herausgebracht. Die darin enthaltene Routine „Erfolgsrechnung“ lehnt sich an Auswertungsmethoden der DATEV an, soll sich aber individuell anpassen lassen. Außerdem sollen die Programme gescannte Rechnungen jetzt mit bereits vorliegenden abgleichen und mit Buchungen verknüpfen können. Für macOS gibt es die Programme Mac-HaBu und xHaBu, letzteres nach Bezug durch den Apple-Appstore; Win-HaBU und Lin-HaBu laufen unter Windows und Linux. Alle Versionen pflegt Richter durch kostenlose Updates. (hps@ct.de)

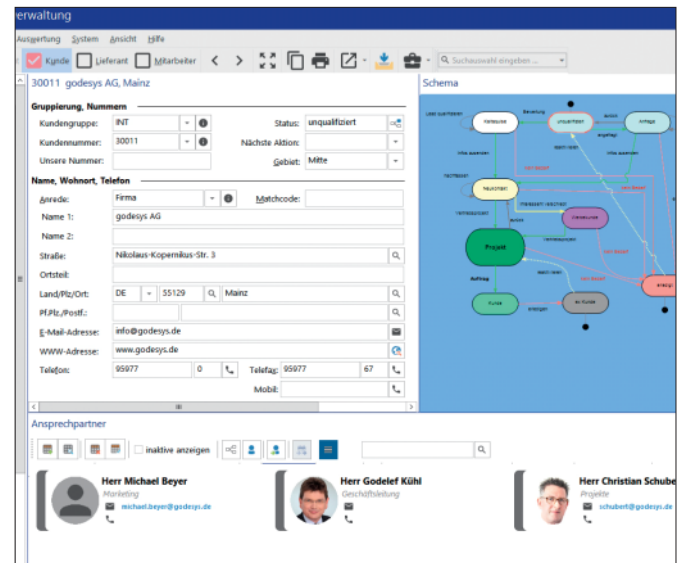
## Sicherer Webspeicher

Den End-to-End-verschlüsselnden Speicherdienst von Dracoon kann man als Clouddienst eines deutschen Rechenzentrums nutzen oder auf einem lokalen Server selbst hosten. Gespeicherte Dateien lassen sich gezielt mit anderen Nutzern teilen, ohne dass sie auf dem Server entschlüsselt werden müssten.

Clientprogramme für Windows, macOS, Android und iOS adressieren den Speicherinhalt als virtuelles Laufwerk auf dem Endgerät. Alternativ kann man Dateien per Webbrowser und JavaScript hoch- und herunterladen. Mit einem Plug-in für Outlook nimmt Dracoon zu versendende E-Mail-Anhänge ohne Größenbeschränkung entgegen. Die Software bettet dann einen Link für den verschlüsselten oder unverschlüsselten Download in die ausgehende Mail ein. Innerhalb eines Unternehmenskontos kann man mehrere Kommunikationsräume mit unterschiedlichen Zugangsberechtigungen unterhalten.

Dracoon kostet in der kommerziellen Variante 2880 Euro zur Einrichtung und darüber hinaus jährlich ab 600 Euro für die ersten 50 Nutzer. Diese erhalten ein Speicherkontingent von je 100 GByte. Gruppen von bis zu 10 Anwendern können den Dienst kostenlos nutzen. In diesem Fall stehen maximal 10 GByte Speicherplatz zur Verfügung. (hps@ct.de)

## Godesys-ERP mit Portal und Mobil-Apps



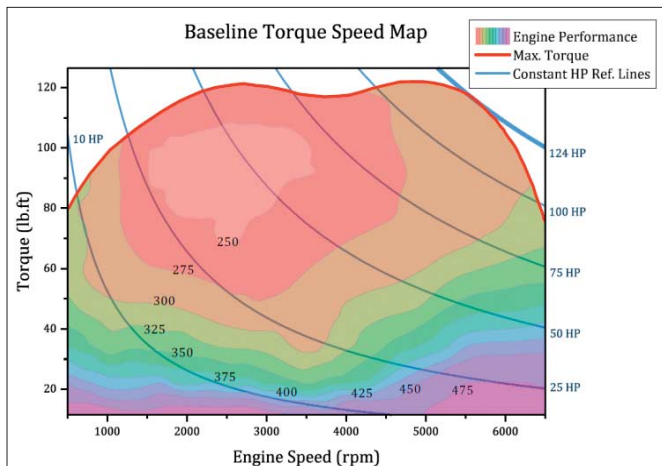
Godesys ERP behandelt Kundenkontakte, Arbeitsabläufe und Finanzen im Kontext.

Release 3 der Unternehmens-Anwendung Godesys ERP 5.6 umfasst Apps wie das Programm Mobile Sale, das sämtliche Daten des Godesys-Moduls CRM auf Smartphone und Tablet bereitstellen soll, und Mobile Time zur Zeiterfassung im Außendienst. Kundendienstmitarbeiter erhalten mit Mobile Service alle Informationen zu Arbeitsaufträgen, Ersatzteilbeschaffung und zum Anlegen von Folgeaufträgen auf ihr mobiles Endgerät.

Kundenbezogene Angebote lassen sich jetzt als passwortgeschützte Webseiten auf dem Unternehmensportal einstellen. E-Mails, die ein Kunde als Antwort auf eine Angebots-Mail zugesandt hat, verknüpft die Software automatisch mit dem zugehörigen Vorgang. Anwender können mit aufgabenbezogenen Kennungen auf das Portal zugreifen, dort Bestellungen anstoßen und verfolgen. (hps@ct.de)

Anzeige

## Origin 2018 liefert Diagramm-Vorschauen



Mit Origin 2018 kann man sowohl für Linien als auch für Farbbereiche passende Grafiklegenden gestalten.

Das Auswerteprogramm Origin 2018 verwendet neue Datenstrukturen für Projekte, Arbeitsmappen, Grafiken und Matrizen. Laut Hersteller rechnet es damit schneller und belegt weniger Speicherplatz als zuvor.

Außerdem stehen zusätzliche Visualisierungen wie Säulendiagramme mit doppelten Y-Achsen zur Wahl. Grafiken lassen sich mit dynamisch errechneten Referenzlinien ergänzen, etwa für Durchschnittswerte. Die Diagramme eines Projekts kann man im Windows Explorer als Vorschauen sichten.

Erstmals kann man mit Origin einzelne Tabellenfelder in Rechenformeln verwenden. Die aktuelle Ausgabe enthält zudem Apps für einfache Kurven-Fits, paarweise Vergleiche und Fourier-Transformationen. Die Pro-Ausführung bringt zusätzliche Apps zum Lösen von Gleichungen sowie zum Abgrenzen von Spektrum- und Chromatogramm-Peaks. Alle Apps laufen in gesonderten Dialogen innerhalb des Origin-Programmfensters. Origin 2018 kostet 1713 Euro, Origin 2018 Pro gibt es ab 2713 Euro. Netzwerkfähige Ausführungen sind teurer, Studenten zahlen für eine Jahreslizenz für Origin Pro 94 Euro.

(hps@ct.de)

## eMMA verwaltet Messsysteme

Das Softwarehaus Q-DAS vereint in der eMMA-Suite Werkzeuge zum Überwachen, Auswerten und Dokumentieren von Messdaten in der industriellen Qualitätssicherung. Die Module MDM (Messdaten-Manager), Analyst und Reporter helfen bei der Qualitätsplanung, bevor eine Serienfertigung anläuft, und später beim Automatisieren von Qualitätskontrollen. Das soll auch im Zusammenspiel mit Programmen zum Product Lifecycle Management (PLM) funktionieren.

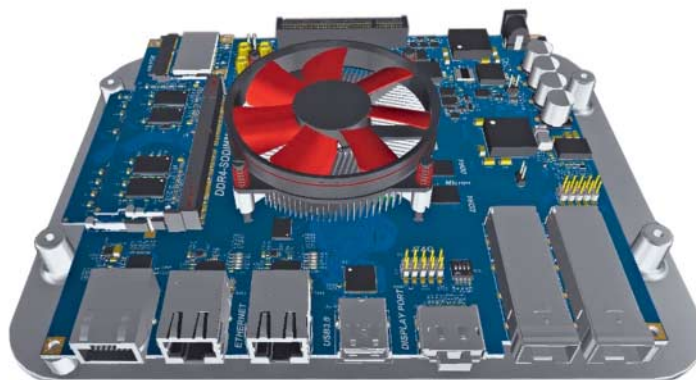
(hps@ct.de)

## Altium Designer 18: ECAD in 64 Bit

Das Elektronik-CAD-Paket Altium Designer ist in Version 18 als durchgängig 64-bittige Anwendung erschienen. Da die Software jetzt außerdem mehrere Threads parallel ausführen kann und auf einen optimierten 3D-Renderer zugreift, sollen sich auch komplexe Entwürfe schneller als bisher bearbeiten lassen.

Durch überarbeitete Farbschemata und erweiterte Filteroptionen soll die Bedienoberfläche prägnantere Übersichten der Schaltungsentwürfe liefern. Statt in der bisherigen Dialogstruktur ändert man Objekte nun in einem Eigenschaftsfenster. Die Verwaltung von Bauteillisten und die Dokumentation von Entwicklungsprojekten soll sich jetzt nahtlos in den Entwurfsprozess eingliedern. Im Umgang mit Multiboard-Projekten geht das Programm von einem gemeinsamen übergeordneten Schaltplan aus und macht es dadurch leichter, Verbindungsfehler zwischen den Platinen zu entdecken.

(Mathias Poets/hps@ct.de)



Eine neue Render-Einheit sorgt bei Altium 18 für realistische 3D-Darstellungen und eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit.

## Gauss 18 mit neuer Formelsprache

Das Statistikpaket Gauss baut in der aktuellen Version auf eine neue Formelnotation. Diese soll den Umgang mit sehr großen Datensätzen erleichtern und generell beim Importieren und Umformen von Daten helfen. Gauss kann jetzt auch Datensätze von SAS und Stata lesen.

Funktionen zur beschreibenden Statistik wollen die Entwickler gegenüber der Vorversion um 15 bis 30 Prozent beschleunigt haben, Vektoren mit mehr als 50 Elementen sollen sogar mehr als sechs Mal so schnell verarbeitet werden. Außerdem kann man jetzt die Leinwandgröße für Diagramme vorgeben. In der Einzelplatzausführung für Windows, macOS oder Linux kostet das Programm 3756 Euro.

(hps@ct.de)

## Apple wegen iPhone-Drossel am Pranger

Apple-Kunden haben Ende Dezember 2017 in Californien und Chicago zwei Sammelklagen gegen den Konzern eingereicht. Unter anderem werfen sie der Firma wegen einer undokumentierten Drosselung von iPhone-Prozessoren Vertragsbruch und Besitzstörung sowie "täuschende, unmoralische und unethische" Praktiken vor. Apple bringe Kunden "grundlos dazu, neue und teurere iPhones zu kaufen, obwohl ein neuer Akku die weitere Verwendung der alten iPhones erlaubt".

Den Fall hatten Nutzer ins Rollen gebracht, die beim Vergleich von iPhone-Benchmarks teils deutliche Einbußen bei der Leistungsbewertung fanden. Den Messwerten zufolge liefen manche iPhone 6s ab iOS 10.2.1 und iPhone 7 ab iOS 11.2 nur gedrosselt. Bei Stichproben fiel zudem auf, dass Geräte nach Akku-Erneuerung wieder wie gewohnt gut abschnitten.

Apple rechtfertigte sich damit, bei bestimmten Modellen mit iOS-Updates eine Funktion eingeführt zu haben, um „plötzliche Leistungsspitzen“ bei Bedarf zu glätten, und so zu verhindern, dass sich "das Gerät unter diesen Umständen abschaltet". Das Ziel der Software-Drossel sei, die „beste Nutzererfahrung“ im Hinblick auf „allgemeine Leistung und Verlängerung der Lebensdauer des Gerätes zu liefern“. Da Lithium-Ionen-Akkus durch „Kälte, Alterung und bei geringer Ladung“ keine hohen Ströme mehr liefern, könne sich ein Gerät zum Schutz seiner Komponenten unerwartet abschalten. Man habe dies im Jahr 2016 für das iPhone 6, iPhone 6s und iPhone SE eingeführt und inzwischen mit iOS 11.2 auch für das iPhone 7 umgesetzt. Künftig wolle man auch andere Produkte „unterstützen“.

Dennoch senkte der Konzern Anfang Januar den Preis für den Akkutauch außerhalb der Garantie von 89 auf 29 Euro plus Versandkosten. Das Angebot bezieht sich auf die Modelle iPhone 6, 6s, SE sowie 7.

Die Probleme wurden bereits im Winter 2016 offenbar, als viele Nutzer klagten, dass sich das iPhone auch bei gut gefülltem Akku einfach abschaltet und ohne Netzteil nicht mehr neu starten lässt. Bei einigen iPhone-6s-Chargen tauschte Apple den Akku kostenlos. Andere Geräte erhielten hingegen nur das iOS-Update 10.2.1 – in Benchmarks schnitten viele schwach ab.

Doch unerwartetes Abschalten ist schon seit 2014 mit der Einführung des iPhone 6 bekannt. Darauf geht Apple nicht ein. Das iPhone 5s drosselt Apple offenbar nicht. Unverständlich ist, warum Apple die Drosselung erst nach der Benchmark-Diskussion nannte. Zwar meldet iOS 10.2.1 in den Systemeinstellungen, dass der Akku getauscht werden muss – aber trotz Drosselfunktion erst dann, wenn die Batterie fast defekt ist. (dz@ct.de)



iOS 11.2 kann bereits auf einen sehr alten Akku hinweisen, die mögliche automatische CPU-Drosselung wird aber nirgends erwähnt.

## Steuerstreit: USA scheitern vor EU-Gericht



Eines von Apples eigenen Fotos aus Cork – der Konzern schreibt dazu: „Der Standort in Cork unterstützt eine Vielzahl von Funktionen, einschließlich Kundensupport, Vertrieb, Finanzen, Logistik, Produktion und mehr.“

Die US-Regierung ist mit ihrer Forderung an die EU-Kommission gescheitert, von Apple keine Steuernachzahlung zu verlangen. Das Gericht der Europäischen Union hat den Einspruch zurückgewiesen. Dem EU-Gericht zufolge konnte die US-Regierung nicht belegen, dass sie vom Ausgang der Angelegenheit direkt betroffen ist. Das geht aus einer am 15. Dezember veröffentlichten Entscheidung des Gerichtes hervor.

Die US-Regierung hatte in ihrem Einspruch vom April 2017 unter anderem argumentiert, die Steuernachforderung der EU-Kommission in Höhe von 13 Milliarden Euro gegen Apple wirke sich unmittelbar auf die Steuereinkünfte der USA aus und sei nicht im Einklang mit bilateralen Steuerabkommen. Die EU hält dem entgegen, dass ökonomische Konsequenzen die wirtschaftliche Situation der USA nur indirekt und nur möglicherweise beeinflussen könnten.

Die EU-Kommission wertet die Steuervereinbarungen zwischen Apple und Irland als unzulässige staatliche Beihilfe. Apple habe deutlich weniger als den üblichen Satz von 12,5 Prozent gezahlt. Die Kommission hat Irland deshalb angewiesen, 13 Milliarden Euro an Steuern von Apple nachzufordern. Gegen diese Entscheidung strengten sowohl Apple als auch die irische Regierung ein Verfahren an.

Apple-Chef Tim Cook hatte die Forderung als politischen Unfug bezeichnet. Die Wettbewerbshüter hätten nicht erkannt, dass gewinnbringende Geschäftstätigkeiten wie die Entwicklung und Vermarktung geistigen Eigentums von den USA aus „kontrolliert und verwaltet werden“ – und die Gewinne deshalb dem Heimatstandort zuzuordnen seien. Die irischen Niederlassungen würden „nur Routineaufgaben“ erledigen.

Apple will die geforderten 13 Milliarden Euro ab Anfang 2018 auf ein Treuhandkonto der irischen Regierung einzahlen. (dz@ct.de)



## AMD: Freier Vulkan-Treiber für Linux

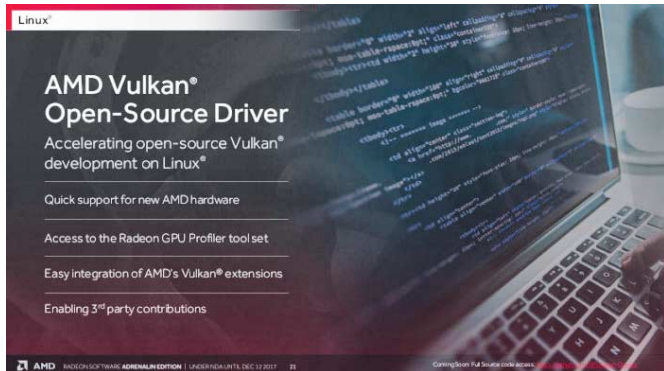


Bild: Folie aus der Pressemappe von AMD

AMD will einen freien Vulkan-Treiber für Linux veröffentlichen, dessen Entwicklung gemeinsam mit der Community vorangetrieben werden soll.

AMD will in Kürze einen Open-Source-Vulkan-Treiber für Linux veröffentlichen. Das hat das Unternehmen im Rahmen der Vorstellung seines Radeon-Adrenalin-Treibers bekannt gegeben. Damit hofft AMD, die Geschwindigkeit bei der Weiterentwicklung dieses Treibers anzukurbeln. Die quelloffene Lizenz soll Community-Entwickler dazu motivieren, bei der Entwicklung zu helfen und so die Unterstützung neuer AMD-Grafikhardware unter Linux zu verbessern. Insider rechnen damit, dass der Treiber in Kürze auf der Github-Seite der Firma erscheint.

Laut AMD wird der bereits vorhandene Vulkan-Treiber für Linux damit unter eine Open-Source-Lizenz gestellt. Dabei handelt es sich nicht um den als RADV bekannten Open-Source-Treiber für Radeon-Hardware, der Teil des Mesa-Projektes ist. Dieser Treiber war von unabhängigen Entwicklern ins Leben gerufen worden, um die Zeit zu überbrücken, bis AMD einen eigenen Open-Source-Treiber liefert. Laut der Technik-Website Phoronix wollen die Entwickler des RADV-Treibers allerdings mit der Entwicklung fortfahren. (fab@ct.de)

## Fragebogen gegen WAP-Abzocker

Jeder achte Mobilfunkkunde war schon Opfer von WAP-Abzockern – jetzt ruft die Bundesnetzagentur Unternehmen, Fachkreise und Verbraucherverbände dazu auf, anhand eines langen Fragenkatalogs eine Stellungnahme zum Thema abzugeben. Auch Einzelpersonen können sich melden. Das in der Mitteilung 679 des Amtsblatts 24 genannte frühe Ende der Einsendefrist am 28. Februar ist ein Indiz dafür, dass der darauf folgende Anhörungsprozess schnell entsprechende Verfügungen zum Schutz von Verbrauchern nach sich ziehen soll.

Seit einigen Jahren liegen der Bundesnetzagentur vermehrt Beschwerden über nicht nachvollziehbare Abrechnungen von Leistungen Dritter vor, allerdings fehlte im Telekommunikationsrecht eine Handhabe dagegen. Durch eine Neuregelung im Telekommunikationsgesetz kann die Bundesnetzagentur je nach Ausgang der Fragebogenaktion einheitliche Regelungen festlegen, um Kunden vor ungewollten Drittanbieterabrechnungen zu schützen. Eine technische Möglichkeit wäre beispielsweise eine Zwangsumleitung auf eine Seite des Mobilfunkanbieters (Redirect), um Kunden klar anzuzeigen, dass mit einem Antippen des Bestell-Buttons eine Zahlungspflicht ausgelöst wird. Bislang blieb Kunden vorbeugend nur die pauschale Einrichtung einer kostenlosen sogenannten Drittanbietersperre. Sie sperrt aber auch erwünschte Dienstleistungen, etwa spezielle Hilfstelefonnummern für Spenden und die Zahlung von Kleinbeträgen per Smartphone.

Das so oft missbrauchte WAP-Billing war ursprünglich als Bezahlschnittstelle für Kleinbeträge konzipiert. Viele Smartphone-Nutzer haben bei Spielen oder beim Surfen ohne ihr Wissen mit einem Klick unbemerkt einen Bezahlbutton ausgelöst, meist mit kostenpflichtigen Abos verbunden. Oft genug war dieser Bezahlbutton von Bildern oder Texten überlagert. Mobilfunkanbieter schlugen sich in der Vergangenheit auf die Seite der Abzocker und verwiesenen Kunden, die sich beschwerten, an die sehr schlecht recherchierbaren Abzocker. Immerhin gab es bereits 2015 ein Urteil des Landgerichts Potsdam gegen diese Praxis. (mil@ct.de)



Am WAP-Billing verdienen Mobilfunkanbieter kräftig mit. Für WAP-Abzocker soll es nun deutlich schwieriger werden.

### Linux-Notizen

Linux Mint 18.3 steht jetzt in zwei weiteren Editionen zum Download bereit: Das Mint-Projekt hat installierbare Live-Images seiner Linux-Distribution mit KDE Plasma und Xfce veröffentlicht.

Der Linux-Radio-Player **Gradio** bringt in Version 7.0 die „Discover“-Ansicht mit Empfehlungen zurück. Dort präsentiert das Programm Internetradio-Stationen, die häufig angehört werden, und andere Tipps.

Die neue Version 2.0 des Emulators **ScummVM** unterstützt 21 zusätzliche Spiele und korrigiert jede Menge Fehler.



# Kartellverfahren gegen Facebook

Facebook ist mit seinem Geschäftsgebaren ins Visier des Bundeskartellamts geraten. Die Behörde hat ein „Verfahren wegen des Verdachts auf Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung“ gegen den Konzern eröffnet. In einer rechtlichen Einschätzung, die sie Facebook Mitte Dezember 2017 zur Stellungnahme zugeschickt hat, kritisiert sie insbesondere die Datensammelei des sozialen Netzwerks außerhalb der eigenen Plattform, etwa über Social-Plug-ins auf fremden Websites. Facebook-Nutzer werden laut Bundeskartellamt vor die Wahl gestellt, „entweder das ‚Gesamtpaket‘ zu akzeptieren oder auf die Nutzung des Dienstes zu verzichten“.

Nach Bewertung des Bundeskartellamts ist Facebook hierzulande nicht nur wegen des hohen Marktanteils marktbeherrschend, sondern auch, weil im Bereich der sozialen Netzwerke mittlerweile hohe Zugangsbarrieren für Mitbewerber herrschen: „Ein Marktzutritt neuer Wettbewerber mit einem werbefinanzierten Produkt kann nur gelingen, wenn dieser

eine kritische Masse an privaten Nutzern erreicht, die den Dienst für die Werbeseite als Werbefläche attraktiv machen. Das Erreichen einer solchen kritischen Masse wird wiederum durch das Wirken direkter Netzwerkeffekte erschwert.“ Berufsnetzwerke wie LinkedIn und Xing oder Messaging-Dienste wie WhatsApp und Snapchat seien keine direkte Konkurrenz.

Das Bundeskartellamt wartet nun auf eine Antwort von Facebook und möchte im Frühsommer 2018 im Verfahren entscheiden. Die Behörde wies darauf hin, dass es durchaus zu „Verpflichtungszusagen des Unternehmens oder einer Untersagung“ kommen kann. Die Facebook-Datenschutzbeauftragte Yvonne Cunnane zeigte sich überrascht zu den Einschätzungen: „Der vorläufige Bericht des Bundeskartellamts zeichnet ein fehlerhaftes Bild von Facebook. Obwohl Facebook in Deutschland beliebt ist, dominieren wir den deutschen Markt nicht.“ Außerdem befolge man die Datenschutzgesetze in Europa und ab Mai 2018 auch die neue EU-Datenschutz-Grundverordnung. (hob@ct.de)

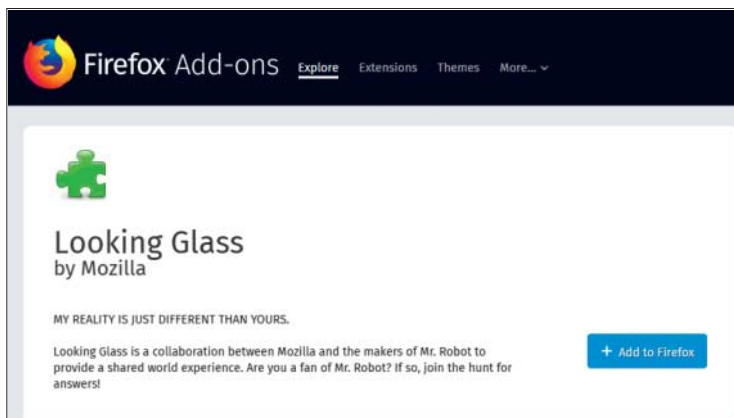
## Mozilla schob Werbe-Add-on unter

Mozilla hat mit einer unangekündigten Werbeaktion Nutzer des Browsers Firefox erzürnt. Der Hersteller hatte bei englischsprachigen Firefox-Versionen in den USA eine Erweiterung installiert, mit der Fans der TV-Serie „Mr. Robot“ an einem Spiel teilnehmen konnten. Das Add-on namens „Looking Glass“ hatte keine Informationen über seine Funktion enthalten und war ohne Einwilligung der Nutzer auf die Rechner gekommen.

Es wurde als sogenannte „Shield Study“ installiert. Dieser Prozess wird normalerweise genutzt, um neue Funktionen des Browsers für begrenzte Zeit in der Praxis zu erproben. In

einem Blog-Artikel räumte der Marketing-Verantwortliche Jascha Kaykas-Wolff ein, dass dieses Vorgehen falsch gewesen sei. Die Umstände der Veröffentlichung habe nicht den eigenen Standards entsprochen. Wie es überhaupt dazu kommen konnte, ließ der Mozilla-Manager allerdings offen. Nun sollen die internen Prozesse untersucht werden. Kaykas-Wolff betonte, dass das Add-on deaktiviert war und auch im aktivierten Zustand keine Nutzerdaten gesammelt habe. Für das Werbe-Add-on sei auch kein Geld geflossen – es sei Bestandteil einer langfristigen Zusammenarbeit mit den Machern der Serie. (Torsten Kleinz/hob@ct.de)

Anzeige



Das Werbe-Add-on Looking Glass findet sich nach wie vor im Erweiterungs-Store von Mozilla.

# Schaltzentrale

## Hardware-Konsolen für Lightroom

**Foto-Entwicklung ist Fließbandarbeit an den immer gleichen Reglern für Belichtung, Kontrast, Tiefen und Lichtern. Mit den handfesten Dreh- und Schieberegler einer Hardware-Konsole macht das mehr Spaß, geht schneller als mit der Maus und ist mindestens ebenso präzise.**

Von André Kramer

Mit Tastatur und Maus kann man jede Software bedienen. Wer aber immer mit demselben Programm arbeitet, wünscht sich ein spezialisiertes Werkzeug, das die Arbeit erleichtert. Beispielsweise eignen sich Maus und Tasten nur bedingt, um Schieberegler zu bedienen. Genau daraus besteht aber fast ausschließlich die Arbeit im Raw-Entwickler.

Eingabegeräte für Musikproduzenten, DJs und Videoprofis gibt es schon länger. Konsolen für die Foto-Entwicklung mit Lightroom sind noch recht neu. Im Jahr 2015 erschien Palette Gear und 2017 der Konkurrent Loupedeck. Beide eignen

sich, um den Raw-Entwickler von Adobe zu bedienen. Palette Gear unterstützt auch weitere Programme von Adobe und anderen Herstellern.

Vor Anschluss der Hardware an den USB-Port muss man die Software des Herstellers installieren, die jeweils für Windows und macOS zur Verfügung steht. In beiden Fällen klappte die Einrichtung problemlos; die Geräte waren nach wenigen Minuten einsatzbereit.

### Loupedeck

Das aus Finnland stammende Loupedeck zeigt sich spezialisiert – die beschrifteten Bedienelemente eignen sich ausschließlich für die Arbeit mit Lightroom. Nach Installation der Treiber-Software kann es direkt losgehen.

Mit der Tastatur hat die Konsole nur die Pfeiltasten zum Wechsel von Bild zu Bild gemeinsam. Das Loupedeck besitzt fünf Taster für Sternbewertung oder Farbmarkierung; ein weiterer Taster schaltet zwischen beiden Modi um. Auf dem Bildschirm informiert eine Texteinblendung über den Wechsel. Weitere Knöpfe schalten zwischen Vorher- und Nachher-Ansicht um, zoomen auf pixelgenaue Größe, öffnen den Export-

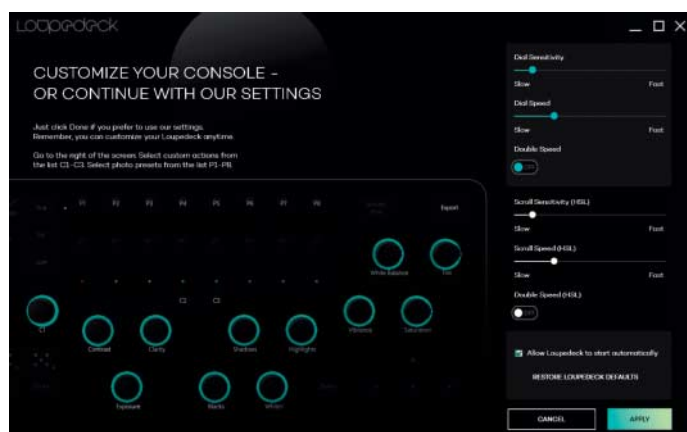
Dialog, rufen die Vollbildansicht auf oder machen Arbeitsschritte rückgängig. Außerdem kann man über Taster Entwicklungseinstellungen kopieren und einfügen.

Für die Lightroom-Grundeinstellungen von Belichtung über Tiefen, Lichter, Schwarz und Weiß bis hin zu Klarheit, Sättigung und Kontrast besitzt das Loupedeck Drehregler. Hinzu kommt der Regler „C1“ zum Einstellen von Vignettierung. Die zunächst willkürlich wirkende Verteilung der Regler leuchtet auf den zweiten Blick durchaus ein. Die Belichtung wird nahezu immer geändert. Daher ist der Regler „Exposure“ am prominentesten angebracht. Den Weißabgleich hingegen stellt man üblicherweise per Pipette ein. So können die Regler dafür ruhig etwas abseits stehen. Die Anordnung ist dennoch gewöhnungsbedürftig.

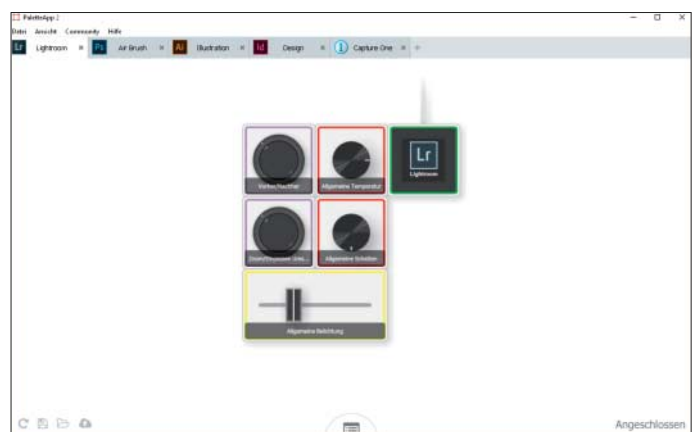
Einen prominenten Bereich nehmen die Bedienelemente für HSL ein (Farbton, Sättigung, Luminanz). Über acht Scrollräder bedient man die Regler für die zugewiesenen Farbbänder in Lightroom – von Rot über Orange, Gelb, Grün und Blau bis hin zu Lila und Magenta. Druckknöpfe schalten zur Bearbeitung von Farbton, Sättigung oder Luminanz um.

Ein großer Drehregler rotiert Bilder. Sobald man ihn bewegt, wechselt Lightroom zum Schnittwerkzeug; lässt man den Regler los, schließt Lightroom es sofort wieder. Für ausgiebige Bildkontrolle bleibt hier keine Zeit. Da greift man doch lieber wieder zur Maus.

Die Regler des Loupedeck sprechen insgesamt gut an. Die Tasten wirken aber etwas klapprig und geben ein schlechtes Feedback. Man bekommt kein Gefühl



Die Loupedeck-App installiert nur einen Treiber. Hier kann man die Empfindlichkeit der Scroll- und Drehregler anpassen.



Die App von Palette Gear steuert nicht nur Lightroom, sondern auch Photoshop, Illustrator, InDesign und andere Anwendungen.



Loupedeck zeigt sich deutlich unflexibler als Palette Gear, bringt aber viele Lightroom-Funktionen gut beschriftet auf wenig Raum unter.

dafür, ob die Eingabe erfolgreich war. Erwischt man einen Taster nicht mittig oder drückt man nicht tief genug, registriert die Software keine Eingabe. Gerade beim schnellen Bewerten geht daher viel Konzentration für die Knöpfe drauf.

### Palette Gear

Die Hardware des Palette Gear ist maximal flexibel ausgelegt. Vier verschiedene Module lassen sich über magnetische Verbindungen zusammenstecken: Das Core-Modul samt Display, eines mit Druckknopf und eines mit Drehregler, sind quadratisch; das Schieberegler-Modul ist doppelt so breit und rechteckig. An je drei Seiten der Bausteine sitzen Pins, an den übrigen Kontaktflächen. So kann man die Bedienelemente nahezu beliebig kombinieren. Auf der Webseite des Herstellers stehen verschiedene Zusammenstellungen, sogenannte Kits, zur Verfügung. Außerdem kann man die drei Eingabemodule einzeln kaufen – das Core-Modul gibts nur im Kit.

Die Palette-App installiert auf Anweisung Steuer-Plug-ins für verschiedene Anwendungen. Darunter sind die Adobe-Programme Lightroom, Photoshop, Illustrator, InDesign, Premiere Pro und After Effects. Auch Google Chrome, iTunes, Spotify, der Windows Media Player und VLC lassen sich über die Module steuern. Plug-ins für die Audio-Bearbeitung Adobe Audition, für den Raw-Entwickler Capture One und das Videoschnittprogramm Final Cut Pro X befinden sich im Beta-Status. Capture One ließ sich mit dem zugehörigen Plug-in aber noch nicht steuern. Die Lightroom-Funktionen hingegen unterstützt die App mittlerweile nahezu komplett. Das Angebot wird kontinuierlich erweitert.

Das Core-Modul besitzt einen USB-Port zur Verbindung mit dem Rechner. Die App erkennt es und zeigt in einer Grafik, welche Module verbunden sind. Anschließend weist man den Bedienelementen in der App Funktionen der Zielanwendung zu. Für jede unterstützte Anwendung lassen sich hier ein eigenes oder auch mehrere Profile anlegen.

Den Druckknöpfen kann man beliebige Tastenkürzel zuweisen, den Dreh- und Schieberegler nur unterstützte Funktionen. In Lightroom Classic lassen sich alle Regler des Entwickeln-Bereichs inklusive Grundeinstellungen, Gradationskurve, Mixer, Teiltonung, Details, Objektivkorrekturen, Effekte und Kamerakalibrierung steuern.

In Photoshop steuert Palette Gear Farbwähler, Ebenendeckkraft, Ebenenmodi, Farbkanäle, einige Pinseloptionen wie Größe und Härte und die Regler für einige Einstellungsebenen wie Helligkeit/Kontrast und Tonwertkorrektur an – deutlich weniger als in Lightroom. Für Illustrator stehen Farb- sowie Schrifteinstellungen, Navigation und Ebenensteuerung zur Verfügung. In InDesign lassen sich Schrift-, Farb- und Ebenen-Optionen wie Rotation, Skalierung und Bewegung zuweisen. Photoshop, Illustrator und InDesign verstecken viele Regler in modalen Dialogen, die man erst per Menübefehl aufrufen muss. Daher stehen sie nicht direkt für die Palette-Software zur Verfügung.

Die App erkennt, welche Anwendung sich im Vordergrund befindet und wechselt daraufhin das Profil. Die Schiebe- und Drehregler sprechen gut an. Die Taster bieten sich für Undo, Zoom, Vollbildansicht und den Wechsel zwischen Vorher und Nachher an. Eine Bewegung am



Die Palette-Gear-Module lassen sich mit verschiedenen Funktionen belegen.

Drehregler leistet präzise Detailarbeit. Drückt man ihn nieder, deckt er einen deutlich größeren Bereich für die grobe Justierung ab.

### Fazit

Beide Hersteller bieten Produkte, die schnell eingerichtet sind, schick aussehen und ihren Zweck erfüllen. Wer ein Werkzeug ausschließlich für Lightroom sucht, ist mit Loupedeck besser beraten. Die Elemente sind gut beschriftet und decken die wichtigsten Funktionen ab. Allerdings reagieren die Schalter schlechter als die der meisten Tastaturen. Die Beschränkung auf Scroll-Räder und Drehregler ergibt Sinn – die Position von Schieberegler gilt schließlich beim Wechsel zu einem anderen Bild nicht mehr.

Die Module von Palette Gear sind nicht beschriftet, man muss sich deren Belegung also merken. Außerdem sind sie recht groß. Beides macht größere Setups zur Qual. Auf der Haben-Seite verbucht Palette Gear die höhere Flexibilität mit Plug-ins für etliche Adobe-Anwendungen. So eignet es sich für Nutzer, die wenige, häufig benutzte Funktionen aus verschiedenen Anwendungen beschleunigen möchten. (akr@ct.de) **ct**

### Konsolen für Lightroom

Hersteller	Loupedeck	Palette Gear
Web	<a href="http://loupedeck.com">loupedeck.com</a>	<a href="http://palettegear.com">palettegear.com</a>
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.10	Windows ab 7, macOS ab 10.9
Kompatibilität	Adobe Lightroom ab 6	Adobe Lightroom ab 6, Photoshop CC, Premiere Pro CC, After Effects, Illustrator, InDesign, Audition, Capture One u. a.
Preis	249 €	ab 199,99 US-\$ <sup>1</sup>
1 Starter Kit (Core-Modul, 2 Druckknöpfe, 1 Dreh-, 1 Schieberegler)		





# Cloud-Schatulle

## Datamate Homie – betreuter Heimserver

**Die Idee hat ihren eigenen Charme: ein Linux-Heimserver, der auch Cloud-Dienste bereitstellt und der dank Installationshilfe vor allem für Linux-Laien geeignet sein dürfte. Hübsch anzusehen ist er auch noch.**

Von Peter Siering

Die Brüder Dyllick-Brenzinger haben ein neues Produkt am Start: Dem Sync- und Heimserver Ionas auf einem Raspi aus dem Jahr 2015 und dem gleichnamigen Small Business Server aus 2016 folgt jetzt Homie. Beim Konzept bleiben sich die Produkte treu – der Kunde erhält ein Kombipaket aus Hard- und Software nebst individuellem Installationssupport. Den Small Business Server übernimmt die jetzt als Datamate firmierende Firma unter dem Produktnamen Fellow. Die ursprünglich Raspi-basierte Lösung gibt es nicht mehr.

Die technischen Daten des Homie sind wenig spektakulär: Im ansehnlichen Nussbaumholzgehäuse steckt ein PC-

Barebone von ASRock. Auf Wunsch des Kunden liefert der Hersteller auch Sonderausstattungen, etwa eine zweite Festplatte, die dann mit der Standardplatte ein RAID bildet. Üblicherweise vertreibt er das System über Amazon für 999 Euro. Für die nackte Hardware in Form eines Bausatzes und mit normalem Blechgehäuse müsste man beim PC-Teillieferanten mindestens 360 Euro be-  
rappen.

### Cockpit-Charme

Doch den eigentlichen Charme macht nicht die Hardware aus. Datamate hat für den Server eine per Webbrowser ansteuerbare Verwaltungsoberfläche namens „Cockpit“ entwickelt (die nicht mit dem Cockpit Project verwandt ist). Unter privatecloud.de kann sich jeder für eine Demoinstanz registrieren und das Datamate Cockpit ausprobieren. Dort lassen sich Nutzer anlegen und deren Rollen festlegen, Dienste starten, beenden und konfigurieren sowie Cloud-Funktionen wie Kalender, Aufgaben und Adressbuch aus dem Webbrowser heraus verwenden.

Für den Dateiaustausch setzen die Entwickler voll auf Dateisynchronisation

mit Seafile statt auf herkömmliche Dateigrabdiene wie SMB. Auf den Clients, die Dateien auf dem Server ablegen oder von dort abrufen sollen, ist deshalb das Einrichten der Seafile-Client-Software nötig. Dass Datamate Seafile bevorzugt, kommt nicht von ungefähr: Die Firma ist der offizielle Support-Partner für Deutschland – Expertise sollte also reichlich vorhanden sein.

SMB via Samba für den Zugriff auf Dateien kann man anschalten, aber es ist nur rudimentär konfiguriert und lässt jedermann herein. Anders Seafile: Hier ist die Vergabe von Rechten vorgesehen, die Freigabe von Dateien an Dritte ins Internet möglich und jede Änderung wird versioniert. Samba dürfte im System bleiben, weil es als Quelle für die enthaltenen Medienserver und Abspielfunktionen dient.

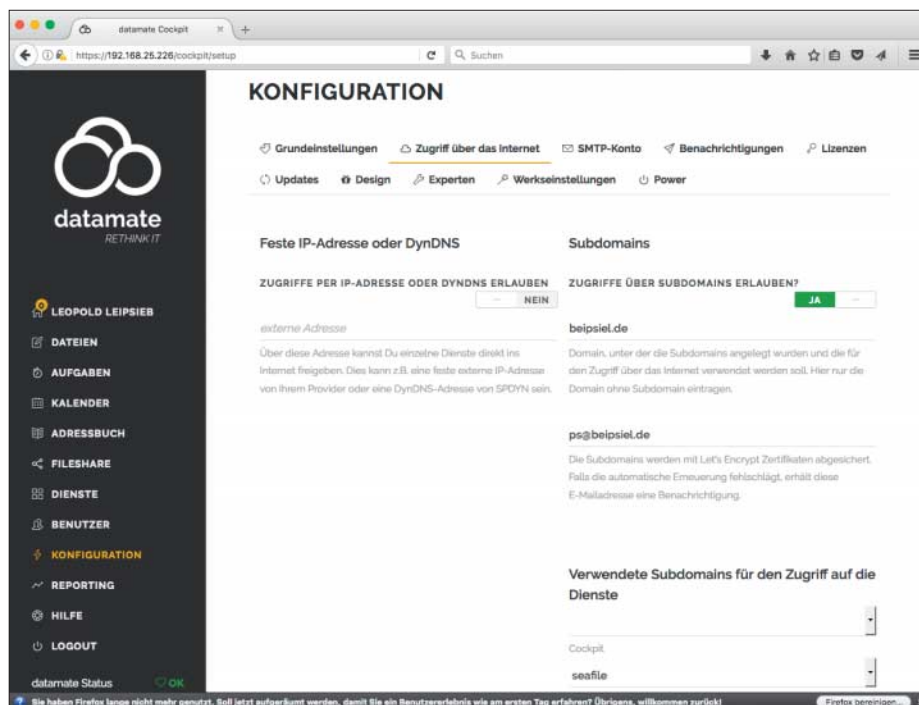
In der Dienstliste finden sich darüber hinaus zahlreiche Bekannte: Wordpress fürs Hosten von Web-Seiten, Mailcow als Mailarchiv, die Datamate-Eigenentwicklung Fileshare für die Freigabe von Dateien an Dritte, Kodi zum Abspielen von Medieninhalten, Steam ist für Spiele vorinstalliert, ReadyMedia stellt Medien-dateien im Netz bereit, OpenVPN gewährt Zugriff aufs Heimnetz und Duply & Duplicity helfen, die Daten des Servers regelmäßig in die Cloud oder auf USB-Platte zu sichern.

All die Aufgaben bewältigt das Kistchen tadellos. Beim Abspielen von HD-Videos dreht weder der Lüfter merklich auf, noch steigt der Energieverbrauch messbar an. Der Durchsatz in unserem NAS-Test erreicht bei aktivem SMB-Server den eines Einsteiger-NAS. Im regulären Betrieb hält sich auch die Lautheit im Rahmen. In einer sehr ruhigen Büroumgebung, in der ausschließlich Systeme mit SSD liefen, ließ sich allerdings



**Im Bücherregal fällt Homie kaum auf. Eigentlich ist er zu schade, um ihn dort zu verstecken.**





Nicht verwandt oder verschwägert mit dem „Cockpit Project“: Datamates Cockpit zur Konfiguration und Administration von Homie.

ein subjektiv störendes, leises Rauschen wahrnehmen, sobald Homie lief – das sollte laut Hersteller bei einem Noctua-CPU-Lüfter nicht der Fall sein.

## Update-Reigen

Updates gelangen auf vier verschiedenen Wegen in den Server: über die Ubuntu-Paketverwaltung, händisch (Seafile, Sabre/DAV, Steam, DDClient), per integrierter Update-Funktion (Wordpress) und via eigenem Skript im Fall von Cockpit. Eine Bedienhilfe gibt es nur für Cockpit-Updates und das Aktivieren sicherheitskritischer Ubuntu-Updates. Alle anderen Aktualisierungen sind von Hand teils auf der Kommandozeile einzuspielen. Dabei hilft Datamate, gibt Kunden aber auf Nachfrage auch das root-Passwort.

Für langfristigen Support können homie-Käufer mit der ionas OHG einen Vertrag schließen und haben so Anspruch auf einen Wartungstermin alle drei Monate. Das kostet 10 Euro pro Monat. Support-Anrufe rechnet das Unternehmen – auch ohne Vertrag – für 1,35 Euro pro Minute ab. Die ionas-Experten lösen allgemeine Computerprobleme, warten aber eben auch ihren Homie – auf diese Weise sollen Kunden auch Major-Updates für Cockpit außerhalb des ersten Jahres erhalten. Einen speziellen Supportvertrag für Homie gibt es nicht.

Wir haben das System zunächst ohne Support in Betrieb genommen und waren anfangs irritiert: Den SMB-Dienst schaltet Homie immer wieder eigenmächtig aus, wenn es neu gestartet wird. Für den per SSL abgesicherten, öffentlichen Betrieb seiner Dienste kann Homie bei Let's Encrypt Zertifikate anfordern. Leider schien die Software es zu versäumen, auch die Firewall des Ubuntu-Servers im Hintergrund so zu öffnen, dass die Dienste auch über Port 443 erreichbar sind.

Die Hinweise, dass über das Erzeugen der Zertifikate hinaus für jeden Dienst separat die Freigabe ins Internet zu erteilen ist, hatten wir offenbar übersehen. Sobald man das nachgeholt hat, ändern sich auch die von Homie angezeigten, benutzerspezifischen und automatisch an die jeweiligen Domain-Namen angepassten Anleitungen zur Konfiguration auf dem Client, etwa für Seafile oder Mobilgeräte.

Wer gleich zu Beginn den im Kaufpreis enthaltenen telefonischen Installations-Support in Anspruch nimmt, dem bleiben solche Erfahrungen im Zweifel erspart. Normalerweise binnen einer Stunde richtet der Hersteller Homie dann in einer Teamviewer-Sitzung zusammen mit dem Kunden ein. Wir haben diesen Support nach unseren Einrichtungsversuchen konsultiert und empfanden das als sehr hilfreich.

Das Gesamtkonzept zeigt noch Risse: Um via Fileshare Dateien zu veröffentlichen, muss man sie zunächst auf die SMB-Freigabe „Fileshare“ werfen. Über Seafile kommt man an den dahinterliegenden Ordner in der Grundkonfiguration nicht heran. Die Reporting-Seite gibt Konfigurationstipps, so zum Einschalten des Einbruchsschutzes, der heißt in der Dienstliste aber Zugriffsüberwachung.

## Spar-Cloud

Die Positionierung als Cloud-Alternative erscheint uns zu viel versprochen: Mail-Dienste bietet Homie momentan nicht; das integrierte Mailcow-Paket soll lediglich als E-Mail-Archiv, aber nicht als -Server dienen. CalDAV und CardDAV mögen für das Anbinden von Mobiltelefonen ausreichen. Mancher Benutzer mag sich hier mehr wünschen, etwa Push-Benachrichtigungen via Active-Sync/Z-Push. Für Outlook ist DAV eher ein Krampf, der nur mit externen Konnektoren zu realisieren ist.

Wer nicht Linux lernt, bleibt auf den Hersteller zu Lebzeiten des Produkts angewiesen. Über den Kaufpreis hinaus sollte man allein schon aufgrund der nur zum Teil automatisierten Updates ein Budget für die Wartung einplanen. Andernfalls wäre es grob fahrlässig, Software wie Wordpress offen am Netz zu betreiben. Datamate hält das Risiko auch ohne Wartungsvertrag für tragbar, wenn eine Konfiguration wie empfohlen mit aktivem fail2ban läuft. (ps@ct.de) **ct**

## Heimserver mit Support

Gerät	Datamate Homie
Hersteller	Datamate GmbH
Software-Basis	Ubuntu 16.04 LTS
Hardware-Basis	ASRock Deskmini 110
Prozessor	Intel Celeron G3930
Hauptspeicher	4 GByte DDR4
Massenspeicher	Seagate ST2000LX001, Hybrid-HD (SSHD)
Anschlüsse	2 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, 1 × USB-C 3.0, Mikrofon und Kopfhörer, Gigabit Ethernet (RJ45), DisplayPort, HDMI, VGA, intern M.2 E2230/M2280 (frei), 2 × SATA (1 frei)
<b>Messwerte</b> (mäßige Last als SMB-Server, beim Abspielen von HD-Filmen)	
Leistungsaufnahme	13 Watt; 0,5 Watt im Soft-Off
Geräusch	0,2 Sone
<b>SMB-Durchsatz (W/R) mit 1 × ST2000LX001</b>	
1000 × 256 KByte	33 / 10 MByte/s
100 × 2 MByte	43 / 34 MByte/s
10 × 400 MByte	75 / 67 MByte/s
Preis	1000 €



## Weißer Riese

**NZXT stattet das PC-Gehäuse H700i mit einer smarten Lüfterregelung aus, die unter anderem ein integriertes Mikrofon auswertet.**

Beim Design des Midi-Tower setzt der Hersteller auf klare Linien. Externe Laufwerksplätze gibt es nicht. Stattdessen sitzen hinter der Front ein Staubfilter und drei 12-cm-Lüfter. Zwei Schlitten für 3,5"-Festplatten sowie das Netzteil befinden sich in einer abgetrennten Zone am Boden des H700i. Die fünf 2,5"-Einbaupositionen hat der Hersteller neben dem Mainboard sowie auf der Rückseite des Board-Trägers angebracht.

Die linke Gehäuswand besteht vollständig aus Glas. Damit die eingebaute Hardware zur Geltung kommt, ist ein RGB-LED-Streifen installiert. Ein zweiter lässt sich frei platzieren.

Die warme Abluft fördert ein 14-cm-Lüfter durch die Rückseite hinaus. Dieser wird wie die übrigen Lüfter über eine per USB angeschlossene Box mittels der Windows-Software CAM geregelt. Neu ist ein adaptiver Modus, für den man sich zunächst online registrieren muss. Die Einrichtung dauert ungefähr 1,5 Stunden. Dabei misst die Software die Temperaturen von CPU und GPU sowie die Lautstärke mit einem integrierten Mikrofon bei verschiedenen Lastzuständen und erzeugt daraus individuelle Lüfterkurven. Das NZXT 700i ist hervorragend verarbeitet, kostet mit 200 Euro wegen der Lüfterregelung und Beleuchtung aber mehr als vergleichbare PC-Gehäuse. (chh@ct.de)

H700i	
PC-Gehäuse mit smarter Lüfterregelung	
Hersteller	NZXT, <a href="http://www.nzxt.com">www.nzxt.com</a>
Abmessungen (H × B × T)	51,5 cm × 23,0 cm × 49,5 cm
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × Audio
Preis	200 €



## Lüfterverteiler

**Der Midi-Tower Define R6 bringt einen Hub mit, der mehrere 3- und 4-Pin-Lüfter mit der Regelung des Mainboard verbindet.**

Für die neue Generation des Define-Gehäuses hat der Hersteller Fractal Design das Innenleben überarbeitet. Hinter der gedämmten Aluminiumtür gibt es Zugang zu einem 5,25"-Schacht. Zudem nimmt das Define R6 sechs 3,5"-Laufwerke auf. Diese sitzen entkoppelt auf Schlitten, die sich in elf verschiedenen Positionen befestigen lassen. Zwei weitere SSDs finden auf der Rückseite des Mainboard-Trägers Platz.

Um unter dem Dach Lüfter oder den Wärmetauscher einer Wasserkühlung einzubauen, kann man den Deckel auf Knopfdruck entriegeln und abnehmen. Dort sitzt wie hinter der Fronttür ein abnehmbarer Staubfilter. Ein Hub leitet das PWM-Signal von einem geregelten Mainboard-Anschluss an drei 4-Pin-Ausgänge weiter. Zudem nutzt der Hub dieses Signal, um die Spannung von sechs 3-Pin-Ausgängen zwischen 5,5 und 12 Volt zu variieren. Die drei eingebauten 3-Pin-Lüfter laufen mit maximal 1000 U/min und sind dabei angenehm leise (0,4 Sone).

Mit der optionalen Riser-Card Flex VRC-25 für 40 Euro lässt sich eine Grafikkarte aufrecht montieren. Das Define R6 überzeugt durch viele nützliche Details sowie durch hohe Flexibilität und Verarbeitungsqualität. (chh@ct.de)

Define R6	
PC-Gehäuse mit Lüfter-Hub	
Hersteller	Fractal Design, <a href="http://www.fractal-design.com">www.fractal-design.com</a>
Abmessungen (H × B × T)	46,4 cm × 23,4 cm × 54,6 cm
Frontanschlüsse	2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × Audio
Lüfter	3 × 14 cm
Preis	150 € (ohne Glasseitenwand 130 €)



## Zirkusmaus

**Die CadMouse von 3DConnexion verbindet sich über Bluetooth und hat nicht nur für CAD-Zeichner coole Tricks parat.**

Egal ob über USB-Kabel, Bluetooth oder einen kleinen mitgelieferten USB-Funk-Stecker – die CadMouse von 3DConnexion findet immer problemlos Anschluss. Der interne Akku lädt sich am USB-Kabel und liefert laut Hersteller bis zu zwei Monate Strom.

Neben dem gerasterten Scrollrad und drei Maustasten findet man auf der Oberseite eine Wahltaaste für ein auf dem Bildschirm einblendbares Kreismenü. Zwei weitere Tasten liegen oberhalb der Daumenmulde. Die Maus liegt gut in der Hand. Sie scannt Oberflächen präzise per Lasersensor (8200 dpi, 1000 Hz) und gleitet dank breiter Kunststofffüße mühelos über Pads und Tische.

Allerdings wird sie nicht als Standard-USB-Eingabegerät erkannt. Zum Betrieb ist zwingend der passende Treiber „3DxWare“ für Windows, macOS oder Linux erforderlich. Er erlaubt es, abhängig von der gerade aktiven Anwendung, verschiedene Makros, System- und Tastenbefehle auf die Maustasten zu legen. Probleme hatten wir einzig mit der „SmartScroll“-Funktion. Unter macOS 10.13 führte sie zu unkontrollierbaren Scroll-Manövern, sodass wir sie besser abschalteten.

Insgesamt ist die CADMouse ein exzellentes Eingabegerät, dessen hoher Preis aufgrund der Abtastung, der Programmierbarkeit und Bluetooth-Verbindung angemessen ist. (hag@ct.de)

3DConnexion CadMouse Wireless	
Funkmaus mit Bluetooth	
Hersteller	3DConnexion, <a href="http://www.3dconnexion.de">www.3dconnexion.de</a>
Anschluss	USB (1,8 m Kabel), USB-Funk, Bluetooth 4.0
Betriebssysteme	Windows ab 7, macOS ab 10.9, Linux
Preis	99 €

# Blauer Robert

**Das Hybridradio Roberts Stream 94i empfängt DAB+, Internetradio und spielt Spotify ab. Ganz billig ist es nicht.**

Das Roberts Stream 94i sieht mit seinem umklappbaren Lederriemen auf der Oberseite und der ausziehbaren Teleskopantenne aus wie ein Kofferradio. Für so was 329 Euro aufzurufen erscheint mutig.

Auf den ersten Blick hat sich das Gerät gegenüber seinem Vorgänger Stream 93i nur optisch verändert. Das Äußere des Hybridradios im grob gemaserten Echtholzgehäuse zeigt etwas weniger Ecken und Kanten, und es hat eine durchgehende Knopfleiste. Der Griff ist anders als beim Vorgänger umklappbar und die Fernbedienung ist griffiger. Neu ist auch das farbige LCD-Anzeigefeld.

Außerdem tauschte Roberts den Empfangs-Chip gegen einen flotteren aus, wodurch es sich flüssiger bedienen lässt. Das Menü wurde überarbeitet, wobei die Übersetzer aber offensichtlich nicht ganz fertig geworden sind: Unter Software-Update geistert noch der überflüssige Punkt „Verifique agora“ herum.

Beim Empfang von DAB+ und UKW-Sendern fiel die hohe Empfangsempfindlichkeit auf, sodass die Teleskopantenne im Gegensatz zu etlichen vorher getesteten Radios nicht mal ausgezogen werden musste. Die fünf Stationstasten für Radiosender dürften vielen reichen. Das Programmieren der Tasten ist kinderleicht und per langem Druck auf die entsprechende Stationstaste erledigt.

Hybridradios sollen möglichst viele Quellen abspielen. Spotify gehört mittlerweile zum Pflichtprogramm. Außer einem analogen Aux-in-Anschluss streamt das Stream 94i per Bluetooth auch Musik, Podcasts oder andere Inhalte vom Smartphone oder Tablet. Das Radio zeigt dabei Titelfinfos und steuert die Wiedergabe. AptX beherrscht das Radio aber nicht. Als Quellen funktionierten auch Musikserver via DLNA (LAN oder WLAN auf 2,4 und 5 Gigahertz) sowie USB-Sticks. Bei den Dateiformaten gibt sich das Stream 94i nicht wählerisch: Es spielt auch verlustlose Formate wie FLAC/ALAC- und herkömmliche MP3-/WMA- sowie WAV- und AAC-Dateien ohne Mucken ab.

Die Frontseite ist kaum größer als DIN A5 und bietet den beiden nach vorn strahlenden Lautsprechern naturgemäß



nur eine schmale Stereobasis. Auf der Rückseite ist noch ein weiterer Lautsprecher, wohlthuend bescheiden Midwoofer genannt. Eine kleine Bassreflexöffnung soll bei der Tiefton-Wiedergabe unterstützen. Insgesamt produziert das 2.1-System einen ordentlichen Klangteppich für kleine bis mittlere Zimmergrößen. Man muss die Lautstärke schon arg weit aufreißen, bis das Radio scheppert.

Bei der Bedienung profitiert man von der kompakten Bauform. Die wichtigsten Knöpfe zum Navigieren in den Menüs sind so angeordnet, dass man nicht umgreifen muss. Weniger gut ist die Platzierung von Kopfhörer- und USB-Buchse gelungen. Hier gerät das blind tastende Einstöpseln zum Geduldsspiel. Gattungsüblich lässt sich das Stream 94i über eine Undok-App (für iOS und Android) per Smartphone oder Tablet steuern. Gerade die Auswahl der Internetradiosender gelingt damit flotter als übers Gerätemenü – obwohl darin bereits 120 Sender vorausgewählt sind.

Insgesamt erhält man mit dem Stream 94i ein wertiges Hybridradio mit breitem Einsatzspektrum – zu einem leider happigen Preis. (mil@ct.de)

Anzeige

## Roberts Stream 94i

### Internetradio

Hersteller	Roberts Radio, <a href="http://www.robertsradio.com">www.robertsradio.com</a>
Abmessungen	260 mm × 170 mm × 132 mm
Gewicht	1,7 kg
Funktionen	DAB/DAB+/UKW (RDS), Internetradio, Aux-in, Bluetooth-Streaming, Spotify Connect
Wiedergabe	Stereo 2.1, Line-out
kompatibel	iOS, Android (per Undok-App)
Verbindung	LAN/ WLAN, 802.11 (b/g/n)/ Bluetooth 4.0





# Filmende Untertasse

## 3D-360-Grad-Kamera Vuze

**Mit acht Sensoren nimmt die 360-Grad-Kamera Humaneyes Vuze ihre Umgebung auf – in stereoskopischem 3D.**

**Von Jan-Keno Janssen**

Consumer-360-Grad-Kameras gibt es wie Sand am Meer – aber keine davon zeichnet bislang in stereoskopischem 3D auf. Das ändert sich nun: Die Vuze des israelischen Herstellers Humaneyes berechnet aus den Aufnahmen ihrer acht eingebauten 2-Megapixel-Sensoren ein stereoskopisches 360-Grad-Video. Zum Anschauen solcher 3D-Rundum-Videos benötigt man ein VR-Headset. Humaneyes legt eine einfache VR-Halterung für Smartphones bei; deutlich schöner wirken die Videos allerdings auf hochwertigeren VR-Systemen mit geschmeidigem Headtracking. In 2D lassen sich die 360-Grad-Videos auch am PC-Monitor oder Smartphone begucken.

In Sachen Bildqualität ähnelt das Vuze-Material dem ordentlicher Con-

sumer-Kameras wie Samsung Gear 360 (2016er-Version). Obwohl das Gerät 4K-Dateien ausgibt, wirkt die Bildschärfe mit VR-Headset betrachtet nicht wie HD – sondern wie besseres VHS. Schließlich sind in dem 4K-Frame nicht nur die Ansichten fürs linke und rechte Auge untergebracht (untereinander im Top-Bottom-Format), sondern das komplette Rundum-Panorama. In der VR-Brille sieht man immer nur eine Teilansicht mit einem Bruchteil der Ursprungsauflösung.

Dennoch: Dank der 3D-Darstellung wirken Vuze-Videos im VR-Headset gespenstisch lebensecht; der Unterschied gegenüber 2D-360-Grad-Material ist riesig. Allerdings produziert die Vuze im Vergleich zu Kameras mit nur einem oder zwei Sensoren bei nahen Objekten deutlich mehr Stitching-Artefakte. Humaneyes empfiehlt deshalb, grundsätzlich einen Abstand von 1,20 Meter zur Kamera einzuhalten. Außerdem braucht man viel Licht, dunkle Szenen sehen unscharf und verrauscht aus.

Anschauen lassen sich die Videos beispielsweise mit der Windows-App Filme & TV, allerdings nur in 2D – irritierenderweise

unterstützt auch die Version für Windows-Mixed-Reality-Headsets kein stereoskopisches 360-Grad-Video. Besser klappt es mit der SteamVR-Software Vive Video, die neben der HTC Vive auch Oculus Rift und Windows MR unterstützt. Allerdings muss man hier das Videoformat manuell einstellen, indem man aufs Augen-Icon klickt und „3D Over Under“ sowie „360“ auswählt.

Oculus Video (für Oculus Rift und Gear VR) erkennt Vuze-Videos nur dann richtig, wenn man den Dateinamen auf „...\_360\_TB.mp4“ ändert. YouTube erkennt das Material nach dem Hochladen dagegen vollautomatisch als stereoskopisches 360-Grad-Video.

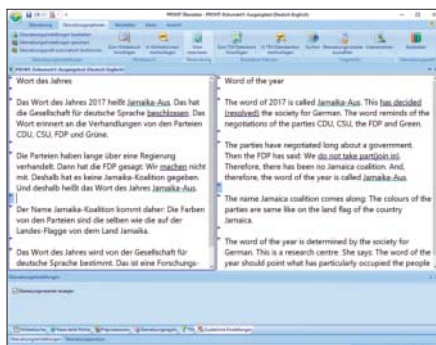
Die Konfiguration der Vuze läuft über eine Mobil-App (Android und iOS), die auch als Fernauflöser dient. Die Live-Vorschau beschränkt sich auf ein einzelnes Kamerabild – ein aus den acht Kamerabildern zusammengesetztes Bild kann die Vuze prinzipbedingt gar nicht anzeigen, da das Material erst nachträglich am Rechner zusammengestitcht wird. Die Software „Vuze VR Studio“ (für Windows und macOS) macht einen ordentlichen Eindruck und erlaubt auch rudimentäre manuelle Einstellungen, um beispielsweise Stitchingfehler zu minimieren.

Wer 3D und volle 360 Grad will, kann bei der Vuze bedenkenlos zugreifen – im drei- und vierstelligen Preisbereich gibt es sonst keine Kamera-Konkurrenz. Profi-Modelle wie Nokia Ozo und Jaunt One kosten über 20.000 Euro. Wer allerdings auch mit 180 Grad leben kann, ist womöglich mit günstigen Doppelsensor-Systemen wie einem selbstgebauten GoPro-Rig, einer Lucidcam oder Googles angekündigten VR180-Modellen besser bedient. (jkk@ct.de) **ct**

Humaneyes Vuze	
Stereoskopische 360-Grad-Kamera	
Hersteller	Humaneyes, <a href="https://vuze.camera">https://vuze.camera</a>
Sichtfeld	360 × 180 Grad
Auflösung	3840 × 2160 Pixel (insgesamt, Frames fürs linke und rechte Auge übereinander)
Sensoren	8 × Sony IMX408 (CMOS, 2 MPixel)
Frame- / Bitrate	30 fps / max. 120 MByte/s
Videoformat	MP4, H.264-komprimiert
Audio	4 × 48-kHz-MEMS-Mikrofone
Akkulaufzeit	rund 2 Stunden (3700 mAh Li-ion-Akku)
Schnittstellen	MicroUSB, WLAN (802.11b/g/n 2,4 GHz), MicroSD-Kartenslot
Gewicht	469 g
Lieferumfang	Trageetui, Mini-Griff, Mini-VR-Halterung (Homido Mini), USB-Kabel, USB-Netzteil
Preis	850 €



Anzeige



## Übersetzungs- gehilfe

**Auf Version 12 folgt bei der Übersetzungssoftware Prompt unmittelbar Version 18. Die drei Ausgaben des Programms wurden neu zugeschnitten. So hat jetzt bereits die Einsteigervariante ein Translation Memory – allerdings ein eingeschränktes.**

Die drei Versionen des Programms heißen nun Master, Professional und Expert; alle drei werden einerseits für das Sprachpaar Englisch/Deutsch angeboten und andererseits in einer Multilingual-Variante, die auch Französisch, Spanisch und Russisch umfasst; Italienisch und Portugiesisch stehen auf dem Umweg über Englisch zur Verfügung. Übersetzungen zwischen diesen Sprachen finden lokal statt. Arabisch, Türkisch, Japanisch, Chinesisch und drei weitere Sprachen kann man online auf dem Prompt-Server übersetzen lassen.

Zum Testen haben wir die Professional-Version für Englisch/Deutsch verwendet. Deren Umfang ist beachtlich: Man arbeitet entweder im programm-eigenen Editor oder per Add-ins direkt in Word, Excel, PowerPoint, Outlook und OneNote. In diesem Fall bleibt das Layout der Dokumente weitgehend erhalten. Mit einem Wörterbuch-Editor lässt sich der Wortschatz des Übersetzers bearbeiten. Im Stapelbetrieb kann man ausgewählte Dateien oder den Inhalt eines gesamten Ordners in einem Rutsch über-

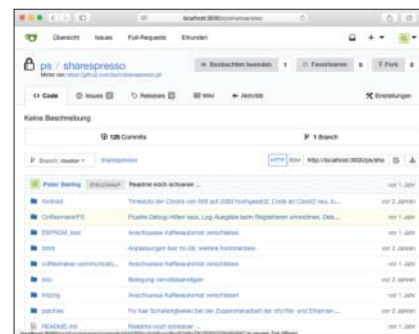
setzen lassen. Das alles präsentiert sich ziemlich unübersichtlich in vielen Einzelanwendungen.

Ein Translation Memory (TM) ist eine Datenbank, in der bereits vorliegende Übersetzungen in Form von Satz(teil)-Paaren in Quell- und Zielsprache abgelegt sind. Das TM der Pro- und Expert-Version erkennt auch teilweise Übereinstimmungen, sogenannte Fuzzy Matches. Im TM der Master-Variante ist dies nicht der Fall.

Im Unterschied zu statistisch funktionierenden Online-Übersetzern arbeitet Prompt nach linguistischen Regeln. Das Übersetzungsergebnis ist auf diese Weise nach unserem Eindruck nicht besser oder schlechter, sondern anders. Auch bei grammatisch einfachen Sätzen liegt Prompt längst nicht immer richtig, wie der Test mit einem Text in leichter Sprache zeigte. Aus „Das Wort des Jahres 2017 heißt Jamaika-Aus.“ wurde „The word of 2017 is called Jamaica from.“ Anders als bei den Online-Übersetzern hat der Anwender nun aber die Möglichkeit, die Qualität der Übersetzung zu verbessern. So kann man einzelne Wörter im Ausgangstext reservieren. Nach Reservieren von „Jamaika-Aus“ – das für den gesamten Text gilt – lautet die Übersetzung „The word of 2017 is called Jamaika-Aus.“ „Milliarde“ übertrug Prompt zunächst in das wenig gebräuchliche „milliard“ – nach Wahl der Variante „Englisch (USA)“ stand „billion“ im Zieldokument.

Insgesamt zeigte unser stichprobenhafter Test Licht und Schatten. Neben einigen bemerkenswert gelungenen Übersetzungen gab es auch grobe Schnitzer. Für Anwender, die lediglich ab und an ein paar Sätze übersetzen möchten, empfehlen sich Online-Dienste wie Google Translate oder DeepL als unkomplizierte Helfer – solange keine Bedenken bestehen, Quell- und Zieltext unverschlüsselt durchs Internet zu schicken. Wer dagegen regelmäßig längere Texte bearbeitet, kann von der Arbeit mit Prompt profitieren – insbesondere, wenn die Texte eine ähnliche Struktur oder ähnliche Inhalte haben. Bestehende Arbeitsergebnisse eines menschlichen Übersetzers lassen sich dank TM wiederverwenden und nach den richtigen Anpassungen liefert Prompt meistens zumindest brauchbare Rohübersetzungen. (dwi@ct.de)

**Alle Preise, Versionsvergleich, Testversionen:** [ct.de/y9jg](https://ct.de/y9jg)



## GitXXX-Lite

**Gitea ist eine leichtgewichtige Alternative zu GitHub oder GitLab.**

Die Code-Hosting-Plattform ist in Go geschrieben und daher plattformagnostisch: Man braucht nur eine zwischen 30 und 60 MByte große Binärdatei. Es gibt sie für 32- und 64-Bit-Linux-Systeme, macOS, Windows sowie ARM- und MIPS-Derivate. Das heißt, dass ein Raspi oder auch einfache NAS-Systeme als Betriebsgrundlage genügen. Der Aufruf der Binärdatei reicht, schon lässt sich die Web-Anwendung im Browser konfigurieren. Als Backend bringt Gitea SQLite3 mit, andere, extern betriebene Datenbanken sind möglich. Dauerhafter Betrieb erfordert ein wenig Fummelerei mit Systemd, Windows-Diensten und dergleichen. Zum einfachen und schnellen Ausprobieren gibt es Docker-Images.

Gitea integriert Git-Versionsverwaltung, Web-Frontend, Bug-Tracker (Tickets) und Wiki. Zugriff auf Repositories ist per HTTP(S) und SSH möglich. Mit Web- und Git-Hooks lassen sich an Aktionen POST-Requests oder Skripte hängen. Parameter, mit denen sich die Binärdatei aufrufen lässt, erlauben obendrein Dumps für Backups und einige weitere Operationen. Lokale Repositories können entfernte Repositories regelmäßig spiegeln. Schneller und einfacher bekommt man sein persönliches GitHub nicht auf die Füße. Für kleinere Projektgruppen reicht Gitea auf schmaler Hardware vollends aus, wenn nicht gerade CI/CD-Funktionen oder grafisch aufbereitete Projektstatistiken gefragt sind. (ps@ct.de)

### Gitea

#### Code-Hosting-Plattform

Homepage	<a href="https://gitea.io">https://gitea.io</a>
Preis	kostenlos (MIT)

### PROMT Professional 18

#### Übersetzungssoftware

Hersteller	PROMT GmbH, <a href="http://www.prompt.de">www.prompt.de</a>
Systemanforderung	Windows 7-10, .NET 4.5
Add-ins für	MS Office XP-2016
Preis	199 € (Abo: 99 € pro Jahr)



## Synthie-Stick

**WS Audio lagert die analoge Klangerzeugung seines Synthesizers Trueno auf einen USB-Stick aus.**

Analoge Synthesizer lassen sich zwar recht gut in Software emulieren. Allerdings benötigt man dafür enorme Ressourcen und muss auf kleine Fehler verzichten, die den Charme einer Hardware erst ausmachen. Das britische Start-up WS Audio hat deshalb die Klangerzeugung per Hardware auf einen USB-Stick ausgelagert. Vom Software-Plug-in gesteuert schwingen dort drei Oszillatoren, deren Signal durch ein Filter zu einem Verstärker fließt – alles analoge Bauteile. Ein A/D-Wandler digitalisiert das Signal und speist es zurück in das Software-Plug-in – ohne das Audio-Interface zu bemühen.

Nach einer fünfminütigen Aufwärmphase startet das Plug-in den Tuning-Prozess – die Oszillatoren blieben anschließend stimmstabil. Der USB-Stick kommt mit 250 mA aus und wird im Betrieb handwarm. Leider blockiert er nebenliegende Buchsen. Da der A/D-Wandler nur mit 44,1 kHz läuft, muss das DAW-Projekt ebenfalls mit dieser Sample-Rate arbeiten. Bei einem Puffer von 128 Samples erzeugt das Plug-in rund 20 ms Latenz, die es exakt kompensiert.

Zu den analogen Wellen wie Sägezahn, Rechteck, Puls, Dreieck und Rauschen kommen 256 digitale Oszillatoren und grob editierbare Wavetable. Der dritte Oszillator fungiert wahlweise auch als Modulator (Amplitude, Frequenz) des ersten Oszillators.

Das Filter (Tief- oder Bandpass) ist nicht sehr steilwandig und oszilliert selbst bei voll aufgedrehter Resonanz nicht selbstständig. Zum Sound-Design stehen je-

weils vier ADSR-Envelopes und LFOs bereit. Sie lassen sich mit Pitch und Amplitude der Oszillatoren sowie mit dem Filter verknüpfen. Die nachgeschalteten Software-Effekte halten ein einfaches Delay, Reverb sowie Modulationseffekte bereit.

Die Bedienoberfläche des Plug-ins ist zwar übersichtlich, die Einstellfenster speziell für die Envelopes, LFOs und digitalen Wavetables sind jedoch viel zu klein geraten. Etwas mühsam lassen sich die Parameter immerhin mit CC-Kommandos von MIDI-Controllern verknüpfen. Da Trueno weder Presets mitbringt noch das Speichern innerhalb des Plug-ins erlaubt, muss man die Sounds im DAW-Projekt ablegen.

Im monophonen wie paraphonen Betrieb zählen Retro-Leads zu seinen Stärken. Bässe knarzen, könnten jedoch mehr Verzerrungen vertragen. Drum-Sounds sind ebenfalls möglich, erreichen aber nicht den Punch spezialisierter Drum-Synths. Klangbeispiele findet man auf der Webseite des Herstellers.

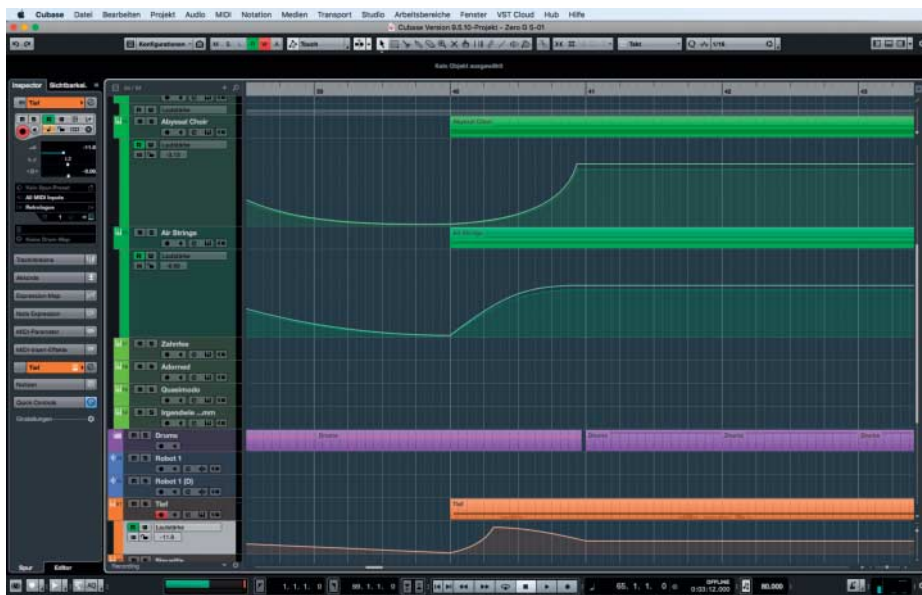
Das minimalistische Konzept von Trueno gefällt. Hard- und Software arbeiten klaglos zusammen. Preset-Speicher und größere Schaltflächen könnten die Bedienung allerdings deutlich verbessern. Sein Filter erreicht zwar nicht die Cremigkeit teurerer Modelle von Moog und DSI. Klanglich hält der Stick jedoch mit günstigen analogen Synthesizern seiner Preisklasse mit. (hag@ct.de)

### WS Audio Trueno

#### Synthesizer-Stick mit Plug-in-Steuerung

Hersteller	WS Audio Ltd., <a href="http://www.truenosynth.com">www.truenosynth.com</a>
Anschluss	USB 2.0
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.9
Formate	VST 2/3, AU, stand-alone
Preis	159 €





# Fünf vor zehn

## Steinbergs DAW Cubase 9.5 lockt mit praktischen Arbeitshilfen

**Das jüngste Update der Digital Audio Workstation von Steinberg mixt intern mit 64 Bit. Es bietet mehr Insert-Slots, ein aufgemotztes Metronom, Automationskurven sowie ressourcenschonende Offline-Effekte.**

Von Kai Schwirzke

**E**in häufig geäußelter Kritikpunkt am hanseatischen Sequenzer-Boliden war dessen Beschränkung auf acht Insert-Effekte, zumal zwei dieser Slots fest „prefader“ geroutet wurden. Cubase 9.5 erhöht die Zahl der Inserts pro Kanal auf 16, die sich individuell auf Pre- und Post-Fader verteilen lassen.

Das bislang eher rudimentäre Metronom wurde generalüberholt. Anwender dürfen nicht nur beliebige Sounds als Klick einsetzen, sondern auch eigene Metronompattern mit unterschiedlichen Tonhöhen und Betonungen erstellen. Das hilft vor allem bei krummen Taktarten. Deren Binnenaufteilung, bei einem 7/4-Takt zum Beispiel 2 + 2 + 3 oder 3 + 2 + 2, lässt sich nun einfach hörbar machen.

Arbeitete der Cubase-Mixer bislang mit einer Fließkomma-Genauigkeit von 32 Bit, lässt er sich nun auch mit 64-Bit-Float betreiben (Double Precision). So werden Rundungsfehler minimiert, die bei der digitalen Addition oder Subtraktion von Signalen auftreten. Jedoch müssen alle eingesetzten Plug-ins das 64-Bit-Mixing unterstützen – dazu gehören etwa alle internen VST3-Effekte von Cubase. Werden andere Plug-ins aktiviert, schaltet Cubase auf 32-Bit-Float zurück.

### Genauer mischen

In der Praxis sind die Unterschiede allenfalls von Fledermausohren bei extrem leiser Musik wahrzunehmen. Typische Pop-Produktionen profitieren von der höheren Rechengenauigkeit hingegen kaum. Da sich der zusätzliche Rechenaufwand mit fünf bis zehn Prozent jedoch in Grenzen hält, kann jeder die Auswirkungen der präziseren Mix-Engine gefahrlos erproben.

Zur Klarstellung: Hier geht es einzig um die Rechengenauigkeit der Mix-Engine und nicht um die 64-Bit-Architektur des Programms und der Plug-ins. Ebenfalls betrifft dies nicht die Auflösung der

Audio-Engine: Sie arbeitet unverändert mit 32 Bit und einer maximalen Sample-Rate von 192 kHz.

### Offline-Effekte

Per Direct Offline Processing (DOP) lassen sich Audio-Objekte im Arrangierfenster unabhängig von Insert- und Send-Effekten mit weiteren Plug-ins und internen Cubase-Funktionen manipulieren. Die Effekte rechnet Cubase dem Audiomaterial offline hinzu, was nur wenige Sekunden in Anspruch nimmt und somit beinahe Realtime-Charakter hat. DOP arbeitet non-destruktiv. Plug-ins können also jederzeit ausgetauscht und angepasst werden. Leider stehen dafür keine Presets zur Verfügung.

Das Zeichnen von Automationsdaten, etwa für Lautstärke oder Stereopanorama, gestattete Cubase bislang nur in Form gerader Linien. Weiche Verläufe musste man umständlich per Hand malen. Cubase 9.5 unterstützt nun auch sogenannte Bézierkurven. Dazu verbindet man zwei Automationspunkte mit einer Linie und biegt sie anschließend in die gewünschte Kurvenform. Das geht flott von der Hand und erlaubt sehr musikalische Ein- und Ausblendungen.

Ganz nebenbei erweiterte Steinberg die Bedienoberfläche. In der „rechten Zone“ lässt sich nun eine vollständige Dateiverwaltung einblenden. Alternativ findet dort die Master-Aussteuerungsanzeige oder der Control Room Platz. Ebenfalls praktisch: Die neue Snap-To-Zoom-Funktion passt das Maastraster automatisch an den aktuellen Zoom-Wert an.

### Fazit

Steinberg setzt bei Cubase 9.5 weiter auf Konsolidierung. Das bekommt dem Programm gut. Denn oft sind es kleine Details wie die Snap-To-Zoom-Funktion, die den Arbeitsfluss entscheidend beschleunigen. Da Steinberg zusätzlich Wünsche wie Bézierkurven und erweiterte Insert-Slots erfüllt, empfiehlt sich das günstige Update für alle Anwender. (hag@ct.de) **ct**

Cubase 9.5	
Digital Audio Workstation	
Hersteller	Steinberg Media Technologies GmbH, <a href="http://www.steinberg.de">www.steinberg.de</a>
Systemanforderungen	Windows ab 7, macOS ab 10.11
Plug-in-Standards	VST2, VST3
Preise	Cubase 9.5 Pro 560 € (Update ab 60 €), Cubase 9.5 Artist 310 €, Cubase 9.5 Elements 100 €

# „Alexa, einen Cappuccino bitte“

Tchibo-Kaffeemaschine mit Sprachsteuerung über Amazon Echo

**Mit der Qbo You-Rista will Tchibo technikaffine Hipster abholen. Seit Kurzem lässt sich die Kaffeemaschine über Amazon Echo und Echo Dot steuern. Wir haben mit der Maschine geredet, wie mit der Bedienung im Café nebenan.**

Von André Kramer

Die Zukunft der Kaffeezubereitung soll mithilfe von Amazons Sprachassistenten maximal einfach sein. Ich sage Alexa, dass ich einen Cappuccino möchte und aus der Qbo You-Rista von Tchibo kommt mein Heißgetränk. Der schicke Vollautomat bereitet den Kaffee mit bis zu 19 bar Druck aus den zugehörigen Qbo-Kapseln zu und zieht sich die Milch selbstständig aus dem angeschlossenen Milchtank namens Milk Master. Außer der Kaffeemaschine braucht man für den sprach-

gesteuerten Kaffeegenuss einen Assistenten aus Amazons Echo-Familie. Die künstliche Intelligenz ist kein Bestandteil der Maschine. Wer bereits eine You-Rista besitzt, kann sie über ein Firmware-Update auf Version 1.40 fit für Alexa machen.

Die Einrichtung fühlt sich an wie Pionierarbeit: Man verbindet zuerst das Amazon Echo mit der Alexa-App, dann die You-Rista mit der Qbo-App und richtet letztlich den Qbo-Skill in der Alexa-App ein. Wenn alle Geräte im selben WLAN hängen, klappt das alles problemlos. Künftig kommunizieren Amazon Echo und Tchibo You-Rista direkt miteinander.

## Das Kommando

Um Alexa aufzufordern, einen Kaffee zuzubereiten, müssen die Namen der Kaffeemaschine und des gewünschten Getränks fallen. Ansonsten kann man so ziemlich alles sagen, beispielsweise: „Alexa, sag Qbo, dass ich Bock auf Cappu habe.“ Wenn eine Kapsel einliegt, quittiert Alexa den Wunsch mit einer von zehn Antworten wie „Dein Kaffeewunsch ist mir Befehl!“ und startet den Brühvorgang.

Eine Besonderheit der You-Rista ist, dass sie neben elf vorinstallierten Standardgetränken wie Espresso, Cappuccino und Latte Macchiato auch benutzerdefinierte Kaffeevariationen zubereitet. In der Qbo-App kann man das gewünschte Verhältnis von Kaffee, Milch und Schaum zurechtschieben und das Rezept über WLAN an die Maschine senden.

## Die Maschine

Den Gang zur Kaffeemaschine erspart das alles nur, wenn eine Kapsel einliegt und eine Tasse bereitsteht. So kann man abends alles vorbereiten und morgens im Bett das Sprachkommando geben. Direkt an der Maschine reicht zur Auswahl ein Dreh am Multifunktionsrad, zum Start ein Druck auf dasselbe. Ein monochromes 2,8-Zoll-Display an der Deckplatte hilft dabei.

Die kleinen Plastikwürfel mit dem Kaffeepulver landen nach Gebrauch in einem Auffangbehälter. Das Kapselsystem ist grundsätzlich problematisch. Zwar wirbt Tchibo damit, dass die Kapseln aus



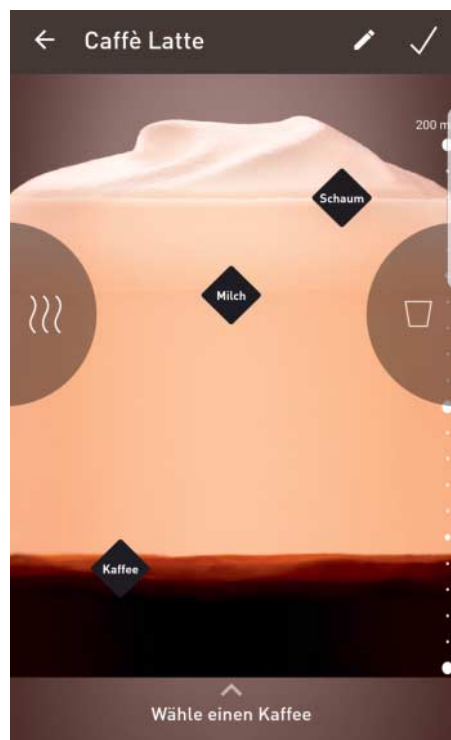
Die Tchibo-Kaffeemaschine You-Rista nimmt Befehle über Smartphone-App oder Alexa entgegen.

Polypropylen weniger umweltschädlich seien als die Aluminiumkapseln des Konkurrenzsystems Nespresso Prodigio. Allerdings verursachen auch Qbo-Kapseln ungleich mehr Müll als eine herkömmliche Siebträgermaschine.

## Fazit

Trotz oder vielleicht gerade wegen der komplizierten Einrichtung macht es Spaß, seinen Kaffee über Alexa zu bestellen. Einfacher, als die Maschine selbst zu bedienen, ist das nicht. Bequemlichkeit will von langer Hand geplant werden, indem man rechtzeitig eine Kapsel einlegt, den Wassertank füllt und eine Tasse bereitstellt. Bei der Kaffeebestellung über Alexa steht die technische Machbarkeit im Vordergrund. Das muss nicht jeder nachvollziehen können. So ist Pionierarbeit eben.

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



In der Qbo-App kann man das Verhältnis von Kaffee, Milch und Schaum selbst festlegen.

Qbo You-Rista mit Milk Master	
Sprachgesteuerte Kaffeemaschine	
Hersteller	Tchibo, <a href="http://www.tchibo.de">www.tchibo.de</a>
Systemanf. der App	Android ab 4.4, iOS ab 9.0
Preis der Maschine	249 €
Preis für zehn Kapseln	2,95 €



# Auf Schleichflug

## Leiser Quadrocopter DJI Mavic Pro Platinum mit 4K-Kamera

**Neue Rotoren machen die DJI Mavic Pro Platinum zu einer der leisesten Videodrohnen. Der Quadrocopter ist weiterhin einfach zu verstauen und zeigt im Test hohe 4K-Videoqualität und stabiles Flugverhalten. Lohnt sich der Umstieg für Besitzer der Ur-Modells?**

Von Hannes A. Czerulla

Die DJI Mavic Pro ist eine der vielseitigsten und hochwertigsten Videodrohnen für Privatanwender. Mit der Platinum-Version bietet der Hersteller nun eine leicht verbesserte Variante an, die mit anders geformten Rotoren und neuen Motoren ausgestattet ist. Das soll die Flugzeit verlängern und die Drohne leiser fliegen lassen.

Die Rotoren sind an den Spitzen leicht nach hinten abgewinkelt. Laut Hersteller fliegt die Platinum-Version dadurch 11 Prozent länger. Im Test konnten wir das nicht ganz bestätigen: Statt ursprünglich 27 Minuten bleibt die Platinum-Version

nun 29 Minuten in der Luft. Die Lautstärke hat sich um 4 dB auf 68 dB (aus 1 Meter Entfernung) reduziert. Was auf dem Datenblatt nach nicht viel klingt, ist in der Praxis deutlich zu hören; die Platinum scheint halb so laut – obwohl das tatsächlich erst bei 10 dB Unterschied der Fall wäre. Selbst die Minidrohne Spark macht mehr Krach.

Auch die alte Version der Mavic Pro (Test in c't 2/17, S. 104) lässt sich mit den neuen Rotoren ausstatten. Im herstellereigenen Online-Shop bekommt man ein Paar für 10 Euro – die alten Rotoren kosten 9 Euro. Dadurch ließe sich auch die Lautstärke des alten Modells reduzieren. Allerdings wird dieses nicht so leise wie die neue Version, da die verbesserten Motoren nicht nachrüstbar sind.

Abgesehen von den Rotorspitzen unterscheidet sich die Mavic Pro Platinum äußerlich nur in ihrem platinfarbenen Gehäuse von der Ur-Mavic. Weiterhin liegt sie absolut stabil in der Luft und gleicht selbst stärkere Windböen automatisch aus. Im Sport-Modus erreicht sie eine Geschwindigkeit von 65 km/h.

## Kamera

An der Kamera hat sich nichts geändert: Sie produziert Videos unter anderem mit 4K-Auflösung und 30 fps und in Full-HD mit bis zu 96 fps. Die Bildqualität liegt etwa auf dem Niveau von Mittelklasse-Smartphones. Unseren Aufnahmen unter bedecktem Winterhimmel fehlte es an Kontrast: Entweder überstrahlte der Himmel oder die Stadt darunter war zu dunkel. Dennoch gehört die Kamera zu den besten an einer für den Privatgebrauch gedachten Drohne. Quadrocopter mit besserer Kamera wie die DJI Phantom 4 fallen weitaus sperriger und größer aus als die Mavic.

Seit dem letzten App-Update nimmt die Mavic Pro (Platinum) auch 360-Grad-Panoramafotos auf. Sobald man den Auslöser drückt, lichtet die Drohne automatisch die gesamte Umgebung in einzelnen Fotos ab. Die nötigen Schwenks und Drehungen fliegt sie automatisch und ist damit eine gute Minute lang beschäftigt. Anschließend fügt die DJI-App die Einzelaufnahmen zu einer Kugel zusammen (Stitching), in der man sich frei umschauen kann. Gespeichert werden die Aufnahmen aber nur als breitformatige Panoramafotos.

## Fazit

Die DJI Mavic Pro Platinum stellt wie die Non-Platinum-Version einen pfiffigen Kompromiss aus kompaktem Gehäuse, kontrolliertem Flugverhalten und guter Bildqualität dar. Keine andere Drohne ist so universell einsetzbar – und dabei so leise. Wer mehr als einen Akku braucht, kauft sie am besten gleich in der teureren „Fly More Combo“. Dann sind drei Akkus, mehr Ersatzrotoren und unter anderem ein Autoladekabel enthalten. Die essenzielle Fernsteuerung liegt aber auch dem normalen Paket bei.

Für Besitzer der ersten Mavic Pro lohnt es sich nicht, auf die Platinum-Version umzusteigen. Eher sollte man 20 Euro in ein Set der neuen Rotoren investieren. (hcz@ct.de) **ct**

DJI Mavic Pro Platinum	
<b>Quadrocopter</b>	
Größe flugbereit / transportbereit (L × B × H)	430 mm × 480 mm × 84 mm / 195 mm × 95 mm × 84 mm
Gewicht (mit Kamera und Akku)	734 g
Akku <sup>1</sup>	3830 mAh
Auflösung Foto / Video	13 MP / 4K
Preis ohne / mit Fly More Combo	1280 € / 1600 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe	



# Kochen und kaufen lassen

## Thermomix mit Rewe-Anbindung

**Kochen ohne nachzudenken: Der Thermomix steht bei seinen Fans vor allem wegen der Kochautomatik mit „Gelinggarantie“ hoch im Kurs. Die Verknüpfung mit Rewes Online-Supermarkt soll einem nun noch das lästige Einkaufen abnehmen.**

Von Sven Hansen

Der Thermomix TM5 verrichtet als interaktiver Kochroboter in vielen Haushalten seinen Dienst. Die Rezepte samt Schritt-für-Schritt-Anleitung sind auf Rezept-Chips oder – in der moderneren Variante – dem WLAN-Adapter CookKey abgelegt. Bisher ließen sich die nur für iOS erhältliche Cookidoo-App oder das Cookidoo-Portal nutzen, um Rezepte zu Wochenplänen zusammenzustellen. Aus dem Wochenplan generiert Vorwerk auf Wunsch eine E-Mail-Einkaufsliste, die nach Produktgruppen sortiert ist. Im Supermarkt kann man so gezielt die Regale mit Konserven, Gemüse oder Milchwaren ansteuern.

### Kaufen lassen

Der Einkaufsservice, den Vorwerk neuerdings in Kooperation mit Rewe offeriert, geht einen Schritt weiter. Die Handelskette ist bereits 2011 in das hierzulande recht neue Geschäft mit Versanddienstleistungen für Lebensmittel eingestiegen. Hiesige Supermarktketten und Discounter wollen dem US-Versandriesen Amazon das Feld nicht völlig kampflos überlassen, wie unser Test in c't 12/17, Seite 70 zeigt.

Um den Service als Thermomix-Kunde zu nutzen, benötigt man einen Cookidoo- und einen Rewe-Account. Rewe stellt seinen Lieferservice nur in ausgewählten Regionen bereit – die Homepage gibt Auskunft, ob die Option „Lieferung nach Hause“ am Heimatort überhaupt verfügbar ist. Zum Testzeitpunkt war der Lieferservice noch nicht in die Cookidoo-App integriert. Erst wenn man den Wochenplaner auf der Cooki-

doo-Homepage nutzte, erschien am Ende der Einkaufsliste ein Button, der die Brücke zum Lieferservice schlägt.

Wir fütterten das System über Cookidoo zum Test mit einem kleinen Vier-Gänge-Menü. Die Verknüpfung zum Lieferservice ist jedoch loser, als man es erwarten würde: Statt die Zutaten zielgenau im virtuellen Warenkorb zu platzieren, generiert ein Algorithmus lediglich Suchanfragen aus den Rezeptzutaten, die anschließend in Rewes Online-Shop abgeladen werden. Dort bemüht sich die Shop-Software, mehr oder weniger sinnvolle Kaufvorschläge zu unterbreiten.

Braucht es für das Suppenrezept beispielsweise einen Liter Wasser, erscheint eine Auswahl an Tafelwässern – mit Sprudel und ohne. Andere Produkte, wie unseren „Bel-Paese“-Käse, kann das System nicht zuordnen und packt stattdessen eine Packung „Doppelkekse Schoko Pause“ in den Einkaufswagen – klingt ähnlich, schmeckt anders. Ins komplett falsche Regal greift der Algorithmus bei den Zutaten für die asiatische Kokossuppe: Die „Kokosmilch-Haarkur“ von Swiss-ö-Par hätte dem Gericht sicherlich eine problematische Geschmacksnote verliehen. Beim Rest der Produkte ist lediglich das Anpassen der Mengen oder der Darreichungsform (frisch, aus der Dose) nötig.

All die kleinen Fehlgriffe kann man zum Glück recht leicht beheben: Die Schaltfläche „Begriff ändern“ gibt einem die Möglichkeit, die automatisch extrahierte Bezeichnung jeder Zutat zu ändern und so zu besseren Treffern im Shop zu kommen. Am Ende sind wir bei unserem Menü allerdings auch eine halbe Stunde damit beschäftigt, die Einkaufsliste zu optimieren – viel länger hätte das manuelle Zusammenklicken auch nicht gebraucht.

Ist der Warenkorb prall gefüllt, geht es zur Kasse. Der erste Einkauf kostet nur die Ware abzüglich eines 15-Prozent-Rabatts, danach berechnet der Supermarkt wie gewohnt Service-Aufschläge bis 5 Euro pro Einkauf. Der Preis variiert je nachdem, an welchem Wochentag und zu welcher Tageszeit man sich beliefern lässt. Ab einem je nach Region variablen Warenwert fallen keine Lieferkosten mehr an. Die Zustellung der Lebensmittel klappte in unserem Fall ohne Probleme – auch delikate Waren wie Eier oder Avocados kamen unbeschadet und zum angekündigten Termin direkt an die Haustür.

### Fazit

Der Rewe-Lieferservice funktionierte anstandslos. Allerdings haperte es im Test an der korrekten Übersetzung der Thermomix-Zutatenliste in eine vernünftige Einkaufsliste. Hätten wir alle Vorschläge in den Thermomix geworfen, wäre es zumindest ein originelles Mahl geworden.

Die Kochautomatik funktioniert nur, weil jedes offizielle Thermomix-Rezept mehrmals von Menschen gekocht und optimiert wurde. Soll der Einkaufsservice einmal ebenso reibungslos laufen, bräuchte es auch hier ein wenig menschliche Intelligenz, um den Einkaufswagen mit Verstand zu füllen. (sha@ct.de) **ct**



Der Thermomix-Wochenplaner kann jetzt direkt bei Rewe shoppen. Ein wenig auf die Finger schauen sollte man ihm dabei schon.

Anzeige

Anzeige

# Gestörte Kommunikation

## Knapp drei Monate Service-Odyssee



**Zickt ein online gekauftes Gerät herum, kann das zu einer Service-Odyssee führen. Ist man dann als Kunde nicht auf Zack, zieht sich so etwas auch schon mal über Monate hin.**

**Von Georg Schnurer**

**M**itte Mai war Sabine J. auf der Suche nach einem neuen Notebook. Ihr altes, noch mit Windows 95 laufendes Modell zeigte schließlich bereits erste Ermüdungserscheinungen. Da wollte die Berlinerin ein Ersatzgerät zur Hand haben, falls der alte Laptop die Grätsche macht. Ein passendes Angebot fand sie in Form eines Modells HP 255 G5 mit AMD Quad-Core-Prozessor und mattem 15,9"-Display im 16:9-Format. Das gute Stück sollte inklusive Windows 7 geliefert werden und war bei eBay als Neugerät für 319,90 Euro zu haben. Angeboten wurde es von Jens Junck, der bei eBay mit seinem Unternehmen „Notebook-Profis“ unter dem Verkäufernamen „pc-spezi24“ aktiv ist.

Kurzerhand kaufte Sabine J. das Gerät und nahm es am 17. Mai 2017 in Empfang. Dann blieb das Notebook erst einmal in der ungeöffneten Originalverpackung. Erst am 31. August, als das alte Notebook endgültig nicht mehr zu benutzen war, nahm sie das neue Gerät zusammen mit einem Freund in Betrieb. Doch viel Spaß hatte sie mit dem HP 255 nicht: Bereits bei der längst fälligen Aktualisierung des Betriebssystems stürzte das Notebook mehrfach ab. Das Update der automatisch heruntergeladenen Grafikkartentreiber dauerte gut eine Stunde und endete mit einem weiteren Absturz. Auch der Lüfter des Notebooks lärmte auffällig oft vor sich hin. Teilweise dauer-



te es nach dem Herunterfahren fast 10 Minuten, bis sich der Lüfter abschaltete.

## Sendepause

Nachdem sich die Situation auch nach mehreren Neustarts nicht besserte, forderte Sabine J. den Händler am 3. September auf, den Kauf Zug um Zug rückabzuwickeln und ihr den Kaufpreis zu erstatten. Eine Wandlung des Kaufvertrags lehnte der Händler am 4. September ab. Nach gut dreieinhalb Monaten sei das nicht mehr möglich. Die Kundin könne das defekte Gerät aber zur Mängelbeseitigung einsenden. „Bitte beachten Sie, dass Viren oder ein ‚geschossenes‘ Windows kein Gewährleistungsfall ist“, schloss der Händler seine Nachricht.

Sabine J. holte sich daraufhin erst einmal Hilfe von einem Bekannten, der sich gut mit PCs auskennt – schließlich wollte sie nicht zu Unrecht reklamieren. Doch auch der herbeizitierte PC-Experte bekam das Notebook nicht zum Laufen. Immer wieder gab es Abstürze und auch die Lüfter des Geräts liefen ungewöhnlich laut und lang. Um einen Beleg für den Zustand des Geräts in der Hand zu haben, sicherte der PC-Helfer noch das 24-seitige Windows-Fehlerprotokoll. Dann, am 19. September 2017, ging das Notebook auf die Reise zum Händler, wo es einen Tag später ankam.

Nun herrschte erst einmal Funkstille: Der Händler meldete sich nicht. Also kontaktierte Sabine J. ihn am 15. Oktober und forderte Informationen zum Stand der Reparatur. Eine Antwort erhielt die Berlinerin nach eigenem Bekunden nicht. Also versuchte sie noch mehrfach, den Verkäufer telefonisch zu kontaktieren. Doch unter der auf der Rechnung angegebenen Rufnummer erreichte Sie nie jemanden. Deshalb bat sie die c't-Redaktion um Hilfe.

## Ferndiagnose

Dass ein Händler nach einer Reklamation erst einmal auf Tauchstation geht, ist nun wahrlich nichts Ungewöhnliches. Einen Kunden aber beinahe drei Monate im Ungewissen zu lassen, kam uns schon etwas dreist vor. Wir baten Sabine J. deshalb, uns alle Unterlagen zu dem Kauf und zur Reklamation zukommen zu lassen. Viel war das zugegebenermaßen nicht: Abgesehen von der Rechnung und dem Zahlungsbeleg gab es eine E-Mail der Kundin mit der Reklamation vom 3. September, das DHL-Zustellungsprotokoll der Rücksendung

und die Erinnerungsmail der Kundin von Mitte Oktober.

Zu guter Letzt fanden wir noch das Windows-Fehlerprotokoll in den übermittelten Unterlagen. Dieses stützte der Bericht der Kundin über die häufigen Systemabstürze: Windows hatte anscheinend systematisch Probleme, auf zentrale Bestandteile der Betriebssystem-Vorinstallation (WindowsWcpStore) zuzugreifen. Das legte den Verdacht nahe, dass möglicherweise ein Schaden an der Festplatte vorliegen könnte. Weitere Fehlermeldungen deuteten auf mögliche Überhitzungsprobleme des Systems. In jedem Fall erschien uns eine Reklamation des Geräts angesichts der vielen aufgetretenen Fehler gerechtfertigt.

## Des Händlers Sicht

Also baten wir den Händler um Stellungnahme – schließlich ist es kein guter Stil, einen Kunden mehrere Monate im Unklaren über den Stand seiner Reklamation zu lassen. Auf unsere Bitte um Stellungnahme antwortete Firmenchef Jens Junck erfreulich schnell. Man habe sehr wohl auf die Anfrage der Kundin reagiert und bereits einen Tag später, am 16. Oktober 2017, mitgeteilt, dass das Gerät völlig in Ordnung sei. Kulanzhalber habe man auch angeboten, das Gerät zurückzunehmen und den Kaufpreis zu erstatten. Nachdem auf diese Mail keine Antwort kam, hätte man auf weitere Nachfragen verzichtet, schließlich war die Antwort der Kundin ausstehend.

Immerhin: Durch unsere Einmischung sind Kunde und Händler nun wieder ins Gespräch gekommen. Man ist sich jetzt einig: Das Notebook bleibt beim Händler und die Kundin erhält ihr Geld zurück.

## Viele Fehler

Der Fall zeigt deutlich, welche Fehler man bei einer Reklamation als Kunde, aber auch als Händler vermeiden sollte. Den ersten Fehler bei diesem Kauf muss sich ganz klar Sabine J. ankreiden lassen: Ein Gerät nicht unmittelbar nach dem Kauf auf Funktionsfähigkeit zu prüfen, ist sträflicher Leichtsinn. Bei einem neuen Notebook sollte man direkt nach Erhalt testen, ob seine Komponenten korrekt arbeiten.

Dazu gehört in jedem Fall, die Erstinstallation des Betriebssystems komplett durchlaufen zu lassen. So kann man recht zuverlässig prüfen, ob die wesentlichen Komponenten korrekt arbeiten. Tritt

dabei ein Fehler auf, muss man zeitnah reklamieren. Das verbessert die Chancen, sich nicht auf langwierige Nachbesserungen einlassen zu müssen. Kundenorientierte Händler tauschen ein direkt nach dem Verkauf funktionsfähiges Gerät üblicherweise gegen ein neues Produkt um.

Immerhin hat es Sabine J. noch geschafft, innerhalb der ersten sechs Monate nach dem Kauf zu reklamieren. Versäumt man auch diese Frist, kann der Händler verlangen, dass man als Kunde den Beweis führt, dass der Fehler bereits bei der Übergabe des Geräts vorhanden war. Das ist selten einfach.

Der Händler wiederum muss sich ankreiden lassen, dass er die Kundin nicht über den Stand der Reklamation auf dem Laufenden gehalten hat. Hier erst auf eine Nachfrage per E-Mail zu reagieren und dann einfach abzuwarten, ist nicht besonders kundenorientiert. Da es bei E-Mails keinerlei Sicherheit für den Empfang der Nachricht gibt, sollte man als Händler nach einigen Tagen nachfragen, wenn der Kunde nicht antwortet.

**»Bitte beachten Sie, dass Viren oder ein geschossenes Windows kein Gewährleistungsfall ist.«**

Auch als Kunde ist man natürlich gehalten, bei einer Reklamation dranzubleiben. Man sollte es nicht bei einer E-Mail und telefonischen Nachfragen belassen – schon gar nicht, wenn man telefonisch niemanden erreicht. Spätestens dann, wenn der Händler auf die erste E-Mail-Nachfrage nicht reagiert, muss man als Kunde auf nachweisbare Kommunikationswege ausweichen. Ein Fax mit qualifiziertem Sendebeleg – also die Version des Sendebelegs, bei der die verkleinerte erste Faxseite mit im Protokoll auftaucht – ist hier die günstigste Methode.

Unterm Strich ist die Reklamation von Sabine J. nun zwar gut ausgefallen, doch sowohl die Kundin als auch der Händler müssen sich einige Nachlässigkeiten in der Kommunikation ankreiden lassen. (gs@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**



# Spardosen

## Mit Festnetztelefon und Smartphone günstig telefonieren

**Wer unterwegs telefoniert oder vom Festnetz in Mobilfunknetze anruft, zahlt viel Geld, wenn die Gespräche von einer Flatrate nicht abgedeckt werden. Mit VoIP lassen sich die Kosten für Telefonate in die Mobilfunknetze und ins Ausland erheblich drücken.**

Von Urs Mansmann

**V**oIP-Anschlüsse sind nicht nur von ihrer Leistung her interessant – die meisten Angebote lassen sich überall auf der Welt nutzen –, sondern auch von den Preisen her. Sowohl im Mobilfunk als auch im Festnetz nehmen viele Anbieter geradezu unverschämte Preise für be-

stimmte Anrufziele. Schon der Anruf vom Festnetzanschluss zum Handy kann teuer werden. Wer vom Handy aus ins Ausland telefoniert, zahlt noch viel mehr. Einzusehen ist das nicht, denn im Zeitalter der globalen Vernetzung ist der Transport von VoIP-Daten zwischen den Kontinenten spottbillig geworden. Nennenswerte Kosten entstehen nur noch bei den Telefonnetzbetreibern selbst, die die Hand aufhalten.

WhatsApp und andere Messenger machen den Telefonnetzen zwar mit kostenlosen netzinternen Telefonaten Konkurrenz, funktionieren aber nur in einer geschlossenen Nutzergruppe. Will man beispielsweise bei Unternehmen oder Behörden anrufen, kommt man mit WhatsApp nicht weit und auch ältere Menschen sind oft nur übers klassische Telefon erreichbar.

Der Messenger Skype bietet kostenpflichtige Telefonate zu Festnetz- und Mobilfunkanschlüssen weltweit an, ist im Vergleich zu VoIP-Angeboten aber recht teuer. Von allen hier vorgestellten Angeboten ist Skype das einzige, das ein Verbindungsentgelt fordert, was insbesondere kurze Telefonate unverhältnismäßig teuer macht.

### **Festnetz unschlagbar günstig**

Das Festnetz gilt zwar als altbacken, hat aber unschlagbar günstige Minutenpreise und eine ordentliche Sprachqualität. Mit VoIP ist eine Rufnummer nicht mehr an einen Festnetzanschluss gebunden, sondern lässt sich auch an weiteren Standorten, auf Smartphones oder Notebooks für kommende und gehende Anrufe einsetzen.

Dabei gilt stets der Preis für die angerufene Vorwahl. Wenn Sie Ihren VoIP-Account auf dem Smartphone nutzen, kön-

nen deutsche Anrufer mit ihrer Festnetz-Flat kostenlos bei Ihnen anrufen, egal ob Sie gerade in Husum, Hammerfest oder Hongkong sind. Und auch Ihre gehenden Anrufe werden stets so abgerechnet, als ob Sie zu Hause wären. Sie sparen unterwegs also Roaming-Kosten und umgehen die meist überhöhten Preise für die Nutzung von Hotel-Anschlüssen.

Wir haben die Preise von Prepaid-VoIP-Angeboten untersucht und dazu einige Länder herausgepickt, die entweder stark nachgefragt werden, beispielsweise Österreich oder die Schweiz, oder bei denen starke Preisunterschiede zwischen den Anbietern zu erwarten sind, etwa bei Telefonaten in den Iran oder nach Marokko.

### Preisunterschiede mit Faktor 300

Anrufe ins Ausland sind bei einigen Anbietern traditionell sehr teuer. Der Preisverfall der letzten zwei Jahrzehnte hat bei den einen Anbietern kaum Spuren hinterlassen, während andere mit Kampfpreisen agieren. Ein Anruf zu einem Festnetzanschluss in Thailand beispielsweise kostet mit einem Telekom-Festnetzanschluss 99 Cent pro Minute. Die günstigsten VoIP-Anbieter verlangen dafür gerade einmal 2 Cent, also nur rund ein Fünfzigstel. Und selbst das lässt sich noch toppen: Das günstigste Call-by-Call-Angebot an Telekom-Anschlüssen (siehe Tabelle auf S. 58) kostet nur 0,3 Cent pro Minute – das Telekom-Angebot ist 300 Mal teurer.

Man muss gar nicht so weit in die Ferne schweifen, um überteuerte Angebote zu finden. Der Anruf aus dem Festnetz auf einen deutschen Mobilfunkanschluss kostet im Standardtarif der Telekom 19 Cent pro Minute. Vodafone und 1&1 sind mit 19,9 Cent aus dem Festnetz sogar noch ein bisschen teurer. Beim billigsten VoIP-Angebot bekommt man die Minute hingegen für gerade einmal 3 Cent, und selbst dabei macht der Anbieter noch einen Gewinn. Nutzt man das günstigste Call-by-Call-Angebot am Telekom-Anschluss, zahlt man für die Minute nur noch 1,6 Cent – und spart über 90 Prozent. Selbst wer nur hin und wieder Telefonate führt, die von keiner Flatrate abgedeckt sind, kann kräftig sparen, denn alle hier vorgestellten Angebote lassen sich ohne Grundgebühr nutzen.

Sie können zwar bei vielen Festnetz- und Mobilfunk-Anbietern Optionstarife und Flatrates für Deutschland und in viele

Um eine Absendernummer setzen zu können, muss man sie bei vielen Anbietern erst durch einen Kontrollanruf verifizieren lassen.

## Verifizierung Ihrer Rufnummer

Wir verifizieren jetzt Ihre Rufnummer  
Sie bekommen automatisierten Anruf auf registrierte Rufnummer.

**Rufnummer: +49 1577197**  
keine verifizierte Rufnummer

Sie erhalten einen Anruf mit einer Ansage eines vierstelligen Codes auf die angegebene Rufnummer

Geben Sie den erhaltenen Code ein:



europäische Länder buchen. Die aber lohnen sich in den meisten Fällen nicht. Eine VoIP- oder Call-by-Call-Sparlösung kommt meist günstiger, außer wenn eine Flatrate im Grundpreis Ihres Festnetz- oder Mobilfunkanschlusses enthalten ist.

### VoIP fürs Festnetz

Derzeit werden alle Festnetzanschlüsse auf VoIP umgestellt. Wer einen Breitbandanschluss hat – egal ob per DSL, Kabel oder Glasfaser –, hat diesen Zwangsumstieg meist schon vollzogen. Im Vorteil ist, wer einen eigenen Router einsetzt, denn auf diesem lassen sich zusätzliche VoIP-Accounts problemlos konfigurieren. Wird das Gerät vom Provider gestellt, ist die Einstellung eventuell für den Kunden nicht zugänglich.

Die Zugangsdaten erhält man nach der Anmeldung. Die ist bei allen getesteten Angeboten in wenigen Minuten erledigt. Nur für die Zuweisung einer eigenen Telefonnummer muss man seine Identität bei vielen Anbietern nachweisen. Hat man den VoIP-Account erfolgreich auf dem Router eingerichtet, lässt sich per Wahlregel festlegen, welche Anrufe über welchen VoIP-Anbieter laufen. Einmal konfiguriert muss man nur noch gelegentlich prüfen, ob der gewählte Tarif noch der günstigste ist oder ob es woanders bessere Angebote gibt.

Bei fast allen VoIP-Angeboten können Sie eine beliebige Absenderrufnummer setzen, die beim Angerufenen angezeigt wird. Dieser merkt also gar nicht, dass Sie von einem anderen Anschluss aus anrufen

### Noch mehr sparen mit Call by Call

Der Markt für Call-by-Call-Gespräche ist zwar rückläufig, die Angebote durch einen sehr heftigen Preiswettbewerb aber sehr interessant. Nutzen können diese Angebote aber nur Teilnehmer mit einem Telekom-Anschluss, egal ob dieser konventionell oder per VoIP geschaltet ist.

Die Preise schwanken schnell und heftig, man sollte daher unbedingt zunächst eine Tarifrecherche vornehmen, beispielsweise beim Tarifrechner von teltarif.de. Vor Beginn des Gesprächs muss der Anbieter den Minutenpreis zur Kontrolle ansagen, erst danach beginnt der eigentliche Rufaufbau.

Die Gespräche erscheinen anschließend auf der Telekom-Rechnung. Die sollte man dann auch pünktlich und vollständig bezahlen: Ansonsten bekommt

man per Post Mahnungen von allen genutzten Call-by-Call-Anbietern, sobald diese von der Telekom gemeldet bekommen, dass der Kunde nicht bezahlt hat.

Der Lohn für diese Mühen sind unschlagbar günstige Telefonate zu allen Zielen weltweit. Selbst wenn der Austauschschüler sein Heimweh mit Telefonaten nach Hause bekämpft, werden dafür in den meisten Fällen nur zwischen 30 und 60 Cent pro Stunde fällig.

Mobil nutzen lassen sich Telekom-Anschlüsse nur mit ein wenig Aufwand, denn die Telekom akzeptiert VoIP-Clients nur aus dem eigenen Netz. Mit einem VPN-Tunnel zum heimischen Router kann man den VoIP-Zugang der Telekom nutzen oder sich direkt mit dem Router verbinden. AVM-Kunden können dazu die Fritz-Telefonie-App benutzen.



VoIP-Angebote für Privatkunden ohne Grundgebühr (Auswahl)								
Anbieter	BellSIP	Callavista	dus.net	DW Telefondienste	Easybell	einfachVoIP	Sipgate	
Tarif	Light	Phone	DUSTel Starter	voip2gsm	Call Basic	VoIP by Call, Standard-Route	Basic	
URL	www.bellsip.de	www.callavista.de	www.dus.net	www.voip2gsm.de	www.easybell.de	www.einfachvoip.de	www.sipgate.de	
Zahlung	Prepaid/Postpaid	Prepaid	Prepaid	Prepaid	Postpaid	Prepaid	Prepaid	
Zahlarten	Kreditkarte, Überweisung, PayPal/Bankeinzug	Kreditkarte, PayPal	Lastschrift, PayPal, Überweisung	Überweisung, PayPal	Bankeinzug	Kreditkarte, Überweisung, PayPal, weitere	Lastschrift, Kreditkarte	
eigene Caller ID anzeigen	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Flatrates								
Flatrate Deutschland	Festnetz, 5,99 €/Monat	—	Festnetz, 8,88 €/Monat	—	Festnetz, 4,99 €/Monat	—	alle Netze, 9,95 €/Monat	
weitere Flatrates	—	—	—	—	Festnetz-Flat für 40 Länder, 8,49 €/Monat	—	Allnet-Flat für D und weitere 27 Länder, 14,95 €/Monat	
Ausgewählte Anrufziele, Preise in Cent pro Minute Festnetz/Mobilfunk								
Abrechnungs-Takt	60/60	60/60	1/1	30/30	60/60	60/60	60/60	
Deutschland	1,0/14,9	1,0/6,9	1,5/12,9	1,0/3,0	1,0/9,8	0,9/3,5	1,8/14,9	
Europa								
Frankreich	2,5/21,1	4,9/8,9	1,8/9,6	2,0/7,0	2,9/16,9	0,9/5,0	2,4/14,9	
Großbritannien	2,5/23,2	6,0/18,7	1,3/3,4	2,0/6,0	2,9/16,9	1,5/3,6	2,4/14,9	
Italien	2,6/26,2	2,9/18,7	1,8/38,4	1,0/11,0	2,9/16,9	1,0/9,0	2,4/14,9	
Niederlande	2,7/29,3	4,7/8,8	4,2/33,8	1,2/3,6	2,9/16,9	0,9/5,0	2,4/14,9	
Österreich	1,7/24,2	3,9/12,5	2,8/6,7	1,8/3,8	2,9/16,9	3,0/5,0	2,4/14,9	
Polen	3,6/26,8	4,5/15,5	1,5/17,3	1,8/15,0	2,9/16,9	2,0/14,0	2,4/14,9	
Schweiz	2,9/29,3	6,7/13,7	3,0/59,8	1,8/14,4	2,9/16,9	2,0/29,0	2,4/14,9	
Spanien	2,5/24,2	1,9/7,9	1,5/12,3	0,8/10,0	2,9/16,9	1,0/3,5	2,4/14,9	
Türkei	6,5/18,0	3,9/10,9	5,1/20,9	4,0/13,0	2,9/16,9	3,8/19,0	5,9/14,9	
Nordamerika								
USA	1,7/1,7	3,0/3,0	1,5/1,5	2,0/2,0	2,9/2,9	2,0/2,0	1,9/1,9	
Kanada	1,7/1,7	1,0/1,0	1,8/1,8	0,8/0,8	2,9/2,9	0,8/0,8	1,9/1,9	
Südamerika								
Argentinien	3,0/12,1	4,7/20,7	4,9/27,4	2,2/10,0	9,9/16,9	2,0/8,5	3,9/12,9	
Brasilien	8,8/21,3	2,9/8,9	3,1/23,8	1,2/2,2	9,9/16,9	2,0/3,0	3,9/7,9	
Chile	2,0/20,3	4,7/19,9	3,1/19,0	2,0/3,6	9,9/16,9	4,0/4,0	3,9/3,9	
Afrika								
Ägypten	21,9/17,9	13,9/8,9	11,7/13,4	9,0/11,0	29,9/29,9	12,0/16,0	9,9/9,9	
Marokko	26,0/31,6	18,9/38,7	2,1/59,7	2,0/29,0	29,9/29,9	9,0/39,0	2,9/37,9	
Nigeria	20,9/29,9	16/8,9	13,6/13,3	—	29,9/29,9	15,0/15,0	8,9/8,9	
Südafrika	8,9/22,0	5,9/9,9	19,3/22,0	2,2/3,0	29,9/29,9	3,6/6,5	8,9/8,9	
Asien								
China	2,0/2,0	4,5/4,4	17,2/17,2	2,0/2,0	2,9/2,9	1,5/1,5	1,9/2,9	
Indien	19,6/14,9	4,7/3,5	3,4/3,0	2,6/2,6	2,9/2,9	3,0/3,0	2,9/2,9	
Israel	4,2/11,1	4,5/12,5	1,8/3,1	0,8/2,6	2,9/16,9	3,0/18,0	2,9/3,9	
Iran	12,0/14,4	12,9/14,7	24,1/23,9	—	9,9/16,9	19,0/29,0	6,9/6,9	
Japan	3,2/18,0	4,7/16,9	3,1/16,1	2,0/4,4	2,9/16,9	4,0/6,0	3,9/9,9	
Taiwan	3,5/10,9	4,9/9,9	2,1/13,2	1,8/9,8	2,9/16,9	1,9/12,0	2,9/13,9	
Thailand	13,3/13,4	2,0/4,2	7,8/7,2	2,4/3,0	9,9/16,9	2,0/4,0	2,9/2,9	
Syrien	36,4/36,4	16,5/19,5	29,2/43,5	—	9,9/16,9	24,0/34,0	14,9/22,9	
Ozeanien								
Australien	2,5/16,6	4,6/8,9	2,2/13,4	2,0/3,0	2,9/16,9	1,5/6,0	2,9/5,9	
Neuseeland	4,8/27,9	4,9/19	1,8/8,0	1,6/4,2	29,9/29,9	1,4/5,0	2,9/5,9	
<sup>1</sup> zusätzlich Verbindungsgebühr 3,6 Cent <sup>2</sup> zusätzlich Verbindungsgebühr 6,6 Cent <sup>3</sup> nur für einige Länder verfügbar, nicht in Deutschland    ✓ vorhanden    — nicht vorhanden								

– ein eventueller Rückruf landet automatisch auf Ihrem Hauptanschluss. Allerdings verlangen die meisten Anbieter eine Einrichtung der angezeigten Nummer; über einen Kontrollanruf und die Durchgabe eines PIN-Codes vergewissern sie

sich, dass die Kunden nicht missbräuchlich eine fremde Nummer eintragen.

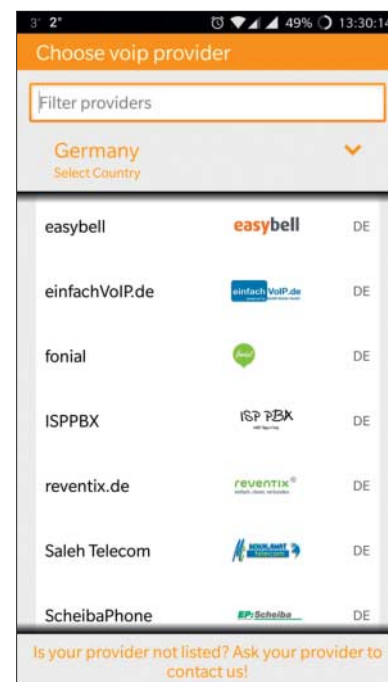
## VoIP auf dem Smartphone

Viele Android-Smartphones bringen von Haus aus einen VoIP-Client mit. Der

versteckt sich in den neueren OS-Versionen in der Telefonie-App. Unter Android 7 finden Sie ihn unter Einstellungen/Anrufeinstellungen/SIP-Konten. Falls Ihr Android-Derivat diese Funktion nicht kennt, können Sie eine App installieren.



				Vergleichsangebote		
	Sipload	Teconisy	Ventengo	Telekom Festnetz	Günstigster Call-by-Call-Anbieter	Skype
	Free	Minutentarif	VoIP	Standardtarif	Ohne Anmeldung	Skype-Guthaben
	www.sipload.de	www.teconisy.com	www.ventengo.de	www.telekom.de	—	www.skype.com
	Prepaid	Prepaid	Prepaid	Rechnung	Telekom-Rechnung	Prepaid
	Überweisung, PayPal	Kreditkarte, Überweisung, PayPal	Lastschrift, Überweisung	Bankeinzug, Überweisung	Bankeinzug, Überweisung	Kreditkarte, PayPal
	✓	✓	✓	✓	(✓)	— <sup>3</sup>
	Festnetz, 7,80 €/Monat, alle Netze 19,80 €/Monat	nur Minutenpakete	—	9,99 €/Monat	—	—
	—	nur Minutenpakete	—	—	—	Festnetz-Flat für 63 Länder, 15,47 €/Monat
	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60	60/60
	1,4/13,8	0,8/3,7	0,9/4,3	2,9/19	0,8/1,6	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	1,5/11,8	0,7/3,3	1,8/14,2	2,9/31,9	0,3/1,2	2,1 <sup>1</sup> /7,2 <sup>2</sup>
	1,8/32,5	1,3/3,4	1,8/13,9	2,9/31,9	0,4/1,2	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	1,9/38,8	1,3/3,3	1,8/18,9	2,9/31,9	0,1/1,1	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	2,5/8,6	0,8/5,1	1,8/19,9	2,9/31,9	0,7/2,9	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	3,8/7,4	1,3/2,8	1,8/13,9	2,9/31,9	0,3/1,2	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	2,8/10,1	1,7/3,4	1,8/8,0	2,9/31,9	0,6/1,2	1,7 <sup>1</sup> /1,7 <sup>1</sup>
	2,5/83,4	1,7/11,9	1,8/20,8	2,9/31,9	1,0/4,9	2,1 <sup>1</sup> /18,1 <sup>2</sup>
	2,3/13,1	1,3/3,9	1,8/15,9	2,9/31,9	0,5/1,4	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	3,0/23,2	3,9/15,7	1,9/6,5	9,9/38,9	1,2/5,4	3,3 <sup>1</sup> /13,5 <sup>1</sup>
	1,9/1,9	1,2/1,2	1,8/1,8	2,9/2,9	0,5/0,5	2,1 <sup>1</sup> /2,1 <sup>1</sup>
	1,9/1,9	1,3/1,3	1,7/1,7	2,9/2,9	0,5/0,5	2,7 <sup>1</sup> /2,7 <sup>1</sup>
	3,5/21,1	3,2/19,1	1,9/9,4	9,9/38,9	0,6/4,8	2,1 <sup>1</sup> /15,3 <sup>2</sup>
	14,4/14,5	1,7/7,2	3,7/17,9	9,9/38,9	0,6/1,4	2,2 <sup>1</sup> /11,1 <sup>2</sup>
	5,3/13,1	2,6/6,8	2,4/13,7	9,9/38,9	0,5/0,7	2,1 <sup>1</sup> /15,3 <sup>2</sup>
	15,8/18,7	10,2/10,2	16,9/13,9	99,0/128,0	4,2/3,3	15,3 <sup>1</sup> /14,4 <sup>1</sup>
	10,2/42,8	2,0/42,8	10,9/27,8	99,0/128,0	1,1/19,5	2,1 <sup>1</sup> /49,6 <sup>2</sup>
	19,3/16,5	13,6/13,6	9,7/13,4	99,0/128,0	4,9/5,3	12,5 <sup>1</sup> /12,5 <sup>1</sup>
	5,9/24,1	7,5/7,7	7,0/15,9	9,9/38,9	2,0/2,0	4,1 <sup>1</sup> /6,8 <sup>1</sup>
	2,2/2,3	2,6/2,6	1,8/1,8	9,9/38,9	0,6/0,6	1,5 <sup>1</sup> /1,5 <sup>1</sup>
	3,4/3,5	1,6/1,6	2,8/2,8	9,9/38,9	0,8/0,7	1,1 <sup>1</sup> /1,1 <sup>1</sup>
	2,2/8,7	1,7/3,2	1,8/7,9	9,9/38,9	0,5/1,7	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	13,2/17,7	23,6/23,6	6,5/8,9	9,9/38,9	5,4/3,4	23,0 <sup>1</sup> /23,0 <sup>1</sup>
	5,5/20,2	2,9/7,7	2,7/14,2	9,9/38,9	1,1/3,0	2,1 <sup>1</sup> /9,9 <sup>2</sup>
	2,8/14,1	2,1/13,3	2,2/6,7	9,9/38,9	1,1/3,8	2,1 <sup>1</sup> /7,7 <sup>2</sup>
	3,8/3,8	4,5/4,5	2,5/2,5	99,0/128,0	0,3/0,7	2,1 <sup>1</sup> /2,7 <sup>1</sup>
	20,0/30,4	10,2/15,2	19,8/21,1	99,0/128,0	4,9/6,4	35,2 <sup>1</sup> /35,2 <sup>1</sup>
	3,4/20,7	2,0/6,0	1,8/11,7	2,9/31,9	0,7/1,5	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>
	3,1/18,5	1,7/6,0	2,6/18,5	2,9/31,9	0,9/2,0	2,1 <sup>1</sup> /9,0 <sup>2</sup>



Die Einrichtung eines VoIP-Accounts auf dem Smartphone ist eine Sache von wenigen Minuten.

und es sollten möglichst keine Paketverluste auftreten, die zu Aussetzern führen. Mit einer schlechten WLAN-Verbindung machen VoIP-Telefonate erhebliche Probleme.

Muss die VoIP-App ständig auf eingehende Anrufe lauschen, erhöht das den Stromverbrauch, weil das Handy im Tiefschlaf eingehende Anrufe verpassen würde. Aktivieren Sie diese Funktion deshalb nur, wenn Sie tatsächlich eingehende Anrufe erwarten oder der Stromverbrauch keine Rolle spielt, weil das Handy ohnehin oft am Lader hängt.

## Festnetz überall

Die strikte Trennung zwischen Festnetz und Mobilfunk weicht zusehends auf. Wenn Sie per Festnetz auch mobil erreichbar sind, profitieren alle, die Sie anrufen, von den immer noch deutlich günstigeren Festnetz-Preisen und -Flatrates. Statt einer sündhaft teuren Flatrate Ihres Mobilfunkanbieters können Sie auch das Billig-Angebot eines VoIP-Providers nutzen.

Als Universaldienst wird die Telefonie noch viele Jahre unverzichtbar bleiben. Mit VoIP können Sie Ihre Gespräche jederzeit und überall zu Festnetz-Konditionen führen. Der Aufwand dafür ist gering, die Ersparnis kann bei Vieltelefonierern schnell einige hundert Euro im Jahr betragen.

(uma@ct.de) **ct**

Einen sehr großen Funktionsumfang bietet Zoiper. Gängige Apps für iOS sind Media5-fone und Bria.

Für ein VoIP-Telefonat müssen Sie ein Datenvolumen von ungefähr 1 Megabyte pro Minute rechnen. Optimal ist es, wenn

Sie unterwegs ein WLAN nutzen können, damit fürs Datenvolumen keine zusätzlichen Kosten anfallen. Rund 100 kBit/s in Sende- und Empfangsrichtung reichen für ein störungsfreies VoIP-Telefonat – allerdings muss die Latenz niedrig sein



# Lesen und lesen lassen

## Der passende E-Book-Reader für (fast) jede Gelegenheit

**Mit einem E-Book-Reader fällt zwar die Entscheidung zwischen Taschenbuch und edlem Hardcover weg. Doch auch hier steht die Frage im Raum: Wie luxuriös darf es sein? Zwischen 50 und 320 Euro kann man ins elektrische Lesen investieren. Wir erklären, was sich lohnt.**

**Von Alexander Spier**

**E**in Gerät, das einzig und allein fürs Lesen gedacht ist, wirkt in Zeiten von multitalentierten Smartphones und Tablets wie ein Anachronismus. Doch gerade die Spezialisierung macht E-Book-Reader als Buch-Ersatz so ideal: Lange Laufzeiten, Platzersparnis und keine ständige Ablenkung durch WhatsApp und Eilmeldungen sprechen für die E-Reader. Und ab 50

Euro sind sie günstig genug, dass jeder in der Familie seinen eigenen haben kann.

Wer 200 Euro und mehr ausgibt, bekommt mehr Luxus: zum Beispiel größere Displays, wasserdichte Gehäuse oder Bluetooth-Anbindung für Hörbücher. Diese Kaufberatung durchleuchtet, was davon für wen sinnvoll ist und worauf man beim Kauf achten muss. Zusätzlich testen wir die drei Top-Modelle von Amazon, Kobo und Tolino.

### Kleiner Markt, viel Auswahl

Der E-Reader-Markt in Deutschland wird zum einen von Amazon und zum anderen von der Tolino-Allianz dominiert, hinter der große deutsche Buchhändler wie Thalia, Weltbild und Hugendubel stecken. Die Allianz ist zur Kobo-Mutter Rakuten als Technikpartner gewechselt, die Marke Kobo wird daher vom deutschen Markt verschwinden. Ansonsten befinden sich nur noch diverse kleinere Hersteller wie PocketBook auf dem Markt.

Das Einsteigergerät Tolino Page und den einfachen Amazon Kindle (2016) gibt es meist für 50 Euro, zumindest während regelmäßig wiederkehrender Rabattaktionen – billiger geht es derzeit nicht. Die Spitzenmodelle Amazon Kindle Oasis, Kobo Aura One und Tolino Epos kosten regulär 230 Euro. Dazwischen tummeln sich diverse besser ausgestattete Zwischenstufen sowie die PocketBook-Reader. Sie halten mit den Kampfpreisen der Großen nicht Schritt, punkten dafür aber mit anderen Vorzügen wie einer besseren Erweiterbarkeit. Denn nur bei einigen der PocketBook-Reader lässt sich einfach eine microSD-Karte ergänzen, und nur hier gibt es noch eine Klinkenbuchse für Kopfhörer. Beides fehlt bei den Geräten von Amazon, Kobo und Tolino.

Für Badewannenleser bieten sich vor Wasser geschützte Modelle an: Bei Tolino sind das der vision 4 HD und der Epos, bei Kobo der Aura H20 und der Aura One, PocketBook bietet mit dem Aqua 2 für 120

Euro den günstigsten, und bei Amazon muss man direkt zum teuren Oasis greifen. Vor Staub geschützt sind nur der Kobo Aura H2O und der PocketBook Aqua 2, alle anderen sind innen wasserabweisend beschichtet (IPX8) und müssen sich am Strand vor Sandkörnern in Acht nehmen.

## Displays wie gedruckt

Allen Readern gemein ist ein E-Paper-Display des Herstellers E Ink. Sie kommen ohne Hintergrundbeleuchtung aus, sind nahezu spiegelfrei und daher auch bei Sonnenlicht gut ablesbar. Vor allem aber sind sie sehr sparsam, da sie nur für den Bildaufbau Energie brauchen. Einmal angezeigter Inhalt bleibt stabil und benötigt keine weitere Energiezufuhr.

Nachteilig sind der lahme Bildaufbau und dass die Technik bisher nur in Schwarz-Weiß verfügbar ist. Dazu kommen beim Umblättern leichte Schlieren von vorherigen Seiten. Wie bei dünnem Zeitungspapier sieht es so aus, als ob Text durchscheinen würde. Um das zu bekämpfen, invertieren die Reader den Bildschirm kurz, was sich durch einen auf-flackernden schwarzen Hintergrund bemerkbar macht. Moderne Reader müssen das nur alle paar Seiten tun, beim Lesen geschieht das oft erst am Ende des Kapitels automatisch.

Die Investition in Geräte mit hoher Auflösung lohnt sich, denn mit 300 dpi kommen E-Paper-Displays nah an ein gedrucktes Buch ran. Solche Displays stecken bereits in Geräten um die 100 Euro, etwa dem Tolino shine 2 HD und dem Amazon Kindle Paperwhite (2015). Weit verbreitet sind 6-Zoll-Displays; mit dem Kindle Oasis (2017), Kobo Aura One und Tolino Epos sind aber auch Alternativen mit 7- und 7,8-Zoll-Diagonale auf dem Markt. Sie machen damit den Tablets Konkurrenz und wirken nicht so beengt wie die Standard-Reader.

Lesen wie auf (weißem) Papier ist nur mit einer Beleuchtung möglich, erst damit verschwindet der leichte Grauton der E-Ink-Displays. Die LEDs dafür bringen die meisten Modelle am unteren Displayrand unter. Das führt dort unter Umständen zu schwach sichtbaren Lichthöfen, gerade wenn die LEDs nicht gleichmäßig hell leuchten oder nur wenige vorhanden sind. Um fürs Einschlafen hinderliches blaues Licht zu verhindern, nutzen Tolino beim vision 4 HD und Epos sowie Kobo beim Aura One zusätzliche warmweiße LEDs. Diese lassen sich manuell und automa-

tisch regeln, bei voller Stufe sind die kaltweißen LEDs aus.

## Touch oder Tasten

Auf einen Touchscreen verzichten nur wenige Geräte. Allerdings haben die einfachen Kindles und Tolinos nur Infrarot-Sensoren am Displayrand. Sie erfüllen den Zweck, laufen aber Gefahr zu verschmutzen und reagieren etwas träger und weniger präzise als die kapazitiven Varianten in den teureren Geräten. Die haben zudem meist eine durchgehend flache Vorderseite wie bei Tablets üblich, etwa der Kindle Voyage oder der Tolino vision 4 HD. Doch auch hier tippt man anfangs erstaunlich oft daneben oder wartet auf eine Reaktion.

Angenehm sind daher gesonderte Tasten zum Blättern, bekommt man damit doch besseres Feedback. PocketBook setzt sie bei allen Geräten ein, Amazon bei seinen teuren Readern Voyage und Oasis. Während ersterer noch Sensortasten mit Vibrationsfeedback benutzt, gibt es beim Oasis klassische Tasten. Bei Tolino kann man zum Weiterblättern auf die Rückseite tippen, doch komfortabler ist das mangels Rückmeldung nicht.

## Nicht schnell, aber sparsam

Niedriger Energiebedarf steht bei E-Book-Readern an erster Stelle – aufgrund der trägen E-Paper-Displays sind leistungsfressende Animationen oder ein flotterer Bildaufbau ohnehin nur bedingt umsetzbar. Die Prozessoren stammen in der Regel von der NXP-Tochter Freescale und haben

meist nur einen CPU-Kern. Lediglich im aktuellen Kindle Oasis (2017) steckt mit dem NXP i.MX7Dual ein modernerer Dual-Core-Prozessor. Tatsächlich reagiert der Oasis denn auch ausgesprochen flott beim Laden von Büchern und beim Umblättern – besonders im direkten Vergleich zum Tolino Epos, der sich reichlich Zeit im Menü und beim Laden lässt. Dennoch sind alle aktuellen Modelle schnell genug fürs Lesen von E-Books, Denkpausen beim Umblättern gibt es nicht.

Über 30 Stunden Lesezeit am Stück schaffen alle Reader ohne Beleuchtung und bei abgeschaltetem WLAN. Die beiden teureren Kindle, Voyage und Oasis, schneiden mit rund 35 Stunden noch eher schlecht ab. Der Paperwhite (2015) schafft um die 50 Stunden, der Tolino shine 2HD sogar über 65 Stunden. Mit Beleuchtung wird das bei allen deutlich kürzer, doch 18 bis 35 Stunden sind drin. Wer möglichst lange Laufzeiten sucht, wird eher bei Kobo und Tolino fündig, während Amazon in der gleichen Preisklasse meist das Nachsehen hat.

Alle Geräte nutzen einen Micro-USB-Anschluss und melden sich am Rechner als USB-Speicher, was die Befüllung mit beliebigen Betriebssystemen erleichtert. Ein Netzteil fehlt bei allen Geräten in der Packung, lediglich das USB-Kabel wird mitgeliefert. Daten drahtlos übertragen können die Reader nur über 2,4-GHz-WLAN, selbst die High-End-Geräte erkennen keine 5-GHz-Netze. Ein Argument für viel lesende Weltreisende ist die Mobilfunk-Version des Kindles. Weltweit kostenlos mit mindestens UMTS-Geschwindigkeit (in den USA sogar mit LTE) auf das Amazon-Angebot zugreifen zu können lässt den Nachschub nicht versiegen. Doch die Bequemlichkeit kostet 60 Euro Aufpreis und ist selbst bei sporadischer WLAN-Verfügbarkeit kaum mehr nötig.

Amazon baut in seinen teuersten und in den billigsten Kindle Bluetooth ein, um darüber Kopfhörer anzusteuern. Auf dem Oasis kann man damit Audible-Hörbücher anhören, auf dem Kindle (2016) funktioniert bisher nur die Sprachsynthese. Nicht möglich ist generell das Abspielen von MP3-Dateien und damit von Hörbüchern aus anderen Quellen oder Musik. Auch ein Kopfhöreranschluss fehlt. Kobo und Tolino fehlen die Audio-Fähigkeiten komplett. Fündig wird man hingegen bei PocketBook: Die aktuellen Modelle Touch HD, Touch HD 2 und Aqua 2 haben einen Audioausgang. Die Software unterstützt



Wärmere LEDs für besseren Schlaf bieten bisher nur wenige Geräte an. Beim Kobo Aura One lassen die sich sogar in extremes Orange treiben.



die Wiedergabe von MP3-Dateien und kann Textdateien vorlesen.

Als Hörbuch-Maschine überzeugen die E-Reader nur bedingt. So geht ihnen schneller die Puste aus als Smartphones, die in der Regel mehr Akkukapazität mitbringen und bei abgeschaltetem Display nicht viel verbrauchen. Smartphone-Apps verwalten die Audio-Sammlung zudem bequemer. Punkten kann das proprietäre Audible-System auf dem Kindle mit der Verknüpfung zwischen Buch und Hörbuch. So lässt sich mit dem Hören anfangen, wo man mit dem Lesen aufgehört hat und umgekehrt – vorausgesetzt man hat beide Versionen gekauft.

## Shops und Software

Der einfachste Weg, an frische Bücher zu kommen, sind die in die Reader-Software integrierten Shops. Das Angebot ist überall umfangreich, wobei Amazon insbesondere durch eine noch größere Auswahl englischer und selbst verlegter Titel die Nase vorne hat. Bei den Tolino-Geräten ist immer der Shop eines der angeschlossenen Buchhändler vorinstalliert, deren Angebot sich leicht unterscheidet. Um bei anderen Händlern der Allianz zu kaufen, muss man über deren Webseiten gehen und einen weiteren Account anlegen. Verknüpft man diesen mit der Tolino Cloud, lassen sich die Bücher danach direkt aufs Gerät herunterladen.

Bei PocketBook ist der Shop ebenfalls mit dem Buchhändler verknüpft, bei dem man das Gerät kauft. Kauft man anderswo, lässt sich aber eine beliebige Partner-Buchhandlung auswählen oder ganz auf eine Bindung verzichten. Abgesehen vom Kindle unterstützen alle Reader das gängige EPUB-Format und das harte Adobe DRM, sodass sich Bücher auch aus anderen Shops als dem vorinstallierten nutzen lassen. Zudem kann man damit auch das Onleihe-System der deutschen Bibliotheken nutzen. Für den Kindle müssen Bücher aus anderen Shops unter Umständen erst in passende Format gebracht werden. Da immer mehr Anbieter und Verlage auf weichen Kopierschutz wie Wasserzeichen setzen, sind die Hürden dafür niedrig. Um Kindle-Bücher auf andere Geräte zu bekommen, muss man allerdings deren Kopierschutz knacken und sie in ein anderes Format übertragen. Als Standardwerkzeug zum Verwalten und Konvertieren hat sich die Open-Source-Software Calibre etabliert.

Softwareseitig trumpft PocketBook auf: So gibt es außer dem Audioplayer

eine Dropbox-Anbindung, ebenso einen RSS-Reader und diverse Spiele. Dazu überzeugt die PDF-Funktionalität, die auch einen ordentlichen PDF-Reflow beherrscht und Dokumente wie ein E-Book formatieren kann. Den Reflow bekommen Kobu und Tolino nur schlecht hin, während Amazon ganz darauf verzichtet und man sich umständlich durch das PDF zoomen muss.

## Die goldene Mitte

Beim Kauf eines E-Readers sollte man sich zuerst einmal für ein Ökosystem entscheiden. Nimmt man lieber das bequeme, aber abgeschlossene Modell von Amazon oder das offenere, aber etwas umständlichere System von Tolino? PocketBook punktet weniger mit dem Shop als mit seiner umfangreichen Software und ist je nach Modell dank SD-Karte und Kopfhöreranschluss flexibler.

Technisch sind die Reader in der jeweiligen Preisklasse meist ebenbürtig, kleine Unterschiede gibt es dennoch. Amazon hat beim Schrift-Rendering die Nase vorn und zeigt beim Blättern weniger sichtbare Rückstände. Bei Tolino sind die Laufzeiten deutlich länger, doch nervt die hin und wieder etwas träge Oberfläche.

Zu den billigsten Modellen sollte man nur greifen, wenn man sich nicht sicher ist, ob der E-Book-Reader überhaupt

lohnt. Sie bringen zwar das Notwendigste mit, doch klobige Gehäuse, niedrige Auflösung und fehlende Beleuchtung machen das elektrische Lesen vergleichsweise unbequem. Bei den Basic-Modellen von PocketBook muss man sogar auf die Touch-eingabe verzichten.

Die vernünftige Wahl sind der Kindle Paperwhite und der Tolino Shine 2 HD. Sie kommen dank 300-dpi-Auflösung schon nah ran ans gedruckte Buch, sind mit LED-Licht auch ohne externe Lichtquelle einsatzbereit und trotzdem noch recht günstig. Ein Stück edler muten Kindle Voyage und der wassergeschützte Tolino vision 4 HD an. Dazu gibt es praktische Blättertasten und einen Lichtsensor beim Kindle und die warmweißen LEDs beim Tolino. Alle drei Features bietet der PocketBook Touch HD 2 für 150 Euro ebenfalls, nur sein altbackenes Gehäuse kann nicht ganz überzeugen.

Die teuersten Geräten zeigen auf ihren größeren Displays mehr und kommen näher ans Buchformat heran. Der Oasis kann durch sein ungewöhnlich aufgeteiltes Gehäuse auch bei der Einhand-Bedienung noch glänzen, bei den anderen wird es etwas unhandlicher. Die Hörbuch-Funktion des Oasis ist zwar durchdacht, allerdings durch die Einschränkung auf Amazons Angebot kein Kaufgrund.

(asp@ct.de) **ct**

E-Book-Lesegeräte			
Modell	Kindle Oasis (2017)	Aura One	Epos
Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>	Kobo, <a href="http://www.kobo.de">www.kobo.de</a>	Tolino, <a href="http://www.mylolino.de">www.mylolino.de</a>
Maße / Gewicht	15,9 cm × 14,1 cm × 0,3–0,8 cm / 194 g	19,5 cm × 13,8 cm × 0,7 cm / 231 g	20,8 cm × 14 cm × 0,8 cm / 263 g
Speicherplatz (verfügbar) / Speicherslot	8 GByte (6,2 GByte) / –	8 GByte (6,7 GByte) / –	8 GByte (6 GByte) / –
Display-Technik / -Größe	EPD (E-Ink Carta) / 10,7 cm × 14,2 cm (7 Zoll)	EPD (E-Ink Carta) / 11,9 cm × 15,8 cm (7,8 Zoll)	EPD (E-Ink Carta) / 11,9 cm × 15,8 cm (7,8 Zoll)
Display-Auflösung / Farbtiefe / Helligkeit	1264 × 1680 Pixel (301 dpi) / 16 Graustufen / 155 cd/m²	1404 × 1872 Pixel (301 dpi) / 16 Graustufen / 96 cd/m²	1404 × 1872 Pixel (301 dpi) / 16 Graustufen / 78 cd/m²
LED-Beleuchtung / warmweiß	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Laufzeit <sup>1</sup> ohne / mit Beleuchtung	35,2 h / 18, 8h	43,5 h / 18 h	41,2 h / 22,7 h
Touchscreen / Blättertasten / Navigationskreuz	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / –
WLAN / Dualband	b/g/n / –	b/g/n / –	b/g/n / –
E-Books			
E-Book-Formate	AZW3, AZW, TXT, PDF, ungeschützte MOBI, PRC	EPUB, PDF, MOBI, TXT, CBZ, CBR	EPUB, PDF, TXT
DRM-Formate	Kindle DRM (AZW)	Kobo DRM, Adobe Adept (EPUB und PDF)	Adobe Adept (EPUB und PDF)
Kompatibilität mit Verleihdiensten / Flatrates	Amazon Prime / Kindle Unlimited	Onleihe / –	Onleihe / Tolino select
Modelle, Preise			
Modelle	32 GByte (260 €), 32 GByte plus 3G (320 €)	–	–
Straßenpreis	230 €	230 €	200 €
<sup>1</sup> gemessen mit TXT-Dokument, 1 Seitenwechsel je 2 Sekunden, Beleuchtung: 50 cd/m² ✓ vorhanden – nicht vorhanden			





### Amazon Oasis (2017)

Die zweite Generation vom Amazon Luxus-Reader Oasis wirkt ausgereifter und praktikabler als die erste. So gibt es jetzt endlich einen Helligkeitssensor wie im günstigeren Kindle Voyage. Zudem ist er der erste wasserfeste Kindle und darf nun auch mal in der Badewanne abtauchen (IPX8). Das auf 7 Zoll gewachsene Display bietet etwas mehr Platz und kommt näher an klassische Buchseiten heran.

Durch die ungewöhnliche Bauform mit einem dicken Rand liegt der Reader gut in der Hand. Dabei ist es egal, ob mit links oder rechts gehalten wird, Bildschirminhalt und Tastenbelegung drehen sich passend mit. Die Blättertasten haben einen spürbaren Druckpunkt und reagieren zuverlässig. Das Metallgehäuse wirkt robust und edler als die anderer E-Book-Reader. Allerdings stört beim Halten ein scharfer Grat an der Oberseite.

Verschwunden ist die Akkühülle, dafür ist der Energiespeicher im Gerät selbst gewachsen. Daher übertrumpft der Oasis seine Vorgänger ohne Hülle deutlich, kommt aber ansonsten mit maximal 35 Stunden Laufzeit auf keine überragenden Werte. Beim Abspielen von Hörbüchern über Bluetooth macht der Akku nach acht Stunden schlapp. Im Vergleich zur Konkurrenz reagiert die Oberfläche sehr flott und die Ladezeiten sind kurz. Das Rendering der Schrift ist hervorragend und sieht weiterhin besser aus als bei den Konkurrenten. Mit 230 Euro ist der Oasis immer noch sehr teuer, liefert aber für den Preis eine hervorragende Leistung ab.

- 👆 handlich
- 👆 sehr schnell
- 👆 wasserdicht



### Kobo Aura One

Der größte Kobo fühlt sich trotz des großen Displays erstaunlich leicht und kompakt an. Mit seiner strukturierten Rückseite liegt er gut in der Hand; der Rahmen rund um den Bildschirm ist gerade dick genug, um das Gerät mit einer Hand gut halten zu können.

Kobo verzichtet auf weitere Tasten zusätzlich zum Power-Knopf, was die Bedienung weniger bequem macht als bei den Konkurrenten. Zahlreiche Einstellmöglichkeiten wie eine nahezu stufenlose Verstellung der Schriftgröße, lassen wenig Wünsche offen. Dank der Anbindung an den Pocket-Dienst lassen sich Web-Inhalte bequem ans Gerät schicken. Unschön ist die Zwangsanmeldung bei Kobo, ohne die das Gerät nicht funktioniert. Anschließend lassen sich aber EPUBs aus anderen Shops nutzen. Praktisch ist die Möglichkeit, die Helligkeit über ein Fingerwischen am Displayrand zu verstellen. Ansonsten sorgt der Helligkeitssensor für eine sanfte Anpassung ans Umgebungslicht. Stellt man eine Schlafenszeit ein, wird die Beleuchtung bis dahin automatisch graduell rötlicher.

Die zu Beginn schwachen Laufzeiten hat Kobo per Firmware-Update verbessert, sie liegen nun sogar knapp über dem Niveau des Tolino Epos und deutlich vor dem Kindle Oasis. Die Oberfläche reagiert eher behäbig, nervt aber nicht durch Denkpausen. Insgesamt liegt der Kobo Aura One leicht vor dem Schwestermodell von Tolino, ist aktuell aber auch 30 Euro teurer. Auch wenn sich Kobo vom deutschen Markt zurückzieht, wird die Software weiterhin gepflegt.

- 👆 vergleichsweise kompakt
- 👆 lange Laufzeit
- 👆 wasserdicht



### Tolino Epos

Seine nahe Verwandtschaft zum Kobo kann der Epos nicht verleugnen. Die Hardware gleicht sich weitgehend, es wurde aber ein anderes Gehäuse drumherum gestrickt. Das ist etwas größer und schwerer als beim Bruder, liegt aber durch den breiten unteren Rand mit der zentralen Menütaste noch gut in der Hand. Das Soft-Touch-Material fasst sich zwar gut an, insgesamt wirkt der Epos aber nicht so hochwertig wie die anderen beiden Reader. Dank Innenbeschichtung ist der Epos wasserfest nach IPX8.

Keine Blöße gibt sich das Gerät beim scharfen Display selbst, doch die LEDs drumherum schaffen im Maximum gerade mal die halbe Helligkeit des Kindle. Die Beleuchtung lässt sich über eine Gehäusetaste bequem ein- und ausschalten. Sie liegt aber ungünstig direkt neben dem Einschalter, so dass man beide gerne mal verwechselt. Das Licht kann auf Warmweiß runterdrehen, ohne dass es in das extrem Orange des Kobo abgleitet. Die automatische Tageslichtsteuerung ist interessant, aber unflexibel. Zudem fehlt ein Helligkeitssensor. Praktisch ist das verdrehsichere Micro-USB-Kabel in der Packung.

Hin und wieder neigt die Oberfläche zu Denkpausen, und auch der Bildaufbau ist sichtbar langsamer als bei Kindle und Kobo. Hinderlich ist das zwar nur selten, nervig aber allemal. Bei aller Kritik ist der Epos aber ein guter und ausdauernder E-Book-Reader, der mit seiner Größe punktet und mit EPUB-Unterstützung offener ist als der Amazon-Reader.

- 👆 lange Laufzeit
- 👆 wasserdicht
- 👇 mitunter etwas träge

# Smarte Helfer selbst gebaut

Sechs IoT-Projekte  
flexibel und ohne Cloud



<b>Smarte Helfer selbst gebaut .....</b>	<b>Seite 64</b>
<b>Digitales Türschild .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>WLAN-Waage .....</b>	<b>Seite 72</b>
<b>Autonomer Türsensor .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Smarte LED-Lampe .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>ESP8266-Steckdose .....</b>	<b>Seite 84</b>
<b>WLAN-Gardine .....</b>	<b>Seite 86</b>

**Smart Home und das Internet of Things sollen unseren Alltag einfacher machen. Leider sind kommerzielle Produkte oft nicht so, wie man sie sich wünscht und zudem auf eine Hersteller-Cloud angewiesen. Wir stellen fünf Projekte für Einsteiger und Profis vor, die ganz ohne Cloud arbeiten und die Sie genau auf die eigenen Bedürfnisse zuschneiden können.**

**Von Merlin Schumacher**

Jeden Morgen das gleiche Spiel: Heizung hochdrehen, Wecker klingeln lassen, Licht einschalten, Kaffee kochen und so weiter ... Nur heute Morgen ist es kalt und dunkel, ich habe verschlafen, und es herrscht ein eklatanter Mangel an Kaffeeduft. Das ist schon das zweite Mal diesen Monat. Manchmal will mein Smart-Home nicht so, wie ich das will. Über Nacht ist der Internetanschluss ausgefallen und die Steuersignale der etwa fünf Cloud-Dienste, die ich verschalten musste, kamen bei meinen smarten Helfern nicht an. Beim letzten Mal hatte einer der Cloud-Dienste eine Störung und das IoT-Kartenhaus brach sofort zusammen.

Dass in irgendwelchen Datenbanken stets verzeichnet wird, wann ich das Toilettenlicht einschalte, wurmt mich auch. So was muss besser gehen. Das beste

Gegenmittel für diese Probleme heißt: Selberbauen. Mit eigener Hard- und Software ist man unabhängig von Dritten und weiß genau, was an Daten fließt. In sechs Bauprojekten zeigen wir, wie das geht.

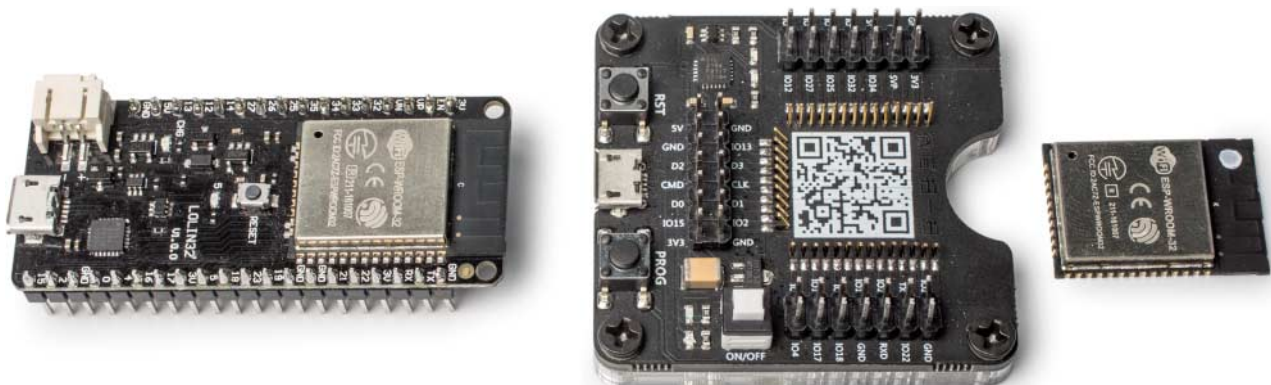
Unsere IoT-Projekte stehen einerseits für sich, aber andererseits auch exemplarisch. Wir haben versucht, viele für Smart Home und IoT typische Aspekte einzubinden. Das betrifft nicht nur das Messen mit Sensoren und das Steuern von Aktoren, sondern auch autonome Energieversorgung und die Arbeit mit Bibliotheken. Zentraler Bestandteil aller Projekte ist der Microcontroller ESP32 von Espressif. Einzige Ausnahme stellt die WLAN-Steckdose dar, die ein Fertigprodukt aus dem Handel ist und den Espressif ESP8266 einsetzt – den Vorgänger des ESP32. Der ESP32 ist erheblich schneller und besser ausgestattet, kostet aber kaum mehr Geld. Die offensichtlichsten Verbesserungen sind, neben dem dreimal so schnellen Dual-Core-Prozes-

sor, Bluetooth 4.2 und verbesserte Stromsparmodi. Der Microcontroller steuert nicht nur I2C- und SPI-Geräte an, sondern auch alles, was sich auf SDIO, UART und CAN 2.0 versteht – Sie müssen aber nicht wissen, was das alles im Detail ist, um unsere Bauvorschläge selbst umzusetzen. Fürs Messen und Steuern bringt er einen 18-Kanal-Analog-Digital-Wandler und zwei 8-Bit-Digital-Analog-Wandler sowie PWM-Ausgänge für LEDs und Motoren mit.

Für die Kommunikation mit gegebenenfalls schon vorhandenen Smart Home-Lösungen setzen unsere Projekte auf das verbreitete MQTT-Protokoll (Message Queue Telemetry Transport). Es dient zum Austausch von Statusinformationen und Steueranweisungen zwischen den einzelnen IoT-Geräten und ist ein verbreiteter Industriestandard. Leider ist er nie richtig im Endkundenbereich angekommen. Jeder Hersteller kocht sein eigenes Süppchen, sodass man schnell drei, vier Gateways, Bridges und Konverter besitzt, die alle nicht miteinander reden wollen. Bei MQTT wird die Kommunikation von einem sogenannten MQTT-Broker gesteuert. Populäre Smart Home-Projekte wie OpenHAB [1], FHEM [2] und Home Assistant [3] verstehen sich alle auf das Protokoll.

## Lösungen finden

Bei der Entwicklung von IoT-Geräten stößt man immer wieder auf die gleichen Probleme: Wie verwalte ich Konfigurationsdaten? Wie gestalte ich die Ersteinrichtung möglichst einfach? Wie kümmerge ich mich um die Kommunikation mit anderen Geräten? Beim ESP8266 lösen Bibliotheken wie Homie all diese Probleme. Beim relativ neuen ESP32 fehlt



Den ESP-WROOM32 gibt es in verschiedenen Formen: links als Entwicklerboard (hier ein LOLIN32), ganz rechts als Einzelmodul für Projekte, die in Serie gehen. Die große Platine daneben ist der Programmieradapter, mit dem man seine Software in die Einzelmodule überträgt.



eine solche Plattform bislang. Wir haben daher eine eigene Bibliothek namens Basecamp geschrieben. Diese dient als Basis für alle unsere Projekte mit Ausnahme der Steckdose, die auf dem ESP8266 basiert. Basecamp stellen wir als Open Source auf GitHub bereit und laden Sie herzlich dazu ein, eigene Projekte damit umzusetzen und die Bibliothek bei Bedarf zu erweitern.

Basecamp verwaltet die Verbindung zum WLAN und einem MQTT-Broker und ermöglicht das Flashen von Software-Updates übers Netz. Des Weiteren kümmert sie sich um die Verwaltung von Konfigurationsdaten und stellt bei der Ersteinrichtung einen Access-Point und ein Webinterface bereit, über das Sie die Zugangsdaten Ihres WLAN eingeben können. Falls das Gerät weitere Konfiguration erfordert, geht das ebenfalls über sein Webinterface. Das können Sie für die Eigenentwicklungen mit wenigen Zeilen Code erweitern. Sie erreichen es jederzeit über die IP-Adresse des ESP.

## Fundamente legen

Alle unsere Projekte programmieren Sie mit der einsteigerfreundlichen Arduino-IDE. Unsere Beispiele sind allerdings so gehalten, dass Sie viel gar nicht ändern müssen, um sie zu nutzen. Die IDE überträgt aber auch den Programmcode auf den ESP. Sie kommen also nicht ohne sie

aus. Falls Sie die IDE bereits installiert haben, kontrollieren Sie, ob sie noch aktuell ist. Zum Redaktionsschluss war Version 1.8.5 aktuell. Haben Sie das Programm noch nicht auf Ihrem PC, finden Sie den Download-Link zur IDE und alle weiteren Downloads und Links unter [ct.de/y73t](http://ct.de/y73t). Unter **Windows** und **macOS** erwartet Sie ein normaler Installationsprozess. Wenn Sie eines dieser Betriebssysteme nutzen, können Sie den nächsten Abschnitt überspringen.

**Ubuntu**-Nutzer müssen ein paar Klimmzüge machen: Canonical stellt leider nur eine uralte Version der Arduino-IDE bereit. Auch die im Snap-Store verfügbare Fassung ist zu alt, weshalb sie auf eine manuelle Installation ausweichen müssen. Entpacken Sie das heruntergeladene Archiv und verschieben Sie den darin enthaltenen Ordner nach `/opt`. Wechseln Sie in das Zielverzeichnis und starten Sie dort das Skript `install.sh`. Es erzeugt einen Menüeintrag für die IDE und macht dem System die Arduino-Dateitypen bekannt. Da die Programmierumgebung auf Java basiert, müssen Sie noch eine Java-Runtime installieren. Diese landet mittels `sudo apt-get install openjdk-8-jre` auf Ihrem PC. Als Letztes müssen Sie Mitglied der Gruppe `dialout` werden, damit Sie auf die serielle Schnittstelle Ihres PC Zugriff haben. Das passiert durch `sudo usermod -a -G dialout $USER`.

Anschließend melden Sie sich einmal ab und wieder an.

## Verbindungen herstellen

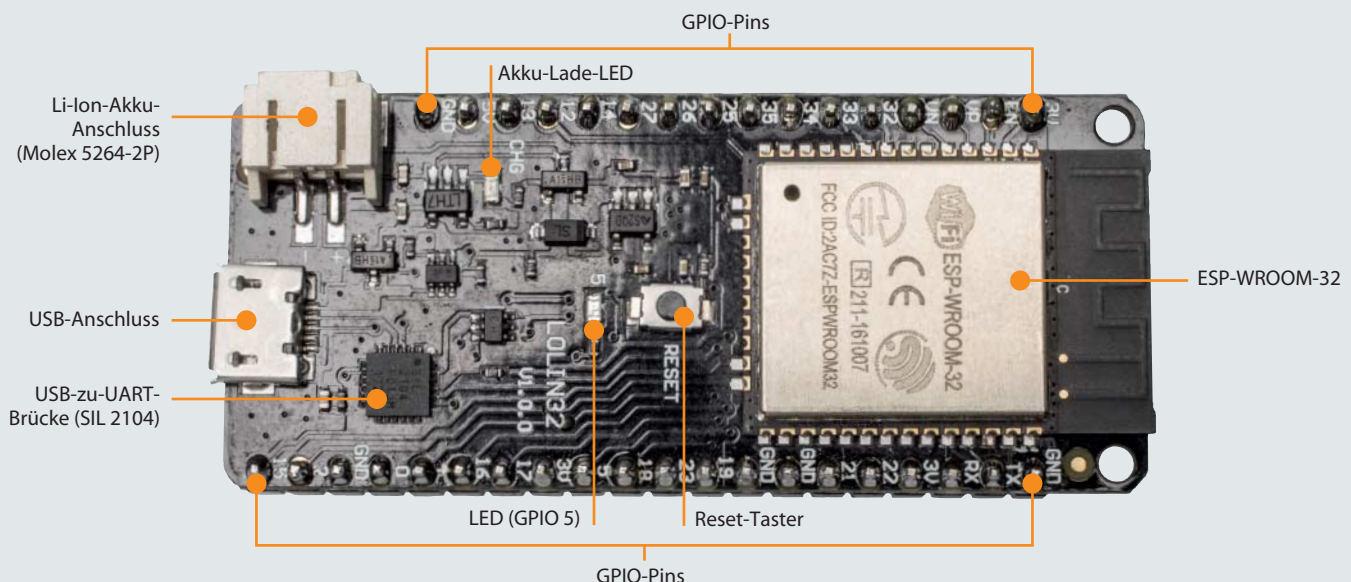
Die Verbindung zwischen ESP32 und PC vermittelt eine USB-to-UART-Brücke. Unter **Windows** und **Ubuntu** reicht es, den ESP anzuschließen und eine etwaige Hardware-Installation abzuwarten. Deswegen geht es für Windows- und Ubuntu-Nutzer im nächsten Abschnitt weiter.

Unter **macOS** müssen Sie einen Treiber für die Brücke installieren, da Apple seit High Sierra keinen mehr mitliefert. Die uns bekannten ESP32-Boards und -Programme verwenden einen SiLabs-Chip. Laden Sie den Treiber über [ct.de/y73t](http://ct.de/y73t) herunter und starten Sie den Installationsvorgang. Im Lauf der Installation wird nach Systemrechten verlangt, diese sind notwendig, um den Treiber ins System einzubinden. Ist das Installationsprogramm fertig, wird macOS Sie darauf hinweisen, dass eine Systemerweiterung blockiert wurde. Geben Sie die Ausführung in den Systemeinstellungen unter Sicherheit/Allgemein frei. Klicken Sie rechts neben dem Namen des Treibers auf den Knopf „Erlauben“.

Hat die Treiberinstallation geklappt, sollte in der Arduino-IDE unter Werkzeuge/Port ein neuer serieller Anschluss erscheinen. Wie dieser heißt, variiert je nach Betriebssystem (COM6, `/dev/ttyUSB0`, `/dev/cu.SLAB_USBtoUART`).

# Anschlüsse und Bauteile eines ESP32-Boards

Ein ESP32-Entwickler-Board wie das Wemos LOLIN32 bringt allerhand Anschlüsse mit, die hier im Detail erklärt werden.





## Rahmenbedingungen schaffen

Um Arduino-IDE und ESP32 endgültig zu verheiraten, fehlt noch der ESP32 Core for Arduino. Diese Sammlung von Werkzeugen und C(++)-Bibliotheken stellt der Hersteller Espressif auf GitHub bereit.

Unter **Ubuntu** müssen Sie zunächst die verbreitete Versionskontrollsoftware Git und das Python-Modul `Serial` mittels `sudo apt install git python-serial` installieren. Anschließend erstellen Sie das Verzeichnis `~/Arduino/hardware/espressif` und wechseln dorthin.

Beim **Mac** müssen Sie im Terminal einmal `xcode-select --install` eingeben, um die Installation der Kommandozeilen-Entwicklerwerkzeuge auszulösen, welche auch Git beinhalten. Dann erstellen Sie das Verzeichnis

```
~/Documents/Arduino/hardware/espressif
```

und wechseln dorthin.

Sowohl auf dem **Mac** als auch unter **Ubuntu** führen Sie nun die folgenden Befehle aus:

```
git clone https://github.com/espressif/arduino-esp32.git esp32
cd esp32
git submodule update --init --recursive
```

Das erste Git-Kommando erzeugt eine Kopie des auf GitHub befindlichen Quellcodes im Unterordner `esp32`. Das zweite lädt in den Quellcode eingebundene Untermodule herunter. Wechseln Sie nun in das Unterverzeichnis `tools` und führen Sie das Python-Skript `get.py` aus. Es lädt den Compiler für den ESP und ein Programm zum Erstellen von Flash-Images herunter.

Unter **Windows** müssen Sie zunächst Git-Scm, einen Client für die Versionskontrollsoftware Git, installieren. Im Rahmen der Installation werden allerhand Rückfragen gestellt. Im Zweifel belassen Sie alles so, wie es ist. Nach der Installation starten Sie das Programm Git Gui. Klicken Sie im Startbildschirm auf „Clone Existing Repository“. Im nächsten Schritt verlangt Git Gui sowohl den Quellort (Source Location) als auch ein Zielverzeichnis (Target Directory). Bei der Quelle geben Sie folgende URL ein:

```
https://github.com/espressif/arduino-esp32.git
```

Das Zielverzeichnis müssen Sie erst anlegen. Wechseln Sie dafür in den Ordner

Dokumente und erstellen Sie die Verzeichnisse `Arduino\hardware\espressif\esp32`. Wählen Sie dieses Verzeichnis als Ziel in Git Gui. Mit einem Klick auf „Clone“ beginnt Git Gui den Quellcode herunterzuladen. Nach dem Ende des Downloads schließen Sie Git Gui. Öffnen Sie jetzt das Zielverzeichnis und starten Sie das Programm `get.exe` im Unterverzeichnis `tools`, um den Compiler und ein Programm zum Erzeugen von Flash-Images herunterzuladen.

## Geräte auswählen

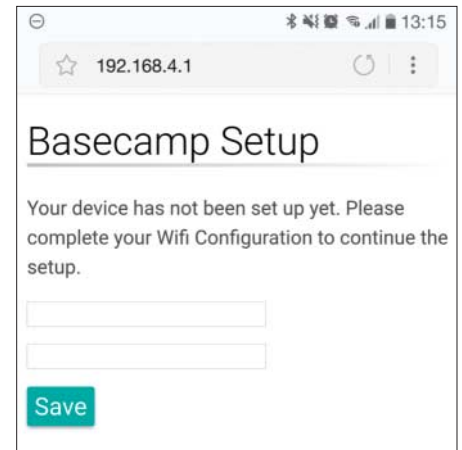
Nach einem Neustart der Arduino-IDE können Sie nun unter Werkzeuge/Boards zahlreiche ESP32-Modelle auswählen. Wenn das Board, das Sie besitzen, verfügbar ist, wählen Sie es aus. Andernfalls nehmen Sie das „ESP32 Dev Module“. Wenn Sie gleich dabei sind, reduzieren Sie die Upload-Geschwindigkeit unter Werkzeuge/Upload-Speed auf 115200. Bei höheren Geschwindigkeiten kommt es regelmäßig zu Übertragungsfehlern beim Flashen der Software aufgrund von schlechten Kabeln oder anderen Störungen. Die reduzierte Geschwindigkeit sorgt für eine stabile Übertragung.

## Bibliotheken einrichten

Unsere Bibliothek Basecamp greift wiederum auf vier weitere Bibliotheken zurück: `ArduinoJson`, `Async MQTT Client`, `ESPAsyncWebServer` und `AsyncTCP`. Laden Sie die von uns über `ct.de/y73t` bereitgestellten Zip-Dateien mit den Bibliotheken herunter und installieren Sie diese über Sketch/Bibliothek einbinden/.ZIP-Bibliothek hinzufügen. Alternativ können Sie sie auch per Git in das Verzeichnis `libraries` unterhalb des Arduino-Projektornders klonen. Dann haben Sie immer die aktuellste Fassung.

## Ersteinrichtung vollziehen

Nach dem Öffnen einer der Projektdaten mit der Arduino-IDE laden Sie die Firmware über Sketch/Hochladen in den Speicher des ESP. Die IDE startet dann den Kompilervorgang. Wenn dieser erfolgreich war, wird das Binärprogramm übertragen. Anschließend ist der ESP einsatzbereit. Ist ein ESP32 frisch mit einer Basecamp-Firmware geflasht, erzeugt er einen Access-Point mit dem Namen „ESP32“. Verbinden Sie sich mit dem PC oder dem Handy und rufen Sie die URL `http://192.168.4.1` auf. Dort erwartet Sie ein Webinterface mit Eingabefeldern für



Unsere Software-Bibliothek Basecamp hilft bei der Ersteinrichtung von IoT-Geräten.

die SSID und das Passwort Ihres WLAN, mit dem sich der ESP in Zukunft verbinden soll. Ein Klick auf Save speichert die Zugangsdaten ab und löst einen Neustart aus. Danach kümmert sich Basecamp um die Verbindung mit Ihrem WLAN. Rufen Sie dazu die IP-Adresse des ESP auf und tragen Sie dort etwa die Adresse des zuständigen MQTT-Brokers ein oder Sie lösen testweise eine Funktion aus.

Haben Sie bei der Eingabe der Daten einen Fehler gemacht oder ändern Sie später Ihr WLAN-Passwort, können Sie die WLAN-Konfiguration einfach zurücksetzen. Schalten Sie dazu das Gerät fünf Mal ein und aus. Warten Sie zwischen den Einschaltvorgängen circa eine Sekunde, denn der ESP braucht etwa eine halbe Sekunde zum Starten. Nach dem fünften forcierten Neustart, ohne dass der ESP eine WLAN-Verbindung aufbauen konnte, wird die WLAN-Konfiguration gelöscht. Gibt es weitere Probleme mit dem ESP, starten Sie ihn zwei weitere Male neu. Dann wird sein interner Speicher formatiert und die Firmware wird vollständig auf Werkseinstellungen zurückgesetzt. Nun aber viel Erfolg mit unseren Projekten oder Ihren eigenen. (mls@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Stefan Porteck, Wie von Geisterhand, Erste Schritte mit der kostenlosen Smart Home-Software `openHAB 2`, c't 11/2017, S. 144
- [2] Mirko Dölle, Brandmelder im Eigenbau, Raspberry Pi überwacht Funkrauchmelder, c't 11/2014, S. 178
- [3] Jan Mahn, Haushalts-Diplomat, Hausautomations-Schaltzentrale Home Assistant auf Python-Basis, c't 26/2017, S. 57

Download und Links zum Text:  
[ct.de/y73t](https://ct.de/y73t)



# Ausdauernde Infotafel

## Drahtloses Türschild mit E-Paper-Display

**Ein Belegungsplan für den Konferenzraum, die Anwesenheit von Kollegen im Büro oder der Putzplan für die WG: Ein digitales Türschild ersetzt Zettelwirtschaft und Papieraushänge.**

**Von Jan Mahn**

**E**in digitales Türschild mit einem LCD ist schnell gebaut: eine Wandhalterung mit einem alten Tablet, darauf eine App oder eine Webseite im Vollbild. Das Problem ist der Stromverbrauch, denn selbst mit einem neuen Akku wird die Lösung nur wenige Tage durchhalten. Schließlich dürstet der Bildschirm ununterbrochen nach Strom. Wer ein Türschild plant, das mehrere Monate mit einer Akkuladung hält, kommt an E-Paper-Displays nicht vorbei. Diese benötigen nur dann Energie, wenn der Bildinhalt wechselt. Kombiniert mit dem Tiefschlafmodus des ESP32 entsteht ein digitales Türschild mit langer Akkulaufzeit.

Für das E-Paper-Türschild haben wir ein 7,5-Zoll großes Display verwendet, das der Hersteller Waveshare mit einem Aufsteckmodul für den Raspberry Pi anbietet. Das Panel kostet beim deutschen Händler 58 Euro, hat eine Auflösung von 640 × 384 Pixel und läuft, wie der ESP32, mit 3,3 V. Vom selben Hersteller gibt es auch Varianten mit 2,9 und 4,2 Zoll.

Um Strom zu sparen, wollen wir dem Mikrocontroller möglichst wenig Arbeit überlassen: Es soll einmal stündlich aus dem Tiefschlaf aufwachen, sich mit dem WLAN verbinden, per HTTP-Anfrage von einem Webserver das anzuzeigende Bild als Rohdaten herunterladen, dieses auf dem Display anzeigen und sich wieder in den Tiefschlaf begeben. Da die Gestaltung des Bildes auf dem Webserver erledigt wird, können Sie die Inhalte jederzeit austauschen, ohne neuen Code auf den ESP32 zu flashen. Ein Webserver kann auch mehrere Schilder mit Bildern versorgen und beispielsweise für jedes Konferenzraumschild ein Bild mit der aktuellen Belegung zusammenbauen.

### Prototyp

Den ersten Aufbau sollten Sie mit einem ESP32-Entwicklerboard mit integriertem Programmieradapter zusammenstecken. Waveshare liefert eine Kabelpeitsche mit Jumper-Kabeln mit, die Belegung finden Sie in der Tabelle rechts oben.

Ist die Arduino-IDE mit der ESP32-Erweiterung und unserer Bibliothek Basecamp eingerichtet (siehe S. 64), kann die Arbeit am Code für das Türschild beginnen. Installieren Sie zu Beginn die beiden externen Bibliotheken „GxEPD“ und „Adafruit\_GFX“. Die Links dafür finden Sie unter [ct.de/yrzv](http://ct.de/yrzv). Laden Sie den Inhalt der Repositories als zip-Dateien herunter und entpacken sie im Ordner „libraries“ im Arduino-Verzeichnis. Starten Sie anschließend die IDE neu. Die Bibliotheken erledigen die Kommunikation mit dem Display. Laden Sie zunächst ein Beispielprojekt, das die Entwickler von „GxEPD“ mitgeliefert haben, um die Verkabelung zu prüfen. Sie finden es in der Arduino-IDE unter „Datei/Beispiele/GxEPD/GxEPD\_SPI\_TestExample“. In den Zeilen 46 bis 56 (Zeilennummern aktivieren Sie unter „Datei/Voreinstellungen“) binden Sie die für das Display passende Bibliothek ein und kommentieren Sie alle anderen mit „//“ aus. Für das 7,5-Zoll-Display entfernen Sie die Kommentarzeichen für `#include <GxGDEW075T8/GxGDEW075T8.cpp>`.

### Pinbelegung E-Paper-Display

Display	ESP32
BUSY	4
RST	16
DC	17
CS	5
CLK	18
DIN	23
GND	GND
3.3V	3.3V

Schließen Sie das ESP-Entwicklerboard per USB an und flashen Sie das Beispiel auf den Mikrocontroller – stimmt die Verkabelung, zeigt das Display ein Testprogramm mit Bildern und Texten an. Die Funktion zur Bildausgabe, die in der Bibliothek mitgeliefert wird, verlangt als Bildformat ein Array mit Hexadezimalwerten – solche Bilder können Sie zwar problemlos auf den ESP32 flashen. Um es per HTTP zu übertragen, ist es aber ungeeignet.

### Pixelstrom

Das E-Paper-Display stellt bauartbedingt nur monochrome Bilder dar, kennt also nur zwei Zustände für einen Pixel – ein oder aus. Das Display hat 640 Pixel in der Breite und 384 in der Höhe, insgesamt also 245.760 Bildpunkte. Unser Bildformat ist auf das Wesentliche reduziert: Beginnend in der linken oberen Ecke werden die Schaltzustände der Pixel zu einem String zusammengefügt – je acht Bits werden zu einem Byte zusammengefasst. Aus der Pixelfolge 00101011 wird beispielsweise das ASCII-Zeichen +. Am Ende der Zeile folgen kommentarlos die Pixel der nächsten Zeile.





Bevor die Hardware Bilddaten empfangen kann, müssen diese erst einmal in ein geeignetes Datenformat umgewandelt werden. Auf dem Webserver haben wir das mit PHP realisiert (siehe Listing auf S. 70).

Eingelesen wird das Bild „bild.png“, das von der Funktion `createMonochromeImage()` Zeile für Zeile zerlegt wird. Für jedes Pixel prüft das Programm, ob in einem der Farbkanäle Rot, Grün oder Blau ein Farbwert gesetzt ist und hängt das Zeichen 0 oder 1 an den String an. Dieser Code ersetzt bei aufwendigen farbigen Bildern keine Umwandlung durch ein Bildbearbeitungsprogramm – jeder nicht weiße Pixel wird auf dem Display schwarz. Ist die Länge des Strings durch acht teilbar, wird das nächste Byte erzeugt und an den Ausgabe-String angehängt.

Aus diesem Material muss der ESP32 jetzt wieder ein Bild zusammensetzen. Nachdem er sich den String vom Webserver geholt hat, liest er ihn Byte für Byte ein, zerlegt die Bytes wieder in Bits und schaltet die Pixel des E-Paper-Displays einzeln ein oder aus. Innerhalb der Schleife ist das aktuelle Byte in der Variable `byte`:

```
for (int b = 7; b >= 0; b--) {
    int bit = bitRead(byte, b);
    if (bit == 1) {
        display.drawPixel(x, y, GxEPD_BLACK);
    } else {
        display.drawPixel(x, y, GxEPD_WHITE);
    }
    x++;
    if (x == 640) {
        y++;
        x = 0;
    }
}
```

### Einkaufsliste Steckdose

-  4 Stunden (mit Gehäusebau)
-  80 €
- 
  - ESP32
  - Waveshare 7.5inch E-Ink display HAT for Raspberry Pi
  - Multiplex
- 
  - Lötkolben
  - Stichsäge

 leicht schwer

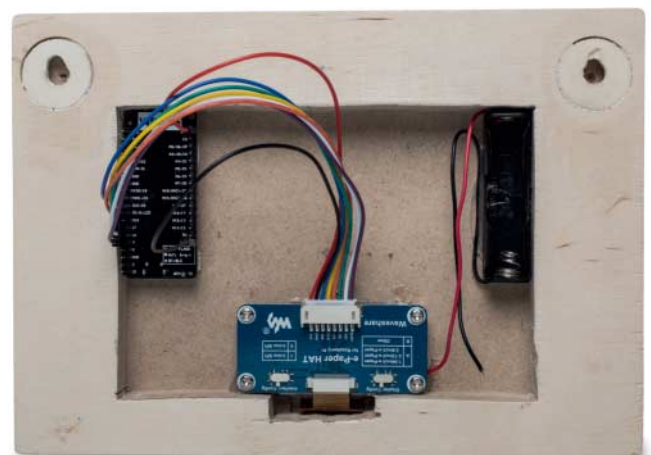
Aus den Bytes werden stückweise wieder acht Bildpunkte, die direkt aufs Display geschrieben werden. Nach jeweils 640 Spalten beginnt die nächste Zeile. Sollten Sie ein kleineres Modell einsetzen, müssen Sie die Breite aus dem jeweiligen Datenblatt des Herstellers entnehmen und den Wert eintragen. Sind alle Bytes eingelesen, folgt der Befehl `display.update()`, damit das Display die neuen Bildpunkte anzeigt.

### Tiefschlaf

Die HTTP-Anfrage und der Bildaufbau haben nur wenige Sekunden gedauert. Jetzt ist es für den ESP32 Zeit, sich wieder schlafen zu legen. Soll er das nächste Bild in 60 Minuten abrufen, bekommt er eine Wartezeit von 3.600.000.000 Mikrosekunden (3600 Sekunden): `esp_sleep_`



Damit das digitale Türschild an der Wand seiner Arbeit nachgehen kann, bekommt es ein Gehäuse aus Holz.



Im Hohlraum auf der Rückseite finden ESP32 und Batteriefach Platz.



```

$im = imagecreatefrompng("bild.png");
echo createMonochromeImage($im);
function createMonochromeImage($im) {
    $bits = "";
    $bytes = "";
    $pixelcount = 0;
    for ($y = 0; $y < imagesy($im); $y++) {
        for ($x = 0; $x < imagesx($im); $x++) {
            $rgb = imagecolorat($im, $x, $y);
            $r = ($rgb >> 16) & 0xFF;
            $g = ($rgb >> 8) & 0xFF;
            $b = $rgb & 0xFF;
            $gray = ($r + $g + $b) / 3;
            if ($gray < 0xFF) {
                $bits .= "1";
            } else {
                $bits .= "0";
            }
            $pixelcount++;
            if ($pixelcount % 8 == 0) {
                $bytes .= pack('H*', str_pad(base_convert($bits, 2, 16), 2, "0", STR_PAD_LEFT));
                $bits = "";
            }
        }
    }
    return $bytes;
}

```

Für das E-Paper-Display berechnet das PHP-Skript aus einer PNG-Datei einen String aus Bytes mit je acht monochromen Pixeln.

`enable_timer_wakeup(3600000000)` und verabschiedet sich anschließend mit `esp_deep_sleep_start()` in den Tiefschlaf.

## Rahmenbedingungen

Den Code zum Bildaufbau haben wir zusammen mit unserer Bibliothek Basecamp bereitgestellt, sodass Ihr erstes Türschild schnell einsatzbereit ist. Das Repository enthält im Ordner „Server“ Anregungen, was der Webserver darstellen könnte. Das gesamte Projekt finden Sie unter [ct.de/yrzv](http://ct.de/yrzv). Flashen Sie das Programm auf den ESP32, verbinden Sie sich mit dem WLAN, das dieser bereitstellt, und öffnen Sie die Konfigurationsoberfläche (siehe S. 67). In der Weboberfläche geben Sie jetzt die Adresse des Servers und den Pfad zum Bild sowie die gewünschte Schlafzeit ein. Anschließend startet der Mikrocontroller neu und beginnt mit der Arbeit.

## Sandwich-Gehäuse

Beim Bau des Gehäuses für das 7,5 Zoll große Display haben wir ein Design ent-

wickelt, das Sie ohne 3D-Drucker und CNC-Fräse nachbauen können. Es ist schichtweise zusammengeleimt und besteht aus einer Schicht Sperrholz (3 mm), zwei Lagen Hartfaserplatte (4 mm) und einer Schicht Multiplex (18 mm). Die Zeichnung mit allen Maßen finden Sie im Projekt-Repository im Ordner „case“, die Verarbeitung funktioniert mit Stich- und Kreissäge (oder Zuschnitten aus dem Baumarkt) auch mit wenig Werkzeug. Legen Sie das Display in seine Aussparung in der zweiten Ebene und verbinden Sie die Schichten mit Holzleim. Das Flachbandkabel führen Sie bis in die letzte Ebene durch. Dort finden ein ESP32 und ein Batteriefach Platz. Mit eingelassenen Schlüsselochblechen befestigen Sie das Schild elegant an der Wand. Um das Projekt über einen Akku mit Strom zu versorgen, finden Sie zwei Ansätze im Projekt „Türsen-sor“ auf Seite 76.

## Luftpost-Update

Das Überspielen der Firmware auf den ESP32 ist kein Problem, solange Sie ein

ESP-Entwicklerboard mit integriertem USB-Adapter verwenden und die Hardware neben dem Computer liegt. Hängt das Schild erst einmal fertig montiert an der Wand, sind Veränderungen am Code aber sehr aufwendig. Wenn Sie das Entwicklerboard durch einen einzelnen ESP32 ersetzt haben, müssten Sie für jedes Update einen Programmieradapter ankleben. Dankenswerterweise haben die Entwickler die Möglichkeit integriert, Updates per WLAN einzuspielen. Im Programm müssen Sie dafür nur wenige Zeilen Code ergänzen:

```

#include <WiFi.h>
#include <ESPmDNS.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <ArduinoOTA.h>

void setup() {
    // [...] WLAN-Verbindung herstellen

    ArduinoOTA.setPassword("secret");
    ArduinoOTA.begin();
}

void loop() {
    ArduinoOTA.handle();
}

```

Überspielen Sie dieses Programm auf klassischem Weg per USB. Ist der ESP32 mit dem gleichen WLAN verbunden wie der Computer mit der Arduino-IDE, finden Sie ihn im Menü unter „Werkzeuge/Ports“ unterhalb der seriellen Ports – zu erkennen an seiner IP-Adresse. Achten Sie darauf, dass in jeder veränderten Version des Programms die Zeilen für das OTA-Update erhalten bleiben. Fehlen diese, haben Sie sich ausgesperrt und müssen wieder den USB-Programmer bemühen.

In unserer Bibliothek Basecamp sind OTA-Updates bereits integriert und aktiviert. Um ein Kennwort zu setzen, verwenden Sie die Zeile `configuration.set("OTAPassword", "IHR KENNWORT")`. Zum Deaktivieren der Funktion `configuration.set("OTAActive", "false")`.

## Weiterdenken

Mit den veröffentlichten Beispielen und dem Gehäuse haben wir einige Anregungen zusammengestellt – wenn Sie eigene Ideen für Inhalte oder Gehäuse-Baupläne für die kleineren Displays haben, lassen Sie es uns wissen oder erstellen Sie einen Pull-Request bei GitHub. ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)) **ct**

**Repository und Downloads:** [ct.de/yrzv](http://ct.de/yrzv)



Anzeige



# Abwägungssache

## Personenwaage mit ESP32 und OLED-Display

**Fertige Personenwaagen mit App- und Cloudanbindung hat die Fitnessindustrie bereits im Angebot – mit dem unangenehmen Effekt, dass die persönlichen Daten das Haus verlassen. Auf Basis des ESP32 bauen Sie eine netzwerkfähige und trotzdem verschwiegene Personenwaage mit einem OLED-Display.**

Von Jan Mahn

**E**lektronische Personenwaagen funktionieren nach einem einfachen Prinzip: In den vier Ecken unter der Standfläche befinden sich Sensoren mit Dehnungsmessstreifen – sehr dünne elektrische Leiter. Stellen Sie sich auf die Waage, werden diese minimal verformt, wodurch sich der elektrische Widerstand verändert. Aus der Veränderung des Widerstands berechnet die Waage das Gewicht. Unsere netzwerkfähige Waage beherrscht noch einige zusätzliche Funktionen: Auf einem farbigen OLED-Display gibt sie nicht nur den Messwert aus, zusätzlich vergleicht sie das aktuelle Ergebnis mit den Messwerten der letzten Wochen und zeigt einen Trend an. Parallel dazu sendet sie die Werte auch per MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) an die Smart-Home-Zentrale – mehr zum Protokoll finden Sie auf Seite 65. Der

ESP32 hat zwar integrierte Analog-Digitalwandler, deren Auflösung reicht für eine Waage allerdings nicht aus: Zum Einsatz kommt daher der AD-Wandler HX711 mit Verstärker, der den veränderten Widerstand misst, sowie vier Wägezellen, die jeweils mit maximal 50 Kilogramm belastet werden können. Das OLED-Display lässt mit 1,5 Zoll noch viel Raum für Erweiterungen wie ein Menü für einen Mehrbenutzermodus.

### Lötkolben vorheizen

Bevor es ans Messen und Programmieren geht, müssen Sie den Lötkolben zur Hand nehmen. An den Wägezellen hängen sehr dünne Litzen, die den Testzusammenbau auf dem Breadboard zu einer fummeligen Angelegenheit machen. Wir haben daher ein Stück Lochrasterplatine verwendet, um die Enden miteinander und mit dem ADC zu verbinden.

Vergleichen Sie vor dem Zusammenbau die Beschriftung auf Ihrer Platine mit denen auf der Zeichnung. Das OLED-Display gibt es auch in einer teureren Variante vom Hersteller Adafruit mit zusätzlichen Pins. Die Beschriftungen „SLK“, „CK“ und „SCK“ werden synonym verwendet. Die Platine mit dem HX711 bekommen Sie von unterschiedlichen Herstellern mit leicht abweichender Beschaltung – „A+“ und „A-“ können in einer anderen Reihenfolge als auf unserer Zeichnung vorkommen. Beim Test von Platinen aus unterschiedlichen Quellen fiel uns zusätzlich auf, dass einige Hersteller einen kleinen Fehler in die Schaltung eingebaut haben. Messen Sie mit einem Multimeter den Widerstand zwischen den Pins „GND“ und „E-“. Ist dieser größer als wenige Milliohm, müssen Sie die Pins mit einer Drahtbrücke verbinden.

### Holzarbeiten

Die Hardware rund um die Elektronik haben wir sehr einfach gestaltet. Zwei quadratische Multiplexplatten (für den Einsatz im Badezimmer eignen sich wasserfeste Siebdruckplatten noch besser), in den Ecken der unteren Platte Sacklöcher mit 40 mm Durchmesser, die die Sensoren aufnehmen. In der oberen Platte dienen Schrauben als Auflagepunkte für die Sensoren. Eine Zeichnung des Aufbaus finden Sie im Projekt-Repository.

### Bibliotheksanpassungen

Ist die Hardware soweit zusammengelötet, braucht die Arduino-IDE etwas

Vorbereitung. Laden Sie die Bibliotheken „HX711“ und „SSD\_13XX“ herunter (Links unter ct.de/yj2t) und entpacken Sie die Zip-Archive in den Arduino-Unterverordner „libraries“. Beide Bibliotheken benötigen jetzt noch eine kleine Anpassung: Öffnen Sie die Datei „HX711.cpp“ aus der HX711-Bibliothek in einem Texteditor und entfernen Sie die Zeilen 4–8. Dabei handelt es sich um eine Anpassung für alte Arduino-IDE-Versionen, die im Zusammenhang mit dem ESP32 für einen Fehler beim Kompilieren sorgt. Wechseln Sie anschließend in den Ordner der Klasse „SSD\_13XX“ und öffnen Sie dort im Unterordner „\_settings“ die Datei „SSD\_13XX\_settings.h“ mit einem Texteditor. Der Autor der Bibliothek hat sich leider dafür entschieden, den Typ des Displays hart im Code einzutragen. Entfernen Sie in Zeile 34 die Kommentarteichen und kommentieren Sie den Include-Befehl eine Zeile darüber aus. Die Bibliothek ist damit auf das 1,5 Zoll große Display mit 128 × 128 Pixel festgelegt. Wenn Sie mehrere Projekte mit unterschiedlichen OLED-Displays bearbeiten, müssen Sie sich je eine Kopie der Bibliothek mit einem eigenen Namen anlegen.

## Kalibrierung

Der ADC misst Zahlenwerte, die absolut betrachtet keine Relevanz haben. Daher muss der Aufbau vor dem ersten Einsatz kalibriert werden. Besorgen Sie sich einen Gegenstand, dessen Gewicht zwischen 10 und 20 Kilogramm liegt. Bestimmen Sie das Gewicht möglichst genau – eine Kiste

Mineralwasser, deren Einzelteile Sie mit einer Küchenwaage wiegen, erfüllt den Zweck. Mit dem folgenden Code, den Sie einmalig auf den ESP32 flashen, ermitteln Sie den Umrechnungsfaktor in Ihre bevorzugte Maßeinheit:

```
#include "HX711.h"
HX711 scale;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(2000);
  scale.begin(25, 26);
  scale.set_scale();
  scale.tare();
  Serial.println("Legen Sie innerhalb  
von 10 Sekunden das Gewicht auf.");
  delay(10000);
  Serial.print(scale.get_units(10));
}
```

Nachdem Sie den Code übertragen haben, öffnen Sie den seriellen Monitor in der Arduino-IDE (im Menü unter „Werkzeuge/SeriellerMonitor“). Stellen Sie das Gewicht erst nach der Aufforderung auf die Waage. Nach zehn Sekunden ermittelt die Waage einen Durchschnittswert aus zehn Messwerten und gibt diesen auf dem seriellen Monitor aus. Notieren Sie den Wert und teilen Sie ihn durch das zuvor gemessene Gewicht. Das Ergebnis ist der Umrechnungsfaktor, den Sie später der Funktion `scale.set_scale(FAKTOR)` übergeben.

## Display

Die verwendete Klasse macht die Arbeit mit dem OLED sehr leicht und mit wenigen Zeilen Code erscheint farbiger Text.

## Einkaufsliste Waage



4 Stunden



25 €



- ESP32
- 1,5-Zoll-OLED-Display-SSD1351
- Wägesensor 50 kg
- 24-Bit-Analog-to-Digital-Converter HX711
- Siebdruckplatte
- Lochrasterplatine



- Lötkolben
- Bohrmaschine

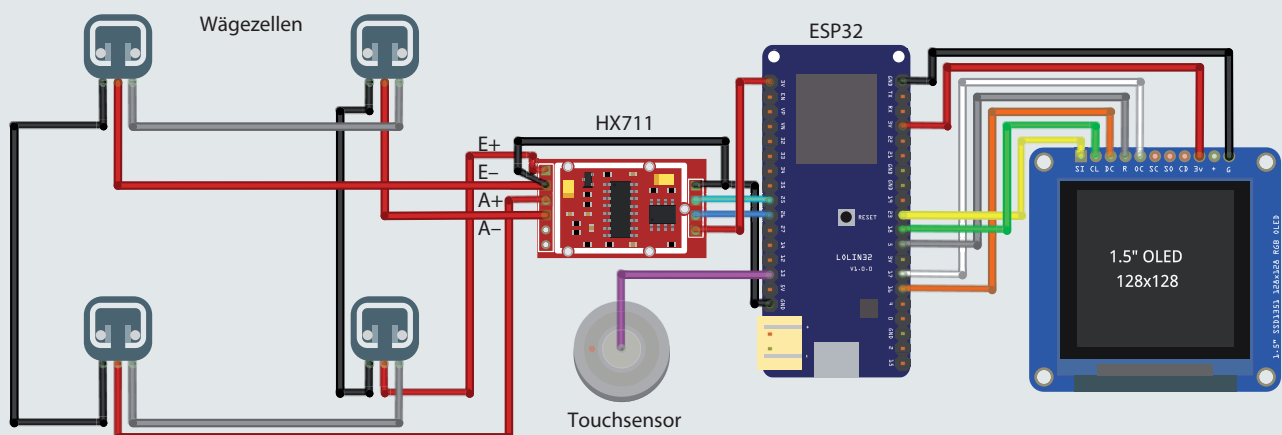
leicht schwer

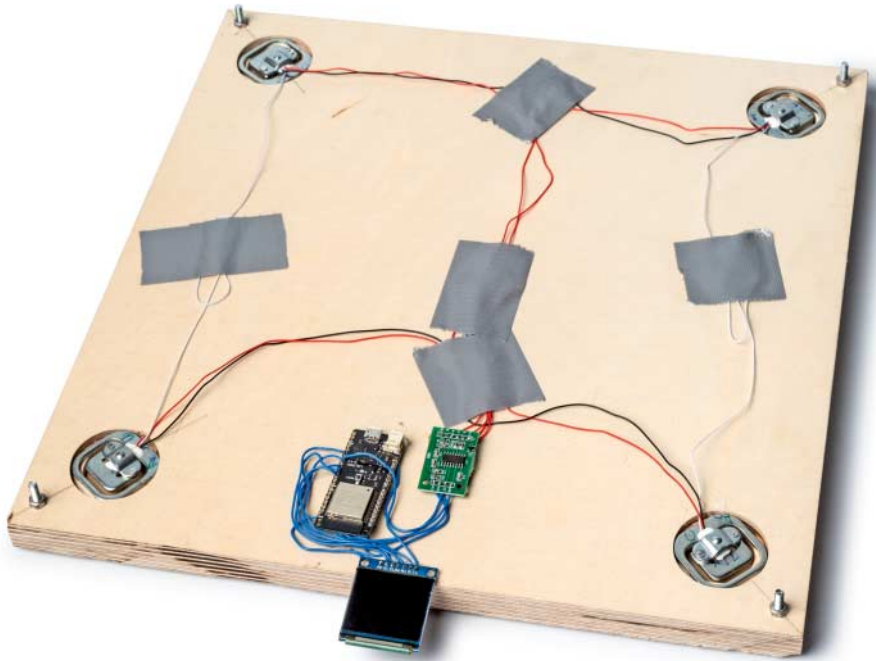
Das Beispiel zeigt im Display ein Gewicht von „100,0“ sowie die Maßeinheit in der nächsten Zeile an.

```
#include <SPI.h>
#include <SSD_13XX.h>
#define _cs 17
#define _dc 16
#define _mosi 23
#define _sclk 18
#define _rst 5
#define _miso //bleibt frei
```

## Aufbau Personenwaage

Verkabelung der Personenwaage mit ESP32, HX711 und 1,5-Zoll-OLED





Zwischen den beiden Platten findet die Elektronik Platz. Die Sensoren liegen in den Sacklöchern. Die Deckplatte wird über die vier Schrauben in den Ecken geführt.

```
SSD_13XX disp = SSD_13XX(_cs, _dc);
void setup() {
  disp.begin(false);
  disp.fillScreen(BLUE);
}
void loop(void) {
  disp.setCursor(10, 10);
  disp.setTextColor(WHITE);
  disp.setTextSize(4);
  disp.println("100,0");
  disp.setTextColor(WHITE);
  disp.setTextSize(3);
  disp.setCursor(90, 50);
  disp.println("kg");
  delay(5000);
}
```

Der Code definiert die verwendeten Pins und legt anschließend das Objekt `disp` an. In der Loop-Funktion stellt das Display den Wert 100,0 in Schriftgröße 4 dar, die Einheit kg folgt kleiner darunter. Anschließend wartet der ESP32 fünf Sekunden und wiederholt sein Programm. Damit sind die Möglichkeiten der Bibliothek und des Displays noch nicht ausgeschöpft – die mitgelieferten Beispiel-Sketches zeigen, was mit Kurven, Linien und farbigen Flächen noch möglich ist. Da das Display RGB-Farben unterstützt, könnte man beispielsweise den Hintergrund ab einem definierten Schwellwert rot einfärben oder eine Animation anzeigen.

## Aufwachen!

Die Personenwaage wird am Tag nur wenige Minuten zum Einsatz kommen und darf sich in den meisten Fällen nach einem Messvorgang in den Ruhezustand verabschieden. Da ein Kippschalter zum Aktivieren am Morgen nicht sehr komfortabel wäre, haben wir eine weitere nützliche Funktion des ESP32 eingesetzt, die auch in vielen anderen Projekten Verwendung finden kann: Deep-Sleep mit Wake-up-Pin. Der Mikrocontroller verweilt so lange im Deep-Sleep-Modus, bis Sie eine metallische Oberfläche berühren, die mit Pin 13 verbunden ist. Eine Berührung mit dem nackten Fuß und die Waage erwacht. Der Code für diesen Trick ist denkbar einfach:

```
//je höher, desto empfindlicher
#define Threshold 40

void callback(){
  //leere Platzhalter-Funktion
}

void setup(){
  Serial.println("Aufgewacht");
  touchAttachInterrupt(T4, callback,
    Threshold);
  esp_sleep_enable_touchpad_wakeup();
  Serial.println("Beginne Tiefschlaf");
  esp_deep_sleep_start();
}
```

Je nach Aufbau und Verkabelung kann es sinnvoll sein, etwas mit dem Schwellwert in der Variable `Threshold` zu experimentieren, damit der Mikrocontroller bei einer leichten Berührung reagiert. In der Funktion `touchInterrupt` wird mit `T4` der GPIO-Pin 13 für das Aufwecken definiert. Eine Übersicht über alle Pins, die Touch-Ereignisse verarbeiten können, finden Sie im Datenblatt des Herstellers Espressif auf Seite 24 (zu finden unter [ct.de/yj2t](http://ct.de/yj2t)).

## Zusammenbau

Damit sind alle Komponenten bereit für den Einsatz als netzwerkfähige Waage. Basierend auf unserer Bibliothek Basecamp haben wir ein fertiges Programm zusammengestellt, zu finden unter [ct.de/yj2t](http://ct.de/yj2t). Es lässt die Waage erwachen, tariert sie, misst dann das Gewicht und veröffentlicht das Ergebnis über MQTT – damit kann die Hausautomationszentrale beispielsweise auf Gewichtszunahme reagieren und das Licht im Fitnessraum einschalten. Bei der Ersteinrichtung von Basecamp (siehe Seite 64) müssen Sie neben den WLAN-Zugangsdaten den oben ermittelten Umrechnungsfaktor und einen Wert für die Empfindlichkeit des Touch-Pins angeben.

## Zweckentfremdung

Der Bau der Holzkonstruktion ist zwar schnell gemacht, die vier Sensoren und das Holz kosten zusammen aber mindestens 15 Euro. Sollten Sie noch eine elektronische Personenwaage herumstehen haben, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich darin vergleichbare Wägezellen mit den gleichen Kabelfarben befinden. Ab 20 Euro gibt es komplette Waagen mit Glasoberfläche beim Discounter. Hat die Waage eine Funktion zur Körperfettmessung, haben die Hersteller auch an ein Metallelement für den Aufweck-Pin gedacht. Ersetzen Sie einfach die vorhandene Elektronik durch einen ESP32 und einen HX711.

Auf der Grundlage der Personenwaage sind noch weitere vergleichbare Projekte möglich: Eine Wägezelle für maximal zwei Kilogramm eignet sich als Grundlage für eine Küchenwaage oder als Füllstandsanzeige für den Hundefutternapf (mit E-Mail-Benachrichtigung). Lassen Sie uns Ihre Ideen gern zukommen.

(jam@ct.de) **ct**

Repository und Downloads: [ct.de/yj2t](http://ct.de/yj2t)



Anzeige



# Palim-Palim

## Smarter und kompakter Türsensor mit WLAN

**Wie man einen autonomen Türsensor mit Reedkontakt baut, der per WLAN Alarm schlägt, aber dennoch günstig ist.**

**Von Merlin Schumacher**

**O**b ich wohl das Fenster zuge-  
macht habe?“ ist eine Frage, die  
sich nicht nur bei einer Reise in  
den Urlaub nach der Hälfte der Fahrt  
stellt, sondern auch, wenn man gerade bei  
Freunden ist und das Gewitter des Jahres  
losbricht. Ob Tür und Fenster wirklich ge-  
schlossen waren, weiß man erst, wenn  
man heimkommt und sich bereits mental  
auf einen Wasserschaden vorbereitet hat.  
Oder man lässt einen ESP32 den Zustand

von Haus- und Hof melden und bleibt ent-  
spannt.

Kommerzielle Tür- und Fenstersen-  
soren gibt es allerhand. Meist sind sie teu-  
er und brauchen Bridges, weil sie auf pro-  
prietary Funkprotokolle setzen. Viele da-  
von sind außerdem recht klobig. Unser  
Türsensor ist kompakt, günstig und frei  
programmierbar. Dank Tiefschlafmodus  
hält der ESP-Mikrocontroller darin min-  
destens mehrere Monate durch und im  
besten Fall sieht man dank kompakter Ak-  
kus von außen nicht, dass die Tür neuer-  
dings eine IP-Adresse hat.

Das Prinzip des Türsensors ist unab-  
hängig von der Bauweise Ihrer Tür: Ein  
Magnet betätigt einen Reedschalter. Da-  
raufhin erwacht der ESP32 kurzzeitig und  
meldet den veränderten Zustand der Tür  
und den Ladestand seines Akkus an Ihren  
MQTT-Broker. Mehr zum MQTT-Broker

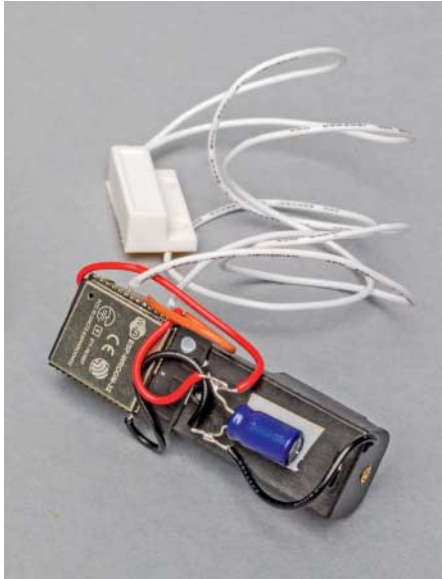
lesen Sie im Einleitungsartikel auf Seite  
64. Je nach Bauweise Ihrer Tür finden  
Reedkontakt und ESP an unterschied-  
lichen Stellen Platz: Wollen sie den Kon-  
takt etwa im Türrahmen einbauen, müs-  
sen Sie kleinere Akkus und ESP-Module  
verwenden, als wenn der Kontakt über  
dem Rahmen hängen kann. Wir haben  
zwei exemplarische Bauformen umge-  
setzt. Eine größere mit längerer Laufzeit  
und eine kompakte, die Sie etwas öfter  
aufladen müssen.

### Energie!

Als Stromquelle bieten sich Lithium-Io-  
nen-Akkus (Li-Ion) mit 3,6 Volt oder Lithi-  
um-Eisenphosphat-Akkus (LiFePO4) mit  
3,2 Volt an. Beide haben ihre Vor- und  
Nachteile: Li-Ion-Akkus sind relativ güns-  
tig, leicht zu bekommen und haben hohe  
Kapazitäten. Aber man muss einen Span-  
nungswandler einsetzen, um den ESP  
daran zu betreiben. Er verlangt – wie die  
meisten Chips – 3,3 Volt Spannung. Der  
Spannungswandler verbraucht wiederum  
selber Energie und verkürzt damit die  
Laufzeit. Einige ESP-Entwickler-Boards  
integrieren Spannungswandler, Lade-  
schaltungen und einen Stromanschluss  
für Lithium-Zellen. Zudem können Sie die  
Zelle über den Micro-USB-Anschluss am  
ESP-Board aufladen.

Wollen Sie Li-Ion-Akkus einsetzen,  
greifen Sie am besten zu Zellen im Format  
18650 (18 mm Durchmesser, 650 mm  
Länge). Diese Bauform findet immer  
mehr Verbreitung, weil sie oft in E-Ziga-  
retten zum Einsatz kommt. Passende  
Batteriefächer dafür bekommen Sie für  
ein paar Cent. Mit einer Kapazität von  
circa 2500 mAh sollte der ESP im Tiefs-  
chlaf theoretisch mehr als ein Jahr laufen.

LiFePO4-Akkus brauchen keinen  
Spannungswandler, sind aber etwas teurer  
und man benötigt ein spezielles etwa 30  
Euro teures Ladegerät zum Aufladen. Zu-  
dem muss man einen kleinen 220-µF-  
Kondensator zwischen + und – löten, um  
Verbrauchsspitzen des ESP, etwa beim  
Einschalten des WLAN, auszugleichen.  
Man kann diese Zellen direkt mit dem  
kompakten ESP-WROOM-32 verbinden.  
Dabei ist aber großes Lötgeschick gefragt,  
denn die Löt pads des nur daumengroßen  
Moduls sind winzig. LiFePO4-Akkus be-  
kommt man in der Bauform von AA-  
Batterien (auch als 14500 bezeichnet). Sie  
passen daher in AA-Batteriefächer. Ist die  
Zelle jedoch leer, müssen Sie sie ersetzen  
und aufladen. Die Kapazität ist im Gegen-



Solche Fensterkontakte (weiß) für 1 bis 2 Euro erfüllen ihren Zweck und können angeklebt oder verschraubt werden. Sie sollten das mitgelieferte minderwertige Klebeband aber ersetzen.

satz zu Li-Ion erheblich kleiner: Statt 850 mAh (Li-Ion im AA-Format) bekommt man hier nur circa 500 mAh, auch wenn die Hersteller gerne mit Kapazitäten um 700 mAh werben. Das reicht im besten Fall für etwa drei Monate Tiefschlaf. Leider kostet jedes Türöffnen verhältnismäßig viel Energie.

## Während Du schliefst

Der häufigste Betriebszustand des ESP32 ist im Fall des Türsensors der Tiefschlaf-Modus oder Deep-Sleep. In diesem Modus ist fast die gesamte Hardware abgeschaltet, sodass er laut Hersteller nur zwischen 2,5 und 150  $\mu$ A Strom benötigt – je nachdem, welcher Schlafmodus aktiv ist. Ist der Chip im Betrieb und sendet per WLAN, verbraucht er bis zu 240 mA. Als Wecksignal kann man verschiedene Dinge festlegen: einen schlichten Timer, eine Berührung an einem Touchsensor oder ein High- oder Low-Signal an einem oder mehreren GPIO-Pins. Letzteres verwendet der Türsensor.

Wird der ESP geweckt, macht er jedoch nicht da weiter, wo er aufgehört hat, sondern führt seine Firmware von vorne aus. Die Aufwachzeiten sind trotz des faktischen Reboots so kurz, dass der ESP problemlos ein Türöffnen erkennen kann und längst schon wieder eingeschlafen ist, wenn die Tür wieder geschlossen wird, um dann erneut zu erwachen.

## Software für die Tür

Im Listing-Kasten auf Seite 78 sehen Sie eine einfache Fassung der Software für den Türsensor. Dieses Programm und eine ausgefeiltere Fassung finden Sie zum Download unter [ct.de/yg7t](https://ct.de/yg7t).

Nach dem Einbinden unserer Bibliothek Basecamp legen die zwei mit `#define` beginnenden Zeilen die Pins des Reedkontakts (SensorPin) und der Batterie (batteryPin) fest. Als temporärer Speicher für ausgelesene Werte hält `sensorValue` her. Die Variable `batteryLimit` entscheidet darüber, ob der ESP32 dem MQTT-Broker eine volle oder leere Batterie meldet.

In der Funktion `setup()` legt `pinMode()` den Modus beider Pins auf INPUT fest, beim Pin für den Reedkontakt wird zudem noch der interne Pull-down-Widerstand aktiviert. Anschließend liest `digitalRead()` den Wert des Reedkontakt-Pins aus. Erst jetzt kommt Basecamp durch `iot.begin()` zum Zug. Um eine schnelle, aber auch zuverlässige Übertragung zu gewährleisten, ruft die Methode `iot.mqtt.onConnect()` die Funktion `transmitStatus` als Callback auf, wenn Basecamp eine erfolgreiche Verbindung zum MQTT-Broker hergestellt hat. `onConnect()` übergibt dabei einen zusätzlichen Parameter (`sessionPresent`). Diesen können wir im Beispiel ignorieren.

Anhand der if-Bedingung entscheidet die Funktion, je nach Status des Türsensors, ob sie dem MQTT-Broker die Mitteilung „open“ oder „closed“ schickt. Anschließend teilt `esp_sleep_enable_ext0_wakeup()` dem Chip mit, wann er aus dem Deep-Sleep erwachen soll. Im Beispiel reagiert er immer auf den SensorPin. Der

## Anforderungen Türsensor



1 Stunde



ab 12 €



- ESP32-Dev-Board oder ESP-WROOM-32-Modul
- Batteriehalter
- Akku
- Elko
- Reedschalter + Magnet oder Fensterkontakt



- Lötkolben
- Abisolierzange
- Draht
- Jumperkabel
- Lötzinn
- dritte Hand

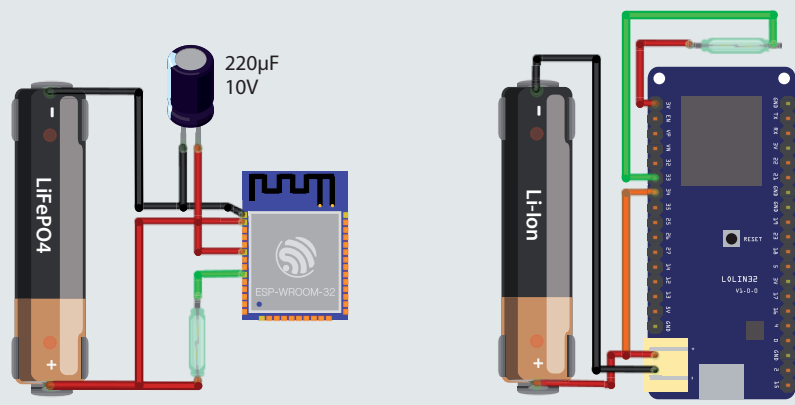
leicht schwer

zweite Parameter legt fest, ob er auf High (1) oder Low (0) reagieren soll.

Um den Batteriestand zu melden, liest `analogRead()` deren aktuelle Spannung ein. Ist der Wert geringer als der festgelegte Schwellwert, teilt der ESP dem MQTT-Broker mit, dass die Batterie leer ist. Dieser Wert kann sich zwischen 0 und 4095 bewegen. Für das perfekte Limit müssen Sie mit Ihrer Hardware experimentieren. Der ESP32 selbst läuft noch mit 2,3 Volt, aber die in den Modulen verwendeten

## Aufbau Türsensor

Hier sehen Sie den Aufbau der beiden Varianten unseres Türsensors. Links die kompakte Variante mit LiFePO4- und rechts mit Li-Ion-Zelle.



```

01 #include <Basecamp.hpp>
02
03 Basecamp iot;
04
05 static const int SensorPin = 33;
06 static const int BatteryPin = 34;
07 static const int BatteryLimit = 3300;
08 int sensorValue = 0;
09
10 uint16_t statusPacketId = 0;
11
12 void setup() {
13     pinMode(SensorPin, INPUT_PULLDOWN);
14     pinMode(BatteryPin, INPUT);
15     sensorValue = digitalRead(SensorPin);
16     iot.begin();
17
18     iot.mqtt.onConnect(transmitStatus);
19     iot.mqtt.onPublish(suspendESP);
20 }
21
22 void transmitStatus(bool sessionPresent) {
23
24     if (sensorValue == 0) {
25         statusPacketId = iot.mqtt.publish(
26             "stat/frontdoor/status", 1, true, "open"
27         );
28         esp_sleep_enable_ext0_wakeup((gpio_num_t)SensorPin, 1);
29     } else {
30         statusPacketId = iot.mqtt.publish(
31             "stat/frontdoor/status", 1, true, "closed"
32         );
33         esp_sleep_enable_ext0_wakeup((gpio_num_t)SensorPin, 0);
34     }
35
36     sensorValue = analogRead(BatteryPin);
37
38     if (sensorValue < BatteryLimit) {
39         iot.mqtt.publish(
40             "stat/frontdoor/battery", 1, true, "empty"
41         );
42     } else {
43         iot.mqtt.publish(
44             "stat/frontdoor/battery", 1, true, "full"
45         );
46     }
47 }
48
49
50 void suspendESP(uint16_t packetId) {
51     if (packetId == statusPacketId) {
52         esp_deep_sleep_start();
53     }
54 }
55
56 void loop(){ }

```

Dieser Quellcode zeigt, wie man den ESP auf ein GPIO-Signal hin wecken kann, damit er den Zustand der Tür per MQTT meldet.

### Keine Alarmanlage!


Türsensoren, wie der hier beschriebene, tauchen oft im Kontext von Alarmanlagen auf. Bitte verwechseln Sie diesen Bauvorschlag jedoch nicht mit einer Einbruchsicherung. Dafür ist die Konstruktion nicht zuverlässig genug. Es reicht schon, Ihr WLAN mit einem simplen De-Authenticator zu stören, um die Meldungen des ESP zu unterdrücken.

Wenn Sie auf die Sicherung Ihres Hab und Gut Wert legen, greifen Sie auf zertifizierte und professionelle Lösungen zurück. Nur diese erkennen Versicherungen im Schadensfall an.

Flash-Bausteine sind erheblich pingeliger. Der von uns verwendete Wert von 3300 entspricht etwa 2,8 Volt. Bei mehr als 3,3 Volt liefert die Funktion 4095 zurück.

Nach dem Abschluss der Funktion `transmitStatus()` ruft der MQTT-Client die mit `iot.mqtt.onPublish()` festgelegte Funktion `suspendESP()` auf. Deren Aufgabe ist es, den ESP schlafen zu schicken. Das tut sie nur, wenn die versendete MQTT-Nachricht die Statusmeldung (`statusPacketId`) der Tür ist. So ist garantiert, dass die Statusmeldung immer gesendet wird. Die (nachrangige) Meldung des Batteriestandes könnte dabei auf der Strecke bleiben, in unseren Tests kam sie aber immer durch. Zum Schluss schickt `esp_deep_sleep_start()` den ESP ins Bettchen. `loop()` wird aufgrund der asynchronen Natur des MQTT-Clients zwar kurz ausgeführt, erfüllt aber keinen Zweck.

Nehmen Sie die Ersteinrichtung auf jeden Fall an einem Netzteil oder noch beim Programmieren des ESP vor, da das Bereitstellen des Access-Points mehr Energie benötigt, als die Batterie bereitstellen kann.

Was Sie mit den Informationen von Ihren Türen oder Fenstern machen, bleibt Ihnen überlassen. Aber wie wäre es zum Beispiel, wenn die Heizung ausgeht, wenn das Küchenfenster auf ist? Oder Sie verletzen die Privatsphäre Ihrer Katze und finden heraus, wann der Vierbeiner zum Mäusejagen geht! Sie können natürlich auch den Küchenschrank mit den Nudel-Vorräten absichern ... (mls@ct.de) 

Software für Türsensor: [ct.de/yg7t](https://ct.de/yg7t)



Anzeige



# Fiat Lux!

## Ein WLAN-fähiges Stimmungslicht aus LED-Streifen bauen

**Der große Klassiker und häufigste Einstieg ins Smart-Home sind Lampen. Mit unserem LED-Stimmungslicht können Sie Ihre Räume auf Knopfdruck in vielfarbiges Licht tauchen.**

**Von Merlin Schumacher und Johannes Merkert**

**A**ls der Zwerg der Rollenspielrunde eine sechs würfelt, erfüllt ein grünes Leuchten den Raum und das unheimliche Spiel erreicht seinen Höhepunkt ... Unsere WLAN-Lampe taugt zwar nicht als Mitspieler. Aber Fantasy-Atmo bei der Rollenspiel-Runde und Disco-Licht kann sie perfekt.

Herzstück der Lampe sind LED-Streifen mit Mehrfarb-LEDs vom Typ SMD 5050, mit eingebautem Microcontroller vom Typ SK6812- oder WS2812. Die meisten im Handel erhältlichen Leuchtstreifen setzen diese LEDs ein, weil sie einfach zu steuern und sehr günstig sind. Oft werden sie auch unter dem Schlagwort „Neopixel“ verkauft. Diesen Markennamen dürfen aber eigentlich nur LED-Streifen des Anbieters Adafruit tragen. Wir haben zwei Typen von LED-Streifen verbaut. Einen vom Typ RGBW (Rot, Gelb, Blau und Kaltweiß) und vom Typ WWA (Warmweiß, Kaltweiß, Amber). Amber ist ein kräftiger Orangeton, mit dessen Hilfe man besonders warmes Licht mischen kann. Wir haben unsere LEDs als Rollen à fünf Meter mit 60 LEDs pro Meter gekauft. Es gibt auch LED-Streifen mit mehr (144) oder weni-

ger (30) LEDs pro Meter. Je nach Wunsch können Sie die LEDs für Ihre Lampe anpassen. Nur die Spannungsversorgung müssen Sie anpassen.

### Vom Laternenbau

Als Grundplatte dient der Lampe ein mindestens 2 mm dickes Aluminiumblech von 80 × 27,2 cm. Rechteckige Bleche können Sie bei diversen Metallhändlern im Internet als Zuschnitt bestellen. Wir haben für das Grundblech der Lampe 15 Euro bezahlt, dazu müssen Sie mit 15 Euro Versandkosten und einer Lieferzeit von ein bis zwei Wochen rechnen. Wir haben uns für Aluminium entschieden, da das Grundblech auch als Kühlkörper dient.

Auf das Blech kleben Sie abwechselnd Abschnitte mit jeweils 45 der WWA und der RGBW-LED-Streifen. Lassen Sie dabei 2,5 cm Abstand zum Rand, damit der Lichtkegel aller LEDs auf die Diffusorplatte fällt und am Rand keine Diode blendet. Der Abstand zwischen den Streifen der LEDs sollte 10 mm betragen, also haben die LEDs jetzt in Längs- und Querrichtung den gleichen Abstand von 16 mm voneinander, sodass Sie die Lampe auch als grobpixeliges Display nutzen könnten.

Auf den Streifen sind Pfeile aufgedruckt, die Sie unbedingt beachten sollten. Beginnen Sie mit einem WWA-Streifen in der linken oberen Ecke, dessen Pfeile nach rechts zeigen. Schneiden Sie ihn mit einer Schere an der Schnittmarkierung so ab, dass auch nach rechts 2,5 cm Abstand bleibt. Schneiden Sie möglichst mittig, da Sie auf beiden Seiten der halbierten Löt pads später Kabel anlöten müssen. Alternativ trennen Sie die Verbindung vor den Löt pads auf, und haben so mehr Fläche zum Anlöten, verlieren dadurch aber immer eine LED.

Unter den ersten WWA-Streifen kleben Sie als nächstes einen RGBW-Streifen, der ebenfalls nach rechts zeigt. Die beiden Varianten verwenden getrennte Ausgabepins am ESP, da das die Firmwareprogrammierung enorm erleichtert und eine schnellere Ansteuerung ermöglicht. Deswegen zeigen immer ein weißer und ein RGBW-Streifen darunter in die gleiche Richtung.

Unter den RGBW-Streifen kleben Sie dann einen WWA-Streifen, der von rechts nach links zeigt. Darunter einen RGBW-Streifen auch von rechts nach links. Danach wieder WWA von links nach rechts und so weiter. Der unterste Streifen ist ein WWA-Streifen, der von links nach rechts

zeigt, da die Lampe etwas mehr weiße LEDs verwendet.

## Schmelzendes Metall

Bevor Sie mit dem Löten anfangen, müssen Sie Löcher für die Kabel ins Blech bohren. Es reicht, wenn Sie nur auf der linken Seite bohren, weil Sie am rechten Ende Strom und Daten durchschleifen können. Links sollten Sie aber bei jedem Streifen, der von links nach rechts zeigt, ein Loch für frische Versorgungsleitungen vom Netzteil vorsehen. Bohren Sie bei der Gelegenheit auch vier Löcher in den Ecken, über die Sie den Diffusor befestigen. Sie sollten etwas mehr als einen Zentimeter Abstand diagonal zur Ecke haben.

Fangen Sie beim Löten mit den Verbindungen für die beiden Streifen-Typen an. Für die Datenleitung reicht dünne Litze. Löten Sie zuerst bei den obersten beiden Streifen Anschlusskabel an, die bis zum ESP reichen. Lassen Sie sie lieber erst lang und kürzen sie später. Die Datenleitung läuft bei den Streifen auf dem mittleren Lötpad. Damit es sicher keine Kurzschlüsse gibt, haben wir unter die Enden kleine Stücke doppelseitigen Klebbandes geklebt. Die Datenleitung bleibt stets bei einem Typ von LED, überspringt also immer einen Streifen.

Bevor es mit dem Löten weitergeht, ein kurzer elektrischer Exkurs: Die LEDs verlangen eine Versorgungsspannung von 5 V und benötigen je nach Typ bis zu 50 mA pro Stück. Bei unserer Lampe kommen 270 RGBW-LEDs und 315 WWA-LEDs zum Einsatz, das macht in der Summe 29,75 A oder knapp 150 W. Für diese große Energiemenge haben die dünnen Leitungen auf den Streifen einen zu hohen Widerstand: Die Spannung würde über die komplette Strecke zu weit abfallen. Daher speisen Sie jeden einzelnen Streifen und verwenden dafür deutlich dickere Litze mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm<sup>2</sup>. Solche Litze können Sie beispielsweise aus Kabeln für das 230-V-Netz herauschneiden.

Als Nächstes löten Sie an alle Streifen, die von links nach rechts laufen, die Stromkabel an. Nun fehlt nur noch die Stromversorgung für die von rechts nach links laufenden Streifen. Dafür löten Sie kleine Brücken aus dicker Litze von den 5-V- und Masse-Kontakten der Links-nach-rechts-Streifen an die Pads der Rechts-nach-links-Streifen. In der Infografik auf Seite 82 haben wir den Aufbau illustriert.

Da typischerweise nie alle LEDs an sind, haben wir etwas tiefer gestapelt und uns für ein 5-V-Netzteil entschieden, das maximal 20 A liefert und knapp 20 Euro kostet. Die meisten Netzteile dieser Größenordnung haben Schraubklemmen für das Netzkabel und die 5-V-Schienen. Die Anschlusskabel für 5 V und Masse der LEDs schrauben Sie an den jeweiligen Klemmen des Netzteils an. Stellen Sie zuvor sicher, dass das Netzteil nicht mit dem Stromnetz verbunden ist! Falls an den Klemmen nicht ausreichend Platz für alle Versorgungslitzen ist, können Sie diese mit Wago-Klemmen verknüpfen. Bedenken Sie dabei jedoch, dass Sie für die Zuleitung dann wiederum noch dickere Litze von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup> benötigen. Wir hatten das Netzteil kurzzeitig auf die Rückseite der Aluplate geklebt, mussten aber feststellen, dass es heiß wird und dadurch die LEDs in Mitleidenschaft ziehen könnte.

Lassen Sie den Anschluss an das Stromnetz in jedem Fall einen Elektroinstallateur vornehmen. Bei einer fehlerhaften Installation besteht für Sie und Ihre Mitmenschen Lebensgefahr.

## Diffusion

Wenn alles gelötet ist, können Sie den Diffusor anbringen. Er besteht aus satiniertem Acrylglas, das Sie wie das Alu-Blech bei diversen Versendern als Zuschnitt für etwa 20 Euro in passender Größe bekommen. Bohren Sie an den gleichen Positio-

**Einkaufsliste Stimmungslicht**

> 10 Stunden

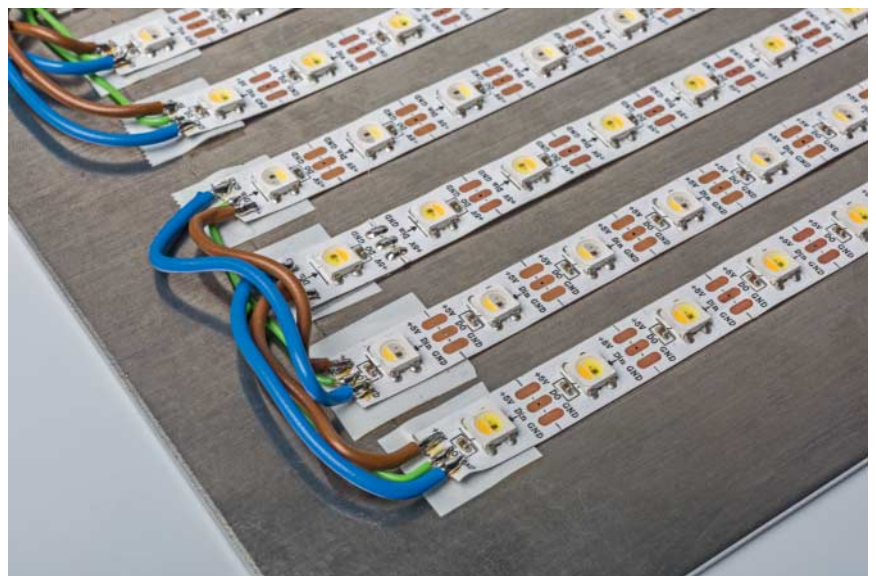
ca. 160 €

- Lötkolben
- Bohrmaschine
- Bohrer
- Abisolierzange
- Schraubendreher

- Alublech
- Acrylglas
- 4 M4 x 80 Schrauben + Muttern
- je 5 m RGBW- und WWA-LED-Streifen à 60 LEDs/m mit WS2812- oder SK6812-Controller
- 5 m 1,5 mm<sup>2</sup>-Leitungen
- 5 V/20 A-Netzteil

leicht
schwer

nen wie im Alublech vier Löcher in die Ecken des Diffusors. Bohren Sie unbedingt mit niedriger Drehzahl, damit das Material nicht schmiert. Seien Sie sehr vorsichtig und üben Sie nicht zu viel Druck aus, da aus dem spröden Acrylglas schnell



Die LED-Streifen müssen sorgfältig festgeklebt und verlötet werden. Um Kurzschlüsse zu vermeiden, haben wir die Enden mit zusätzlichem Klebeband isoliert.



Die 585 LEDs unserer Lampe benötigen eine Menge Energie. Solche Netzteile mit 20 A bei 5 V bekommt man für etwa 20 Euro. Sie werden aber recht warm und brauchen Platz, um die Wärme loszuwerden.

kleine Splitter rund ums Bohrloch ausbrechen. Achten Sie darauf, dass die Oberfläche nicht verkratzt.

Damit die LEDs den Diffusor gleichmäßig anstatt gepunktet ausleuchten, muss er mindestens 6 cm Abstand zu den LEDs haben. Wir haben uns dafür mit dem 3D-Drucker 6 cm lange Kunststoffhülsen gedruckt. Wenn Sie keinen 3D-Drucker haben, können Sie sich solche Hülsen auch auf einer Drehbank fertigen, Rohrstücke absägen oder Holzklötze durchbohren. Diffusor, Abstandshalter und Alublech schrauben Sie anschließend mit entsprechend langen Schrauben zusammen. Wir haben M4 × 80 Zylinderkopfschrauben verwendet.

## WLaternen

Nun gilt es, den ESP mit den LEDs zu verbinden. Sie können ein ESP Entwicklermodul über seinen USB-Anschluss oder eventuellen Li-Ion-Anschluss direkt vom Lampennetzteil speisen lassen. Die beiden Datenleitungen kommen an Pin 16 (RGBW) und 17 (WWA). Sollten Sie für den ESP und die LEDs verschiedene Spannungsquellen verwenden, müssen Sie einen der GND-Pins des ESP mit einem Minus-Pol eines der Streifen verbinden. Wenn keine gemeinsame Masse hergestellt wurde, kommt es zu Störungen des Datensignals auf den Leitungen und einige der LEDs gehen spontan an oder aus.

Im Listingkasten auf Seite 83 sehen Sie ein stark vereinfachtes Stück Code zur Ansteuerung der Lampe per MQTT. Wir stellen das Beispiel und eine vollständige Fassung über [cd.de/yy17](http://cd.de/yy17) bereit.

Das Beispiel setzt die NeoPixelBus-Bibliothek ein. Sie macht das Ansteuern der LEDs zum Kinderspiel, denn Sie erledigt die dafür notwendige Datenübermittlung per PWM-Signal im Hintergrund. Zeile 6 erzeugt ein neues Objekt zur Steuerung des Streifens und legt dessen Konfiguration fest. Der erste Parameter der Klasse NeoPixelBus legt die Art des Streifens fest, hier NeoGrbwFeature. Anschließend kommt die Art der Ansteuer-

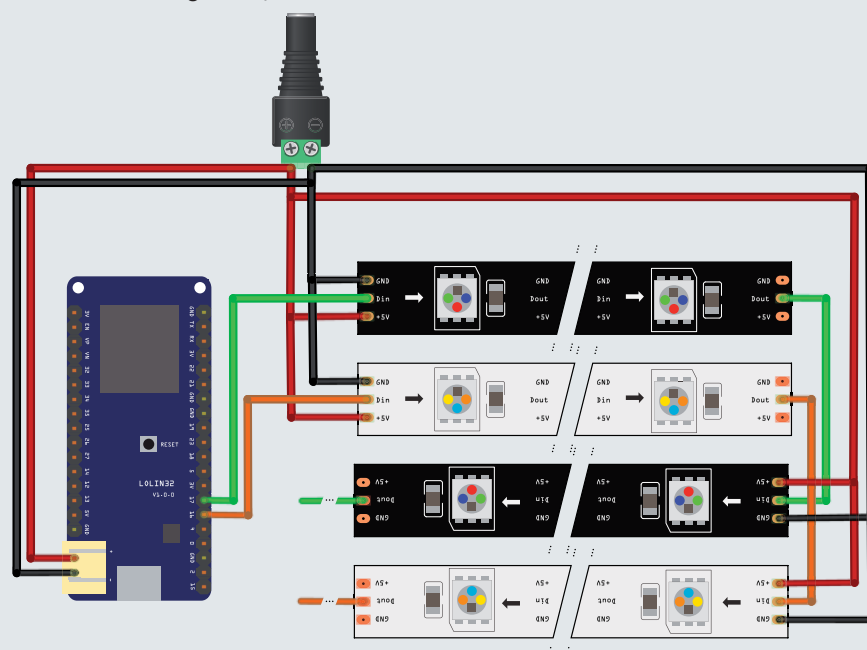
ung. Der ESP32 braucht aufgrund eines internen Timingfehlers einen bestimmten Modus (NeoEsp32BitBangWs2813Method), um die LEDs korrekt anzusteuern. Die LEDs sind extrem empfindlich, was Timingfehler beim PWM-Signal angeht. Bei anderen Modi kommt es vermehrt zu zufällig leuchtenden LEDs. Das Objekt `rgbwstrip` wird mit `NUM_RGBW_PIXELS` initialisiert, das ist die Anzahl der LEDs, die am Steuerungspin angeschlossen sind. Darauf folgt `RGBW_PIN`, die Nummer des Pins.

Die Angabe des Typs ist notwendig, da die Reihenfolge der Farben in den LEDs nicht immer gleich ist. Es kann also sein, dass die im Beispiel eingestellten Farben nicht zu Ihrem LED-Streifen passen. Sind etwa Grün und Rot vertauscht, müssen Sie aus `NeoGrbwFeature` `NeoRgbwFeature` machen. Für die WWA-Streifen gibt es übrigens keine Typangaben. Es reicht `NeoRgbFeature` anzugeben.

Nach der Initialisierung von `Basecamp` legt `iot.mqtt.OnMessage()` zunächst den Callback `onMqttMessage()` fest, der die Verarbeitung von eingehenden MQTT-Nachrichten übernimmt. Danach folgt `iot.mqtt.onConnect()`, welches einen weiteren Callback `onMqttConnect()` festlegt, der ausgeführt wird, sobald eine Verbindung zum MQTT-Broker besteht.

## Aufbau Lampe

Hier sehen Sie, wie Sie die LED-Streifen anordnen und verkabeln müssen. Achten Sie auf die mehrfache Einspeisung vom Netzteil (hier durch eine Steckbuchse dargestellt).




erstellt mit Fritzling



In Zeile 15 initialisiert `rgbwstrip.Begin()` den LED-Streifen. Anschließend nullt `rgbwstrip.Show()` zunächst alle LEDs aus, damit sie nicht irgendwelche zufälligen Muster oder Reste von vorherigen Durchläufen anzeigen, denn die Streifen behalten ihre Farben so lange bei, bis ihnen der ESP eine neue Anweisung erteilt.

Die Funktion `onMqttConnect()` abonniert beim Broker alle Meldungen zum Thema `cmd/moodlight/setRGBW`. Kommt darüber eine MQTT-Nachricht herein, verarbeitet `onMqttMessage()` sie. Die Funktion nimmt sechs Parameter entgegen, von denen nur `payload` interessant ist, denn darin befindet sich der Inhalt der Nachricht. Exemplarisch haben wir hier angenommen, dass das Nachrichtenformat eine kommasetrennte Liste von Farbwerten zwischen 0 und 255 ist. Da wir vier LEDs ansteuern, werden ebenso viele Farbwerte erwartet (etwa: 120, 240, 10, 0). Die Hilfsfunktion `getValue()` teilt die Liste auf und wandelt sie in Integer-Werte um.

In Zeile 31 nimmt `setRGBW()` die per MQTT empfangenen Farbwerte entgegen. Die Funktion enthält eine `for`-Schleife, die eine Variable `i` hochzählt, solange diese kleiner ist als `NUM_RGBW_PIXELS`. Jeder Durchlauf der Schleife legt mittels der Methode `rgbwstrip.SetPixelColor()` die Farbe einer LED fest. Welche LED das ist, bestimmt `i`. Die Hilfsfunktion `RgbwColor` wandelt die Farbwerte so um, dass sie der Konfiguration des LED-Streifens entsprechen. Der Aufruf von `delay()` ist ein Workaround für den oben erwähnten Fehler. Ohne die Verzögerung und nachfolgende Abschaltung der Interrupts des ESP32 durch `portDISABLE_INTERRUPTS()` treten immer wieder Störungen auf. Vor allem bei längeren LED-Streifen. An der Behebung des Fehlers arbeiten die zuständigen Entwickler aber bereits. Zum Schluss überträgt `rgbwstrip.Show()` die Daten an die LEDs und sie beginnen zu leuchten. Da die MQTT-Funktionen alle asynchron arbeiten, kann `loop()` leer bleiben.

Der Code zeigt nur einen grundlegenden Einstieg in die Programmierung so eines LED-Streifens. Sie können damit auch Übergangseffekte, Muster oder andere Spielereien umsetzen. Die NeoPixel-Bus-Bibliothek bringt etliche Animationen bereits mit. Die „Auflösung“ unserer Lampe reicht zum Beispiel gerade so zum Tetrisspielen. (mls@ct.de) 

```
01 #include <Basecamp.hpp>
02 #include <NeoPixelBus.h>
03
04 #define RGBW_PIN          16
05 #define NUM_RGBW_PIXELS   270
06 NeoPixelBus<NeoGrbwFeature, NeoEsp32BitBangWs2813Method>
07   rgbwstrip(NUM_RGBW_PIXELS, RGBW_PIN);
08 Basecamp iot;
09
10 void setup() {
11   iot.begin();
12   iot.mqtt.onMessage(onMqttMessage);
13   iot.mqtt.onConnect(onMqttConnect);
14
15   rgbwstrip.Begin();
16   rgbwstrip.Show();
17 }
18
19 void onMqttConnect(bool sessionPresent) {
20   iot.mqtt.subscribe("cmd/moodlight/setRGBW", 0);
21 }
22
23 void onMqttMessage(char* topic, char* payload,
24                   AsyncMqttClientMessageProperties properties,
25                   size_t len, size_t index, size_t total) {
26   int R = getCsvIntAtIndex(payload, 0);
27   int G = getCsvIntAtIndex(payload, 1);
28   int B = getCsvIntAtIndex(payload, 2);
29   int W = getCsvIntAtIndex(payload, 3);
30   setRGBW(R, G, B, W);
31 }
32
33 void setRGBW(int R, int G, int B, int W) {
34   for (int i = 0; i < NUM_RGBW_PIXELS; i++) {
35     rgbwstrip.SetPixelColor(i, RgbwColor(R, G, B, W));
36   }
37   delay(10);
38   portDISABLE_INTERRUPTS();
39   rgbwstrip.Show();
40   portENABLE_INTERRUPTS();
41 }
42
43 int getCsvIntAtIndex(String csv, int index) {
44   int startChar = 0, valueNo = 0;
45   for (int i = 0; i <= csv.length() - 1; i++) {
46     if (csv[i] == ',')
47       if (valueNo == index) {
48         return csv.substring(startChar, i).toInt();
49       } else {
50         startChar = i + 1;
51         valueNo++;
52       }
53   }
54   if (startChar < csv.length() - 1)
55     return csv.substring(startChar, csv.length()).toInt();
56   return 0;
57 }
58
59 void loop() {}
```

Mit diesem Code wird aus einem ESP32 und 13 LED-Streifen ein Stimmungslicht mit Smart-Home-Integration.

Downloads und Beispiele: [ct.de/yy17](https://ct.de/yy17)



# Bastelfreundlich

## Steckdose mit eingebautem ESP8266 mit eigener Firmware betreiben

**Der chinesische Hersteller Itead stellt unter dem Namen Sonoff günstige Produkte für die Heimautomatisierung mit einem ESP8266 als Mikrocontroller her. Überspielt man die Firmware, funktionieren sie auch ohne Hersteller-Cloud.**

Von Jan Mahn

Viele Elektronik-Hersteller geben sich größte Mühe, möglichst ungebräuchliche Hardwarekomponenten zu verwenden. Diese verstecken sie so, dass Hardware-Bastler keine Freude beim Versuch haben, auf die Geräte zu-

zugreifen. Einen erfreulich anderen Weg geht der chinesische Hersteller Itead mit seinen Produkten unter dem Namen Sonoff, einer Wortneuschöpfung aus den beiden Begriffen „on“ und „off“. Diese beschreiben das Produktportfolio ziemlich gut: Schaltsteckdosen, Lichtschalter, fernsteuerbare Lampenfassungen und LED-Lampen zu sehr günstigen Preisen, auch erhältlich bei deutschen Händlern. Ab Werk verbinden sich die Geräte über das WLAN mit einem Server des Herstellers und lassen sich über eine App steuern. So weit, so gewöhnlich.

Interessant für Bastler ist der Microcontroller: Der weitverbreitete ESP8266 steuert die Geräte und stellt über WLAN die Verbindung zur Außenwelt her. Dankenswerterweise hat der Hersteller die Pins zum Überschreiben der Firmware auf der

Platine bereits eingebaut. Die Programmierung nehmen Sie über die Arduino-IDE vor. Mit einem eigenen Programm machen die Geräte genau das, was Sie ihnen einprogrammieren – ganz ohne Funkkontakt zur Hersteller-Cloud. Die fertige Lösung ist günstiger und sicherer als die Einzelteile beim Elektronik-Versender.

Zum Test haben wir die Schaltsteckdose „Sonoff S20 EU“ (mit Schuko-Stecker) für 15 Euro sowie das Schalt-Kistchen „Sonoff Basic“ für 9 Euro bestellt. Beide Geräte kamen vom deutschen Händler und mit CE-Kennzeichen. Nach Herstellerangaben sollen sie 10 Ampere (2300 Watt bei 230 Volt) schalten, das eingebaute Relais ist aber nur für genau 10 Ampere ausgelegt und sollte nicht bis an die Grenze belastet werden, ansonsten könnten die Kontakte verschweißen.

### Gehirnwäsche

Der Original-Firmware haben wir keine Chance gegeben und sind gleich zum Überspielen einer neuen Firmware übergegangen. Dazu müssen Sie die Gehäuse einmalig öffnen. Trennen Sie die Geräte unbedingt (!) vom Strom und nehmen Sie sie erst wieder in Betrieb, wenn das Gehäuse vollständig geschlossen ist – auf keinen Fall bei anliegender Spannung mit dem Programmierboard verbinden. Es besteht Lebensgefahr!

Die Gehäuse lassen sich sehr leicht öffnen – bei der Steckdose versteckt sich eine Schraube unter dem Garantieraufkleber, Sonoff Basic ist nur zusammengeclipst. Mitten auf den Platinen befinden sich die vorbereiteten Bohrungen für eine Stiftleiste. Wer sich das Einlöten von passenden Stiften (gibt es zum Selbstabbrechen beim Elektronik-Händler) nicht zutraut, kann auch Jumperkabel direkt einstecken und während des Flash-Vorgangs mit einer Hand festhalten. Zum Überspielen der Software benötigen Sie einen FTDI 232-USB-TTL-Adapter, der zur Standardausrüstung einer ESP-Bastlerwerkstatt gehört.

Verbinden Sie die Pins auf der Sonoff-Platine mit dem Programmieradapter: 3,3 V mit VCC (auf einigen Adaptern heißt er 3V3) und GND mit GND. Die Pins RX und TX verbinden Sie über Kreuz mit TX und RX auf dem Adapter – schließlich soll einer empfangen, was der andere gesendet hat und umgekehrt.

Ist die Hardware soweit vorbereitet, nehmen Sie sich die Arduino-IDE vor. Damit sie Programme für den verbauten ESP8266 ausgeben kann, braucht die

IDE eine Erweiterung: Öffnen Sie zunächst den Menüpunkt „Datei/Voreinstellungen“ und tragen dort eine zusätzliche „Boardverwalter-URL“ ein (siehe [ct.de/yxgs](http://ct.de/yxgs)). Öffnen Sie anschließend im Menü „Werkzeuge/Board/Boardverwalter“. Suchen Sie nach „ESP8266“ und installieren Sie die Erweiterung. Wählen Sie über „Werkzeuge/Board“ die Option „Generic ESP8266 Module“. Wechseln Sie im Menüpunkt „Werkzeuge/Flash Mode“ auf „DOUT“. Verbinden Sie jetzt den FTDI-Adapter über ein USB-Kabel mit dem Rechner. Linux (getestet mit Ubuntu 17.10) und Windows (getestet mit Windows 10) sind bereit zum Überspielen einer Firmware. Unter macOS High Sierra muss der FTDI-Treiber manuell installiert werden. Sie finden den Download unter [ct.de/yxgs](http://ct.de/yxgs). Starten Sie nach der Installation neu.

## Ein und aus

Zum Test reicht ein Programm mit wenigen Zeilen Code:

```
int Relais = 12;
int Led = 13;
void setup() {
  pinMode(Relais, OUTPUT);
  pinMode(Led, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(Relais, HIGH);
  digitalWrite(Led, HIGH);
  delay(5000);
  digitalWrite(Relais, LOW);
  digitalWrite(Led, LOW);
  delay(5000);
}
```

Das Relais wird über GPIO-Pin 12 angesprochen, an GPIO-Pin 13 hängt die zusätzliche LED (fehlt beim Sonoff Basic). Das Relais ist im Schaltzustand HIGH abgeschaltet und bei LOW aktiv. Das Beispiel schaltet alle 5 Sekunden Relais und LED abwechselnd ein und aus. Um den Sketch auf die Steckdose zu kopieren, halten Sie den Taster (siehe Grafik) auf der Platine gedrückt und verbinden Sie dann das Kabel für die Stromversorgung (3,3 V), um ihn in den Flash-Modus zu versetzen. Klicken Sie jetzt in der IDE auf den Upload-Pfeil (oben links). Nach dem Upload trennen Sie die Platine kurz vom Strom und verbinden Sie sie wieder. Das Blink-Programm startet.

## Browser-Steuerung

Um die Steckdose über eine Weboberfläche zu schalten, haben wir ein Programm

vorbereitet und auf GitHub veröffentlicht, das auf dem ESP8266 einen Webserver startet. Dieser reagiert auf die Pfade „/ein“ und „/aus“ und schaltet das Relais. Öffnen Sie die Seite ohne einen Pfad, liest das Programm den aktuellen Schaltzustand aus und leitet Sie auf die passende Seite zum Ein- oder Ausschalten weiter:

```
server.on("/", [](){
  if(relais == 0){
    server.sendHeader("Location",
      String("/ein"), true);
  }else{
    server.sendHeader("Location",
      String("/aus"), true);
  }
  server.send( 302, "text/plain", "");
});
server.on("/ein", [](){
  server.send(200, "text/html",
    "Schaltsteckdose ausschalten"
    <p><a href="/aus">AUS</a></p>);
  relais = 1;
  digitalWrite(gpio13Led, LOW);
  digitalWrite(gpio12Relay, relais);
});
```

Ändern Sie in den ersten Zeilen des Programms die SSID und den zugehörigen Schlüssel, damit sich das Gerät mit Ihrem WLAN verbinden kann. Um die Steckdose jederzeit im Netzwerk zu finden, ist es sinnvoll, im Access-Point oder Router eine Adressreservierung einzurichten, damit er immer die gleiche IP-Adresse für den

## Steckdose



Zeitaufwand: 1 Stunde



Kosten: 15 €



Material: Sonoff S20 oder Sonoff Basic, Stiftleiste



Werkzeug: Lötkolben, FTDI-232-USB-TTL-Converter



leicht

schwer

ESP vergibt. Öffnen Sie die Adresse im Browser und testen Sie die Funktion vor dem Zusammenbau. Das Klicken des Relais hören Sie in diesem spannungsfreien Zustand noch nicht.

Wenn die Verbindung mit dem WLAN funktioniert, trennen Sie die Platine vom Programmier-Adapter und bauen Sie das Gehäuse wieder sorgfältig zusammen. Erst jetzt dürfen Sie die Steckdose wieder mit dem Strom verbinden. Wenn Sie eigene Ideen für die Software haben, lassen Sie es uns wissen.

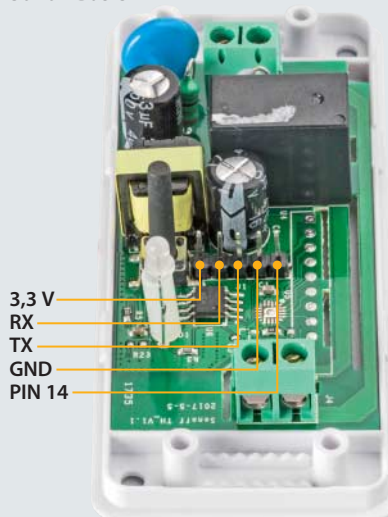
(jam@ct.de) **ct**

**Beispiel-Code:** [ct.de/yxgs](http://ct.de/yxgs)

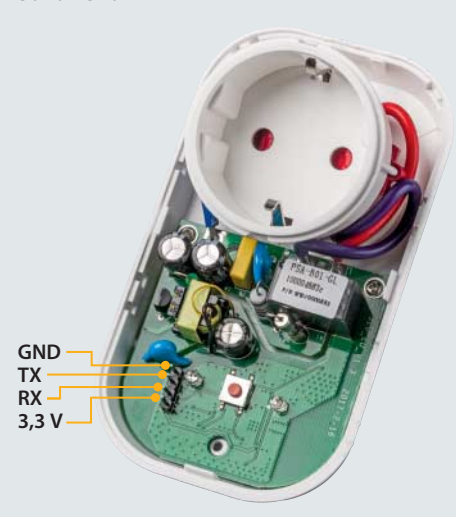
## Pinbelegung

Die Belegung der Pins auf den Sonoff-Platinen. Im Sonoff Basic ist zusätzlich noch der GPIO-Pin 14 herausgeführt.

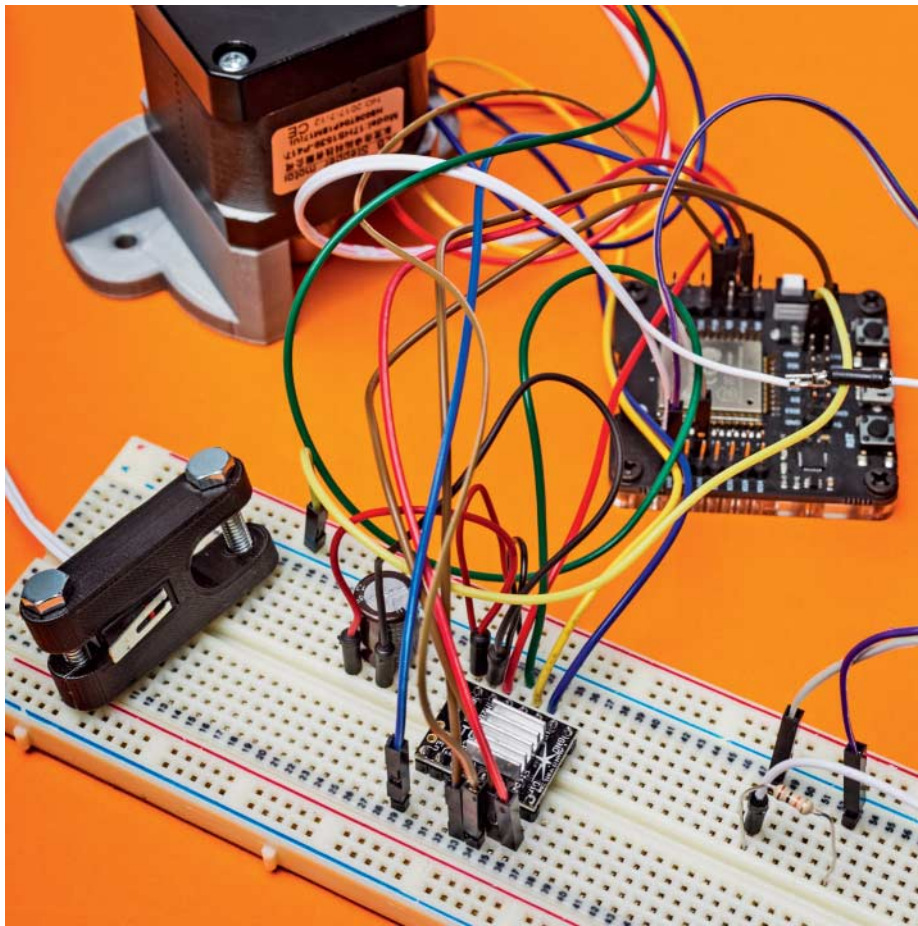
Sonoff Basic



Sonoff S20







# WLAN-Gardine

## Schrittmotoren mit dem ESP32 steuern

**Wenn Sie wollen, dass sich in Ihrem Smart Home so richtig was bewegt, kommen Sie um Motorsteuerungen nicht herum. Wann immer Sie etwas exakt an eine bestimmte Positionen bewegen wollen, bieten sich Schrittmotoren an. Die kosten wenig und lassen sich mit passenden Treiberplatinchen leicht steuern.**

Von Johannes Merkert

**D**ie Wecker-App meldet dem Raspi, dass Sie langsam aufstehen sollten. Dafür schaltet er die Stereoanlage an, beginnt leise Musik zu streamen und zieht die Gardine auf. Sanft holen Sie die ersten Strahlen der Morgensonne aus dem Schlaf.

Damit Sie so angenehm Morpheus Armen entgleiten können, brauchen Sie eine motorisierte Gardine mit WLAN, orchestriert von Smart Home. Auch wenn Sie die Mittagssonne automatisch ausperren oder im Urlaub vortäuschen wollen, es wäre jemand zu Hause, leistet ein schrittmotorgesteuerter Sichtschutz gute Dienste. Sollte Sie diese Anwendung nicht zum sofortigen Nachbau animieren, zeigt das Beispiel zumindest, was Sie tun müssen, um all die anderen Dinge in Ihrem smarten Heim anzutreiben, die sich schon immer ohne Muskelkraft bewegen sollten. Dabei können Sie mit jeder Treiberplatine einen eigenen Motor steuern.

### Schrittmotoren

Die Kraft unserer WLAN-Gardine entstammt einem Nema17-Schrittmotor, dessen Wicklungen 1,6 A aushalten. „Nema17“ bezeichnet nur die Position der Befestigungslöcher, sodass es mehrere

unterschiedlich starke Modelle gibt. Wir verwenden ein Modell mit einem Haltemoment von 0,45 Nm. Diese Größe ist Massenware, da sie in jedem 3D-Drucker steckt und bei Aliexpress für 5 Euro zu bekommen ist (ab ca. 8 Euro bei deutschen Händlern).

Die Hersteller geben das Haltemoment an, weil sich Schrittmotoren nicht drehen, wenn Sie ihre Wicklungen bestromen. Damit sie sich drehen, brauchen Sie eine elektronische Regelung, die Treiber-ICs wie der DRV8825 oder der TMC2100 übernehmen. Diese Chips kaufen Sie als fertige Baugruppe auf einer winzigen Platine (15 mm × 20 mm). Die Treiberplatinchen übernehmen die komplexe Stromsteuerung der Motorwicklungen, brauchen dafür aber eine Versorgungsspannung von bis zu 48 V. Unsere Gardine nutzt ein 24-V-Netzteil.

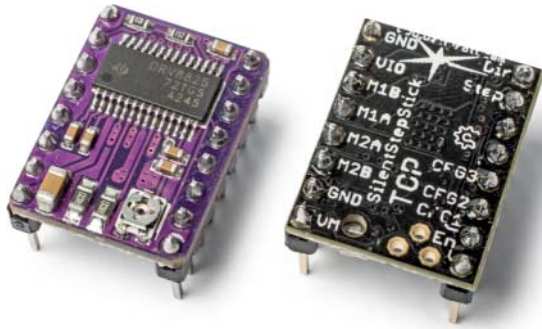
Die mit dem ESP kompatiblen Treiber erzeugen sich die für ihre eigene Logik nötigen 5 V aus der Motorspannung. Es gibt aber auch Varianten, die mit einer externen Logikspannung von 5 V arbeiten – Vorsicht beim Einkauf! Wir haben die Gardine mit einem Pololu-DRV8825-kompatiblen Treiber für etwa 2 Euro und einem SilentStepStick von Watterott für etwa 10 Euro getestet. Beide Treiber nutzen dieselbe Pinbelegung, der teure bewegt den Motor aber dank seines TMC2100-Chips fast lautlos. Dafür nimmt er fast viermal so viel Strom auf, sodass Sie die Platine auf jeden Fall mit einem Kühlkörper ausstatten sollten.

Auf den Platinchen sitzt ein kleines Potentiometer, mit dem Sie den Maximalstrom an den Motorwicklungen einstellen (den Maximalstrom geben die Motorhersteller an). Dafür misst man die Spannung, die der Treiber am Poti anlegt, und rechnet aus der den Strom aus. Die Formel dafür steht in der Dokumentation der Treiber, beim Pololu DRV8825 beispielsweise gemessene Spannung in Volt mal zwei. Stellen Sie den Maximalstrom ein, bevor Sie den Schrittmotor anschließen!

### Schritt für Schritt

Die Ansteuerung eines Schrittmotortreibers ist ziemlich einfach: Ein Pin legt die Richtung fest, ein anderer nimmt Schritte entgegen. Um einen Schritt auszulösen, müssen Sie den Eingang nur für mindestens 8 µs auf High und danach wieder auf Low schalten. Damit können Sie maximal 62500 Schritte pro Sekunde auslösen, was bei einem Motor mit 200 Schritten pro





Diese Treiberplatinen übernehmen die Stromsteuerung für je einen bipolaren Schrittmotor. Der DRV8825 (links) und der TMC2100 (rechts) sind pinkompatibel. Der TMC2100 erlaubt zusätzlich einen fast lautlosen Betrieb.

Umdrehung und 32 Mikrosteps des Treibers auf knapp 10 Umdrehungen pro Sekunde hinausläuft. Wenn Sie also etwas sehr schnell drehen müssen, sollten Sie eine andere Art Motor oder ein Getriebe verwenden. Dafür können Sie den Schrittmotor exakt auf jede der  $200 \times 32 = 6400$  Drehwinkel einstellen, erreichen also eine Auflösung von 0,056 Grad.

Damit der Treiber arbeitet, müssen Sie die Sleep- und Reset-Pins auf High legen, da beide Eingänge invertieren. Sie schalten den Schlaf- und Resetmodus also aus, wenn Sie 3,3 V an den Pins anlegen. Ebenfalls invertiert ist der Enable-Pin, der im Normalbetrieb also Low oder unverbunden sein sollte.

Der Treiber versucht, den Motor stets auf Position zu halten, bestromt also permanent die Wicklungen. Bei einem 3D-Drucker will man das, damit sich bei Vibrationen nichts verstellt. Bei der Gardine reicht das geringe Haltemoment des stromlosen Motors, um sie auf der Stelle zu halten. Setzt man Sleep auf Low und Enable auf High, geht der Treiber komplett aus und man spart Strom. Wir haben diese beiden Pins in unserer Schaltung deswegen auch an den ESP angeschlossen. Falls Sie das nicht brauchen, reichen Ihnen zwei Pins pro Treiber.

Um die DRV8825 auf 32 Microsteps einzustellen, müssen Sie noch mindestens die Eingänge M0 und M2 auf High legen. Der Treiber kann auch 16 (nur M2 auf High), 8 (M0 und M1 auf High), 4 (nur M1 auf High) und 2 Microsteps (nur M0 auf High). Lassen Sie diese Pins offen, arbeitet der Motor im Vollschrittmodus mit höherem Drehmoment, macht dafür aber laute, singende Geräusche. Beim SilentStepStick lassen Sie die Pins offen, damit er im leisen Betriebsmodus mit 16 Mikroschritten läuft.

## Beschleunigungsrampen

Im Prinzip reicht es, den Treiber vom ESP anzusteuern, indem das Programm den

Step-Pin in der für die gewünschte Drehzahl nötigen Frequenz für 8  $\mu$ s auf High setzt. Dabei muss man aber bedenken, dass beim Anfahren erst mal Massen beschleunigt werden müssen. Dreht sich das Magnetfeld im Motor sofort mit voller Geschwindigkeit, hält die Trägheit des Rotors ihn trotzdem zunächst auf der Stelle. Das Magnetfeld dreht dann weiter, während er sich noch nicht um einen ganzen Schritt bewegt hat, sodass die Magnete plötzlich abstoßen statt anziehen und er einen Impuls in Gegenrichtung erhält, statt weiter zu beschleunigen. Sie erkennen diesen Effekt daran, dass der Motor vibriert, ein unangenehm ratterndes Geräusch macht und nicht rotiert. Er nimmt dabei keinen Schaden, vermeiden wollen Sie diesen Zustand aber trotzdem.

Dafür müssen Sie das Magnetfeld erst langsam genug drehen, sodass der Motor ohne Schrittverlust anfährt. Sobald er sich dreht, können Sie nach und nach die Geschwindigkeit erhöhen, bis der Motor die

## Einkaufsliste WLAN-Gardine



ca. 10 Stunden



40 €



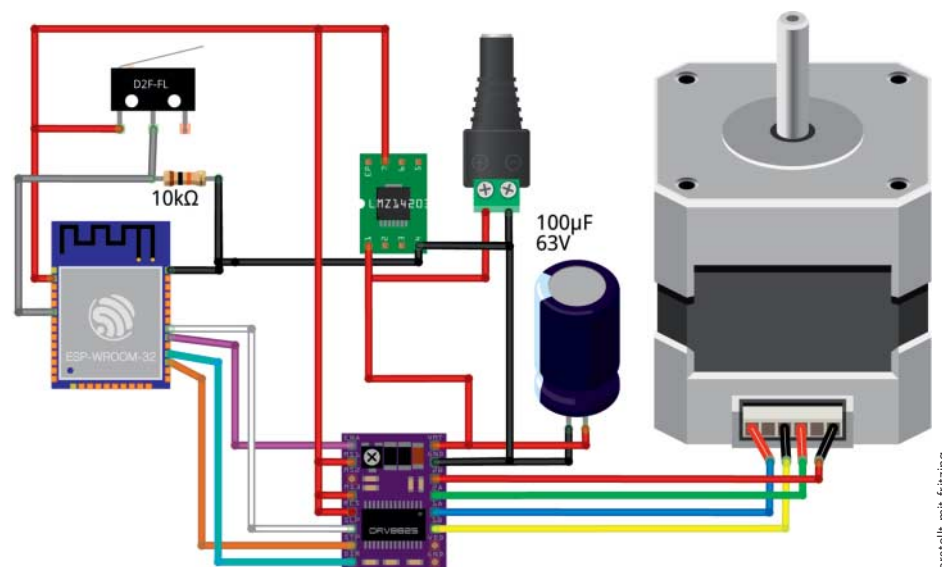
- Nema17-Schrittmotor
- Pololu DRV8825 oder Watterott SilentStepStick
- 10-k $\Omega$ -Widerstand
- Mikrotaster mit Bügel
- 24-V- zu 3,3-V-Step-Down-Wandler
- 24-V-Netzteil
- 4 m Reepschnur oder Paracord
- 9  $\times$  M4 $\times$ 20-Sechskantkopf
- 2  $\times$  M4 $\times$ 40-Innensechskant
- 11  $\times$  M4-Mutter
- M3 $\times$ 12-Innensechskant
- M3-Mutter
- Kugellager Bauart 608
- PLA oder ABS-Filament



- 3D-Drucker
- LötKolben
- Schraubendreher (Schlitz 1,5 mm breit)



leicht schwer



Wir haben die wenigen Bauteile einfach fliegend verdrahtet. Der Schrittmotortreiber passt aber auch in Breadboards und Lochrasterplatinen. Den Kondensator an der Spannungsversorgung dürfen Sie wegen der Induktivität des Motors keinesfalls weglassen.



Die linke und rechte Gardine sind je nur am vorderen oder hinteren Teil des umlaufenden Seils befestigt. Damit öffnen und schließen sich beide Hälften gemeinsam.

anvisierte Drehgeschwindigkeit erreicht. Sie programmieren das mit einer Beschleunigungsrampe, also einer kontinuierlichen Verringerung der Zeit zwischen den Schrittimpulsen.

Für die Firmware der Gardine haben wir dafür ein paar physikalische Formeln in einer Schleife berechnet. Die Funktion `micros()` gibt die Zahl der  $\mu s$  seit dem Start des ESP zurück. Damit bestimmt der Code  $\Delta t$ , also die Zeit seit dem letzten Durchlauf der Schleife in  $\mu s$ . Diese Zeit verwendet die Firmware, um eine kontinuierliche Position der Gardine  $p_{-}$  zu aktualisieren:  $p_{-} = p_{-} + v \cdot \Delta t$ . Beim Beschleunigen und Bremsen nutzt sie eine konstante Beschleunigung  $a_{max}$ . Die zum Abbremsen nötige Reststrecke ist  $0,5 \cdot v^2 / a_{max}$ . Beim Beschleunigen ist dann  $a = a_{max}$ , beim Bremsen  $a = -a_{max}$  und sonst  $a = 0$ . Mit dieser Beschleunigung kann man dann die Geschwindigkeit aktualisieren:  $v = v + a \cdot \Delta t$ . Wir mussten diese Schleife so ausbremsen, dass sie eine zweistellige Zahl an  $\mu s$  pro Durchlauf braucht, da sonst die Genauigkeit von 32-Bit-Gleitkommazahlen für  $p_{-}$  und  $v$  nicht reicht.

Die Position der Gardine speichert die Firmware in der Variablen  $p$ . Sobald sich  $p_{-}$  um die durch einen Mikroschritt ausgelöste Distanz von  $p$  unterscheidet, sendet das Programm einen Schrittbefehl an den Schrittmotortreiber und addiert die Schrittweite zu  $p$ . Diese Annäherung an die Dynamik bewegter Massen ist genau genug, um die nötigen Beschleunigungsrampen umzusetzen.

## Mechanik

Unsere Test-Gardine hat Metallringe mit einem Innendurchmesser von 40 mm, die auf einer runden Gardinenstange mit 10 mm Durchmesser laufen. Sie besteht aus zwei Teilen, die von links und rechts jeweils die Hälfte eines Doppelfensters verhängen. Ein Seilzug treibt nur die bei-

den innersten Ringe an, die den Rest der Gardine hinter sich herziehen oder beim Öffnen vor sich herschieben. Je ein geklemmter Einsatz aus dem 3D-Drucker verbindet den Ring mit dem Seilzug. Achten Sie beim Zusammenbau darauf, dass die Seile innerhalb der Ringe laufen.

Am linken Ende der Gardinenstange lenkt eine ebenfalls gedruckte Umlenkrolle mit 608er-Kugellager das Seil um, während am rechten Ende eine Antriebsrolle auf der Motorwelle sitzt. Die Antriebsrolle besitzt eine wellenförmige Nut für das Seil, damit genug Reibung entsteht und es nicht einfach durchrutscht. Um die vergleichsweise tiefe Nut sauber drucken zu können, enthalten unsere STL-Dateien einen welligen Ring als Stützmaterial, den Sie mit einer stabilen Zange nach dem Druck wegbrechen müssen.

Beim ersten Ring der linken Gardine klemmen Sie das hintere Seil fest, indem Sie es einmal um die Schraube in der Mitte schlingen. Die beiden Hälften des Kunststoffteils zum Führen und Bewegen des Rings enthalten Aussparungen, die das Seil dann so führen und verklemmen, dass beide Hälften satt aufeinander passen. Beim ersten Ring der rechten Gardine führen Sie beide Seilenden durch die Aussparungen seitlich aus dem Kunststoffteil heraus. Ziehen Sie die Klemmschraube zunächst nicht ganz an, damit Sie das Seil noch spannen können. Nachdem Sie alles gespannt und geklemmt haben, können Sie die Seilenden bündig mit einem heißen Draht oder einem erhitzten Messer abschneiden. Testen Sie aber vorher, dass die Mechanik richtig läuft, da Sie mit dem Abschneiden die Fähigkeit zum erneuten Spannen verlieren.

Sämtliche Druckvorlagen einschließlich der OpenSCAD-Dateien [1], mit denen wir sie erstellt haben, finden Sie im Repository zum Projekt über [ct.de/yha5](http://ct.de/yha5). Als Seil haben wir eine Reepschnur aus

dem Kletterbedarf mit 2 mm Durchmesser verwendet. Sie können stattdessen auch Paracord verwenden, sollten dann aber in den .scad-Dateien den Seildurchmesser passend vergrößern und neue STLs exportieren. Sollte Ihre Gardinenstange dicker sein oder Ihre Gardine andere Befestigungen nutzen, bietet sich ein Fork an, da Sie dann deutlich mehr an den Vorlagen ändern müssen.

## Robo-Wohnung

Nema17-Schrittmotoren bekommen Sie bei Aliexpress für 5 Dollar, Schrittmotortreiber für etwas mehr als 2 Dollar pro Stück (bei deutschen Händlern etwa das Doppelte). Parallel zur Spannungsversorgung sollten Sie immer einen 100- $\mu F$ -Elko einbauen, der zusätzlich mit 25 Cent zu Buche schlägt. Die Motorisierung Ihrer Wohnung ist also kein finanzielles Problem. Mit Basecamp brauchen Sie nur wenige Zeilen C-Code für die nötige Firmware. Die Herausforderung liegt hauptsächlich in der Entwicklung der Mechanik. Je nachdem, was Sie machen wollen, reichen Standardbauteile von Maschinenbau-Zulieferern, aber auch 3D-Drucker, Lasercutter und CNC-Fräsen können sich als nützlich erweisen. Wenn Sie die nicht haben, sollten Sie sich nach Hackerspaces in Ihrer Umgebung umschauchen. Da nie alles auf Anhieb funktioniert, brauchen Sie vor allem Zeit. Für die Konstruktion unserer Gardine haben wir etwa 50 Stunden gebraucht – der Nachbau sollte Ihnen in weniger als 10 Stunden gelingen, allerdings ohne die Druckzeit der Kunststoffteile.

(jme@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Johannes Merkert, OpenSCAD, Modelle für den 3D-Druck programmieren, c't 12/2017, S. 172

Quellcode und Druckdateien: [ct.de/yha5](http://ct.de/yha5)

Anzeige



# Kleine für Profis

## Spiegellose Systemkameras mit APS-C-Sensor

**Die kleinen Spiegellosen versprechen exzellente Bildqualität, schickes Design und großen Funktionsumfang. Im Test tritt die edle Leica TL2 gegen die günstigere Fujifilm X-E3 an.**

Von Christine Bruns

**A**ls Zielgruppe für spiegellose Systemkameras sehen die Hersteller Menschen mit gehobenen Ansprüchen. Die stylischen Kameras bieten hohen Funktionsumfang bei einfacher Bedienung. Die Aufnahmen sollen schnell zu teilen sein – wie beim Smartphone eben.

Die Leica TL2 wirkt edel und schlicht, die Fujifilm X-E3 wie ein Modell aus analogen Zeiten. Im Inneren befindet sich zu meist die gleiche Technik wie bei den größeren digitalen Spiegelreflexkameras. Den Autofokus steuern sie allerdings über

den Bildsensor. Das Verfahren ist langsamer als die Phasenerkennung mit separatem Autofokussensor wie bei Spiegelreflexkameras.

### Leica TL2

Der Body der Leica TL2 kostet knapp 2000 Euro und gehört damit in die Luxusklasse. Das eloxierte Metallgehäuse ist hochwertig verarbeitet und liegt angenehm in der Hand. Die Oberfläche ist recht glatt, daher sollten Fotografen den mitgelieferten Gurt nutzen.

Leica verzichtet abgesehen vom Markennamen auf äußere Beschriftung. Weder Sucher noch Blitz bringt die TL2 mit. Ein Blitzschuh mit Abdeckkappe ist vorhanden, auf dem der Fotograf einen optional erhältlichen elektronischen Sucher befestigen kann. Das Gehäuse besitzt nur zwei Rädchen und drei Knöpfe. Am Auslöser schaltet man die Kamera über einen Drehschalter ein und aus.

Ansonsten wird die Kamera wie ein Smartphone per Touchscreen bedient. Zu

den üblichen Modi P, A, S und M gesellt sich ein Szenenmodus, der inklusive Automatik verschiedene Einstellmöglichkeiten anbietet. Ein Schnellmenü stellt Kameraparameter wie ISO-Wert, Bildformat und Belichtungskorrektur zur Wahl. In diversen Untermenüs befinden sich erweiterte Einstellungen. Zur Wiedergabe der Bilder wischt man über das Display.

Die Kamera besitzt 32 GByte internen Speicher und unterstützt Speicherkarten bis SDXC mit UHS-II-Standard. Der Kontrastautofokus arbeitet mit dem uns zugesandten 18-56-Millimeter-Objektiv nicht immer punktgenau. Wer die Zeit hat, sollte für optimale Ergebnisse bei dieser Kombination sicherheitshalber den manuellen Fokus nutzen. Mit 0,6 Sekunden Auslöseverzögerung bei Defokussierung ist der Autofokus zwar nicht der schnellste, aber immer noch schnappschusstauglich.

Die TL2 bringt einen Dynamikumfang von 10 Blendenstufen mit, der auch in den hohen ISO-Zahlen kaum abfällt. Von 2000 möglichen Linienpaaren pro Bildhöhe schafft die getestete Kamera-Objektivkombination bei ISO 100 1680 Linienpaare, was 84 Prozent der möglichen Auflösung entspricht. In höheren ISO-Werten fällt die Auflösung ab, erreicht bei ISO 25.600 aber noch 78 Prozent. Auch Schärfeabfälle zum Rand hin von bis zu 20 Prozent konnten wir messen. Wer das vermeiden möchte, steigt besser auf Festbrennweiten um.

Sehr gute Ergebnisse liefert die Leica TL2 beim Rauschverhalten. Mit einem



Die Leica fängt den hohen Dynamikumfang im Bild gut auf. Die Färbung entsteht durch das Licht (30 mm, F/11, ISO 100, 30 s).



Die Fujifilm X-E3 überzeugt durch feine Farbabstufungen und hohe Schärfe (23 mm, F/5.6, ISO 200, 1/500 s).





Das glatte Äußere der Leica erinnert ein wenig an ein Smartphone. Fujifilm folgt bei der X-E3 dem Design klassischer Modelle.

sichtbaren Rauschen (VN) von 0,7 startet sie bei ISO 100. Bis ISO 3200 kann sie die Werte unter 2 halten. Der VN steht für den subjektiven Rauscheindruck. Werte bis 0,8 deuten dabei auf weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 auf einen geringen und Werte über 3 auf einen deutlich störenden Rauscheindruck. Ähnlich wie der VN zeigt sich das Signal-Rausch-Verhältnis, wo die Kamera bei ISO 100 mit einem sehr guten Wert von 74 startet und bei ISO 1600 immer noch einen Wert von 42 schafft.

### Fujifilm X-E3

Die spiegellose X-E3 kommt im Retro-Design der Fujifilm X-Serie. Der elektronische Sucher sitzt seitlich neben dem Objektiv und ist sehr klein. Mit der Kamera wird ein kleiner Aufsteckblitz geliefert.

Belichtungskorrektur, -zeit und Blende stellt der Fotograf an der Kamera oder dem Objektiv manuell ein. Auf der Vorderseite der Kamera befindet sich ein kleiner Kippschalter, mit dem der Nutzer zwischen Einzel- oder Nachföhrautofokus beziehungsweise manuellem Fokus wechseln kann. Der gummierte Griff ist bedingt durch das minimalistische Design sehr flach, fasst sich aber im Großen und Ganzen gut an.

Auf der Rückseite navigiert man per Joystick durch das Menü. Im Aufnahme- oder Wiedergabemodus ruft man durch Wischen verschiedene Funktionen auf. Das Q(quick)-Menü bietet sieben nutzer-eigene Felder, um Parameter wie ISO-Wert, Weißabgleich oder Filter zuzuweisen. Aufgerufen werden sie über die Q-Taste.

Zur Ausstattung der Kamera gehören zudem die Fuji-typischen Filmsimulationen. Diese können auch auf Videos angewendet werden. 4K-Videos nimmt die Kamera bis zu zehn Minuten lang auf.

Der Autofokus der X-E3 arbeitet über Kontrast. Bei Defokussierung benötigt die Kamera 0,7 Sekunden, um scharfzustellen. Dank der uns zur Verfügung stehenden 35-mm-Festbrennweite mit f/1.4 waren die Ergebnisse beim Auflösungsvergleich entsprechend gut. Zudem nutzt der Fujifilm-Sensor nicht die übliche Bayer-Matrix zur Anordnung der Pixel, sondern eine eigene XTrans-Anordnung. Bei ISO 100 werden so 100 Prozent der 2000 Linienpaare aufgelöst. Der Randabfall beträgt 15 Prozent. Die mittige Auflösung fällt bei einem ISO-Wert von 1600 auf 90 Prozent ab, bei ISO 6400 auf 83 Prozent.

Die X-E3 beginnt bei ISO 100 mit einem Dynamikumfang von 9,5 Blendenstufen. Das visuelle Rauschen (VN) startet bei einem guten Wert von 1,1, steigt langsam an und wächst bis ISO 6400 auf 2,3.

Ähnlich verhält es sich beim Signal-Rausch-Verhältnis (SNR). Der Wert von 46,3 geht bei einem ISO-Wert von 100 bis ISO 1600 auf 29 kontinuierlich zurück.

### Fazit

Die Fujifilm X-E3 bietet gute Bildqualität, einen kleinen elektronischen Sucher, verzichtet aber auf ein Klappdisplay. Die Leica entschwebt mit elegantem Design auf ein deutlich höheres Preisniveau, das trotz guter Bildergebnisse im Vergleich mit der Fujifilm völlig überzogen wirkt. Hier zahlt der Kunde für den Namen. Die Bildqualität der Leichtgewichte ist deutlich besser als die vom Smartphone, denn die bieten weder hohe Dynamik noch Lichtempfindlichkeit. (akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Digitale Fotografie 1/2018.

### APS-C-System-Kameras

	Leica TL2	Fujifilm X-E3
getestetes Objektiv	Leica Vario-Elmar-TL 1:3,5/18-56mm	Fujinon XF 35mm F 1.4 R
Sensorauflösung	24,3 MPixel (6000 × 4000)	24,3 MPixel (6000 × 4000)
Sensorgröße	23,6 mm × 15,7 mm	23,5 mm × 15,6 mm
Autofokus	Kontrast-AF (zu Messfeldern keine Angabe)	Hybrid AF (91 Messfelder, Kontrast- und Phasendetektion)
kürzeste/längste Verschlusszeit	1/40.000 s bis 30 s, bulb	1/32.000 s bis 15 min, bulb
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 bis 50.000	ISO 200 bis 12.800, erweiterbar auf ISO100 bis 51200
Serienbildrate nach Herstellerangaben	7 B/s (mechanischer Verschluss), 20 B/s (elektronischer Verschluss)	8 B/s (mechanischer Verschluss), 14 B/s (elektronischer Verschluss)
Sucher / Sucherauflösung	—	2,36 MPixel
integrierter Blitz	—	—
Videoformat	MP4	MOV (MPEG-4AVC/H.264)
höchste Videoauflösung	4K, 30 B/s	4K, 30 B/s
Display	3,7 Zoll Touch-LCD (854 × 480)	3,0 Zoll Touch-LCD (720 × 480)
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	134 mm × 69 mm × 33 mm / 400 g	121 mm × 74 mm × 43 mm / 337 g
WLAN / Bluetooth	✓ / —	✓ / ✓
Anschlüsse	HDMI Micro (Typ D), USB 3.0	HDMI Micro (Typ D), USB 2.0, Mikrofon
Preis Body	1950 €	900 €
✓ vorhanden — nicht vorhanden		



# Netz-PC

## Mini-PC Compulab Fitlet2 mit vier Gigabit-Ethernet-Ports

**Der kleine, lüfterlose Fitlet2 mit Intel Celeron J3455 kostet als Barebone etwa 250 Euro und empfiehlt sich mit vier GE-Ports als Router, Firewall oder Mini-Server. Außer mit Windows 10 läuft er auch mit pfSense oder Linux.**

**Von Ernst Ahlers  
und Christof Windeck**

Seit rund zehn Jahren fertigt die israelische Firma Compulab lüfterlose PCs wie den Fit-PC. Zu den neuesten gehört der besonders kompakte Fitlet2, der sich mit den hauseigenen Facet-Modulen um Schnittstellen erweitern lässt. So stellt er bis zu vier Gigabit-Ethernet-(GE-)Ports bereit und kommt im Leerlauf mit 4 bis 6 Watt Leistung aus: eine gute Plattform für Netzwerksoftware.

Bisher ist der Fitlet2 nur im Online-Shop von Compulab erhältlich, wo man in US-Dollar zahlt. Für den Versand nach Europa berechnet Compulab 53 US-Dollar, hinzu kommen noch Mehrwertsteuer und Zollgebühren. Der Barebone mit Celeron J3455, zwei standardmäßigen GE-Ports und der Facet-Karte mit zwei weite-

ren GE-Ports kostet letztlich rund 245 Euro plus Zollabfertigung. Unser Testgerät mit 8 GByte RAM und einer 120-GByte-SSD kommt auf 390 Euro. RAM und SSD kann man auch selbst montieren, kämpft dann aber mit acht kleinen Schraubchen und dem etwas verwinkelten Aufbau des kleinen Kästchens.

Der Fitlet2 bootet auch von einer MicroSD-Karte oder einem USB-Stick, dann bleibt der M.2-Slot für eine SATA-SSD frei. Compulab bietet dafür alternativ auch ein Modul mit eMMC-Flash an. Der zweite M.2-Slot ist für einen WLAN-Adapter oder eine Facet-Erweiterung gedacht – letztere belegt also den WLAN-Slot. Wir haben uns für das Facet-Modul mit zwei zusätzlichen GE-Ports entschie-

den, die an der linken Gehäusesseite sitzen. Wenn an allen vier GE-Buchsen Kabel eingesteckt sind, entsteht Kabelgewirr um den kleinen PC herum.

## Standard-Performance

Auf den ersten Blick überrascht die Wahl des Celeron J3455, weil der mit 10 Watt TDP spezifiziert ist. Der nur minimal langsamere Celeron N3450 schluckt laut Intel höchstens 6 Watt. In der Praxis sind die Unterschiede bei Teillast aber gering und die Maximalleistung bei gleichzeitiger Auslastung von CPU-Kernen und GPU tritt in der Praxis selten ein. Kommt es doch vor, erwärmt sich das Gehäuse des Fitlet2 nach einer halben Stunde auf bis zu 67 Grad Celsius und der Prozessor drosselt sich etwas. Bei reiner CPU-Last sind es außen höchstens 58 Grad.

Im Leerlauf wird das Gehäuse kaum handwarm. Wenn keiner der Ethernet-Ports arbeitet, kommt das System unter Windows 10 mit 4 Watt aus. Mit einem aktiven Port sind es 4,5 und mit allen 5,8 Watt. Unter Linux Mint braucht das System nur 0,1 Watt mehr, mit pfSense 1 Watt mehr. Bei sehr schwacher Last piepst das Netzteil sehr leise. Das hört man aber nur aus unmittelbarer Nähe.

Der Celeron J3455 liefert im Cinebench R15 die erwartete, aber recht niedrige Rechenleistung. Die von Compulab eingebaute SSD ist ziemlich lahm. Die Transferraten via Ethernet und an den frontseitigen USB-3.0-Buchsen sind gut. Der MicroSD-Kartenleser schafft bis zu 73 MByte/s, kann aber kein UHS-II. Im Kartenleser verschwindet das Kärtchen dermaßen tief innen, dass man es schlecht einstecken kann.

Der Fitlet2 kann über seine MiniDP-Buchse ein 4K-/UHD-Display mit 60 Hz ansteuern und ein zweites UHD-Display per HDMI 1.4 mit 30 Hz. Die Prozessor-

grafik dekodiert auch HEVC-Videos. Wie bei den Apollo-Lake-Celerons üblich, laufen Full-HD-Videos problemlos, bei 4K ruckelt es manchmal leicht.

Ein COM-Port ist eingebaut, aber nur mit einem optionalen Adapterkabel nutzbar. Das zielt etwa auf den Einsatz in Kassensystemen mit serielltem Belegdrucker. Das BIOS-Setup bringt eine riesige Fülle an Einstellmöglichkeiten mit, die verwirren kann.

## Xubuntu und pfSense

Xubuntu 17.10 ließ sich problemlos vom Stick installieren. Ohne weitere Optimierung lag die Idle-Leistung bei ruhendem Desktop bei 5,0 Watt. Nach Installieren von powertop und dem Befehl `sudo powertop -auto-tune` waren es gerade mal 3,6 Watt. Die Performance litt dadurch nicht, was der Browser-Benchmark Bmark (3D-Grafik unter HTML5) bestätigte. Bei der Verschlüsselung machte sich die AES-Beschleunigung des J3455 deutlich bemerkbar: Ohne AES-NI verarbeitete das Rechenchen maximal 95 MByte/s, mit AES-NI waren es 430 MByte/s (8K-Blöcke, OpenSSL 1.0.2g, AES-256-CBC).

Die auf FreeBSD bauende Router-Distribution pfSense (c't 24/2016, S. 128) lief mit dem zum Testzeitpunkt aktuellen BIOS, nachdem uns Compulab empfahl, im Menü „South Bridge“ des BIOS-Setup die OS-Auswahl auf „Linux“ umzustellen. Wer weder SD-Karten, SDIO-Module noch eMMC als Massenspeicher nutzt, schaltet die Unterstützung dafür unter „South Cluster Configuration“ (SCC) ab, was den Bootvorgang deutlich beschleunigt. Die NAT-Performance bei IP-zu-IP lag wie erwartet beim Gigabit-Ethernet-Maximum (949 MBit/s) mit moderater CPU-Last (20 Prozent). Mit PPPoE war es im Downstream etwas weniger (482 MBit/s), was auch an der verwendeten PPPoE-Gegenstelle lag.

Interessanterweise fiel der Fitlet2 bei der Chiffrier-Performance unter pfSense ab: Wir maßen maximal 280 MByte/s (8K-Blöcke, OpenSSL 1.0.2m, mit AES-NI). Das genügt aber immer noch bei Weitem, um TLS mit Gigabit-Wirespeed (115 MByte/s) zu bedienen.

## Fazit

Der sparsame, leise und robuste Fitlet2 ist für seine Größe erstaunlich flexibel konfigurierbar. Der Zwerg-PC ist für den Einsatz in digitalen Anzeigetafeln (Digital Signage), in Kassensystemen, als Steuerungsrechner oder eben als Firewall gedacht. Dabei schlägt er sich gut. Als Windows-10-PC taugt er jedoch nur für sehr einfache Aufgaben. (ciw@ct.de) **ct**

Mini-PC-Barebone	
Gerät	fitlet2
Hersteller	Compulab, www.fit-pc.com
Intel-Prozessor	Celeron J3455 (Quad-Core, 1,5/2,3 GHz, 10 Watt TDP, Apollo Lake)
Grafik (GPU)	HD Graphics (in CPU)
RAM (DDR3L-1600)	1 × SO-DIMM (8 GByte <sup>1</sup> )
Anschlüsse vorne	2 × USB 3.0, 2 × Audio-Klinke, MicroSD-Kartenleser
Anschlüsse hinten	MiniDP 1.2, HDMI 1.4, 2 × USB 2.0, 1 × RS-232 (Adapter), 2 × Gigabit Ethernet (RJ45)
Anschlüsse seitlich	Facet-Modul: 2 × Gigabit Ethernet (RJ45) <sup>1</sup>
SSD	M.2 SATA (KingSpec NT-128, 120 GByte <sup>1</sup> )
WLAN	M.2-Slot (belegt durch Facet-Modul <sup>1</sup> )
Gigabit Ethernet	2 × Intel I211 (Facet: 2 × I211)
Soundchip / BIOS	Realtek ALC1150 / FLT2.0.38.01.00
Abmessungen	11,5 cm × 3,5 cm × 8,5 (11,5) cm (mit Stromstecker)
Netzteil	Steckernetzteil Edacpower EA1024PR 12V/3A
Netzteilkabel / Besonderheiten	1,2 m / wechselbares Facet-Seitenteil
Messwerte (Full-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus)	
Cinebench R15	48/177 Punkte (Single-/Multithreading)
SSD seq. schreiben/lesen	222 / 485 MByte/s
SSD IOPS QD32 (1) schreiben/lesen	18000 (4000) / 14400 (4600) IOPS
USB 3.0 schreiben/lesen	339 / 420 MByte/s
MicroSD schreiben/lesen	25/73 MByte/s
Leistungsaufnahme Soft-off	2,6 Watt (0,2 W nur Netzteil)
Leerlauf Windows	4,0 W (12 VA) (4,5/5,8 W mit 1 × / 4 × GE)
Leerlauf Linux Mint 18/ pfSense	mit 1 × GE: 4,6 W (12,6 VA)/ mit 2 × GE: 5,8 W (13 VA)
Vollast Windows CPU/CPU+GPU	17/23 Watt
Geräusch Leerlauf / Vollast	< 0,1 Sone (Netzteil sirrt sehr leise)/ < 0,1 Sone (⊕⊕)
Preis Barebone/Testgerät	ca. 245 €/390 € plus Zollabfertigung
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden	
<sup>1</sup> Bestückung im Testmuster	



Der Fitlet2 bietet die wichtigsten Schnittstellen und steuert zwei (4K-)Displays an.





# Untermieter

## Virtuelle Maschinen für Windows

**Um ein Desktop-Betriebssystem auf einem anderen laufen zu lassen, muss man nicht zwingend VirtualBox oder was von VMware installieren. Microsoft liefert seit Windows 8 in einigen Editionen die Client-Version von Hyper-V mit. Macht es die altbekannten Produkte überflüssig?**

Von Jan Schüßler

Die Idee hinter Virtualisierung ist so einfach wie praktisch: Auf einem PC mit genügend Ressourcen teilt eine spezielle Softwarekomponente – der Hypervisor – Prozessorleistung, RAM & Co. auf mehrere Betriebssysteme auf. Sie laufen

allesamt parallel als virtuelle Maschinen (VMs). Diese Grundidee eignet sich nicht nur für Server, wo spezielle Infrastruktur oftmals Hunderte bis Tausende virtuelle Systeme ausführt, sondern auch für daheim oder fürs Büro. Mit dem neuen Windows-10-PC wollen alte Software und Geräte oft nicht funktionieren – sei es ein alter, aber guter Scanner, ein teures Buchhaltungsprogramm oder ein Spieleklassiker. Dann kann eine alte Windows-Version in einer VM Abhilfe schaffen. Für viele Entwickler, Admins und Betatester ist Virtualisierung unerlässlich, um Software in verschiedenen Umgebungen zu testen.

Windows 8.1 und 10 liefern ab der Pro-Edition gleich Virtualisierungs-Software dazu: Microsoft Client Hyper-V lässt sich mit ein paar Handgriffen aktivieren. In die Röhre gucken Anwender der Home-, Core- und Bing-Ausgaben: Ein-

zeln kaufen kann man Hyper-V nicht. Auch Windows 7 kennt es noch nicht. Das kann durchaus ein Grund für ein Gratis-Upgrade auf Windows 10 sein. Ob das ab Anfang 2018 noch möglich ist, stand bis Redaktionsschluss nicht fest [1].

In weiten Teilen quelloffen und für den Privatgebrauch kostenlos ist Oracle VirtualBox, das bei der Übernahme von Sun Microsystems seinen Weg ins Oracle-Sortiment fand und ursprünglich in Baden-Württemberg von Innotek entwickelt wurde. Dritter Testkandidat ist VMware Workstation 14 Pro, das im Vergleich mit der recht bekannten Gratis-Version namens „Player“ einen erheblich größeren Funktionsumfang bietet.

Aus technischer Sicht ist Hyper-V ein nativer Hypervisor (auch Typ-1- oder Bare-Metal-Hypervisor genannt), der als Teil der Windows-Installation direkt auf der vorhandenen Hardware läuft. VMware Workstation und VirtualBox hingegen sind gehostete (Typ-2-)Hypervisoren, die auf einem vorhandenen Betriebssystem als Unterlage aufsetzen und über dessen Gerätetreiber mit der Hardware kommunizieren.

Verglichen mit einer Parallelinstallation zweier Betriebssysteme hat eine VM den Vorteil, dass zum Benutzen des alten Systems kein Neustarten des PC nötig ist;



es läuft wie eine separate Anwendung in einem Fenster. Meist ist für jedes System, das als VM parallel zum Wirtssystem (im Folgenden „Host“ genannt) auch eine eigene Lizenz nötig, was bei manchen Dual-Boot-Installationen nicht zwingend so sein muss [2]. Außerdem erlauben VMs die Nutzung von Betriebssystemen, die auf einem modernen PC gar nicht oder nur mit viel Gefrickel nativ installiert werden könnten – etwa Windows 7 auf einem PC mit einem Intel-Core-Prozessor der 7000er-Serie (Kaby Lake).

## Vorausgesetzt ...

Virtualisierung braucht bestimmte Hardware, doch die ist inzwischen gängig. So ist ein Prozessor mit Hardware-Unterstützung für Virtualisierung (AMD-V oder Intel VT-x) erforderlich. VirtualBox ist zwar prinzipiell auch ohne diese Technik lauffähig, benötigt sie für viele aktuelle Gastsysteme dann aber doch. VMware Workstation 14 Pro läuft erst mit CPUs ab Intel Core-i-2000 (Sandy Bridge) und AMD Bulldozer (detaillierte Listen: [ct.de/yefs](http://ct.de/yefs)).

AMD-V beziehungsweise VT-x muss nicht nur vorhanden, sondern auch im BIOS des PC aktiviert sein. Das ist eine häufige Stolperfalle, denn obwohl nahezu alle aktuellen Prozessoren die Funktion bieten, ist sie auf vielen Systemen werkseitig deaktiviert. Die sonstigen Voraussetzungen sind schnell umrissen. Mindestens acht GByte RAM sollten sinnvollerweise im Host stecken, für zwei oder drei VMs im Parallelbetrieb sind 16 GByte dringend ratsam. Weniger RAM macht allenfalls mit älteren, schlanken Gastsystemen wie Windows 2000 oder XP Spaß. Zudem empfehlen wir den Einsatz einer SSD – sowohl für das Host-Betriebssystem als auch für die Gäste. Sonst wird der Rechner im Alltag quälend lahm. Das Host-Windows muss für Hyper-V und VMware Workstation zwingend ein 64-Bit-System sein. Lediglich VirtualBox lässt sich noch auf 32-Bit-PCs installieren.

Außer dem Parallelbetrieb mehrerer Systeme haben VMs einen weiteren unschlagbaren Vorteil: Ihr Zustand lässt sich jederzeit mittels sogenannter Snapshots speichern und wiederherstellen – und zwar mit minimalstem Zeitaufwand, verglichen mit den Anfertigen von Images. Das ist äußerst praktisch vor allem für Anwender, die in den VMs gerne herumexperimentieren und dabei immer wieder kleinere oder auch größere Eingriffe vornehmen – etwa durch Software-Installationen und Grup-

penrichtlinien, Registry-Änderungen oder sonstige Einstellungs-Fummeleien.

Beim Anlegen eines Snapshots wird der Zustand der virtuellen Festplatte eingefroren, alle Änderungen am Dateisystem landen fortan in einer Delta-Datei. So kann man etwa beliebig oft zwischen verschiedenen Software-Installationszuständen umschalten. Bei Snapshots von laufenden VMs wird ein RAM-Abbild mitgesichert. Das frisst jedes Mal ein paar zusätzliche Gigabyte auf der Festplatte.

Der Snapshot-Manager von VMware Workstation Pro kann tägliche, wöchentliche und monatliche Snapshots in einstellbarer Menge automatisiert als Archiv anlegen oder bei jedem Herunterfahren einer VM einen erzeugen. In Hyper-V gibts weniger Funktionen dafür: Die „Prüfpunkte“ ließen sich bis vor Kurzem nur manuell anlegen; mit dem Fall Creators Update für Windows 10 (Version 1709) kam immerhin die Option hinzu, bei jedem Start einer VM automatisiert einen zu erzeugen.

## Alte Spiele

Das Problem ist so alt wie Windows selbst – man hat ein tolles altes 3D-Spiel, aber auf der neuen Version läuft es nicht. Die Gründe können vielfältig sein: zu neue Grafikkarte, inkompatibler Kopierschutztreiber, 64-Bit-Architektur und so fort. Dann lohnt es sich durchaus, das alte Windows in einer VM zu installieren und zu schauen, ob das Spiel dort besser läuft.

In der Praxis funktioniert das oft, aber nicht immer. Die 3D-Grafiktreiber sind letztlich immer sogenannte Wrapper, die die Direct3D- oder OpenGL-Befehle aus der VM auf den Grafiktreiber des Hosts umrechnen. Meist stellen die virtuellen Grafikkarten der VMs Grafikfeatures aus der Ära um Direct3D 9.x dar. Ein Windows 10 als Hyper-V-Gast meldet im Prüfprogramm dxdiag.exe mit einem hinzu installierten RemoteFX-3D-Treiber Kompatibilität zu Direct3D 11.1. Über die zu erwartende Performance sagt das indes nichts aus. Ohnehin eignet sich Hyper-V kaum, wenn man alte Spielschätze zum Leben erwecken will: Tonausgabe gibt es nur unter bestimmten Voraussetzungen; zudem werden alte Windows-Versionen in Hyper-V nicht mehr voll unterstützt, sobald sie aus dem Support gefallen sind.

Ansonsten scheitern Kopierschutztreiber meist in VMs, weil sie direkt auf die Laufwerkshardware zugreifen möchten. Wenn es läuft, kommt hier und da stotternder Sound oder Grafikfehler

hinzu. Ob für alte Spiele VirtualBox oder VMware Workstation die bessere Wahl ist, lässt sich pauschal nicht sagen – ausprobieren hilft. Da es sich bei beiden um Typ-2-Virtualisierer handelt, klappt das auch parallel. Bei VMware eignet sich zum Testen auch die für private Anwender kostenlose Player-Ausgabe.

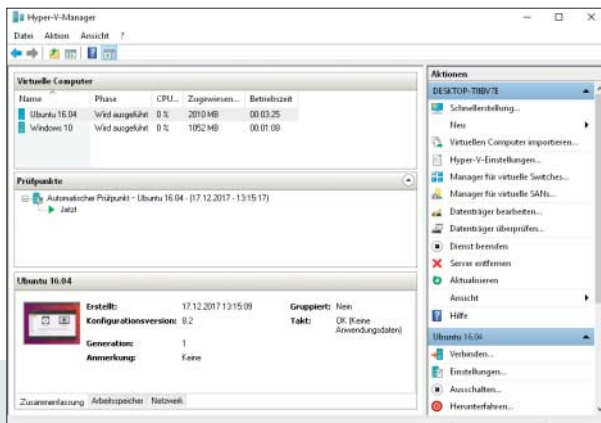
## Voll verbunden

Damit auch USB-Anschlüsse des Hosts im Gast genutzt werden können und die Netzwerkkarte im Gast mit ordentlichem Tempo arbeitet, kommen spezialisierte Treiber zum Einsatz. Oft stecken die in einem Paket mit sogenannten Gasterweiterungen. Sie stellen Funktionen für den Datenaustausch bereit, etwa eine gemeinsame Zwischenablage, mit der sich sowohl Texte als auch Bilder und ganze Dateien zwischen Host und Gast übertragen lassen.

VMware und VirtualBox stellen zudem eine direkte Drag&Drop-Unterstützung bereit, um Dateien vom Host-Desktop auf den virtuellen und umgekehrt ziehen zu können. Für den gemeinsamen Zugriff mehrerer VMs auf einen Ordner lassen sich gemeinsame Ordner einrichten – Ordner aus dem Dateisystem des Hosts, die in den Gastsystemen als Netzlaufwerke erscheinen.

Alle drei Virtualisierer bieten flexible Möglichkeiten, die virtuelle Netzwerkschnittstelle zu konfigurieren oder weitere hinzuzufügen, für die jeweils neben dem üblichen NAT-Modus auch eine Direktverknüpfung mit einer Netzwerkkarte des Hosts („Bridged Mode“) oder interne Netzwerke für den Datenaustausch zwischen VM und Host oder VMs untereinander

Im Easy-Install-Modus von VMware lässt sich der Assistent mit Lizenzschlüssel, Version und Login-Daten füttern.



## Client Hyper-V

Nach dem Aktivieren der Hyper-V-Umgebung in „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“ und einem Neustart des PC lässt sich der Hyper-V-Manager starten und per Klick auf „Neu“ eine neue VM einrichten. Der Assistent ist weitgehend selbsterklärend; seit Windows 10 in Version 1703 (Creators Update) ist zudem der noch einfachere Assistent „Schnellerstellung“ dabei, der in erster Linie eine moderne Windows-10-VM mit 2 GByte RAM und zwei Prozessorkernen, aber auch UEFI-Start und Secure Boot zusammenstellt. Für ältere Systeme wie Windows XP oder 7 ist das nicht geeignet.

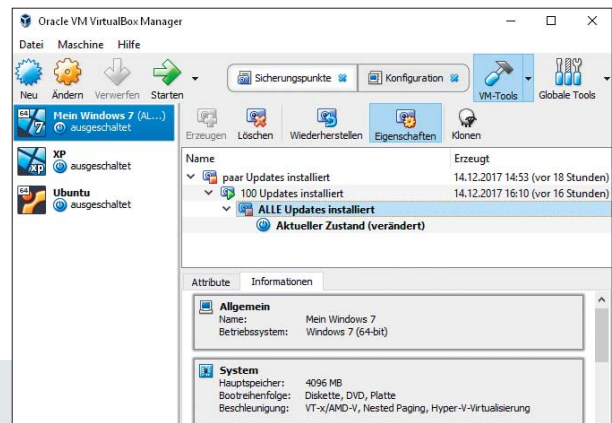
Eine moderne VM mit Windows 10 ist schnell und unkompliziert installiert; Gasterweiterungen müssen nicht von Hand installiert werden, weil sie in den unterstützten Windows-Versionen schon enthalten sind. Einzig die „Gastdienste“ müssen mit einem Häkchen in den Einstellungen der VM aktiviert werden. Auch Ubuntu 16.04 LTS ließ sich stressfrei installieren.

Mit älteren Windows-Systemen ohne Hyper-V-Vorbereitung wird es ungleich schwieriger. Zur Einrichtung von Windows 7 Home etwa ist zusätzliches Wissen hilfreich: Integrationsdienste bietet Hyper-V im Fall von Windows 7 nur für Editionen ab Professional an. Um der VM überhaupt einen Zugang zum Internet zu verschaffen, muss man den virtuellen Netzwerkadapter in den Einstellungen entfernen und eine neue virtuelle Hardware vom Typ „Ältere Netzwerkkarte“ einrichten.

VMs werden bei einem Neustart des Hosts angehalten und laufen danach automatisch weiter. Der Hyper-V-Manager ist nicht sehr übersichtlich und erfordert Eingewöhnung. Mit ihm lassen sich auch die Betriebszustände der virtuellen Systeme überschauen, ihre Eigenschaften ändern und so weiter.

Der sonstige Funktionsumfang erinnert an den Ursprung von Hyper-V im Serverbereich: Das RAM einer VM kann dynamisch mit ihrem Speicherbedarf wachsen; aber eine virtuelle Soundkarte gibts genauso wenig wie USB-Unterstützung. Die gemeinsame Zwischenablage funktioniert nur für Text. Immerhin: Klinkt man sich via Ansicht-Menü in der „erweiterten Ansicht“ auf die VM ein, ist das technisch eine Remote-Desktop-Verbindung – und die stellt auch Tonausgabe und eine gemeinsame Zwischenablage für Dateien bereit.

- ↑ in Windows 8.1 und 10 jeweils ab Pro enthalten
- ↑ praktisches RAM-Management
- ↓ für ältere Gastsysteme ungeeignet
- ↓ Host-Gast-Integration sehr mager



## VirtualBox

Nach der Installation von VirtualBox empfiehlt es sich, in den Einstellungen unter „Zusatzpakete“ als Erstes das „Extension Pack“ mit den Gasterweiterungen zu installieren. Es lässt sich separat von der VirtualBox-Website herunterladen.

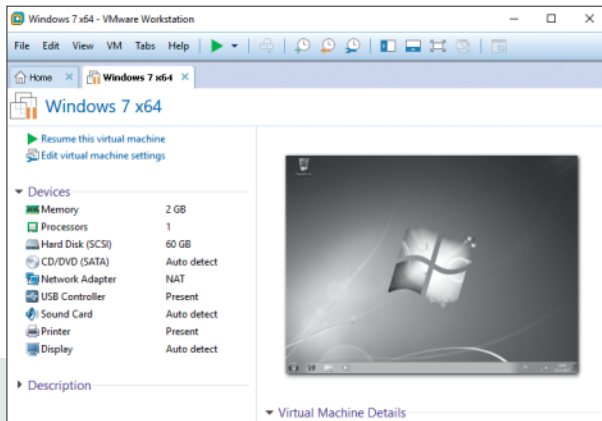
Die Einrichtung neuer VMs gelingt recht komfortabel mit einem Assistenten; die Vorschläge für RAM- und Festplattengröße sind hier und dort zu knapp bemessen. Ein 64-Bit-Windows-7 bekommt damit zwar zwei GByte RAM, aber nur 25 GByte Plattenplatz – die waren im Test nach Installation aller Updates fast voll. Windows XP wiederum fühlt sich mit nur 192 MByte RAM arg eingeengt, hier ist die Festplatte mit 10 GByte immerhin ausreichend bemessen. Bei allen Werten kann man allerdings bequem von Hand nachbessern.

Die Gasterweiterungen lassen sich über das Geräte-Menü als virtuelle CD einlegen und installieren. Als lästig erweist sich die Installation in Windows-VMs: Damit die 3D-Beschleunigung installiert werden kann, muss das System im abgesicherten Modus gestartet werden – was der Anwender aber erst während der Installation erfährt. Zudem muss die 3D-Unterstützung vorab in den Grafikeinstellungen der VM aktiviert werden.

Der Alltagsbetrieb mit VirtualBox gestaltet sich nach unseren Eindrücken stressfrei. Auch die Snapshot-Verwaltung macht Spaß – zwar gibts keine ganz so hübsche grafische Darstellung der Abstammungen wie bei VMware, doch der Informationsgehalt ist der Gleiche. Gemeinsame Ordner dienen als Alternative zu Drag & Drop für Dateien zwischen Host und Gast: Beliebige Ordner im Dateisystem des Hosts lassen sich damit als Netzlaufwerke im Gastsystem einbinden.

Einen Fehltritt leistet sich die getestete VirtualBox-Version 5.2.2 bei der Sound-Wiedergabe. Egal ob der Gast Windows XP, Windows 7 oder Ubuntu 16.04 heißt: Stets haken oder kratzen Sounds entweder schon vom Start weg oder fangen mit der Zeit an, fürchterlich zu verzerrern. Die ältere Version 5.1.30 klang hingegen ordentlich.

- ↑ nichtkommerzielle Nutzung gratis
- ↑ komfortable Bedienung
- ↓ umständliches Setup der 3D-Fähigkeiten für Windows
- ↓ kommerzieller Einsatz unverschämte teuer



## VMware Workstation 14 Pro

VMware Workstation ist ausschließlich auf Englisch verfügbar. Die Installation der gängigsten Gastsysteme kann im „Easy Install“-Modus erfolgen: Der Assistent fragt Lizenzschlüssel, Benutzernamen und Passwort vorher ab und installiert das Gastsystem im Unattended-Modus. Ein paar Minuten nach dem Fertigstellen des Assistenten ist das System fertig nutzbar eingerichtet. Auch die „VMware Tools“ sind dann schon mitinstalliert, in denen alle wichtigen Treiber für Grafik, Drag & Drop und so weiter stecken. Ubuntu-Gäste werden dabei allerdings mit englischer Bedienoberfläche installiert.

Wer eine neue VM stattdessen mit der Option „Custom (advanced)“ anlegt, kann gleich deutlich mehr Details einstellen, bekommt aber keine Automatisierung. Die voreingestellten Werte sind sinnvoller gewählt als bei VirtualBox: Windows 7 x64 bekommt ebenfalls 2 GByte RAM, aber 60 GByte Plattenplatz. Für XP sieht der Assistent 512 MByte RAM und eine großzügig bemessene 40-GByte-Festplatte vor.

Im Alltag verhält sich VMware Workstation im positiven Sinne unauffällig. Die flexible Snapshot-Funktion kann neue Snapshots bei jedem Herunterfahren, manuell oder für Backup-Zwecke mit der Funktion AutoProtect in verschiedenen Intervallen täglich, wöchentlich und monatlich anlegen. Auch das automatische Zurücksetzen auf einen bestehenden Snapshot beim Herunterfahren ist möglich.

Virtuelle Maschinen lassen sich auf Wunsch verschlüsseln und die Konfigurationen per Passwort absichern. Für Gäste ab Windows 7 kann die Bildschirmskalierung automatisch an die Pixeldichte des Host-Bildschirms angepasst werden – das ist vor allem mit 4K-Monitoren praktisch.

Die für den Privatgebrauch kostenlose „Player“-Variante hat stark zusammengestrichene Features; so fehlen außer der kompletten Snapshot-Verwaltung auch etwa die VM-Verschlüsselung, der Manager für virtuelle Netzwerke und die Möglichkeit, mehrere VMs gleichzeitig laufen zu lassen.

- 👆 großartige Snapshot-Funktionen
- 👆 Konfigurationsmöglichkeiten en masse
- 👇 Gratis-Version stark eingeschränkt
- 👇 Bedienoberfläche ausschließlich in Englisch

Anzeige

möglich sind. So lassen sich etwa Test-VMs dedizierte Internetverbindungen zuweisen.

## Zum Geschäftlichen

In der Preisgestaltung gibt es spürbare Unterschiede und wie so oft ist es entscheidend, ob man die Software privat oder geschäftlich einsetzen möchte. So ist VirtualBox als quelloffene Software unter der GNU General Public License (GPL) eigentlich kostenlos – eigentlich, weil der Einsatz auf dem Desktop erst mit dem „VirtualBox Extension Pack“ mit den Gast-erweiterungen sinnvoll wird. Es ermöglicht Komfortfunktionen wie gemeinsame Zwischenablage, schnelle USB-Unterstützung und 3D-Beschleunigung. Die Erweiterung steht aber nicht unter der GPL, sondern unter Oracles proprietärer „Personal Use and Evaluation License“, die nur private Nutzung, den Einsatz an Schulen und

Unis sowie auf 30 Tage begrenzte Tests erlaubt. Für den zeitlich unbegrenzten kommerziellen Einsatz braucht es Enterprise-Lizenzen, und die kosten nicht zu knapp: 868 Euro pro CPU-Sockel oder 43 Euro pro Named User – mit einer Mindestabnahmemenge von 100 Lizenzen.

Für geschäftliche Nutzung sehen die Kosten bei VMware dagegen geradezu preiswert aus: Für 275 Euro bekommt man eine Einzelplatzlizenz für VMware Workstation 14 Pro – der Preis gilt allerdings auch für Privatkunden. Günstiger wird es mit Workstation 14 Player. Der kostet Firmen 166 Euro pro Arbeitsplatz und ist für den Privatgebrauch sogar komplett gratis. Ihm fehlen allerdings die Snapshot-Funktionen und diverse Einstellmöglichkeiten.

Die Kosten für Microsofts Hyper-V für den Desktop lassen sich gar nicht so eindeutig festlegen. Man bekommt es nicht

einzelnd; enthalten ist es in Windows 8.1 Pro, 10 Pro und den jeweiligen höheren Editionen. Das geht als System-Builder-Lizenz bei rund 130 Euro los – aber man bekommt ja den Rest von Windows dazu. Aus der Sicht von Anwendern, die das Gratis-Upgrade von Windows 7 Professional oder Ultimate auf 10 Pro wahrgenommen haben, ist Hyper-V wiederum geschenkt – in Windows 7 war es nämlich noch gar nicht enthalten.

## Fazit

VMware bietet mit Workstation 14 Pro ein stimmiges Gesamtpaket mit komfortabler Bedienung und hat die Produktqualität für unseren Eindruck recht gut im Griff. Dafür müssen auch Privatanutzer Geld ausgeben, wenn sie sich nicht mit der radikal kleingeschnittenen „Player“-Ausgabe begnügen wollen. Die Pro-Version eignet sich vor allem für Anwender, die viele verschiedene und auch ältere Betriebssysteme verwenden wollen, und für solche, die Wert auf die Snapshot-Features legen. Unverständlich ist, dass VMware trotz des Erfolges seiner Workstation-Produkte nur eine englische Bedienoberfläche anbietet.

Oracles VirtualBox ist vor allem für Privatanutzer empfehlenswert. Für sie ist es gänzlich kostenlos und bietet dafür einen großen Funktionsumfang – sowohl mit Snapshots als auch der Unterstützung für ältere Betriebssysteme. Man muss damit rechnen, hier oder dort auf Problemchen zu stoßen, wie die stotternde Tonausgabe in unserem Test. Dann lohnt es sich, eine ältere Version zu probieren.

Microsofts Hyper-V merkt man an, dass es eigentlich ein Server-Virtualisierer ist; daher gibt es kaum Support für Audio, Drag & Drop und alte Windows-Versionen. Die Konfiguration lässt Anfänger schnell ratlos werden, denn es gibt zwar Assistenten für das Einrichten von VMs, die dem Anwender aber kaum Entscheidungen abnehmen und nicht viel erklären. Es macht VMware und Virtual Box nicht überflüssig, ist aber erste Wahl etwa für Admins und Entwickler, die auf aktuellen Systemen neue Software oder Patches testen müssen, oder für Teilnehmer des „Windows Insider“-Betaprogramms. (jss@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Noch geht es kostenlos, Tipps zum richtigen Umsteigen von Windows 7 auf Windows 10, c't 25/2017, S. 156  
[2] Hotline-Tipp „Parallelinstallation von Windows erlaubt?“ via heise.de/-3057656

Kompatibilitätslisten etc.: [ct.de/yefs](http://ct.de/yefs)

Desktop-Virtualisierer für Windows-Hosts			
	Client Hyper-V	VirtualBox	VMware Workstation 14 Pro
Hersteller	Microsoft	Oracle	VMware
Website	<a href="http://microsoft.de">microsoft.de</a>	<a href="http://virtualbox.org">virtualbox.org</a>	<a href="http://vmware.com">vmware.com</a>
<b>Kompatibilität laut Hersteller<sup>1</sup></b>			
Hosts	Windows 8.1 x64 und 10 x64, jeweils ab Pro	Windows ab 7 und Server ab 2008, macOS X ab 10.10, diverse Linuxe	x64-Windows ab 7 und Server ab 2008, diverse x64-Linuxe
Gäste	Windows Vista ab Business, 7 ab Professional, alle ab 8.1, Server ab 2008, diverse Linuxe, FreeBSD	Windows ab NT und Server, diverse Linuxe, FreeBSD, PC-BSD, macOS X Server, weitere <sup>2</sup>	diverse Windows ab 2000 und Server, diverse Linuxe, FreeBSD, Solaris
<b>Host-Gast-Interaktion</b>			
USB-Geräte durchreichen	–	✓	✓
gemeinsame Zwischenablage	✓ <sup>3</sup>	✓	✓
Drag & Drop	✓ <sup>4</sup>	✓	✓
gemeinsame Ordner	–	✓	✓
<b>Funktionen</b>			
UEFI-Boot / Legacy-Boot	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
UEFI Secure Boot verfügbar	✓	–	✓
physische Festplatten einbinden	✓	–	✓
dynamische RAM-Erweiterung	✓	–	–
VMs pausieren beim Herunterfahren des Hosts	✓	✓	✓
VMs nach Neustart des Hosts wieder starten	✓	–	–
VMs Host-seitig verschlüsseln	–	✓	✓
OpenGL-Version laut GPU Caps Viewer (Windows-10-Gast)	1.1 (1.1)	1.1	3.0
Direct3D-Funktionsebenen laut dxdiag (Windows-10-Gast)	9.1 bis 12.1 (9.1 bis 11.1) <sup>5</sup>	9.1 bis 9.2	9.1 bis 10.0
<b>Bewertung</b>			
Funktionsumfang	○	⊕	⊕⊕
Bedienoberfläche	○	⊕⊕	⊕
VM-Assistenten	○	⊕	⊕⊕
Host-Gast-Integration	⊖	⊕	⊕⊕
Preis für Privatgebrauch	– <sup>6</sup>	gratis	275 €
Preis für geschäftlichen Einsatz	– <sup>6</sup>	868 € pro CPU-Sockel / 43 € pro Named User	275 €
<sup>1</sup> detaillierte Tabellen unter <a href="http://ct.de/yefs">ct.de/yefs</a> verlinkt <sup>2</sup> weitere Systeme nur ohne Gasterweiterungen <sup>3</sup> nur über erweiterte Sitzung, sonst nur für Text <sup>4</sup> nur über erweiterte Sitzung <sup>5</sup> Werte in Klammern mit virt. RemoteFX-Grafikadapter <sup>6</sup> enthalten in Windows 8.1 und 10 jeweils ab Pro x64			
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden			



Anzeige



# Smartphönchen

## Kleinst-Smartphones: Unihertz Jelly Pro und Sony Xperia XZ1 Compact

**Wer ein kleines Smartphone sucht, hat es schwer, da der Trend in die andere Richtung geht. Doch das winzige Unihertz Jelly Pro gibt Hoffnung. Sony quetscht beim Xperia XZ1 Compact sogar High-End-Hardware ins Kompakthäuse.**

Von Hannes A. Czerulla

Das Unihertz Jelly Pro ist das kleinste Android-Smartphone, das bislang in unser Testlabor gelangte. Es ist in etwa so lang wie ein Zeigefinger. Dennoch ist alles Gewohnte vorhanden: ein Touchscreen, Kameras an Vorder- und Rückseite, Speicherkarten-Slot, und es läuft ein vollwertiges Android. Das Jelly Pro wirkt auf uns wie der letzte Mohikaner in einer Welt, in der so gut wie kein modernes

Smartphone mit weniger als 5 Zoll Bildschirmdiagonale zu finden ist – denn der Trend geht eigentlich zum Riesentelefon.

Nicht nur der Newcomer Unihertz bietet ein solch kompaktes Android-Telefon an: Sony ist der letzte große Hersteller, der Jahr für Jahr ein neues Modell seiner „Compact“-Serie vorstellt. Der aktuelle Vertreter hört auf den sperrigen Namen Xperia XZ1 Compact und das Konzept hat sich seit jeher nicht verändert: High-End-Hardware der Spitzenmodelle wird mit wenigen Kompromissen in ein kompakteres Gehäuse verfrachtet. Die Ausstattung des Xperia XZ1 Compact gleicht fast der des größeren Bruders Xperia XZ1. Prozessor, Kamera und Software sind beispielsweise die gleichen.

### Spielzeug oder Handy?

Wer sich schon an die modernen Riesen-Handys gewöhnt hat, wird mit den beiden Testkandidaten in der Hand einen Schreck bekommen: Das Jelly Pro ist so

winzig, dass man überlegt, wie man ein solches Gerät eigentlich in der Hand hielt – die Fingerspitzen sind gefragt.

Trotz des glatten Plastikgehäuses braucht man keine Angst davor zu haben, dass das Jelly aus der Hand gleitet; denn selbst Kinderfinger können das Gerät komplett umgreifen und mit dem Daumen den gesamten Touchscreen bedienen. Unser hellblaues wirkte erfrischend anders unter den meist nur noch schwarzen und weißen Konkurrenten. Allerdings würde das Gerät in dieser Farbe auch gut in eine Spielzeugkiste passen – und ein bisschen billig wirkt es auch.

### Displays

Ein randloses Display, hochwertige Gehäusematerialien oder ähnlich schicke Designelemente sucht man am Jelly vergebens. Gerade einmal 2,45 Zoll misst der Bildschirm und ist von einem bis zu zwei Zentimeter breiten Rahmen umgeben. Der bietet genug Platz für drei Sensortasten unterhalb der Anzeige, die mit den drei typischen Android-Funktionen belegt sind. Eigentlich ist es mittlerweile üblich, Homebutton et cetera im unteren Bildschirmbereich einzublenden, doch dann stünde noch weniger Platz auf dem Mini-Display zur Verfügung.

Die Anzeige ist mit unter 400 cd/m<sup>2</sup> gerade so hell genug für die meisten Situationen. Allerdings ist die Auflösung von 432 × 240 viel zu gering und der Kontrast einer der schlechtesten überhaupt. Wegen der kleinen Fläche des Displays bräuhete man keine allzu hohe Auflösung, um eine hohe Pixeldichte zu erzeugen und somit ein scharfes Bild. Doch der Hersteller ist beim Jelly Pro zu weit heruntergegangen. 200 dpi sind es beim Jelly Pro und das erste Mal seit Langem entdecken wir wieder einzelne Bildpunkte auf einem Smartphone-Bildschirm.

Besonders die Lesbarkeit von Schriften leidet. Zudem funktioniert die Skalierung nur mäßig, sodass Text meist zu klein und unscharf ist. Selbst mit guten Augen muss man sich anstrengen beim Lesen. Hinzu kommt ein kleiner Blickwinkel, der dazu führt, dass der Kontrast absäuft, sobald man nicht vollkommen gerade auf das Display schaut.

Das Sony Xperia XZ1 Compact zeigt etwa dreimal so viel Bildfläche. Eigentlich ist die HD-Auflösung nicht mehr zeitgemäß, doch auf der 4,6 Zoll Displaydiagonale erzeugt sie ein scharfes Bild, auf dem man keine einzelnen Pixel oder un-

scharfen Kanten erkennt. Kontrast und Helligkeit gehen mit 1219:1 beziehungsweise 551 cd/m<sup>2</sup> völlig in Ordnung – werden aber von anderen Spitzenmodellen übertroffen. Wer die Farbdarstellung als zu kräftig empfindet, kann den Farbraum über die Einstellungen auf sRGB beschränken.

Android bedient sich gut auf dieser Touchscreen-Größe. Nur auf der On-Screen-Tastatur könnte es weniger fummelig zugehen. Und auf Webseiten, die nicht für Mobilgeräte optimiert sind, trifft man nicht immer auf Anheb die richtigen Links. Kostenlose Wischtastaturen wie SwiftKey oder Gboard vereinfachen die Texteingabe auf beiden Geräten enorm.

## Performance und Dual-SIM

Unihertz fährt beim Jelly Pro ein Sparprogramm und hat einen billigen MediaTek-Vierkerner mit gerade einmal 1,1 GHz eingebaut. Da die Hardware aber nur eine niedrige Auflösung bedienen muss, reagiert Android einigermaßen prompt auf Wischbewegungen und Eingaben. Komplexere Apps wie Spiele oder YouTube brauchen hingegen mehrere Sekunden für den Start. Grundsätzlich laufen alle Android-Apps auf dem Jelly Pro, selbst 3D-Spiele und Video-Streaming-Dienste. Ob alle Anwendungen auf dem Mini-Display Sinn ergeben, ist eine andere Frage.

LTE unterstützt das Jelly Pro auch. Besonders schnell funkt es mit maximal 150 MBit/s zwar nicht, aber immerhin kann man – mit einem entsprechenden Vertrag – von der besseren Netzabdeckung profitieren. Das in Zukunft an Bedeutung gewinnende Band 28 unterstützt das Jelly Pro nicht. Trotz der geringen Größe ist hinterm Akku Platz für zwei Nano-SIM-Karten und eine MicroSDXC-Speicherkarte. Man ist also auf zwei Nummern gleichzeitig erreichbar und kann jeweils per Menü wählen, über welche Karte Anrufe, SMS und Daten abgerechnet werden. Da die Speicherkarte



Während die Kamera des Unihertz Jelly Pro (links) selten verwertbare Bilder produziert, knipst das Sony Xperia XZ1 Compact fast schon auf Spitzenniveau. (Aufnahmen vergrößert).



einen eigenen Slot hat, kann man sie auch einlegen, wenn man bereits zwei SIM-Karten nutzt. Bei vielen High-End-Geräten mit Dual-SIM existieren hingegen nur zwei Halterungen und man muss sich zwischen zweiter SIM und Speicherkarte entscheiden.

Das Sony Xperia XZ1 Compact funkt mit bis zu 800 MBit/s weit schneller via LTE. Auch kann man den Speicher per MicroSDXC-Karte erweitern, zwei SIMs gehen aber nicht.

Zum Telefonieren eignen sich beide Geräte. Das Jelly Pro wird dabei zwar etwas warm, liefert aber überraschend angenehme Sprachqualität.

## Kameras

Unihertz hat sogar zwei Kameras in das Jelly Pro eingebaut. Doch zu einem Foto-Smartphone macht dieser Kniff das Gerät nicht: Im Labor- und Praxistest wurde nur etwa jedes zwanzigste Foto scharf. Alle anderen Aufnahmen zeigten unscharfe Wolken; in der Bildmitte ließen sich immerhin vereinzelte scharfe Bereiche entdecken. Sobald es nur ein wenig dämmernd, sind die Fotos von Farbrauschen übersät und der Auslöser reagiert erst nach Sekunden.

An den HD-Videos des Jelly Pro ist die Auflösung noch das geringste Problem: Details und Strukturen tauchen kaum in den Filmen auf. Stattdessen treten Artefakte und starkes Bildrauschen auf, die den Filmen einen retromäßigen 90er-Jahre-Heimvideo-Stil verpassen. Weiteres Problem ist, dass durch Fehlen eines Bildstabilisators keine ruhigen Aufnahmen möglich sind. Selbst wenn der Kameramann still steht und versucht, das Handy ruhig zu halten, entstehen nur Wackelbilder. Von Schwenks sollte man ganz absehen.

Sony beweist hingegen, dass man auch in ein kleines Smartphone eine brauchbare Kamera einbauen kann. Es handelt es sich um die gleiche Hauptkamera wie im größeren Sony Xperia XZ1 und entsprechend fällt das Urteil gleich aus: Die Fotos sind gut, fallen aber hinter denen der High-End-Konkurrenz wie dem Samsung Galaxy S8 oder den Google Pixel 2 zurück.

Obwohl ein optischer Bildstabilisator fehlt, bleiben Videos einigermaßen ruhig; nur ein leichtes Zittern ist bei genauem Hinsehen zu erkennen. Auch die Videos gehören nicht zu den besten, können sich aber sehen lassen. Im Superzeitlupen-

Laufzeiten					
Modell	Laufzeit Videowiedergabe (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Laufzeit Video-Streaming <sup>4</sup> (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Spiele <sup>2</sup> (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Laufzeit WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Ladezeit auf 50 % / 100 %
Apple iPhone SE	11,6	9	6,4	14,8	35 min / 110 min
Sony Xperia XZ1	9,3	9,2	7,3	12,6	48 min / 169 min
Sony Xperia XZ1 Compact	13,7	10,3	6,2	17,3	43 min / 162 min
Unihertz Jelly Pro	5,4	3,4	k. A.	8,1	55 min / 133 min

<sup>1</sup> YouTube <sup>2</sup> Spiel: Asphalt 8

modus nimmt die Kamera 960 Bilder pro Sekunde auf und beeindruckt je nach Szene mit spektakulären Aufnahmen. Schade, dass nur maximal 0,184 Sekunden eingefangen werden.

## Software

Am Android-System des Jelly Pro konnten wir so gut wie keine Veränderungen gegenüber Googles Vorlage feststellen. Ein paar unauffällige Apps sind installiert, von denen nur der Browser negativ auffällt, weil er den Betrieb verweigert, wenn man ihm nicht den vollen Zugriff auf Standort, Kontakte und Ähnliches einräumt. Normalerweise würden wir die Zurückhaltung des Herstellers begrüßen. Doch hätte es den Menüpunkten und einigen Icons gutgetan, wenn man sie für das kleine Display optimiert hätte.

Sony hält wie eh und je seinen Kurs und schraubt an allen Ecken und Enden von Android. Als Resultat bleiben nur gute 21 GByte Speicher von 32 übrig. Überall stolpert man über Apps, die man nicht braucht – wie den Virenschutz AVG Protection – und ständig will das System weitere Programme und Updates nachladen. Löblicherweise ist das aktuelle Android 8.0 installiert und das Sicherheits-Update vom Dezember.

## Fazit

Im Test hat sich gezeigt, dass Unihertz und Sony zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte bei ihren Kleinst-Smartphones verfolgen: Das Unihertz Jelly Pro kostet so wenig, dass es sich prima als Zweit-Handy für Urlaub, Ausflug und Abenteuer eignet. Grundsätzlich erledigt es alle Aufgaben eines Android-Smartphones, ist aber für die wenigsten gut geeignet. Heißt: Man kann im Web surfen, Fotos schießen und Chatten, doch ist das alles beschwerlich und macht keinen Spaß. Gleich große Alternativen haben kein Android und weit weniger Funktionen. Das Unihertz Jelly Pro hat große Schwächen, doch gibt es kein anderes Android-Smartphone in dieser Größe.

Das Sony Xperia XZ1 Compact ist hingegen ein vollwertiges Smartphone, das Ähnliches leistet wie so manches Spitzenmodell. Die Kamera und Software sind nicht die besten und viele Apps und Webseiten lassen sich auf einem größeren Display sicherlich besser bedienen. Doch mangels gleich großer und leistungsfähiger Alternativen muss man diese kleinen Kompromisse eingehen. (hcz@ct.de) **ct**

**Ins winzige Jelly Pro (rechts) passt neben zwei SIM-Karten sogar noch eine Speicherkarte. Dual-SIM unterstützt das größere Xperia XZ1 Compact nicht.**



Mini-Smartphones		
Modell	Sony Xperia XZ1 Compact	Unihertz Jelly Pro
<b>Ausstattung</b>		
Betriebssystem	Android 8.0	Android 7.0
Android-Sicherheitspatch-Ebene	Dezember 2017	September 2017
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz + 4 × 1,9 GHz	Mediatek MT6737M / 4 × 1,1 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 540	ARM Mali-T720
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 32 GByte (21,6 GByte)	2 GByte / 16 GByte (10,5 GByte)
Wechselspeicher	MicroSDXC	MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ / GPS, Glonass	4.1 / — / GPS
Fingerabdrucksensor	✓	✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat. 15 (800 MBit/s Down, 80 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2700 mAh (10,4 Wh) / — / —	950 mAh (3,4 Wh) / ✓ / —
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Typ-C (USB 3.1) / Quick Charge 3.0	Micro-USB 2.0 / —
Abmessungen (H × B × T)	12,9 cm × 6,4 cm × 0,9 cm	9,2 cm × 4,3 cm × 1,4 cm
Gewicht	141 g	72 g
Schutzart	IP 65/68	—
Farbvarianten	Blau, Schwarz, Silber	Hellblau, Schwarz, Weiß
<b>Kamera-Tests</b>		
Kamera-Auflösung Fotos / Video	19,2 MPixel (5056 × 3792) / 4K (3840 × 2160)	8 MPixel (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	8 MP (3264 × 2448) / Full-HD (1920 × 1080)	1,9 MP (1600 × 1200) / VGA (640 × 480)
<b>Display-Messungen</b>		
Technik / Diagonale (Größe)	LCD / 4,6 Zoll (10,1 cm × 5,7 cm)	LCD / 2,45 Zoll (5,5 cm × 3 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1280 × 720 Pixel (322 dpi) / 16:9	432 × 240 Pixel (201 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	5 ... 551 cd/m² / 91 %	14 ... 393 cd/m² / 84 %
Kontrast / Farbraum	1219:1 / DCI-P3	293:1 / sRGB
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 		
Preis	500 €	120 €
<sup>1</sup> Herstellerangaben		
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden		



Anzeige

# Darfs ein bisschen mehr sein?

Notebook-Kaufberatung von günstig bis MacBook Pro und Surface Book



<b>Kaufberatung</b> .....	<b>Seite 104</b>
<b>Test</b> .....	<b>Seite 110</b>

## Etliche 1000 Notebooks unterschiedlichster Art kann man derzeit kaufen, und zwar zu ebenso unterschiedlichen Preisen. Wofür eignen sich welche Geräte, worauf sollte man achten, was liegt im Trend und welche Schmankerl bieten teure Edel-Geräte? Wir klären auf.

Von Florian Müssig

**W**er ein Notebook kaufen will, sollte sich zuallererst selbst klarmachen, wo und wofür er es nutzen möchte. Grundsätzlich sind Notebooks mobile Geräte mit Akkus, die man unabhängig vom Stromnetz nutzen kann. Deswegen muss man Kompromisse eingehen: Rechentech, Eingabegeräte und Bildschirm bilden eine Einheit, bei der es das eine nicht ohne das andere gibt. So individuell wie einen Desktop-PC kann man ein Notebook also nicht konfigurieren. Aber es bringt eine ganze Reihe an Vorteilen mit sich, die man auch bei einem stationären Betrieb nicht missen möchte: Bis auf das Stromkabel gibt es keine Kabel und damit auch keinen Kabelsalat auf und unter dem Schreibtisch. Auch lässt es sich temporär ohne größere Umzugsarbeiten mal am Küchentisch statt im Büro nutzen oder bei Besuch in einer Schublade verstauen. Steht solch ein quasi-stationärer Betrieb im Vordergrund, sollte man sich Geräte mit 15,6- oder 17,3-Zoll-Bildschirm näher ansehen, die viel Bildfläche bieten.

Da die Bildschirmgröße die Geräteabmessungen und damit verbunden auch das Gewicht beeinflusst, macht es keinen Spaß, ein so großes und schweres Gerät mehrmals wöchentlich zum Arbeiten ins Café, in die Bibliothek oder die Vorlesung mitzuschleppen: Es passt nur in große Taschen oder Rucksäcke und man trägt mindestens zwei Kilo mit sich herum. Dazu addiert sich üblicherweise das Netzteil, sofern man nicht nur ein paar Stunden, sondern einen ganzen Arbeitstag ohne Steckdose auskommen will oder muss – auf lange Akkulaufzeit sind Groß-Notebooks nämlich nicht getrimmt.

Soll ein Notebook tatsächlich viel unterwegs genutzt werden, dann sollte man

lieber zu einem Gerät der 13,3-bis-14-Zoll-Kategorie greifen. Nicht nur durch die von Intels Marketing-Abteilung ausgerufenen Werbekampagne rund um Ultrabooks hat sich in den letzten Jahren hier am meisten getan: Aktuelle Geräte wiegen üblicherweise zwischen einem und eineinhalb Kilo und halten locker acht Stunden ohne Netzteil durch – Spitzenreiter auch mehr als doppelt so lange. Anders gesagt: Leichte Langläufer gibt es nicht mit großem Schirm.

Andere Display- und damit Gerätegrößen fristen nur noch ein Nischendasein. Bildschirmdiagonalen von mehr als 18 Zoll, die manch ein Hersteller noch vor einigen Jahren anbot, sind fast vollständig ausgestorben – sie waren zu klobig und schwer. Schon 17,3-Zöller sind mittlerweile eher rar; es gibt sie bei Weitem nicht in so vielen Varianten wie 15,6-Zöller. Ähnliches gilt nach unten bei Notebooks mit 12,5 Zoll oder weniger; superkleine Geräte sind in jeglicher Hinsicht auf einen besonders kleinen Preis getrimmt – mit mehr Nach- als Vorteilen.

### Kleine Prozessorkunde

Nur in 15,6- und 17,3-Zöllern findet man Core-i-Prozessoren mit 45 Watt Abwärme (TDP, Thermal Design Power), die man an der Endung HQ erkennt. Solche Notebooks sind vergleichsweise dick und schwer, weil die Kühlkörper voluminös ausfallen müssen. Die CPUs treten zudem gern zusammen mit dicken GPUs auf – dazu später mehr.

Im Gros der Notebooks stecken hingegen Intel-Prozessoren mit der Endung U, die nur 15 Watt TDP haben und dementsprechend kleine Kühler benötigen. Dadurch können solche Geräte dünner und leichter ausfallen, was die Prozessoren zur ersten Wahl für 13-Zoll-Notebooks macht. Weil die U-Prozessoren genügend Rechenleistung für den Alltag liefern, findet man sie aber nicht nur in

kompakten Geräten, sondern in Notebooks sämtlicher Größen. Auch ein 17-Zöller kann also damit bestückt sein und flach ausfallen.

Aktuell tut sich in dieser Prozessor-Klasse besonders viel. Seit dem Spätsommer gibt es in der U-Klasse nicht mehr nur wie bislang üblich Doppelkerne: Die achte Core-i-Generation für Notebooks umfasst ausschließlich Vierkerner. Wegen ihres geringeren Abwärme-Budgets schaffen sie zwar nicht die Performance der 45-Watt-Quad-Cores, doch sie sind ihnen dichter auf den Fersen, als es man es angesichts der TDP-Unterschiede annehmen könnte: Ein 15-Watt-i7 kommt durchaus an die Leistungswerte eines 45-Watt-i5 heran – und erzielt damit eine deutliche höhere Performance als 15-Watt-Doppelkerne.

Das Plus an Rechenleistung ohne Einschränkungen hinsichtlich der Mobilität macht die 15-Watt-Vierkerner damit aktuell zu den Notebook-Prozessoren der Wahl – egal ob mit Core-i5- oder Core-i7-Namensschild. Intel ruft für sie nicht einmal utopische Preise auf: Damit bestückte Notebooks kosten ab 700 Euro, während man solche mit 45-Watt-Vierkernern kaum unter 1500 Euro findet.

Die niedrigeren Preise kommen allerdings nicht unbedingt dadurch zustande, dass Intel freiwillig auf Geld verzichtet: Im Januar sollen hierzulande die ersten Notebooks mit AMDs mobilen Ryzen-Prozessoren in den Läden stehen. Wir konnten bislang zwar noch keine eigenen Messungen an den Prozessoren mit ebenfalls vier Kernen und 15 Watt TDP vornehmen, doch Testberichte von US-Medien – dort gibt es die ersten Notebooks seit Ende November zu kaufen – und Benchmarks aus Herstellerkreisen sind viel versprechend: Der Ryzen 7 2700U begegnet Intels Gegenstück Core i7-8550U mindestens auf



Über USB-C lassen sich USB-, DisplayPort- und Thunderbolt-Signale übertragen und der Akku laden, aber nicht alle Hersteller nutzen dieses Potenzial aus.



Bei Hybrid-Geräten zwischen Notebook und Tablet haben sich zwei Bauformen etabliert, nämlich Notebooks mit 360-Grad-Scharnieren (links) und Tablets mit ansteckbaren Tastaturen (rechts).

Augenhöhe. Intel hat also seit Langem einmal wieder ernstzunehmende Konkurrenz – und das im Massenmarkt.

## Namensspiele

Technisch eng mit Core-i-Prozessoren der U-Serie sind solche der Y-Serie verwandt. Ursprünglich hat Intel sie eindeutig als Core m bezeichnet, doch die Bezeichnungen Core m5 und Core m7 wurden nach nur einer Generation Ende 2016 wieder abgeschafft. Stattdessen heißen sie nun wie die großen Brüder Core i5 und Core i7. Die einzige Unterscheidungsmöglichkeit ist der Buchstabe Y oder U in der konkreten Modellnummer, doch die findet man üblicherweise nicht in den knappen Beschreibungen von Werbeprospekten – Verwirrung pur.

Die Y-Modelle haben 4,5 Watt TDP und sind für passiv gekühlte Windows-Tablets gedacht, denen wenig CPU-Performance ausreicht. Dieser Ansatz war nicht verkehrt, doch mittlerweile ist es technisch möglich, auch 15-Watt-Prozessoren lüfterlos zu kühlen. Weil die Y-Serie zudem nahezu ausschließlich in hochpreisigen Geräten Verwendung gefunden hat, wird sie über kurz oder lang wohl obsolet: Wer viel Geld ausgibt, der möchte dann auch maximal mögliche Power statt abgespekter Performance.

In besonders billigen Windows-Geräten – seien es nun Tablets oder Notebooks – kommen keine Core-i-Prozessoren, sondern Pentium- und Celeron-CPU's zum Einsatz. Anders als früher sind die meisten aktuellen Pentiums und Celerons keine abgespeckten Core-i-Chips mehr, sondern Nachfolger der aus Netbooks und Tablets bekannten Atom-Prozessoren.

Man erkennt sie am Buchstaben N in der Typenbezeichnung.

Die Atom-Derivate reichen fürs Video-Gucken, Internet-Surfen und Bilder-Herzeigen aus. Schon beim Rote-Augen-Entfernen oder dem Arbeiten mit mehreren Fenstern oder Browser-Tabs wird es zäh, was man aber nicht ausschließlich den Prozessoren ankreiden darf: Um niedrige Preispunkte zu erzielen, specken die Hersteller auch bei allen anderen Komponenten ab: Es gibt vergleichsweise wenig Arbeitsspeicher und knapp bemessenen Massenspeicher, der spätestens bei den regelmäßigen großen Versions-Upgrades von Windows 10 Probleme macht.

Der Fluch der schlechten Zusammenstellung trifft übrigens auch viele Notebooks mit AMDs älteren und langsamen Prozessoren, die A12, A10 oder A8 heißen. Die Notebook-Hersteller nageln bei solchen Systemen häufig einen zusätzlichen Grafikchip ins Gehäuse und müssen dann eine Festplatte verbauen, um noch einen anvisierten Preispunkt zu treffen. Sinnvollere Konfigurationen ohne Zusatz-GPU, aber mit schneller SSD sind selten.

## Architektonisches

Ab Anfang 2018 will ein weiterer Hersteller bei Windows-Notebooks mitmischen, nämlich Qualcomm mit seinem Snapdragon 835. Obwohl es sich dabei um einen ARM- und nicht um einen x86-Prozessor handelt, werden solche Notebooks mit Windows 10 ausgeliefert. Bislang wurden genau zwei Geräte angekündigt, das Asus NovaGo und das HP Envy X2. Sie führen dank einer Emulationsschicht herkömmliche x86-Programme aus; als Nutzer bekommt man von der anderen CPU-Architektur

also nichts mit. Microsoft hat ganz offensichtlich aus dem parallel zu Windows 8 eingeführten und geflopten Windows RT gelernt: Den damaligen Windows-ARM-Geräten fehlte nämlich die x86-Kompatibilität. Das dicke Aber: Die Emulation beschränkt sich auf Anwendungen – System-Tools oder Hardware-Treiber für Drucker, Scanner & Co. müssen sehr wohl für die andere Architektur vorgesehen sein, damit sie funktionieren.

Wir konnten bislang noch keine Performance-Messungen an einem Snapdragon-Notebook unter Windows 10 durchführen. Fremdmessungen an Vorserien-Hardware zeigen Leistungswerte auf dem Niveau der Pentium-CPU's mit Atom-Innenleben. Wie oben erwähnt reicht das für ein Konsumiergerät aus, doch angesichts der aufgerufenen Preise von mindestens 800 Euro ist das arg wenig.

Qualcomm, Microsoft und die Gerätehersteller locken denn auch mit einer anderen Stoßrichtung, nämlich mit extra langen Akkulaufzeiten und permanentem Internetzugang dank integriertem LTE-Modem. Letzteres ist für die aufgerufenen Preise tatsächlich eine Besonderheit: Windows-Tablets mit LTE kosten mindestens vierstellige Beträge; bei Notebooks landet man problemlos auch jenseits der 2000-Euro-Marke.

## Hybrid, Touch und Stift

Die Übergänge zwischen Notebook und Tablet sind mittlerweile fließend, wobei sich zwei Bauformen etabliert haben. Bei Notebooks mit 360-Grad-Scharnieren kann man den Bildschirm hinter den Rumpf klappen, sodass Display und Tastatur nach außen zeigen. Die Tastatur wird dabei deaktiviert, damit es keine ungewollten Eingaben gibt, wenn man das Gerät auf dem Arm oder Schoß liegen hat, um den Bildschirm per Stift oder Finger zu bedienen.

Der konzeptionelle Nachteil dieser Geräteklasse ist, dass sie viel schwerer sind als reine Tablets: Statt 700 bis 800 Gramm wiegen 13-Zöller üblicherweise das Doppelte. Umgekehrt ist man aber nicht auf kleine Bildschirme beschränkt: Es gibt etliche 15,6-Zoll-Hybride wie das HP Spectre x360 15, das Asus ZenBook Flip 15 oder das Lenovo Yoga 720-15IKB; Dell hat mit dem Inspiron 7000 17 sogar ein 17,3-Zoll-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren im Angebot.

Die Alternative sind Windows-Tablets, die man mit einer ansteckbaren Tastatur



zum Notebook umbauen kann. Microsoft war mit seinem Surface Pro zwar nicht der erste Hersteller mit einem solchen Gerät, hat sich aber einen Namen gemacht, sodass „Surface-Klon“ mittlerweile eine etablierte Klassifizierung ist. Üblich sind Display-Diagonalen um 12 Zoll, Gewichte um ein Kilo – und vierstellige Preise.

Man kann die Kombination aus Tablet und seiner üblicherweise magnetisch andockenden Tastatur nur auf dem Schreibtisch ohne Einschränkungen wie ein Notebook nutzen, nicht aber auf dem Schoß oder im Bett. Egal ob für den Notebook-Betrieb ein Ständer im Gerät integriert ist oder das Tablet von einer Hülle gehalten wird: Beide brauchen Platz nach hinten, und die fragile Verbindung beider Teile kann sich auf unebenem oder beweglichem Untergrund lösen.

Tastatur-Docks, in denen die Tablets mechanisch einrasten, waren zu Windows-8-Zeiten eine stabilere Alternative und bei günstigen Windows-Tablets beliebt, doch sie sind wegen ihres gravierenden Nachteils fast ausgestorben: Das Dock muss schwer sein, um ein Nachhinterüberkippen des Tablets zu verhindern – das frisst unterwegs jeglichen Gewichtsvorteil eines Tablets wieder auf. Einzig Microsofts hochpreisiges Surface Book 2 (siehe Artikel ab Seite 110) nutzt diese Bauform noch. Sie wurde dort allerdings auch sehr aufwendig umgesetzt: Das Tastatur-Dock ist kein totes Kontergewicht, sondern enthält den Großteil der Akkukapazität und einen Zusatz-Grafikchip.

Bei den Touchscreens sind mittlerweile solche kapazitiver Bauart Standard, die bis zu zehn Finger gleichzeitig unterscheiden können. Resistive Touch-Technik ohne Multitouch findet man nur noch in teuren Spezialgeräten für das industrielle Umfeld, wo eine Bedienung mit Schutzhandschuhen gefordert ist. Wer Wert auf eine Stiftbedienung legt, sollte sich aber vorher vergewissern, dass sein Gerät einen Digitizer eingebaut hat: Nur dann funktionieren die vom Hersteller beigelegten oder optional angebotenen aktiven Stifte, die Hunderte Druckstufen und neuerdings auch Neigungen erkennen. Damit kann man dann wie mit echten Stiften zeichnen und schraffieren.

## Bildschirme

Finger- oder Stiftbedienbarkeit hängt nicht von der Fertigungstechnik des eigentlichen Bildschirms ab. Die günstigsten Panels sind TN-Panels, die stark blick-



**Apple und Microsoft heben sich mit ihren Bildschirmen aus der Masse der Notebooks ab: MacBooks haben 16:10-Bildschirme, Surface-Geräte kommen im Seitenverhältnis 3:2. Sonst ist das schmalere Format 16:9 üblich.**

winkelabhängig sind: Farben erscheinen schon bei kleinen Abweichungen von der senkrechten Draufsicht verfälscht, beim Blick von oben oder unten werden sie breiig grau oder gar invertiert angezeigt.

Deutlich besser sind IPS-Panels, die den Bildschirminhalt blickwinkelstabil darstellen. Bei teuren Notebooks sind solche Bildschirme Standard, doch man findet sie auch schon bei Schnäppchenangeboten ab 500 Euro – wenngleich man dort dann häufig Abstriche bei der restlichen Ausstattung wie Prozessor oder Massenspeicher machen muss.

Innerhalb der IPS-Familie gibt es durchaus Qualitätsunterschiede, was etwa die maximale Helligkeit oder die Farbraumabdeckung angeht, doch selbst das schlechteste IPS ist immer noch besser als ein TN-Panel. Top-Bildschirme schaffen übrigens 4K-Auflösung und decken den AdobeRGB-Farbraum ab. Günstig sind damit bestückte Geräte aber nicht.

Weil sich IPS als wünschenswerte Eigenschaft herumgesprochen hat, findet man die Angabe sogar in den Werbeprospekten von Lebensmittel- oder Elektronik-Discountern – allerdings leider nicht immer gerechtfertigt. In einigen Fällen kann man aus anderen technischen Daten auf die Paneltechnik schließen: Hat das Gerät eine Bildschirmauflösung jenseits von Full HD (1920 × 1080), dann ist es ein IPS-Panel beziehungsweise ein Derivat wie IGZO.

Dank der in Windows 10 vorhandenen Skalierungsfaktoren stellen solch hochauflösende Bildschirme Text und Icons übrigens nicht winzig klein dar, sondern normal groß und besonders scharf. Anders als noch zu den Anfängen der sogenannten Hoch-DPI-Bildschirme sind mittlerweile viele Anwendungen dafür vorbereitet – und

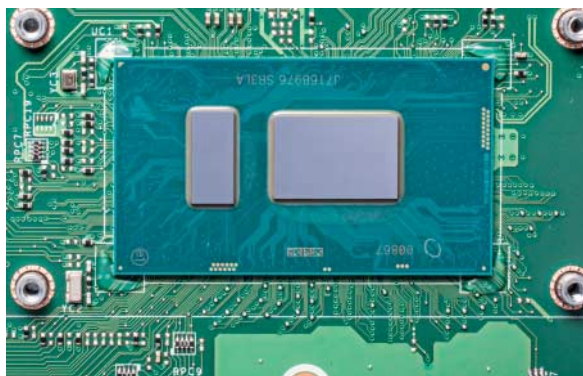
für ältere, nicht mehr gepflegte Programme gibt es Kompatibilitätsmodi.

OLEDs, die bei Smartphones und TV-Geräten gerade en vogue sind, findet man in Notebooks äußerst selten. Einen solchen Bildschirm bieten aktuell nur manche Ausstattungsvarianten von Dells Gaming-Notebook Alienware 13 R3 und Lenovos Business-Hybrid ThinkPad X1 Yoga G2 sowie das Windows-Tablet Samsung Galaxy Book 12. Anno 2016 gab HP seinem Spectre x360 13 ebenfalls noch ein OLED mit auf den Weg, in der 2017er-Neuaufgabe fiel diese Bildschirmtechnik wieder weg – das OLED-Modell hatte sich dem Vernehmen nach nur schlecht verkauft.

Obwohl das Seitenverhältnis von 16:9 vergleichsweise wenig Bildhöhe bietet, hat es sich bei Notebooks etabliert. Ausnahmen gibt es nur wenige, und sie sind allesamt hochpreisig. Apple stattet seine Notebooks traditionell mit 16:10-Bildschirmen aus, Microsoft hat sich durchgängig für das besonders arbeitsfreundliche 3:2 entschieden. Letzteres hat interessanterweise auf fast alle teuren Windows-Tablets abgefärbt, sodass man 3:2 fast durch die Bank bei allen Geräten vorfindet. Auf Notebooks hatte Microsofts Format dagegen kaum Auswirkungen: Abseits von Microsofts Surface Book und Surface Laptop bietet einzig Huawei MateBook X einen 3:2-Bildschirm. Abgesehen von manchen Ausreißern hat sich die Lage bei den Bildschirmoberflächen eingependelt: Touchscreens spiegeln, Nicht-Touchscreens sind matt.

## Massenspeicher

Wer einmal an einem Rechner mit SSD saß, kann bestätigen, dass sich Geräte mit klassischer Festplatte ab diesem Zeitpunkt



**Notebook-Prozessor,** hier eine Vierkern-CPU aus Intels achter Core-i-Generation, werden auf die Hauptplatinen gelötet. Der kleinere der beiden Chips ist der zugehörige Chipsatz.

irgendwie kaputt anfühlen, weil es an allen Ecken und Ende hakt. Insofern sollte jeder Neukauf eine SSD an Bord haben. Technische Feinheiten sind dabei egal: Zwischen SATA- und NVMe-SSDs klafft nur in Benchmarks eine große Lücke, nicht aber im Alltag.

Festplatten mit drehenden Magnet-scheiben haben als günstiges Datengrab weiterhin eine Daseinsberechtigung. Die Kombination SSD fürs System und HDD für Daten funktioniert aber nur in Geräten ab 15,6 Zoll: In kleineren Geräten haben sie schlicht keinen Platz, weil jedes freie Volumen für Akku verwendet wird. Kompakte Notebooks werden deshalb leider unverhältnismäßig teuer, wenn man viel Speicherplatz benötigt.

Dennoch empfehlen wir, Notebooks mit dem benötigten Speicherausbau zu kaufen und nicht eine günstige Ausstattungsvariante gleich nach dem Kauf umzurüsten: Dabei gibt es mittlerweile zu viele Unwägbarkeiten, von einem möglichen Garantieverlust ganz zu schweigen.

## Business vs. Consumer

Die Herstellergarantie lernt man sehr schnell dann schätzen, wenn einmal etwas kaputtgehen sollte. In Anlehnung an die gesetzliche Gewährleistungspflicht sind freiwillige Herstellergarantien von zwei Jahren üblich, doch es gibt Ausnahmen: Nur ein Jahr Garantie gibt es bei vielen günstigen Notebooks, aber auch bei den Edelprodukten von Apple und Microsoft. Gelegentlich kommt es auch auf den Vertriebsweg an: Medion gibt seinen Notebooks drei Jahre Garantie mit auf den Weg, wenn es sich um Aktionsware bei Aldi handelt – sonst sind es nur zwei Jahre.

Mehr als drei Jahre Garantie bekommt man nur gegen Aufpreis und das auch nur bei Notebooks aus Business-Serien (siehe Tabelle auf Seite 109). Diese Geräte werden in großen Stückzahlen im

Projektgeschäft an Unternehmen verkauft, die sie dann ihren Mitarbeitern als Arbeitsgeräte zu Verfügung stellen. Man darf sie und ihre optionalen Garantieverlängerungen freilich auch als Privatemensch kaufen. Häufig gibt es sie in Kombination mit besserem Service: Beim Vor-Ort-Service kommt im Falle eines Defekts ein Techniker samt Ersatzteil vorbei und repariert das Gerät auf dem heimischen Küchentisch. Ein Wegschicken und tagelang bis wochenlanges Warten aufs reparierte Gerät entfallen.

Der Haken: Business-Notebooks sind generell teurer als Consumer-Geräte, weil sie in jeglicher Hinsicht für den Unternehmens-einsatz entwickelt wurden: Admins können sie ohne physischen Zugriff fernwarten, Geräte derselben Generation lassen sich trotz unterschiedlichen Bildschirmgrößen mit demselben System-Image betanken. Diese Zusatzfunktionen bezahlt man immer mit, obwohl man sie zu Hause nicht nutzen kann.

## USB-C-Docking

Ein ehemaliges Unterscheidungsmerkmal zwischen Business- und Consumer-Geräten wurde hingegen vom technischen Fortschritt eingeholt, nämlich Dockingstationen. Früher gab es geräte- und generationenübergreifende Docks, die das Notebook am Arbeitsplatz mit Netzwerk, Tastatur, Maus, Monitor und Stromnetz verbunden haben. Anders ist der Einsatz eines Notebooks gemäß Bildschirm-arbeitsplatzverordnung nämlich nicht zulässig: Unter anderem muss der Abstand zwischen Monitor und Tastatur variabel sein – was bei einem Notebook bauartbedingt nicht geht. Die moderne USB-C-Schnittstelle tritt nun die Nachfolge der vormals proprietären Konnektoren an: Über ein einziges Kabel fließen Strom, DisplayPort-Signale und USB-Daten für Tastatur, Maus und Netzwerk.

Leider gibt es keine Verpflichtung für Hersteller, eine USB-C-Buchse tatsächlich universell zu nutzen: Mal gibt es nur USB-Daten, mal USB und DisplayPort ohne Strom, mal ist zusätzlich auch noch Thunderbolt möglich. Man muss die USB-C-Funktionalität also bei jedem Gerät einzeln erörtern; wir geben sie in jedem Notebook-Test in der Tabelle an. Die Faustregel lautet: Je günstiger das Gerät, desto weniger Funktionalität – und bei ganz billigen Notebooks gibt es üblicherweise noch gar kein USB-C.

## Komfort kostet

USB-C ist nicht die einzige Komfortfunktion, für die man tiefer in die Tasche greifen muss. Eine beleuchtete Tastatur, mit der man auch bei Dunkelheit sicher die richtige Taste trifft, findet man nur in Notebooks jenseits der 800-Euro-Marke. Ein Helligkeitssensor, der die Bildschirmhelligkeit je nach Umgebungslicht anpasst, ist nicht einmal bei vierstelligem Preis garantiert. Eine Ladestandsanzeige, die auf Knopfdruck bei ausgeschaltetem Notebook den Akkufüllstand verrät, gibt es nur in wenigen Geräten wie etwa Dells XPS-Modellen.

Windows 10 erlaubt bereits seit seiner Einführung Ende 2015 das komfortable Einloggen über biometrische Merkmale; Microsoft fasst dies unter dem Begriff Windows Hello zusammen. Eine IR-Kamera für Windows Hello – mit herkömmlichen 2D-Webcams klappt es nicht – bringen aber bis heute nur wenige Notebooks wie die hauseigenen Surface-Geräte mit. Der Komfortgewinn ist aber riesig: Hat man den Rechner gesperrt und kommt zurück an den Arbeitsplatz, ist man schneller wieder eingeloggt, als man sich hingesetzt und seine Hände auf Tastatur und Maus gelegt hat.

Windows Hello funktioniert auch mit Fingerabdrucklesern, und diese findet man in immer mehr Notebooks – mitunter auch schon für unter 600 Euro. Anders als bei der 3D-IR-Kamera muss man hier natürlich erst aktiv den Finger auflegen, bevor etwas passiert; schneller als das Eintippen eines Passworts geht es aber allemal. Falls das Wunsch-Notebook keinen Fingerabdruckleser hat, kann man einen solchen für kleines Geld nachrüsten.

## Segmentierung

Dass manche Hersteller einen besonderen Ruf haben, liegt unter anderem daran, dass sie sich auf ausgewählte Marktseg-

mente spezialisieren. Apple und Microsoft haben beispielsweise ausschließlich hochpreisige Geräte im Portfolio und lassen den gesamten Bereich unterhalb von 1000 Euro links liegen. Insofern haben alle MacBooks und Surface-Geräte schnelle Prozessoren, rasante SSDs, schicke Metallgehäuse und tolle Bildschirme – weil das zu den aufgerufenen Preisen schlicht marktüblich ist. Den Massenmarkt mit dreistelligen Preisen bedienen praktisch nur noch Acer, Asus, Dell, HP, Lenovo und Medion.

Andere Hersteller haben sich auf gewisse Zielgruppen spezialisiert. Fujitsu und Toshiba bauen keine Consumer-Geräte mehr und sind damit nicht mehr bei MediaMarkt & Co. sichtbar. Panasonic fertigt besonders robuste Notebooks, die in Werkstätten und auf Bohrrinseln klaglos ihren Dienst verrichten; in ihrer Nische sind die ToughBooks unangefochtene Marktführer. Samsung ist in Europa aus dem Notebook-Geschäft erst ausgestiegen und mittlerweile nur wieder mit dem Windows-Tablet Galaxy Book zurück, MSI verkauft seit geraumer Zeit ausschließlich Gaming-Notebooks.

## Gaming

Die schicke 3D-Grafik von modernen Spielen reizt selbst Hochleistungshardware aufs letzte Quäntchen aus, weshalb für Gaming-Notebooks das Beste und Schnellste gerade recht ist. Hier kommen die eingangs erwähnten 45-Watt-Prozessoren zum Einsatz, denen die Hersteller mindestens Mittelklasse-Grafikchips vom Kaliber eines GeForce GTX 1050 zur Seite stellen. Wegen der nötigen Kühler gibt es solche Hardware erst ab 15,6 Zoll Bildschirmgröße; die Preise beginnen ab 1200 Euro. Kompakte Notebooks mit viel 3D-Power kann man an einer Hand abzählen: Das Surface Book 2 ist mit 1,6 Kilo das leichteste unter ihnen; andere wie das Dell Alienware 13 R3 wiegen deutlich mehr.

Bei fetten Gaming-Notebooks toben sich die Hersteller aus: Es gibt Notebooks mit zwei GeForce GTX 1080 im SLI-Verbund und solche, in denen kein Mobilprozessor steckt, sondern eine leistungstärkere Desktop-CPU. Im Schenker XMG Zenith 17 gibt es sogar beides; mit dem Sechskerner Core i5-8400, einer GPU, einer lahmen 500-GB-Platte und ohne Windows-Lizenz beginnen die Preise bei 2600 Euro. Im Maximalausbau, zu dem dann auch gleich fünf SSDs mit insgesamt

14 TByte zählen, liegt man jenseits der 12.000-Euro-Marke – wohlgemerkt für einen 5,5-Kilo-Klopper, der gleich zwei 330-Watt-Netzteile mit jeweils einem weiteren Kilo Gewicht benötigt und für den man im Datenblatt erst gar keine Angaben zu einer möglichen Akkulaufzeit findet. Das über 4 Kilo schwere Asus RoG GX700 hatte sogar eine Wasserkühlung.

Asus hat sich beim RoG Strix GL702ZC für einen AMDs Desktop-Ryzen entschieden: Mit Sechskerner geht es bei 1300 Euro los, mit Achtkernern liegen die Preise zwischen 1400 und 1800 Euro. Das GL702ZC ist eines von wenigen Notebooks, in denen auch ein AMD-Grafikchip zum Einsatz kommt: Nvidias GPUs liefern mehr Leistung und sind bei Gamern deshalb beliebter – damit sind sie auch für die meisten Hersteller gesetzt.

Weil es sich um ein Komplettsystem handelt, ist ein Gaming-Notebook zwangsläufig teurer als ein stationärer Gaming-PC gleicher Leistung. Dennoch sind viele Käufer wohl von der Transportabilität und der Kabelsalatvermeidung angetan: Seit mehreren Jahren sind Gaming-Notebooks trotz ihrer hohen Preise das am stärksten wachsende Notebook-Segment.

Außer für 3D-Spiele ist ein Zusatz-Grafikchip in vielen Fällen überflüssig: Alle Notebook-Prozessoren enthalten integrierte Grafikeinheiten, die sämtliche aktuellen Video-Codecs bis 4K-Auflösung ohne CPU-Belastung abspielen. Ihre 3D-Einheiten sind für 3D-Anwendung à la Google Earth mehr als ausreichend; selbst

die Windows-MR-Headsets laufen mit integrierter Intel-Grafik. Manche Profisoftware wie Adobe Photoshop (Bildbearbeitung) oder Premiere (Videoschnitt) kann einzelne Filter oder Berechnungsschritte an Grafikchips auslagern, wodurch sie schneller ausgeführt werden, doch das ist nur Bonus – die Software läuft auch ohne GPU-Beschleunigung.

## tl;dr

Wer ein Notebook sucht, sollte darauf achten, dass darin mindestens ein Core i5 der siebten oder achten Core-i-Generation arbeitet und das Betriebssystem auf einer SSD installiert ist. Notebooks mit diesen Kriterien gibt es vom kompakten 13,3-Zöller mit langer Laufzeit bis zum 17,3-Zöller mit mehr Gewicht und großen Bildschirm – je nach persönlichem Bedarf. Im 15,6-Zoll-Format beginnen die Preise solcher Geräte zwischen 500 oder 600 Euro. Günstigere Geräte fordern mit lahmen Prozessoren und langsamen Festplatten viel Geduld vom Nutzer.

Andere Größen und blickwinkelstabile IPS-Bildschirme kosten Aufpreis. Gleiches gilt für schicke Metallgehäuse, geringes Gewicht, eine universelle USB-C-Schnittstelle, besonders lange Laufzeiten oder Komfortfunktionen wie Windows Hello, Tastaturbeleuchtung und Helligkeitssensoren. Kombiniert man alles zusammen, landet man im Premiumsegment. Ein Test von fünf solcher topaktuellen Geräte folgt auf den nächsten Seiten. (mue@ct.de) **ct**

**Notebook-Familien nach Hersteller (Auswahl)**

Kategorie	Consumer	Business	Workstation	Gaming	Hybrid
Acer	Aspire, Swift	TravelMate	—	Aspire Nitro, Predator	Spin, Switch
Asus	EeePC <sup>1</sup> , VivoBook, ZenBook	AsusPro	—	RoG (Republic of Gamers)	Flip <sup>2</sup>
Apple	MacBook, MacBook Air	MacBook Pro	—	—	n. v.
Dell	Inspiron, XPS	Vostro, Latitude	Precision	Inspiron Gaming, Alienware	2-in-1 <sup>2</sup>
Fujitsu	Amilo <sup>1</sup>	LifeBook	Celsius	—	— <sup>3</sup>
HP	Compaq <sup>1</sup> , Pavilion, Envy, Spectre	ProBook, EliteBook	ZBook	Pavilion, Omen	x360 <sup>2</sup> , x2 <sup>2</sup>
Lenovo	IdeaPad	ThinkPad E/L/T/X	ThinkPad P/W	IdeaPad Y, Legion	Yoga <sup>2</sup>
Medion	Akoya	—	—	Erazer	— <sup>3</sup>
Microsoft	—	—	—	—	Surface Book/Laptop/Pro
MSI	X-Slim <sup>1</sup> , Wind <sup>1</sup>	—	—	GT, GS, GE, GP, GL, GV	n. v.
Panasonic	—	ToughBook	—	—	ToughPad
Samsung	Serie 3/5/9 <sup>1</sup>	Serie 2/4/6 <sup>1</sup>	—	Serie 7 <sup>1</sup>	Ativ <sup>1,2</sup> , Galaxy Book
Sony	Vaio <sup>1</sup>	Vaio Pro <sup>1</sup>	—	—	Fit <sup>1,2</sup>
Toshiba	Kira <sup>1</sup> , Satellite <sup>1</sup>	Portégé, Satellite Pro, Tecra	—	Qosmio <sup>1</sup>	— <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bezeichnung wird nicht mehr verwendet/Produktkategorie wird nicht mehr bedient <sup>2</sup> Namenszusatz <sup>3</sup> keine explizite Bezeichnung



# Schick, mobil & rasant

## Kompakte Notebooks mit CPUs der achten Core-i-Generation



**Intels neue Mobil-Quad-Cores eignen sich wie die bisherigen Doppelkerne für flache und leichte Notebooks, bieten aber eine ungleich höhere Leistung. Wir haben die aktuellen Topmodelle der großen Hersteller ins Labor geholt.**

**Von Florian Müssig**

**W**ährend vergangene Wechsel von einer Core-i-Generation zur nächsten immer nur kleine Häppchen an höherer CPU-Rechenleistung brachten, ist Intels achte Core-i-Generation ein Riesenschritt nach vorne: Statt zwei gibt es nun vier Kerne, die mit gerade einmal 15 Watt TDP (Thermal Design Power) auskommen. Wir haben für diesen Test die mobilen Flaggschiffe der großen Hersteller versammelt: Asus ZenBook 13, Dell XPS 13, HP Spectre 13, Lenovo Yoga 920 und Microsoft Surface Book 2. Sie kosten zwischen 1400 und 3450 Euro. Das im September angekündigte Leichtgewicht Acer Swift 5 war zum Testzeitpunkt immer noch nicht verfügbar. Apple hat bis dato keine MacBooks mit achter Core-i-Generation vorgestellt.

Alle Kandidaten spielen in derselben 13-Zoll-Liga, haben aber dennoch Bildschirme mit leicht unterschiedlichen Diagonalen. Dies liegt unter anderem an Fortschritten bei der Panelfertigung: Bei modernen Notebooks sind die Bildschirmränder viel schmäler als noch vor ein paar Jahren. Bei der praktischen Umsetzung unterscheiden sich allerdings die Ansätze der Hersteller.

Dell und HP nutzen ein 13,3-Zoll-Panel mit schlanken Rändern und haben passend dazu die gesamte Grundfläche des Notebooks verkleinert. Ihre Gehäuseabmessungen entsprechen also eher denen eines älteren 12,5-Zoll-Geräts. Lenovo hat beim Yoga 920 die Gehäusegröße eines älteren 13,3-Zoll-Notebooks beibehalten und statt-



dessen den Bildschirm auf 13,9 Zoll vergrößert. Die ungewöhnliche Bilddiagonale des Surface Book 2 von 13,5 Zoll geht auf das andere Panel-Format 3:2 zurück.

Alle Kandidaten haben helle Bildschirme, die ihre kräftigen Farben auch beim Blick von der Seite ohne grobe Farbverfälschungen darstellen. Das XPS 13 und das ZenBook 13 haben in den getesteten Ausstattungsvarianten matte Bildschirme. Bei den fingerbedienbaren Touchscreens der anderen sitzt eine spiegelnde Glasscheibe vor dem eigentlichen Panel. Lenovo und Microsoft unterstützen zusätzlich auch Stifteingabe, doch nur Lenovo legt den Stift mit in den Karton.

## Leistung und Lüfter

Alle Probanden liefern dank ihrer Vierkernprozessoren deutlich höhere Rechenleistungen als ihre Vorgänger mit Doppelkernen. Dennoch gibt es – zwar mess-, aber nicht spürbare – Unterschiede: Der Core i7-8550U im XPS 13 schafft etwas weniger Rechenleistung als derselbe Chip im Yoga 920, weil er früher von seinem Turbo- auf seinen Nominaltakt zurückfällt. Im Gegenzug hat Dell es geschafft, dass das Kühlsystem kurze Lastspitzen ohne Lüfterheulen wegsteckt, während das Lenovo-Notebooks dabei auffault. Asus und HP liegen bei der Performance dazwischen, doch bei HP hört man den Kompromiss, den das besonders flache Gehäuse erfordert: Der Lüfter springt schon bei kurzer Last an. Bei anhaltender Rechenlast werden Asus und Dell deutlich lauter als die anderen.

Wer es auch bei zeitintensiven Rechenaufgaben lautlos haben möchte, muss zum Surface Book 2 greifen: Microsoft kühlt den Vierkernprozessor lüfter- und damit lautlos. Weil der Prozessor dort anfangs sogar weit mehr als seine nominalen 15 Watt verbraten darf, liefert er trotz passiver Kühlung bei Lastdauern im niedrigen einstelligen Minutenbereich sogar eine höhere Rechenleistung ab als die aktiv gekühlten Prozessoren in den Konkurrenten – das ist beachtlich.

Wie bei allen passiv gekühlten Notebooks und Tablets bricht die Rechenleistung ein, sobald das Gehäuse eine gewisse Temperatur erreicht; auch ist die Rechenleistung stärker von der Umgebungstemperatur abhängig als bei der Konkurrenz.

Generell kommt dem Kühlsystem der Hybrid-Charakter des Notebooks zugute: Weil der Notebook-Deckel ein eigenständiges Tablet ist, enthält er und nicht der Rumpf den Prozessor. Anders als bei Notebooks kann die Rückseite die Wärme im Notebook-Betrieb frei nach hinten abstrahlen statt nach unten. Dadurch werden Gehäuse und Prozessor nach Lastende schneller wieder kühl, und man kann das Notebook jederzeit auf dem Schoß betreiben, ohne die Oberschenkel zu grillen.

## Mit und ohne GPU

Wie schon beim Vorgänger steckt auch beim Surface Book 2 ein Zusatz-Grafikchip im Tastatur-Unterteil: Der Nvidia GeForce GTX 1050 liefert ausreichend 3D-Leistung, um aktuelle Blockbuster-Spiele mit schicken Details ruckelfrei darzustellen. Allen anderen Probanden gelingt dies nicht: Der GeForce MX150 im Asus-Notebook ist langsamer, bei Dell, HP und Lenovo kümmert sich die integrierte Intel-Grafikeinheit UHD 620 um die Grafikausgabe. Außer in Spielen (und bei einigen Photoshop- beziehungsweise Premiere-Filtern) kann man aus den Nvidia-GPUs keinen Nutzen ziehen: Für Office, Internet und Videos reicht die integrierte Intel-GPU locker aus. Anders als der Hauptprozessor wird der Nvidia-Chip im Surface Book 2 aktiv gekühlt; der Lüfter legt aber nur bei 3D-Last los.

Alle Kandidaten schaffen lange Laufzeiten; selbst mit den „nur“ 12 Stunden von HP und Lenovo lässt sich ein Arbeitstag ohne Netzteil überstehen. Dass das Dell-Notebook über 26 Stunden durchhält, liegt nicht allein an der Energieeffizienz des Prozessors und an hoher Akkukapazität: Der Full-HD-Bildschirm braucht weniger Energie als die höher auf-



Die Notebooks von HP, Lenovo und Microsoft haben ungewöhnliche Scharniere.

lösenden Displays von Lenovo und Microsoft. Auch Asus und HP kitzeln aus diesem Grund viel Laufzeit aus vergleichsweise kleinen Akkukapazitäten.

## Schnittstellen

Jeder der Probanden bietet mindestens eine moderne USB-C-Schnittstelle. Beim Surface Book 2 liefert sie USB-3.0- und DisplayPort-Signale und kann zum Laden des Akkus verwendet werden. Bei Dell, HP und Lenovo sind sogar USB-3.1-Geschwindigkeit und zusätzlich noch Thunderbolt 3 möglich. HP und Lenovo legen ihren Notebooks Typ-C-Netzteile bei, die drei anderen nutzen ab Werk zusätzlich vorhandene Stromeingänge. Microsoft bietet optional eine Docking-Station über den proprie-

### Kompakte Notebooks mit Vierkern-CPU der achten Core-i-Generation – Testergebnisse

Modell	CPU / GPU	Gewicht [kg] ◀ besser	Lautstärke (idle/Last) [Sone] ◀ besser	Laufzeit (Last/idle) [h] besser ▶	CPU-Leistung <sup>1</sup> besser ▶	3D-Leistung [fps] <sup>2</sup> besser ▶
Asus ZenBook 13 (UX331UN)	Core i5-8550U / GeForce MX150	1,14	0,1/1,8	2/18,2	515	8602
Dell XPS 13 (2017)	Core i5-8550U / UHD 620	1,24	0,1/1,8	3,2/26,1	473	4467
HP Spectre 13 (2017)	Core i5-8550U / UHD 620	1,11	0,1/0,6	1,6/11,8	491	4239
Lenovo Yoga 920	Core i5-8550U / UHD 620	1,36	0,1/0,7	2,2/12,1	524	4319
Microsoft Surface Book 2	Core i5-8650U / GeForce GTX 1050	1,64	0,1/0,8	1,4/20,1	672	15762

<sup>1</sup> CineBench R15 (n CPU)

<sup>2</sup> 3DMark Sky Diver



### Asus ZenBook 13 (UX331UN)

Das ZenBook 13 ist das günstigste Gerät im Testfeld, doch das ist eine sehr relative Angabe – kostet es doch auch schon 1400 Euro. Dennoch erfüllt es wie alle Kandidaten optisch wie technisch hohe Ansprüche und bietet Komfortfunktionen: Die bei einigen älteren ZenBooks fehlende Tastaturbeleuchtung ist hier ebenso an Bord wie ein Fingerabdruckleser für komfortables Einloggen über Windows Hello.

Allerdings lässt die Schnittstellenausstattung Luft nach oben. Man muss zwar nicht wie bei einigen anderen Kandidaten auf einen Kartenleser verzichten, doch dieser nimmt nur die von Smartphones bekannten MicroSD-Kärtchen auf. Wer eine Systemkamera mit normal großer SD-Karte verwendet, muss also zum Auslesen einen separaten Kartenleser oder ein USB-Kabel nutzen – oder in der Kamera eine MicroSD samt Adapter verwenden. Die moderne USB-C-Buchse liefert nur USB 3.0, aber keine DisplayPort- oder Thunderbolt-Signale und kann auch nicht zum Laden des Notebook-Akkus verwendet werden. Der HDMI-Ausgang steuert 4K-Monitore nur mit 30 Hz an.

An der Tastatur gibt es bis auf den in eine Zeile gequetschten Cursor-Block nichts auszusetzen: Die Tasten haben ausreichend Hub, der Druckpunkt ist präzise spürbar. Das große Touchpad löste im Test manchmal einen Tipp-Klick aus, obwohl der Finger die Fläche nicht verlassen hatte; gezielt reproduzieren ließ sich dieses sonderbare Verhalten nicht. Der Lüfter bleibt bei kurzen Lastspitzen aus und dreht bei längeren Lastphasen moderat hoch; bei maximaler Drehzahl wird er aber laut.

Asus verkauft das ZenBook 13 UX331UN zu Preisen ab 1200 Euro; im Vergleich zum Testgerät sind dann 8 statt 16 GByte Arbeitsspeicher und der etwas langsamere Vierkerner Core i5-8250U eingebaut. Die 512-GByte-SSD ist auch dann an Bord, ebenso die Einsteiger-GPU GeForce MX150. Für 1500 Euro bekommt man eine Ausstattungsvariante mit 1 TByte SSD-Speicherplatz und ohne Nvidia-Chip. Alle Ausstattungsvarianten gibt es wie das Testgerät in Grau oder alternativ in einem kräftigen Blau; einen Touchscreen sieht Asus nirgends vor.

- ⬆️ matter Bildschirm
- ⬆️ vergleichsweise günstig
- ⬇️ USB-C-Buchse nicht universell nutzbar
- ⬇️ 4K-Monitore nur mit 30 Hz ansteuerbar



### Dell XPS 13 (2017)

Das XPS 13 gehört seit einigen Generationen zu den beliebtesten 13,3-Zoll-Notebooks, und auch bei der aktuellen Iteration hat Dell am erfolgreichen Grundkonzept wenig geändert: Das Gehäuse besteht weiterhin aus Metall und schickem, mattedem Sichtkarbon, der Bildschirm hat einen besonders schmalen Rand. Fotografen freuen sich über einen flotten, normal großen Kartenleser. Der Akku hält über 26 Stunden; fünf seitlich angebrachte LEDs verraten auf Knopfdruck den groben Akkufüllstand – praktisch. Der Prozessor wird früher als bei der Konkurrenz gebremst, doch dafür bleibt das Notebook bei Büroarbeiten und beim Internet-Surfen flüsterleise.

Das Display zwingt dem Nutzer zwei unschöne Kompromisse auf. Wegen der schlanken Ränder wurde die Webcam seitlich versetzt unterhalb des Bildschirms platziert, weshalb man in Videokonferenzen aus ungewöhnlicher Perspektive erscheint. Nerviger ist jedoch, dass Dell die Helligkeitssteuerung CABC (Content Aware Brightness Control) unabdingbar per Panel-Firmware aktiviert: Je nach Bildschirminhalt passt das Display seine Helligkeit an. Normalerweise kann man die Regelung im Intel-Grafiktreiber ein- und ausschalten.

Weil das hier nicht geht, bekommt man die volle Helligkeit von über 350 cd/m<sup>2</sup> nur bei rein weißem Bildschirm zu Gesicht. Auf dem Desktop oder im Browser ist bei gut 200 cd/m<sup>2</sup> Schluss; bei besonders dunklen Bildern oder Arbeiten auf der Kommandozeile kann man im Sonnenschein gar nichts mehr erkennen. Für manche Ausstattungsvarianten gibt es Firmware-Updates, die CABC deaktivieren, doch bis Redaktionsschluss war keines für das matte Full-HD-Panel der Testkonfiguration verfügbar. Einen herkömmlichen Helligkeitssensor baut Dell nicht ein.

Mit 256er-SSD, 8 GByte Arbeitsspeicher und Core i5-8250U beginnen die Preise bei 1300 Euro. Das Testgerät ist die teuerste Variante mit mattem Full-HD-Bildschirm. Mit spiegelndem Touchscreen kostet das XPS 13 zwischen 1400 und 2200 Euro; wegen der höheren Bildschirmauflösung erzielen solche Modelle kürzere Laufzeiten. Eine 1-TByte-SSD gibt es nur in Verbund mit dem Touchscreen; gleiches gilt für goldene statt silberner Gehäuseteile.

- ⬆️ sehr lange Laufzeit
- ⬆️ matter Bildschirm, aber...
- ⬇️ ... krude Helligkeitssteuerung
- ⬇️ CPU drosselt früh



## HP Spectre 13 (2017)

Das diesjährige Spectre 13 gehört weiterhin zu den flachsten erhältlichen Notebooks: Obwohl HP sich bereits von physisch ausladenden Schnittstellen wie HDMI oder USB-A zugunsten von USB-C verabschiedet hat, findet man all diese Buchsen in einem Bürzel an der Rückseite. Zwei der drei USB-C-Buchsen unterstützen Thunderbolt; für das Netzteil und für externe Monitore können alle verwendet werden. Ein Kartenleser fehlt ebenso wie klassische Typ-A-Buchsen; immerhin gehört ein Adapter von USB-C auf USB-A zum Lieferumfang.

Schon die Vorgängergeneration hatte zur Stabilisierung eine Glasscheibe vor dem Display, doch erst jetzt kann man den Bildschirm auch mit Fingern bedienen. Eine Stifteingabe ist nicht vorgesehen. Sie wäre auch eher unpraktisch: Die ungewöhnlichen ringförmigen Scharniere begrenzen den Aufklappwinkel früh. Für den Schreibtisch reicht er aus, für den Betrieb auf geneigten Steh- oder Rednerpulten nicht.

Weil zwischen Scharnier-Bürzel und Tastatur eine Gitterleiste mit den Lautsprechern platziert wurde, musste die Tastatur ein Stück nach vorne rutschen – dadurch gibt es vergleichsweise wenig Handballenauflagen und ein ungewöhnlich breites Touchpad. HP hat den Cursor-Block in eine Zeile gequetscht, davon abgesehen überzeugt das Tastenlayout: Es gibt sogar eine eigene Spalte für Pos 1/Ende/Bild-Auf/-Ab. Der Lüfter wird bei anhaltender Rechenlast nicht sonderlich laut, allerdings bringen ihn schon kurze Lastspitzen zum Pusten.

Die getestete Ausstattungsvariante af032ng gibt es ausschließlich bei MediaMarkt; die technisch, farblich und preislich identische Konfiguration af002ng findet man bei etlichen anderen Händlern. Das Angebot beginnt bei 1300 Euro (i5-8250U, 256 GByte SSD); zudem gibt es gleich zwei Topmodelle: mit 512-GByte-SSD und 16 GByte Arbeitsspeicher (1600 Euro) oder mit 8 GByte Arbeitsspeicher, aber 1-TByte-SSD (2000 Euro). Manche Varianten haben wie das Testgerät ein weiß-goldenes Gehäuse, andere eines in Anthrazit mit kupferfarbenen Akzenten. Auf das namensähnliche Schwestergerät Spectre x360 13 lassen sich die Testergebnisse nicht übertragen.

- ↑ sehr flach
- ↑ drei universelle USB-C-Buchsen
- ↓ keine USB-A-Buchse
- ↓ kein Kartenleser



## Lenovo Yoga 920

Lenovo gibt seinem Yoga 920 einen Hingucker mit auf den Weg: Das Bildschirmscharnier besteht aus mehreren hundert filigranen Einzelteilen. Das sieht nicht nur schick aus, sondern ist auch exklusiv – die Mechanik kommt mittlerweile in etlichen Lenovo-Geräten zum Einsatz.

Klappt man den Bildschirm mit dem 360-Grad-Scharnier vollständig um den Rumpf herum, um es als Tablet zu nutzen, so wird die Tastatur deaktiviert, um ungewollten Eingaben vorzubeugen. Die Bedienung erfolgt dann ausschließlich über den Touchscreen, und zwar nicht nur per Finger: Anders als bei den Konkurrenten liegt ein aktiver Stift zum Zeichnen und für handschriftliche Notizen mit im Karton.

Das mitgelieferte Netzteil wird in eine der beiden USB-C-Buchsen gesteckt, die auch Thunderbolt-, USB- und DisplayPort-Signale übertragen. Für herkömmliche USB-Peripherie ist eine klassische Typ-A-Buchse an Bord. Auf einen Kartenleser muss man verzichten. Bei geringer Systemlast bleibt der Lüfter aus, doch schon bei kurzen Lastspitzen dreht er hoch und stört dann mit schlagartig hörbarem Rauschen. Im alternativ möglichen Quiet-Modus (Fn+Q) bleibt er leise, doch das kostet viel CPU-Performance.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt mit gut spürbarem Druckpunkt und abgesehen vom einzeiligen Cursor-Block ordentlichem Layout. In der Handballenablage sitzt ein Fingerabdruckleser zum komfortablen Einloggen.

Die getestete Ausstattungsvariante mit Core i7-8550U, 16 GByte RAM und einer 1-TByte-SSD für 2300 Euro entspricht dem Topmodell. Mit minimal langsamerem Vierkernprozessor, halbiertem Arbeitsspeicher und einem Viertel SSD-Speicherplatz beginnen die Preise bei 1600 Euro. Alle Modelle gibt es in Dunkelgrau und einem zweiten Farbton: Das silberne Gehäuse des Testgeräts ist der Topkonfiguration vorbehalten; günstige Modelle bieten alternativ Bronze. Passend zum neuen Star-Wars-Film hat Lenovo zudem noch zwei 1800-Euro-Sondermodelle in petto, bei denen die Deckelaußenseiten aus Glas bestehen und das Rebellen- respektive Imperium-Logo zeigen.

- ↑ filigrane Scharniermechanik
- ↑ Stift liegt bei
- ↓ nervöse Lüftersteuerung
- ↓ kein Kartenleser



## Microsoft Surface Book 2

Microsoft hebt sich mit seinen Surface-Produkten in mehrerlei Hinsicht aus der Masse ab – etwa mit dem 3:2-Bildschirm, auf dem man viel weniger scrollen muss als bei gängigen 16:9-Displays. Nutzt man den Notebook-Deckel als eigenständiges Windows-Tablet, dann hat man selbst im Hochkant-Betrieb noch ausreichend Seitenbreite. Wie bei der 2017er-Generation des Surface-Pro-Tablets legt Microsoft allerdings weniger Wert auf Stiftbedienung als bisher: Der Surface Pen liegt nicht mehr bei, sondern muss für 110 Euro gekauft werden.

Generell sind die Preise etwas, was das Surface Book 2 vom Massenmarkt unterscheidet: Die getestete Ausstattungsvariante kostet saftige 3450 Euro, schon für das Einstiegsmodell werden 1750 Euro aufgerufen. Dort ist nur ein Doppelkern eingebaut; der GeForce-Chip fehlt. Mit Vierkern und GeForce GTX 1050 beginnen die Preise bei 2250 Euro; die Kombination Quad-Core-CPU ohne Nvidia-GPU sieht Microsoft nicht vor. Die CPU im Tablet-Deckel ist in allen Variante lüfter- und damit lautlos gekühlt. Der Nvidia-Chip im Tastatur-Dock hat einen Lüfter, der nur bei 3D-Last aktiv wird.

Die 2D-Kamera im oberen Bildschirmrand wird von einer zweiten IR-Kamera unterstützt, mit deren Hilfe man sich biometrisch mittels Windows Hello einloggen kann. Sowohl das mitgelieferte Netzteil als auch die optionale Docking-Station Surface Dock nutzen den seitlichen, magnetisch andocken- den Surface Connector; alternativ lässt sich dasselbe auch über ein generisches USB-C-Dock erreichen. Thunderbolt 3 ist nicht an Bord.

Weil die Tastatur im selben hellen Silberton wie das restliche Gehäuse gehalten ist, muss man die weiße Tastenbeleuchtung tagsüber manuell abschalten, um die Tastenbeschriftung erkennen zu können.

Wir haben bis zu 20 Stunden Laufzeit gemessen; der Tablet-Deckel allein schafft rund fünfeinhalb Stunden. Wer mehr Laufzeit möchte, kann den Deckel mit Bildschirm nach außen ins Tastaturdock einsetzen. Dann steht auch im Tablet-Modus die Zusatz-GPU zur Verfügung.

- 👍 lautlose CPU-Kühlung
- 👍 leistungsfähiger 3D-Chip
- 👎 sehr hoher Preis
- 👎 kein Thunderbolt 3

tären Surface Connector an, alternativ lässt sich dort wie bei Dell, HP und Lenovo ein generisches USB-C-Dock anschließen. Die USB-C-Buchse am Asus-Gerät liefert ausschließlich USB-3.0-Signale. Einen SD-Kartenleser bieten nur Asus, Dell und Microsoft.

Das Surface Book 2 hat eine IR-Kamera, die komfortables biometrisches Einloggen ermöglicht. Asus und Lenovo integrieren zum selben Zweck einen Fingerabdruckleser. Die in Benchmarks messbaren Geschwindigkeitsunterschiede zwischen der

### Kompakte Notebooks mit CPUs der achten Core-i-Generation:

Modell	Asus ZenBook 13 (UX331UN)
getestete Konfiguration	90NBOGY2-M00300
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle, Mikrofasertuch, Kabelbinder
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) (SD) / L / –
USB-C: TB / USB 3.0 / USB 3.1 / DP / Laden	– / ✓ / – / – / –
<b>Ausstattung</b>	
Display	AUO B133HAN04.9: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 17 ... 300 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce MX150 (2 GByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC294
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: SanDisk X400 (512 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	47 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 202 g, 6,3 cm × 6,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,14 kg / 31,3 cm × 21,6 cm / 1,6 ... 1,7 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1 cm / 19 mm × 18 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	1,4 W / 0,4 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	1,4 W / 4,1 W / 5,6 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	48,1 W / 10,2 W / 27,2 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	64,3 W / 0,49
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	18,2 h (2,6 W) / 12,5 h (3,8 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	6,9 h (6,9 W) / 2 h (24 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,2 h / 15 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,8 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	530,1 / 312,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	69.911 / 53.268
Leserate SD-Karte	29,4 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	18,5 / 12,8 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,5 dB(A)
<b>Bewertung</b>	
Laufzeit	⊕⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ○
Display / Geräuschkentwicklung	⊕ / ⊕
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht	



SATA-SSD im Asus-Notebook und den NVMe-SSDs der anderen Geräte spürt man im Alltag nicht.

## Fazit

Allen Kandidaten gemein ist eine hohe Rechenleistung, die es so noch nie in kompakten 13-Zoll-Notebooks gab. Trotz der generell guten Eindrücke leistet sich jeder Kandidat mehr oder minder grobe Schnitzer. Beim Asus ZenBook 13 wurde USB-C nur

stiefmütterlich umgesetzt, beim HP Spectre 13 muss man hingegen gleich sämtliche Peripherie auf USB-C umstellen. Beim Dell XPS 13 stört eine unabdingbar vorgesehene dynamische Helligkeitsanpassung, beim Lenovo Yoga 920 der nervöse Lüfter.

Beim Microsoft Surface Book 2 ist hauptsächlich der Preis der Nachteil: Für die 3450 Euro der Testkonfiguration bekommt man gleich zwei der anderen Notebooks, die jedes für sich bereits teuer sind. (mue@ct.de) **ct**

## Daten und Testergebnisse

Dell XPS 13 (2017)	HP Spectre 13 (2017)	Lenovo Yoga 920	Microsoft Surface Book 2
9360-9986	af032ng / af002ng	80Y70033GE	HNN-0004
Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-Adapter (Typ C auf Typ A), Hülle	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Stift	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil
– / – / – / – / ✓	– / – / – / – / ✓	– / – / – / – / ✓	– / – / – / – / ✓
– / 1 × R / 1 × L (1 × Typ C) / –	– / 1 × H (1 × Typ C) / 2 × H (2 × Typ C) / –	– / 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –	– / 2 × L, 1 × R (1 × Typ C) / – / –
R (SD) / L / –	– / – / –	– / – / –	L (SD) / R / R
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Sharp LQ133M1: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 20 ... 379 cd/m², matt	AUO 422D: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 13 ... 257 cd/m², spiegelnd	LG LP139UD1-SPC1: 13,9 Zoll / 35,4 cm, 3840 × 2160, 16:9, 316 dpi, 13 ... 298 cd/m², spiegelnd	Panasonic TDM13056: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 3000 × 2000, 3:2, 267 dpi, 4 ... 412 cd/m², spiegelnd
Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,8 GHz (4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8550U (4 Kerne mit HT), 1,9 GHz (4,2 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
16 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U	8 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U	16 GByte DDR4-2400 / Intel Kaby-Lake-U	16 GByte LPDDR3-1866 / Intel Kaby-Lake-U
int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –	PEG: Nvidia GeForce GTX 1050 (2 GByte GDDR5) / ✓
HDA: Realtek ALC256	HDA: Realtek ALC295	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC298
– / PCIe: Qualcomm QCA6174A (a/b/g/n-300/ac-867)	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)	– / PCIe: Qualcomm QCA6174A (a/b/g/n-300/ac-867)	– / PCIe: Marvell (a/b/g/n-300/ac-867)
– / USB: Qualcomm (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Qualcomm (Microsoft)	– / USB: Marvell (Microsoft)
PS/2: Dell (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	PS/2: Synaptics (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
SSD: Toshiba XG5 (512 GByte) / –	SSD: Intel SSD Pro 6000p (360 GByte) / –	SSD: Samsung PM961 (1024 GByte) / –	SSD: Samsung (1024 GByte) / –
60 Wh Lithium-Ionen / – / –	44 Wh Lithium-Ionen / – / –	71 Wh Lithium-Ionen / – / –	81 Wh Lithium-Ionen / – / –
45 W, 261 g, 8,7 cm × 5,4 cm × 2,1 cm, Kleeblattstecker	65 W, 362 g, 7,4 cm × 7,3 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker	65 W, 346 g, 10,8 cm × 4,6 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker	95 W, 382 g, 11 cm × 5,5 cm × 3 cm, Kleingerätestecker
1,24 kg / 30,4 cm × 20 cm / 1,5 ... 2 cm	1,11 kg / 30,8 cm × 22,4 cm / 1,3 ... 1,4 cm	1,36 kg / 32,2 cm × 22,3 cm / 1,5 ... 1,6 cm	1,64 kg / 31,2 cm × 23,1 cm / 1,6 ... 2,4 cm
1 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,9 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,8 cm / 19 mm × 18,5 mm
0,4 W / 0,3 W	0,7 W / 0,4 W	0,9 W / 0,4 W	1 W / 0,3 W
1,7 W / 4 W / 6,5 W	3,1 W / 5,3 W / 7,5 W	1 W / 6,2 W / 10,2 W	1,6 W / 6,1 W / 10,3 W
46,3 W / 8,3 W / 40,2 W	48,1 W / 10,6 W / 40,3 W	56,7 W / 14,9 W / 36,9 W	58,7 W / 13,8 W / 79,3 W
48,2 W / 0,54	66,3 W / 0,53	63,6 W / 0,53	89,1 W / 0,9
26,1 h (2,3 W) / 19,1 h (3,1 W)	11,8 h (3,7 W) / 7,3 h (5,9 W)	12,1 h (5,8 W) / 8,8 h (8 W)	20,1 h (4 W) / 10,9 h (7,5 W)
10,8 h (5,6 W) / 3,2 h (18,9 W)	5,9 h (7,4 W) / 1,6 h (27,2 W)	5,7 h (12,4 W) / 2,2 h (32,4 W)	8,2 h (9,9 W) / 1,4 h (58,6 W)
1,7 h / 15 h	1 h / 12,3 h	1,5 h / 8 h	2,1 h / 9,5 h
0,1 Sone / 1,8 Sone	0,1 Sone / 0,6 Sone	0,1 Sone / 0,7 Sone	0,1 Sone / 0,8 Sone
1674,1 / 432,7 MByte/s	1098 / 543,2 MByte/s	2261,7 / 1651,3 MByte/s	2160,5 / 1183 MByte/s
106.885 / 91.978	79.007 / 113.674	103.089 / 105.787	113.864 / 107.356
53,5 MByte/s	–	–	57 MByte/s
23,9 / 13,6 MByte/s / ✓	24,6 / 13,1 MByte/s / ✓	20 / 13,5 MByte/s / ✓	19,8 / 11,4 MByte/s / –
⊕⊕ / 100 dB(A)	⊕⊕ / 99,8 dB(A)	⊕⊕ / 98,8 dB(A)	⊕ / 90,4 dB(A)
⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
1580 €	1500 €	2300 €	3450 €
2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	1 Jahr
✓ vorhanden – nicht vorhanden	k. A. keine Angabe		

Anzeige

Anzeige

# Spatz in der Hand

## Wie ISDN die Glasfaser überholte

**2018 ist das Jahr, in dem ISDN abgeschaltet wird. Das schmalbandige diensteintegrierte Digitalnetz wird durch All-IP ersetzt, was einfacher zu warten ist und mit viel weniger Vermittlungsstellen auskommt. Wir werfen einen Blick in die Frühgeschichte der Vernetzung „made in Germany“ – und finden frühe Visionen von einer Vollverkabelung mit Glasfaser.**

Von Detlef Borchers

Westliche Industriestaaten überlegten in den 70er-Jahren, wie sie ihre Kommunikationsnetze künftig gestalten könnten. In der Bundesrepublik Deutschland tagte die „Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems“ (KtK) drei Jahre lang; ihre Empfehlung zur Digitalisierung des staatlichen Netzes wurde 1979 vom Gesetzgeber teilweise in digitalen Vermittlungsstellen umgesetzt.

In Frankreich beauftragte Staatspräsident Giscard d'Estaing eine Reihe von Wissenschaftlern, die 1979 den Nora-Minc-Report „Die Informatisierung der Gesellschaft“ erstellten. Dieser wurde noch im selben Jahr von der einflussreichen Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) ins Deutsche übersetzt. In dem Report war zum ersten Mal von der „telematischen Infrastruktur“ die Rede, die von „Wissensarbeitern“ genutzt wird, ein Fest für die Informatiker.

### Produktivkraft „Wissen“

In Kanada untersuchte der Philosoph Jean-François Lyotard im Auftrag der Regierung von Quebec das „Wissen in informatisierten Gesellschaften“ und kam 1979 zu dem noch radikaleren Schluss, dass die Menschheit bald in einem „postmodernen Zeitalter“ leben werde, in der die Produktivkraft „Wissen“ elektronisch zirkuliert.

In Westdeutschland wurden all diese Themen etwas verkürzt unter dem Stichwort „Neue Medien“ diskutiert. Die KtK ging in die Vollen und sagte eine Vielzahl von Diensten voraus, die in dem mit der Digitalisierung einhergehenden neuen „Glasfasersystem“ realisiert werden können.

Der KtK-Abschlussbericht aus dem Jahr 1978 schwärmte von Einrichtungen wie dem Bildschirmtext und der morgendlichen Faksimilezeitung am TV, er freute sich auf das Lokalfernsehen, das Pay-TV des Kabelfernsehens und das Videobildtelefon, bei dem sich Gesprächspartner endlich in die Augen sehen können.

Die Kommission schlug bereits in ihrem ersten Bericht 1976 vor, dass Städte und Gemeinden, die das super-überlegene „Glasfasersystem“ errichten sollten, neben der Bundespost in eigener Regie private Unternehmen als „Netzträger“ zulassen dürfen, damit möglichst viele Innovationen in Konkurrenz aller Netzteilnehmer entwickelt werden können – ein Vorschlag, den die Bundespost und die Bundesregierung damals unter Verweis auf „Netzneutralität“ rundweg ablehnten. Denn nur ein Staat könne die Aufgabe stemmen, „alle Bürger zu vergleichbaren Bedingungen“ mit Glasfaser zu versorgen, so die offizielle Stellungnahme damals.

### Wenn der Berg kreißt

Auf die Theorie folgte die Praxis: In Deutschland starteten 1980 bis 1982 Pilotprojekte wie Bigfon, das „Breitbandige Integrierte Glasfaser-Fernmeldeortsnetz“ in Westberlin, Hamburg, Hannover und Düsseldorf und dazu Bigfern, die „Breitbandige Integrierte Glasfaser-Fernverbindung“ zwischen Hamburg und Hannover.

In diesen beiden Städten regte sich auch der Widerstand gegen die Glasfaser, verstanden als Überwachung durch Big Brother. In Hamburg war es der 1981 gegründete Chaos Computer Club, der die Grünen im Bonner Bundestag beriet. In Hannover waren es die Grünen im nieder-

sächsischen Landtag. Sie gaben eine Schriftenreihe „Zwangsanschluss ans Informationsnetz der Zukunft“ heraus, in dem Wilhelm Steinmüller, der spätere Erfinder des Begriffes „informationelle Selbstbestimmung“ gegen die Glasfaser donnerte.

Für diese Technik fehle es nur noch an „leistungsfähigen Fabriken und ein paar Robustheitsgrade“, ehe die totale Überwachung wie bei Orwell unausweichlich sei. Denn das Kabel werde nicht nur TV und neue Medien einspeisen, sondern die Aktivitäten in der Wohnung überwachen und mit der Betriebsdatenerfassung und anderem „Telewirken“ zusammenführen und computertechnisch auswerten, befand Steinmüller im Jahre 1983.

Zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich nach den ersten Versuchen in Deutschland und Frankreich ab, dass eine Vollverkabelung mit Glasfaser für alle Bürger utopisch ist. Denn die von Steinmüller genannten „paar Robustheitsgrade“ hatten es in sich. Ein Bericht der Bundespostdirektion von 1983 rechnete gleich bis in das Jahr 2030 weiter, bis die Glasfaser zum Haus (heute FTTH genannt) überall in Westdeutschland verfügbar wäre. Bis dahin solle man jedenfalls Leerrohre für die künftige Vernetzung verlegen, empfahlen die Experten, die derweil Lösungen auf dem existierenden Kupferkabelsystem suchten.

### Zwischenschritt zur Glasfaser

Der Ausweg war schließlich der digitale Transport der Daten zwischen den bereits digitalisierten Vermittlungsstellen im Kupfernetz unter Einsatz der von Alec Reeves beschriebenen Pulse Code Modulation (PCM) unter dem Namen International Integrated Services Digital Network (ISDN). Der damalige Bundespostminister Christian Schwarz-Schilling erklärte den „Zwischenschritt“ so: „Die weiterführende Vernetzung mit Kupferkoaxialkabeln dient sehr stark dazu, die Medienvielfalt durch mehr Funk- und Fernsehprogramme zu erweitern. Aber über Kupfer kann auch das geplante schnelle Telefonnetz namens ISDN gebaut werden.“

Das deutsche ISDN wurde nach einer Reihe von aufwendigen Versuchen der Bundespost mit einem zunächst landeseigenen Standard namens 1TR6 definiert; etwas später wich diese Spezifikation dem Euro-ISDN-Standard. Entscheidend für 1TR6 war die Berechnung der Post, dass



beim avisierten PCM-basierten ISDN-Verfahren, das per Kupferdraht von 0,6 mm Durchmesser eine Reichweite von 8 Kilometern liefert, 99,7 Prozent aller deutschen Fernsprechteilnehmer unmittelbar von den Ortsvermittlungsstellen erreichbar waren. Das reichte auf der berühmten „letzten Meile“ für zwei Sprach- oder Daten-Kanäle mit je 64 KBit/s, einem Steuerkanal mit 16 KBit/s sowie 16 KBit/s für das Drumherum.

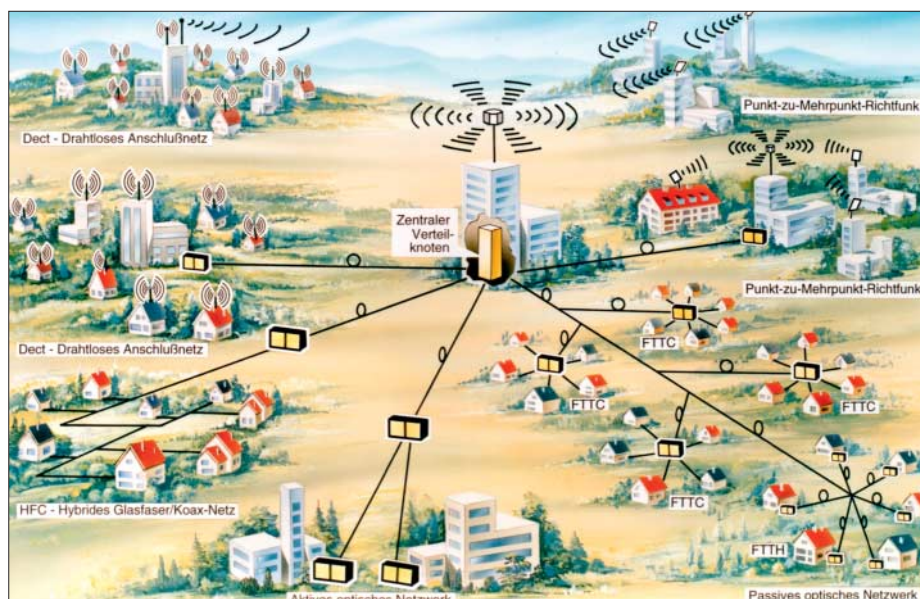
Während ab 1983 die internationale Standardisierung von der Fernmeldebehörde CCITT (heute ITU) vorangetrieben wurde, drängte die Bundespost auf einen Feldversuch. Schützenhilfe bekam sie von den „Haustechnikern“ bei Siemens, dem damals größten Tk-Entwickler – und von der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung in Sankt Augustin.

Die GMD schlug 1985 in einem Gutachten vor, 50 Parlamentarier aller Fraktionen des deutschen Bundestages mit ISDN auszustatten und ISDN-Anschlüsse in den jeweiligen Wahlkreisen der Ausgewählten zu installieren. Sollte dieses „Parlakom-Testsystem“ bei den Abgeordneten ankommen, stünde der bundesweiten Ausdehnung von ISDN wohl nichts mehr im Wege. Hoflieferant der Versuchstechnik war Siemens mit seinem Hicom genannten ISDN-System.

Während die etablierten Parteien den staatlich finanzierten ISDN-Versuch durch die Bank weg begrüßten, gaben die gerade in den Bundestag eingezogenen Grünen 1986 zwei Gutachten über ISDN und den Computereinsatz in Auftrag – eines davon beim Chaos Computer Club. Nonchalant verkündete dieser, dass ISDN überflüssig sei, weil Teletext, Telefax und Datenfernübertragung bestens erprobt und jeweils billiger wären. Wirtschaftlich sei es zudem ein Skandal, wenn die Allgemeinheit die Sonderdienste einer Minderheit finanziere.

## Schneller Brüter der Nachrichtentechnik

Noch härter war die Kritik der Gewerkschafter und Datenschützer. Der Informatiker Herbert Kubicek bezeichnete ISDN als „schnellen Brüter der Nachrichtentechnik“ und warnte vor dem Datenberg, den die Bundespost in ihren Rechenzentren zu Abrechnungszwecken speichern würde: Weil ISDN immer die Nummer des Anzurufenden wie des Anrufers im Klartext speichere, sei dies ein Schritt in



Eine Illustration der Firma Bosch von 1997: „Hybrides Glasfaser/Koax/FTTC“-Netz, das im Jahre 2000 bis 2010 laut Bosch ISDN ablösen sollte.

Bemerkenswert: Kein Smartphone zu sehen, kein Funk im Auto, kein WLAN, nur DECT-Funk in den Häusern.

den Überwachungsstaat. Überdies sei die beabsichtigte Anzeige der Rufnummer eines Anrufenden (CLIP = Calling Line Identification Presentation) ein schwerer Eingriff in die Privatsphäre.

Die Grünen lehnten schließlich den Anschluss an Parlakom im November 1986 ab: „ISDN als Integration aller Fernmeldedienste in einem digitalisierten Fernmeldenetz eröffnet vielfältige Missbrauchsmöglichkeiten und gefährdet das Recht auf informationelle Selbstbestimmung.“

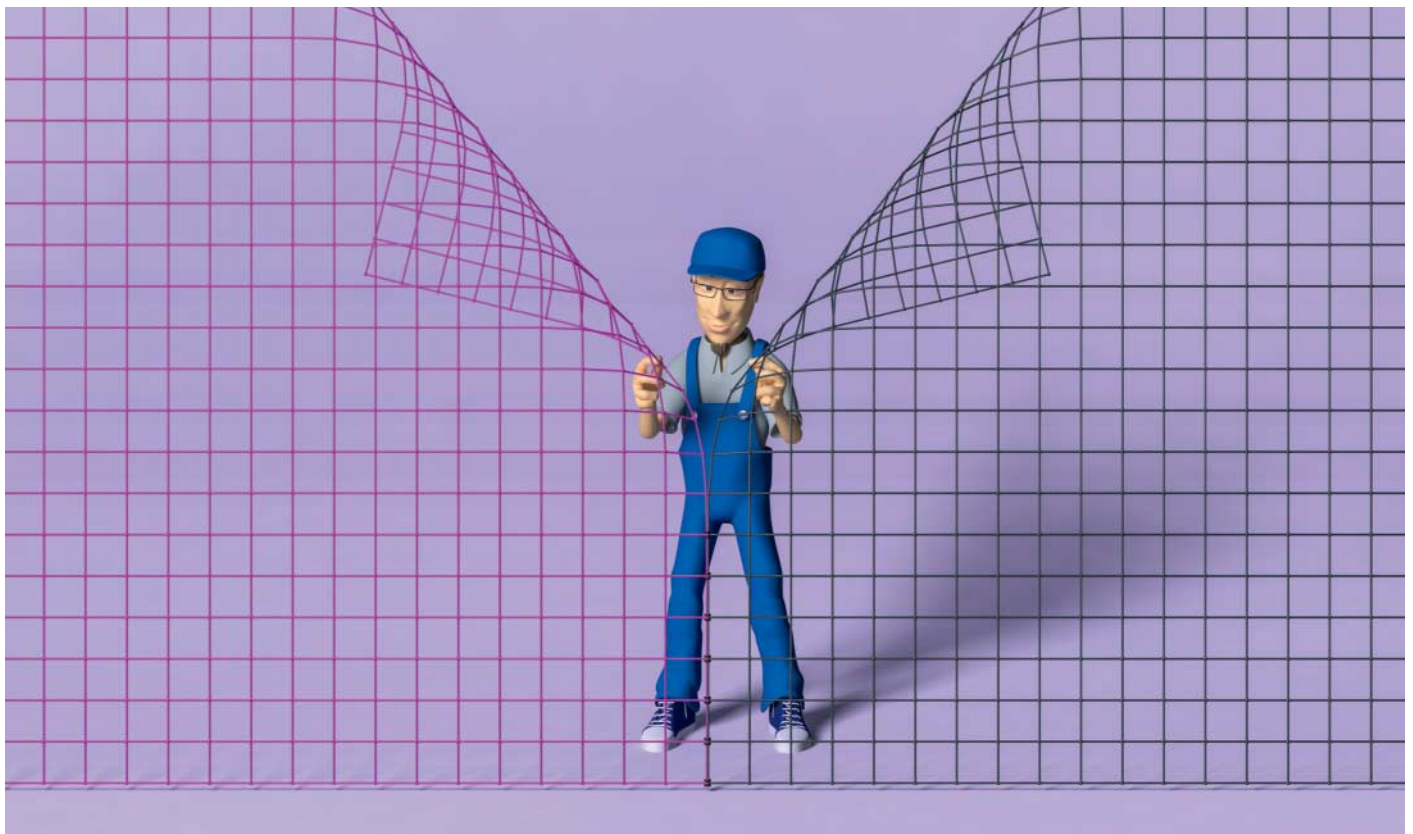
Freilich dauerte die Ablehnung nicht lange. Als im zweiten Feldversuch Anfang 1989 das Parlakom-System auf 150 Abgeordnete ausgedehnt wurde, war man mit 12 Abgeordneten dabei. Ausschlaggebend war, dass diesmal die Bundestagsverwaltung jedem Abgeordneten neben dem ISDN-Telefon „zwei hochmoderne Computer“ jeweils im Bundestag und im Wahlkreis spendierte, damit die Sprach/Daten-Integration „erlebbar“ wurde. Zudem warb der Hersteller Siemens mit Hicom-Systemen, die verschlüsseln konnten, was die Überwachungsängste der Grünen dämpfte.

Trotz der Verballhornung von ISDN als „Immer Siemens, denkt Nixdorf“ profitierte vor allem der Paderborner Computerbauer von ISDN, weil er im Bereich der „mittleren Datentechnik“ mit der Nebenstellenanlage Nixdorf 8818 nicht nur den allgemeinen ISDN-Feldtest in

Mannheim und Stuttgart bestreiten konnte, sondern es auch schaffte, diese Anlage in die IT-Landschaft von Sparkassen und anderen datenverarbeitenden Unternehmen zu integrieren.

Weitere deutsche Unternehmen, die im Zuge der ISDN-Einführung entstanden, waren etwa Teles und AVM. Doch es dauerte lange, bis sich das 1989 bundesweit gestartete ISDN verbreitete. Die Rufnummernanzeige, das Anklopfen oder die Weiterleitung eines Anrufs waren keine Killer-Anwendungen. Für die schnelle Datenübertragung dank Kanalbündelung interessierten sich immerhin Verlage – der Mannheimer Hersteller Hermstedt verdiente sich in der Publishing-Branche mit Leonardo-ISDN-Karten dumm und dusselig. Davon abgesehen, verbreitete sich ISDN schleppend und bis zum Sommer 1996 wurde jeder ISDN-Anschluss mit 300 DM gefördert. Wer auch eine ISDN-Telefonanlage orderte, bekam gar 700 DM.

Den Höhepunkt der Verbreitung erreichte ISDN genau 10 Jahre später mit circa 13 Millionen Anschlüssen. Seitdem sinken die Anschlusszahlen. Im Jahr 2008 gab die Telekom bekannt, dass man am Next Generation Network arbeite, in dem wirklich alle neuen Medien gleichberechtigt transportiert werden können. Zehn Jahre später ist es so weit, ISDN tritt ab – freilich noch immer nicht zugunsten der Glasfaser. (dz@ct.de) **ct**



# Endspurt

## ISDN-Abschied rechtzeitig planen, Reserven einbauen

**Wenn im Lauf des Jahres auch für die letzten Telekom-Kunden kein ISDN mehr aus der TAE-Steckdose kommt, braucht man für seine verbliebenen ISDN-Geräte einen neuen Anschluss. Wir fassen zusammen, welche Wege sich für den Umstieg anbieten und wie man sich gegen etwaige VoIP-Ausfälle wappnet.**

**Von Dušan Živadinović  
und Ernst Ahlers**

**S**eit Mitte 2014 stellt die Deutsche Telekom ihre über 20 Millionen ISDN-Anschlüsse aus Kostengründen auf Internet-Anschlüsse um und damit auf Voice over IP (VoIP). Ein einziges Netz für alle Dienste lässt sich schließlich kostengünstiger unterhalten als zwei – daher auch der Begriff All-IP-Technik, der bedeutet, dass

Telefon-, TV- und Internet-Dienst über einen Anschluss bereitgestellt werden.

Die Telekom will die Umstellung „bis 2018“ bewältigt haben. Andere Anbieter lassen sich mehr Zeit. Beispielsweise will Vodafone an ISDN bis 2022 festhalten, Colt und QSC gar „solange ausreichend Nachfrage vorhanden ist“. Wann genau der letzte ISDN-Anschluss der Telekom abgeklemmt wird, dazu äußerte sich der Konzern auf Nachfragen nicht. Aber pro Woche werden rund 60.000 Anschlüsse umgestellt; Mitte November 2017 telefonierten laut dem Unternehmen rund 80 Prozent der Telekom-Kunden übers Internet.

### Tk-Anlage ans DSL

Für den Wechsel des Telefondienstes von ISDN auf IP halten diverse Hersteller passende Produkte parat. Für Privatkunden und kleine bis mittelständische Betriebe bieten sich generell drei Umstiegsarten an: Im ersten Fall bleibt eine Tk-Anlage weitgehend unverändert im Haus, im

zweiten Fall wird sie modernisiert oder ersetzt und im dritten in die Cloud verlagert.

Für den ersten Weg in die All-IP-Welt spricht, dass dabei im optimalen Fall lediglich die Anschlussart gewechselt wird und die Tk-Anlage mitsamt den Nebenteilen weiterläuft. Das klappt mit vielen neueren Telefonanlagen, weil sie sowohl für ISDN- als auch für IP-Anschlüsse gerüstet sind (hybride Tk-Anlagen). Bei solchen Anlagen muss man lediglich die Anschlussart umkonfigurieren. Das trifft auf Modelle von Agfeo, Avaya, bintec elmeg oder Unify zu. Größere Firmen können Router oder Gateways von ihrem Netzbetreiber mieten, um ältere Anlagen auf S2M-Basis (Primärmultiplex) über einen IP-Anschluss betreiben zu können.

Manche Netzbetreiber haben für Geschäftskunden wie Handwerksbetriebe spezielle Tarife im Angebot. Beispiel Vodafone: Die Firma bindet ISDN-Tk-Anlagen mit 2 bis 8 Sprachkanälen über einen eigenen Router ans Internet an. Je nach Anschlussart (16, 50 oder 100 MBit/s)



kostet das monatlich zwischen 34 und 107 Euro. Gesprächsgebühren kommen obendrauf. Bucht man Pauschaloptionen hinzu, kann man die Kosten für netzinterne Gespräche, für Festnetzgespräche innerhalb Deutschlands, für Mobilfunk und für internationale Gespräche deckeln (Vodafone-Flat, Festnetz-Flat, Mobilfunk-Flat, International-Flat 1, max. 303 Euro).

## Tk-Anlage an Router

Oft wird es allerdings günstiger sein, den DSL-Anschluss im Paket mit einem Telefonie-Tarif selbst zu wählen – Hilfestellung zur Tarifausswahl finden Sie im Artikel ab Seite 56.

Bei der DSL-Wahl sollte man genügend Reserven für die Sprachübertragung einplanen. Moderne Codecs können die Sprachsignale beider Richtungen auf rund 40 kBit/s zusammenstauchen (z. B. G.726). Aber nicht jede Gegenstelle enthält jeden Codec. Der kleinste gemeinsame Nenner ist G.711 und von dessen Datenrate sollten Sie ausgehen, wenn Sie den Bedarf einer Tk-Anlage abschätzen wollen. G.711 belegt rund 100 kBit/s.

Laufen acht Telefonate parallel, kann das an einem ADSL-Anschluss mit maximal 1,1 MBit/s in Senderichtung (max. 16 MBit/s in Empfangsrichtung) schon eng werden – für den Internet-Verkehr bleibt da kaum Platz, sodass man dafür einen weiteren DSL-Anschluss braucht. Nehmen Sie in einem solchen Fall lieber gleich VDSL oder schnelleres.

Im einfachsten Fall haben Sie bereits einen Router mit ISDN-SO-Bus (normalerweise mit RJ45-Buchse) und koppeln Ihre Tk-Anlage an diesen in Eigenregie an. Dafür muss man im Prinzip nur das ISDN-Kabel umstecken und eventuell etwas an der Routerkonfiguration drehen.

Bei ADSL2+-Anschlüssen sollten Sie sicherstellen, dass sich Ihr Router für den splitterlosen DSL-Betrieb eignet. Bei All-IP-Anschlüssen ist das untere Frequenzband bis 130 kHz frei für die Datenübertragung, weil es nicht mehr für ISDN gebraucht wird. Um dieses Frequenzband zu nutzen, braucht man einen Router, der für den Annex-J-Modus ausgelegt ist. Fehlt dieser, kann die Synchronisierung mit dem DSLAM des Netzbetreibers scheitern.

## Router mit und ohne SO-Bus

Falls Ihr Router keinen SO-Bus aufweist, haben Sie zwei Optionen: Nachrüsten eines VoIP-zu-ISDN-Adapters (auch ISDN-Gateway genannt) oder Tausch des Internet-

Routers gegen ein Modell mit ISDN-SO-Bus. Der Markt bietet etliche Modelle, eine Auswahl finden Sie in der Tabelle auf Seite 123. Große Anlagenanschlüsse (S2M) von Unternehmen und Ämtern lassen sich über spezielle Gateways anknüpfen. Weil das in der Regel Dienstleister in Projektgeschäften erledigen, haben wir solche Modelle nicht aufgeführt.

ISDN-SO-Busse sind bei Internet- Routern keine Seltenheit: Es gibt über 20 aktuell vertriebene Modelle für verschiedene Zugangsarten (xDSL, TV-Koaxkabel, Mobilfunk), die mindestens einen SO-Bus aufweisen.

Diese Geräte bedienen ISDN-Telefone und -Tk-Anlagen mit einem Mehrgeräteanschluss. Sie enthalten oft auch selbst eine Tk-Anlage mit mehr oder weniger viel Funktionalität. Die besseren Modelle können mittels SIP-Trunking auch einen Anlagenanschluss emulieren.

Erwartetermaßen stellen die Fritzboxen von AVM fast die Hälfte des Feldes, aber auch Ausrüster wie Bintec, Lancom Systems und ZyXel haben mehrere Varianten im Angebot. Manche sind bis auf die Firmware baugleich mit Geräten, die die Deutsche Telekom unter anderen Produktnamen an Geschäftskunden vertreibt.

So ist der ursprünglich nur für Provider hergestellte ZyXel VMG8546 – bei der Telekom als Speedlink 5501 im Angebot – seit ein paar Monaten auf dem freien Markt zu finden. Das Gerät lässt sich per Browser-Assistent wie eine Fritzbox auch von Hobby-Admins grundlegend einrichten. Geht es an speziellere Funktionen, sollte man einen Fachmann hinzuziehen.

Die Telekom-Firmware unterscheidet sich von der ZyXel-Variante laut Hersteller nur in Details wie angepasster Voreinstellung für automatische Konfiguration durch den Provider (TR-069) oder vorinstallierten Zertifikaten für verschlüsseltes VoIP. Austauschbar sind die Firmwares nicht: Das ZyXel-Gerät weist beim Update-Versuch die Telekom-Firmware als ungültig zurück.

Mit nicht mal 100 Euro ist der VMG8546 für seinen Funktionsumfang zwar konkurrenzlos preisgünstig und lief im Test auch problemlos im Telekom-VDSL mit IPv6 und Multicast-IPTV (Entertain). Dennoch kann er schon mangels integrierter DECT-Basis für Schnurlos-Telefone nicht mit einer Fritzbox mithalten. Auch fehlt ihm ein DHCPv6-Server zur Prefix Delegation an nachgeschaltete Router (DHCPv6-PD). In einer Kaskade bekommen Clients hinter dem zweiten Router folglich nur IPv4 mit manchmal störendem Double-NAT. Andererseits beherrscht das Gerät den Betrieb als ISDN-Gateway mit SIP-Trunking und kann IP-Telefone als Nebenstellen bedienen.

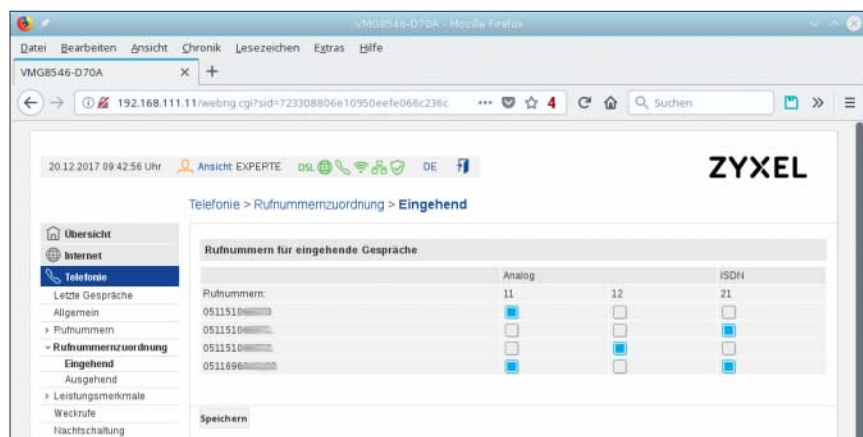
Wer etwa mit pfSense [1] einen selbstgeschnitzten Router aufsetzen oder einen Breitband-WLAN-Router wie den Turris Omnia [2] am Telekom-VDSL betreiben will, könnte den VMG8546 ebenfalls interessant finden: Er lässt sich per Tastendruck oder Browser-Eingriff zum Vectoring-fähigen VDSL2-Modem umkonfigurieren.

## ISDN-Spezialisten

Neben klassischen Routern gibt es auch reine VoIP-zu-ISDN-Adapter, beispielsweise von Beronet oder Patton Electronics. Solche Geräte hängt man ins LAN,



TK-Anlagen lassen sich an Routern wie der Fritzbox (links) oder ZyXel VMG8546 anschließen. Falls ein SO-Bus fehlt, hilft Telekom's Speedport-ISDN-Adapter weiter.



Zyxels VMG8546 enthält eine VoIP-Telefonanlage für mehrere Konten. So lassen sich Reservenummern nutzen, falls der Haupt-VoIP-Dienst einmal ausfällt.

worüber sie Verbindung ins Internet zum VoIP-Provider bekommen und mehrere simultane VoIP-Verbindungen über ihre SO-Busse vermitteln.

Eine ganz kleine Lösung hat die Deutsche Telekom für ihre DSL-Kunden mit Speedport-Router im Portfolio: Der „Speedport ISDN Adapter“ soll als Zubehör an allen Telekom-Routern ab W724V arbeiten. Das schränkt der Hersteller für einwandfreien Betrieb aber gleich wieder auf die drei Modelle W724V, Hybrid und Entry (I) ein. Im Test funktionierte der Adapter dennoch auch an einem veralteten W701V. Er bindet ISDN-Telefone an alle MSN, bedient aber laut FAQ auch ausgewählte ISDN-Anlagen (Eumex 402, 800, 800V und 802 LAN).

## Analogtelefon am Router

Analoge Telefone lassen sich ebenfalls an All-IP-Anschlüssen betreiben – dazu ist ein VoIP-fähiger Router erforderlich. Er bringt für die Telefone die gewohnten Schnittstellen mit (RJ11/RJ12 oder TAE bei Kabel- und DECT bei Schnurlosbetrieb) und wandelt die vom Telefon eingehenden Sprachsignale in VoIP-Pakete um. Gleiches gilt für ISDN-Telefone. Sie werden wie eine ISDN-Tk-Anlage am SO-Bus des Routers angeschlossen. Falls der Router zu wenige SO-Buchsen hat, vervielfacht man den Anschluss mittels eines ISDN-Y-Adapters. Adapter mit RJ45-Buchsen gibt es im Fachhandel schon für unter 10 Euro.

Für Faxgeräte gilt dasselbe wie für Analogtelefone mit Schnur, bis auf den Unterschied, dass der Router für die Faxfunktion ausgelegt sein muss. Er sollte die analogen Daten, die das Faxgerät schickt, zumindest mit dem verbreiteten G.711-

Codec wandeln können. Manche Netzbetreiber setzen daneben auch das zuverlässigere T.38-Protokoll ein, das man nur mit einem geeigneten Router nutzen kann. Falls Sie Übertragungsabbrüche registrieren, kann es helfen, das Faxgerät in seinen Einstellungen von 14.400 Bit/s auf 9600 Bit/s zu drosseln. Detaillierte Tipps zur Faxübertragung übers Internet haben wir schon früher veröffentlicht [3].

## Uralt-Vermittlung

Hier und da laufen tatsächlich noch steinalte Telefonanlagen aus der Analog-Ära. Manche Anwender trennen sich ungern etwa von ihrer robusten Octopus der früheren Bundespost, die mit einer Handvoll Analogleitungen schon seit den 1980ern in Betrieb ist. Zwar kann man sie auch nach der All-IP-Umstellung so weiterbetreiben. Weil aber beispielsweise die Telekom die VoIP-Umwandlung dann im Outdoor-DSLAM erledigt, bekommt man auf diesen Leitungen kein xDSL mehr und auch keinen Internetzugang.

Ohnehin ist es seit Langem kostengünstiger, solch einer Anlage einen VoIP-Router mit genügend Analog-Ports vorzuschalten. Dann bezahlt man bloß einen Anschluss und muss lediglich zu den mitgelieferten 1 bis 3 Rufnummern die weiteren früher verwendeten dazubuchen. Beispielsweise bieten Bintec und Deutsche Telekom ihre be.IP plus beziehungsweise Digitalisierungsbox Premium mit 4 a/b-Ports an, die 4 Gespräche an die Alt-Anlage leiten können.

Müssen es mehr Telefonleitungen sein als der Router mitbringt, koppelt man zusätzliche Telefone oder Faxgeräte per VoIP-zu-Analog-Wandler an [4]. So ist der

zweikanalige VoIP-Adapter Cisco SPA112 [5] nach wie vor für knapp 40 Euro zu haben. Bei mehr als 6 Leitungen wird das Ganze aber unhandlich und man sollte die Telefonie-Installation lieber grundlegend modernisieren.

## Sonderanwendungen

Alarmanlagen, Brandmelder, Maschinensteuerungen, Geräte für den elektronischen Zahlungsverkehr und auch Aufzugsprechstellen können ebenfalls für ISDN ausgelegt sein. Für viele davon gibt es IP-fähige Umsetzungen. Die einfachste: Schalten Sie einen VoIP-Adapter oder ISDN-Gateway mit Internet-Zugang davor. Falls das nicht geht, muss man das Gerät gegen ein modernes, IP-taugliches ersetzen. Aktuelle Geräte wie EC-Cash-Terminals bringen schon eine IP-Schnittstelle mit und müssen lediglich umkonfiguriert werden.

Wer aktuell keine Lösung für den Umstieg findet, auf mehr Alternativen in den nächsten Jahren hofft oder seine alte Anlage nur noch wenige Jahre bis zum Ruhestand braucht, kann das ISDN-Ende an seinem Anschluss durch einen Wechsel zur Konkurrenz hinauszögern (z. B. zu Vodafone, Colt, QSC oder einem regionalen Netzbetreiber).

## Umzug in die Cloud

Anlagen, die älter als ungefähr fünf Jahre sind, kommen für den einfachen Wechsel der Anschlussart nicht in Frage. Entweder sind sie für die Umrüstung gar nicht ausgelegt oder der Aufwand lohnt nicht. Spätestens in solchen Fällen sollte man den dritten Umstiegsweg erwägen: nämlich anstatt eine stationäre Telefonanlage zu kaufen, einen Tk-Anlagendienst aus der Cloud zu mieten.

In diesem Fall wird die alte Anlage abmontiert und Nutzer erhalten IP-Telefone. Wer zu einem Cloud-Anbieter wechselt, bekommt dort ebenfalls Unterstützung für Sonderdienste; NFON oder QSC haben für solche Geräte IP-Umsetzer im Programm.

Ob IP-Telefon oder Sonderdienst, die Geräte werden über Ethernet-Kabel und Switches am Router angekoppelt und erhalten so den Zugang zum Internet. So können sie sich an der Infrastruktur eines Dienstleisters anmelden und dessen Tk-Anlagen-Logik aus der Cloud verwenden.

Das birgt aber Risiken hinsichtlich der Datensicherheit und des Datenschutzes – man muss dem Cloud-Anbieter vertrauen, dass er Telefonate weder abhört



noch protokolliert. Cloud-Anbieter aus Deutschland sichern das zu, darunter etwa Dus.net, Sipgate, Telekom oder Nfon. Bei anderen können sich Sicherheitsbehörden fremder Staaten Zugriffe erzwingen.

Bei Cloud-Anbietern spart man sich die Anschaffung und Wartung der Tk-Anlage; es sind nur IP-Telefone zu kaufen und zu warten. Außerdem entfallen die in der Regel langjährigen Wartungsverträge für Tk-Anlagen.

Prinzipiell kann man ein IP-Telefon überall in der Firma betreiben, wo es Internet gibt; das bei herkömmlichen Tk-Anlagen erforderliche Umkonfigurieren auf bestimmte Dosen des Telefonnetzes entfällt. Voraussetzung dafür ist, dass das IP-Telefon am jeweiligen Switch-Port mit der erforderlichen IP-Konfiguration versorgt wird. In größeren Firmen ist das Netz oft in virtuelle LANs unterteilt (VLAN) und für die Telefonie wird ein spezielles VLAN verwendet (Voice-VLAN). Hierin laufende Pakete übertragen die Switches bevorzugt gegenüber anderen zum Router (Quality of Service, QoS). Das hält die Signallaufzeit kurz und verhindert Paketverluste, also Gesprächsaussetzer.

## Reserven einbauen

Am Tag der Umstellung sollten die benötigten IP-fähigen Geräte schon angeschlossen sein. So lässt sich sofort überprüfen, ob der neue Anschluss funktioniert. Das bedeutet, dass man die Umstellung frühzeitig planen sollte. Dazu gehört unter Umständen, Fachleute zu Rate zu ziehen oder ihnen gleich die komplette Umstellung zu überlassen. Neben der Deutschen Telekom kann man auch spezialisierte Fachhändler beauftragen.

Powerline- oder WLAN-Brücken sollten Sie nur dann zum Anbinden von IP-Telefonen verwenden, wenn deren Verbindung stabil und schnell ist. Andernfalls riskieren Sie Paketverluste. Anders gesagt: Spielt ein IP-Telefon nur dann einwandfrei, wenn es direkt am Router angeschlossen ist, ist die Powerline- oder WLAN-Brücke höchstwahrscheinlich instabil. Abhilfe: Verlegen Sie wenn irgend möglich ein Ethernet-Kabel zum entsprechenden Arbeitsplatz. Falls das nicht geht, prüfen Sie, ob Router und Switches Layer-2-QoS beherrschen und schalten Sie die Funktion ein.

## Ausfallzeiten minimieren

Um etwaige Internet-Ausfälle zu überbrücken, sind in funktechnisch gut versorgten

Gebieten Mobilfunk-Router als Fallback empfehlenswert. Die mobilen Ausführungen koppeln Laptops und Smartphones per WLAN an. Einige bringen auch Ethernet-Buchsen mit, sodass sich stationäre PCs ohne weiteres Zubehör anschließen lassen (z. B. Huawei B528 alias Vodafone Gigacube).

Außerdem lassen sich an viele DSL-Router Mobilfunk-Sticks per USB anschließen. Aber nicht jeder Stick eignet sich für jeden Router – prüfen Sie am besten vor dem Kauf die Kompatibilitätslisten der Hersteller und probieren Sie es möglichst frühzeitig aus. AVM hat der Fritzbox 6890 LTE beides spendiert, ein DSL- und ein LTE-Modem. Sie schaltet selbstständig auf LTE um (Fallback), wenn DSL ausfällt und wechselt auch zurück, wenn das DSL-Modem wieder synchronisiert [6].

Die schnellsten LTE-Router liefern tagsüber, also während der Stoßzeiten, unteres VDSL-Niveau (je nach Auslastung der Mobilfunkzelle um die 50 MBit/s und weniger). Für den Notbetrieb kann das schon einige Tage lang reichen, zumal, wenn der Tarif genügend Inklusivvolumen enthält (mindestens 1 GByte/Monat).

Über LTE-Internet-Anschlüsse lässt sich auch per VoIP telefonieren, sofern am Router Telefonanschlüsse vorhanden sind. Das kann man nutzen, um DSL-Ausfallzeiten zu überbrücken.

Beispielsweise klappt das mit der Fritzbox 6890 LTE. Voraussetzung ist, dass der Mobilfunk-Provider VoIP nicht

filtert und dass der VoIP-Betreiber die Anmeldung auch aus fremden Netzen zulässt. Bei einem Ausfall der DSL-Verbindung schaltet die 6890 auch die VoIP-Telefonie auf LTE-Betrieb um. Ob die Telefonnummern des Internetanbieters weiterarbeiten, hängt von der Authentifizierung ab.

Bei Telekom-Anschlüssen etwa muss man einen „Inklusivnutzer“ mit eigenem Nutzernamen und Passwort anlegen. Dem teilt man die gewünschten Rufnummern zu und richtet diese mit den Inklusivnutzer-Credentials im Router ein.

Der VoIP-Dienst des Netzbetreibers kann auch unabhängig vom Internet-Dienst ausfallen. In solchen Fällen werden zusätzliche Festnetzrufnummern nützlich, die man bei einem zweiten Telefonie-Provider registriert (z. B. Dus.Net, Sipgate, Festnetznummer im Mobilfunkvertrag oder Skype etc.). Die kann man zum Beispiel als Ersatzrufnummern im Briefkopf aufführen. (dz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Markus Stubbig, Multi-WAN-Bau, pfSense als Load-Balancer, c't 24/2016, S. 128
- [2] Ernst Ahlers, Offenes Stellwerk, Open-Source-Router Turris Omnia, c't 1/2017, S. 45
- [3] Dušan Živadinović, Fax over IP, Optimale Optimale Fax Einstellungen für VoIP-Adapter, c't 15/2015, S. 150
- [4] Dušan Živadinović, Sprechhilfen, VoIP-Adapter mit und ohne DECT, c't 15/2015, S. 146
- [5] Ernst Ahlers, Sprechzeug, VoIP-Telefone und -Adapter für den All-IP-Umstieg, c't 23/2014, S. 108
- [6] Ernst Ahlers, Mehrwege-Router, Mobilfunk-Router Fritzbox 6890 LTE, c't 26/2017, S. 44

## Ausgewählte Geräte für ISDN-Zugang

ISDN-Gateways				
Hersteller	Modell	Uplink	SO-Busse	Preis
Beronet	2 BRI / 2 FXS Gateway (BF4002S02FXSBox)	LAN	2	575 €
Patton	SmartNode DTA (2BIS4VHP/EUI)	LAN	2	574 €
Telekom	Speedport ISDN Adapter	LAN	1	57 €
Router mit ISDN-SO-Bus				
Hersteller	Modell	Internet per <sup>1</sup>	SO-Busse	Preis
AVM	Fritzbox 7490 / 7580 / 7590	xDSL	1	190 / 240 / 250 €
AVM	Fritzbox 6430 / 6490 / 6590	TV-Koaxkabel	1	130 / 180 / 245 €
AVM	Fritzbox 6820 / 6890 LTE	Mobilfunk	1	195 / 350 €
AVM	Fritzbox 5490	Glasfaser	1	340 €
Bintec	be.IP / be.IP plus	xDSL	2	132 / 296 €
Lancom Systems	1631E	Ethernet-WAN-Port	1	305 €
Lancom Systems	883 VoIP / 884 VoIP	xDSL	2 / 4	428 / 433 €
Lancom Systems	1781VA / 1783VA / 1784VA	xDSL	1 / 2 / 4	539 / 560 / 640 €
Telekom	Digitalisierungsbox Smart / Premium	xDSL	2	177 / 297 €
Telekom	Speedport W922V / W925V	xDSL	1	158 / 155 €
Zyxel (Telekom)	VMG8546-D70A (Speedlink 5501)	xDSL	1	92 €
Zyxel	VMG8029-D70A	xDSL	4	400 €

<sup>1</sup> Hauptweg, xDSL vectoring-fähig, optional meist weitere Schnittstellen verfügbar, z. B. Ethernet-WAN, Mobilfunk, auch per USB-Stick



Bild: Albert Huilm

# Gut gefragt ist halb gewonnen

## Ein Quiz im Browser anlegen

**Das Wissen von Freunden und Verwandten mit einem selbst ausgedachten Quiz auf die Probe zu stellen hat Tradition. Damit man das eigene Knobelwerk per E-Mail auch Freunden am anderen Ende der Stadt schicken kann, bietet sich die Quizproduktion im Browser an.**

**Von Martin Reche**

**F**rage: „Nennen Sie ein buntes Tier.“ Antwort: „Zebra“. So manche Quizsendung hat in der Vergangenheit für denkwürdige Fernsehmomente gesorgt. Dabei liegt TV-Formaten wie „Wer wird Millionär?“ mit dem Multiple-Choice-Verfahren ein denkbar einfaches Spielmodell zugrunde, nach dem man ohne Weiteres ein eigenes Quiz basteln kann. Das gelingt mit Stift und Papier fast genauso gut wie im Browser. Die elektronische Variante bringt einen entscheidenden Vorteil mit: Man kann das fertige Quiz per E-Mail verschicken und so Freunde zu einem Wissensduell einladen, auch wenn sie gerade

nicht zu Besuch sind. Und man kann mit einem Quiz auf unterhaltsame Art und Weise trockene Lerninhalte pauken – doch dazu später mehr.

Mit Webdiensten wie [testedich.de](http://testedich.de), [GoConqr](http://GoConqr) und [onlinequizcreator.com](http://onlinequizcreator.com) baut man in wenigen Minuten ein Quiz. Wir haben mit [testedich.de](http://testedich.de) gearbeitet. Es bietet viele unterschiedliche Quizarten und überzeugt durch großen Funktionsumfang, eine deutsche Oberfläche und komfortable Bedienung. Außerdem kann man direkt auf der Plattform sein Quiz veröffentlichen und Knobeleyen anderer Nutzer durchspielen. Der Dienst ist kostenlos

nutzbar und lädt dazu ein, ohne Registrierung loszulegen. Optional registriert man sich auf der Website des Anbieters mit E-Mail-Adresse, Nutzernamen und einem Passwort. Weitere persönliche Informationen kann der Quizschöpfer auf Wunsch unter „Erstelle/Profil“ jederzeit ergänzen – vom Avatar bis zum Traumberuf – muss er aber nicht.

## Was darf es denn sein?

Bereiten Sie im ersten Schritt gemeinsam mit Ihrem Kind die Fragen und Antworten vor, ehe Sie loslegen. Kreieren Sie das erste Quiz im Team, mit dem Gelernten schaffen das Kinder ab circa neun Jahren später in Eigenregie.

Im ersten Schritt entscheiden Sie sich für einen Quizmodus. Sechs Varianten bietet der Dienst an. Darunter befinden sich Klassiker wie „Multiple Choice“, „Ja oder Nein“ und „Wahr oder Falsch“. Ein Klick auf einen Modus liefert Informationen über diesen und wofür er sich am besten eignet. In unserem Beispiel entsteht ein Wissensquiz nach dem Multiple-Choice-Verfahren zum Thema Computer. Starten Sie den Editor mit einem Klick auf den „Erstelle/Quiz erstellen“-Eintrag in der Menüleiste am oberen Bildrand. Bevor Sie die Fragen eintippen können, müssen Sie per Checkbox versichern, dass Sie sich an die Spielregeln des Anbieters halten und beispielsweise kein Material fremder Autoren verwenden.

Vergeben Sie einen aussagekräftigen Titel und eine spannende Beschreibung für Ihr Quiz, damit möglichst viele Webseitenbesucher darauf klicken und es spielen. Für Quizfragen, die auf einen privaten Kreis beschränkt werden sollen, eignet sich testedich.de nicht. Im nächsten Schritt tippen Sie die Fragen und Antworten für Ihr Quiz in die folgenden Masken ein. Für jede Frage müssen Sie mindestens drei, maximal fünf Antwortmöglichkeiten eintragen: eine richtige und zwei bis vier falsche. Bei unserem Quiz fragten wir beispielsweise nach dem Autor von „Per Anhalter durch die Galaxis“. Unter die korrekte Antwort „Douglas Adams“ tippten wir drei falsche, darunter Johann Wolfgang von Goethe und Jakob van Hoddis. Sie können zehn bis 100 Fragen für Ihr Quiz vorsehen und für korrekte Antworten optional eine Begründung eintragen.

Jede Frage können Sie auf Wunsch mit einem Bild garnieren. Wenn Sie nicht ausschließlich eigene Fotos oder digitale






Zeichnungen verwenden, greifen Sie auf Online-Fotodatenbanken wie Pixabay zurück. Dort finden Sie Hunderttausende lizenzfreier Bilder, die Sie auch ohne Nennung der Bildquelle verwenden dürfen.

Mit etwas bildbearbeitarischem Geschick lassen sich auch Bilderrätsel in den Multiple-Choice-Test einbinden. Eine Frage könnte lauten: „Auf welchem der Bilder ist Steve Jobs zu sehen?“ Für die Antwort fertigen Sie eine Collage mit einem externen Bildbearbeiter an, etwa mit kostenlosen Programmen wie Gimp oder Paint.net. Die Collage zeigt mehrere Personen: das Konterfei des Apple-Urgesteins und weitere Personenbilder, die als falsche Antwortmöglichkeiten dienen. Beschriften Sie mit dem Textwerkzeug jedes Bild gut sichtbar mit einer Zahl oder einem Buchstaben, laden Sie die fertige Collage auf testedich.de hoch und tragen Sie die Beschriftungen des Bildes als Antwortmöglichkeiten im Frageneditor ein.

Praktischerweise versendet die Webseite zu jedem angefangenen Quiz eine E-Mail mit einem Link, sodass man unvollendete Quizprojekte innerhalb von 14 Tagen weiterbearbeiten kann – das gilt übrigens auch für unregistrierte Nutzer. Sie erhalten in der Mail ein Passwort, mit der Sie Ihren Entwurf öffnen können. Nach Ablauf der Frist löscht der Anbieter den Entwurf.

## Der c't-Tipp für Eltern und Kinder

### Online ein Multiple-Choice-Quiz herstellen

-  Computer, Internetzugang, Browser, optional Bildbearbeitungsprogramm
-  Sicherer Umgang mit dem Computer
-  Hängt stark vom Umfang des Quiz ab – man sollte aber mindestens eine halbe Stunde einplanen.
-  Ein einfaches Quiz stellen Kinder ab circa neun Jahren in Eigenregie zusammen.
-  keine

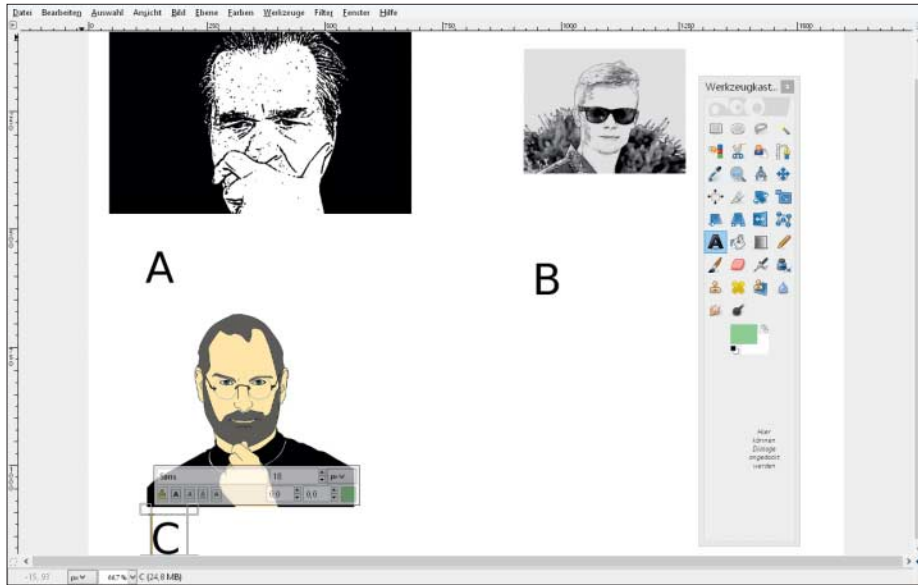
## Feedback eintragen

Nachdem Sie alle Fragen und Antworten eingegeben haben, legen Sie optional Bewertungsbögen an. Abhängig von der erreichten Punktzahl blendet testedich.de dem Spieler nach dem Quiz einen dieser Bögen ein. In die Maske können Sie in Textform Lob, Kritik oder einfach einen lustigen Spruch eintippen. Bei schlechtem Abschneiden könnte dort etwa „Wissen ist Macht – nichts wissen macht auch nichts.“



Auf der Webseite testedich.de kann man einen von sechs Quizmodi wählen.





Für Abwechslung sorgen Bilderrätsel – diese müssen Sie aber mit externer Software, etwa mit Gimp oder Paint.net, anfertigen.

stehen, bei einem sehr guten Ergebnis „Hervorragend! Du bist ein echter Nerd – herzlichen Glückwunsch!“. Optional garnieren Sie die Bewertungen mit einem Bild: Schlechte Ergebnisse könnten beispielsweise einen Frownie mit sich tragen, gute Ergebnisse belohnt ein lachendes Grinsegesicht.

Im letzten Schritt legen Sie weitere grundlegende Einstellungen für Ihr Quiz fest, bevor Sie dieses veröffentlichen. Hier bestimmen Sie, ob der Teilnehmer nach dem Quiz die korrekten Antworten einsehen darf, ob jede Frage auf einer eigenen Seite erscheint oder ob alle Fragen auf einer Seite angezeigt werden sollen. Optional legen Sie hier ein Zeitlimit für das ganze Quiz oder die Fragen fest. Mit „Speichern“ gelangen Sie zur Vorschau.

Prüfen Sie abschließend alle Eingaben und entfernen Sie gegebenenfalls Tippfehler. Bestätigen Sie nochmals per Klick, dass sich keine urheberrechtsverletzenden Inhalte in Ihrem Quiz befinden. Ein weiterer Klick auf „Speichern“ veröffentlicht die finale Version und Sie erhalten eine Bestätigung per E-Mail. In dieser finden Sie auch den direkten Link, den Sie aus Ihrem Mail-Client heraus an Ihre und die Freunde Ihres Kindes verschicken können. Alternativ gelingt das auch direkt auf der Seite mit dem Knopf „Mit deinen Freunden teilen“. Dann müssen Sie allerdings Namen und E-Mail-Adressen aller einzuladenden Personen eintippen und können nicht auf das

Adressbuch Ihres Mail-Clients zurückgreifen. Außerdem müssen Sie sich auf das Versprechen der Betreiber verlassen, dass diese keine Adressen oder Namen speichern. Unabhängig davon, auf welche Art Sie Ihr Quiz verbreiten: Eingeladene Personen können es auch ohne einen eigenen Account auf testedich.de durchspielen.

## Statistiken und Einbetten

Nach erfolgreicher Veröffentlichung erstellt die Webseite Statistiken für Ihr Quiz. Dort sammelt es etwa die Anzahl der Spieler und korrekten Antworten, die diese erzielt haben. Spieler können das Quiz mit bis zu fünf Sternen abgeben.

Webseitenbetreiber haben die Möglichkeit, das Quiz per HTML-Code auf ihrer eigenen Seite einzubetten. Den Code generiert testedich.de automatisch, um ihn dann fürs Kopieren und Einfügen zur Verfügung zu stellen. Per Vorschau kann man sich vor dem Einbetten des Codes einen Eindruck davon machen, wie das Quiz aussehen wird. Code-Profis passen die HTML-Zeilen vor dem Einbetten noch individuell an. Das gelingt allerdings nur in einem externen Editor wie Notepad++, Composer oder jEdit – Codeanpassungen direkt auf testedich.de sind nicht möglich.

## Lernen in Quizform

Wenn Sie und Ihr Kind Spaß an selbstgemachten Quizaufgaben haben, können Sie damit auch den Lernalltag etwas abwechslungsreicher gestalten. Vokabeln, wichtige historische Daten und sogar Matheaufgaben lassen sich ebenso gut in Quizform aufbereiten und sorgen für mehr Spaß beim Lernen. Karteikarten waren gestern. (mre@ct.de) **ct**

Wenn du mit den Cursor auf das Fragezeichen **?** gehst, erhältst du eine kleine Hilfe.

<b>Frage 1:</b>	Wer schrieb das Buch "Per Anhalter durch die Galaxis"?
Richtige Antwort:	Douglas Adams
Falsche Antwort:	Johann Wolfgang von Goethe
Falsche Antwort:	Jakob van Hoddis
Falsche Antwort: (kann leer bleiben)	Stephen King
Falsche Antwort: (kann leer bleiben)	
<b>Begründung richtige Antwort: (kann leer bleiben)</b>	Douglas Adams war einfach der Beste ...
Bild: <b>?</b>	Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt. Das Bild muss kleiner als 5 MB sein!

**Frage speichern**

Fragen und Antworten tippt man direkt in die Eingabemaske ein, anschließend garniert man sie bei Bedarf mit einem Bild.



Anzeige



# Schneller sichern

## Kartenleser für SD, MicroSD, CF & Memory Stick

**Ob zur Sicherung der Fotos nach dem Urlaub oder zum Bespielen einer MicroSD-Karte für den Raspi: Ohne Kartenleser funktioniert das Zusammenspiel zwischen PC und vielen Gadgets nicht. Wir haben uns einige besonders schnelle Modelle angeschaut.**

Von Lutz Labs

**S**peicherkarten gibt es in vielen verschiedenen Formaten, aber SD-Karten und die davon abgeleiteten MicroSD-Karten haben heute einen Marktanteil von rund 95 Prozent. Mit der letzten Erhöhung der Schnittstellengeschwindigkeit sind sie in der Lage, per UHS-II bis zu 300 MByte/s zu lesen und zu schreiben. Rund die Hälfte schaffen Compact-Flash-Karten (CF), die vor allem in Profikameras immer noch zum Einsatz kommen – diese

werden jedoch allmählich von der CF-Weiterentwicklung CFast abgelöst.

Ideal wäre also ein interner oder externer Kartenleser, der nicht nur SD- und MicroSD-Karten möglichst schnell anbindet, sondern auch CF- und CFast-Karten – damit wäre man für praktisch alle Anwendungsfälle gewappnet. Ein solches Gerät haben wir jedoch bislang nicht gefunden, CFast scheint noch eine solche Nische zu sein, dass kaum jemand passende Kartenlesegeräte baut.

So versammelten sich in der Redaktion fünf aktuelle Kartenleser, die mindestens einen SD-Slot mit UHS-II-Interface bieten: die Einbaukartenleser HP 15-in-1 USB2/3 Media Card Reader und der USB 3.0 multi-card Memory card reader von Startech, dazu die per USB angebotenen Lindy UHC-300 Cardreader, Startech Dual-Slot SD Cardreader und SanDisk Extreme PRO SD UHS-II Cardreader. Zusätzlich haben wir den schon etwas älteren, aber mit weniger als 10 Euro besonders günstigen Kingston MobileLite

G4 Reader mit in den Test aufgenommen. Einige davon haben zusätzlich einen CF-Schacht, einen eigenen Slot für MicroSD-Karten oder können auch die älteren Memory Sticks lesen.

Die Anbieter von Multislot-Readern werben gerne mit einer großen Anzahl unterstützter Speicherkartenformate, bei HP befindet sich die Zahl 15 sogar im Produktnamen. Hier zählen die Hersteller jedoch alle möglichen Varianten der einzelnen Formate mit auf. Eigentlich sind es nur fünf: SD, MicroSD, CF, MMC und Memory Stick, denn ein aktueller SDXC-Kartenleser unterstützt auch die kleineren Formate SD und SDHC, ebenso wie die CF-Leser auch ältere Revisionen lesen und beschreiben können.

### Intern vs. extern

Der Desktop-PC ist zwar noch lange nicht tot, aber immer weniger Gehäuse besitzen klassische 3,5- oder 5,25-Zoll-Schächte für CD-ROM- oder gar Diskettenlaufwerke. Nur, wenn das Gehäuse einen solchen

Schacht hat, kommt ein interner Kartenleser in Betracht. Unsere Testmuster kommen in 3,5-Zoll-Bauweise und sind schwarz, beim HP-Reader aber liegt eine Blende für den Einbau in einem großen Laufwerksschacht bei. Schön sieht das Ganze allerdings nur aus, wenn der PC ebenfalls schwarz ist.

Zudem benötigen interne Kartenleser auch einen internen Anschluss – und zwar USB 3.0, denn mit den alten USB-2.0-Verbindungen sind lediglich Datenraten bis zu 45 MByte/s möglich. Also gibt es noch ein weiteres Ausschlusskriterium: Hat der PC bereits USB-3.0-Buchsen an der Front, sind die internen USB-3.0-Ports meistens bereits belegt. Beim HP-Reader liegt zwar ein Adapterkabel zum Anschluss an interne USB-2.0-Verbindungen bei, aber die damit erreichbare Geschwindigkeit liegt eben nur auf USB-2.0-Niveau.

Sind aber die Voraussetzungen für einen internen Kartenleser gegeben und der PC steht so, dass die Front erreichbar ist, dann hat ein interner Kartenleser durchaus Vorteile: Man muss ihn nicht suchen, und auch beim Einstecken der Speicherkarten gewöhnt man sich schnell daran, in welcher Richtung die Karten einzustecken sind.

Die Einsteckrichtung muss man bei externen Kartenlesern häufiger mal ausprobieren. Dafür haben sie andere Vorteile: Sie funktionieren auch an anderen PCs und sind transportabel, können also auch mit in den Urlaub. Steht der PC unter dem Schreibtisch, lässt sich der Kartenleser an einem aktiven USB-Hub auf dem Tisch bequem einstecken.

Vor wenigen Jahren waren externe Kartenleser für Besitzer von Notebooks uninteressant – praktisch jedes Notebook hatte einen passenden Slot. Allenfalls bei der Geschwindigkeit konnten diese nicht mit aktuellen UHS-II-Kartenlesern mithalten, aber für eine Sicherung der Fotos im Urlaub waren sie ausreichend. Nun

aber bauen immer mehr Hersteller nur noch MicroSD-Slots in die Notebooks ein oder lassen sie weg – USB-Kartenleser werden also auch für Notebook-Benutzer wieder interessant.

USB-Kartenleser gibt es in zwei Ausführungen: mit und ohne Kabel. Letztere baumeln im Betrieb dann eventuell an der Rückseite des PC herab, für die kabellosen findet man vielleicht aufgrund von Platzmangel um den Port herum keine Möglichkeit, ihn einzustecken. Hier hilft nur ein kurzes – bei USB 3.0 eigentlich nicht vorgesehenes – Verlängerungskabel oder eben ein USB-Hub.

## Karten und Kärtchen

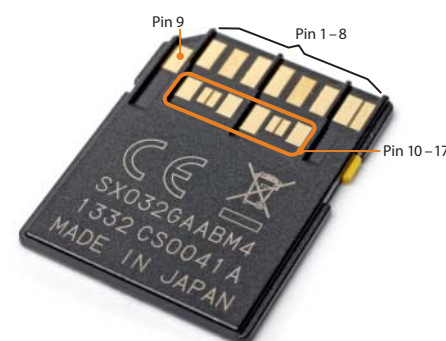
Seit dem ersten Test von UHS-II-fähigen SD-Karten [1] hat sich die Versorgungslage verbessert. UHS-II-Karten sind zwar immer noch deutlich teurer als ihre langsameren Verwandten, aber eben auch deutlich schneller. Auch bei den kleineren MicroSD-Karten ist die UHS-II-Schnittstelle inzwischen angekommen [2]. Sie erreichen beim Lesen bis zu 270, beim Schreiben immerhin über 100 MByte/s.

Wer vor allem MicroSD-Karten im Einsatz hat, sollte auf einen Kartenleser mit passendem Schacht achten. Zwar liefern viele Hersteller Adapter mit, mit denen die Kärtchen dann in einen normalgroßen SD-Slot passen, aber die allermeisten Adapter übertragen lediglich UHS-I-Signale. UHS-II-Adapter haben wir bislang lediglich bei MicroSD-Karten von Integral und Toshiba gesehen, aber nicht im freien Handel. UHS-II-Adapter sind wie UHS-II-Karten durch die zweite Kontaktreihe auf der Unterseite einfach zu erkennen.

Im Test haben wir die 32-GB-Byte-SD-Karte Sony SDHC UHS-II benutzt, die bis zu 300 MByte/s lesend und 299 MByte/s schreibend erreichen soll. Für die Tests der MicroSD-Schächte kam die SanDisk Extreme Pro mit 128 GByte Kapazität zum Einsatz.



SD- und MicroSD-Karten mit UHS-II-Interface lassen sich an der aufgedruckten römischen II erkennen.



UHS-II-Karten und UHS-II-Adapter für schnelle MicroSD-Karten haben eine zusätzliche Kontaktreihe mit acht Kontakten (Pin 10–17), die nur im UHS-II-Modus genutzt werden.

Bei Compact Flash hat sich die Geschwindigkeit seit 2010 nicht mehr gesteigert, aktuelle Karten arbeiten mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von maximal 167 MByte/s. Für den Test haben wir die 32-GB-Byte-Karte Lexar Professional 1000x benutzt.

Als Referenz mussten verschiedene Kartenleser aus älteren Tests herhalten: Für SD-Karten kam ein Lexar Workflow

## Kartenleser für SD, MicroSD- und CF-Karten – Benchmarks

	seq. Transferraten schreiben/lesen SD <sup>1</sup> [MByte/s] besser ➤	seq. Transferraten schreiben/lesen MicroSD <sup>1</sup> [MByte/s] besser ➤	seq. Transferraten schreiben/lesen CF <sup>1</sup> [MByte/s] besser ➤
HP 15-in-1 USB2/3 Media Card Reader	227/250	-	137/154
Kingston MobileLite G4 Reader	94/98	90/96	-
Lindy UHC-300 Cardreader	232/258	91/96	129/157
SanDisk Extreme PRO SD UHS-II Cardreader	258/281	-	-
Startech USB 3.0 multi-card Memory card reader	232/256	-	140/157
Startech Dual-Slot SD Cardreader	252/267	90/96	-
Referenzkartenleser <sup>2</sup>	254/284	116/270	136/151

<sup>1</sup> gemessen mit IOMeter, Blockgröße 512 KByte, 4 Worker mit jeweils QD=4

<sup>2</sup> SD: Lexar Workflow SR2, MicroSD: SanDisk SDDR-339, CF: Lexar LWR300U



## HP 15-in-1 USB2/3 Media Card Reader

HPs Media Card Reader hat nur drei Speicherkarten-Slots, aber den größten Lieferumfang. Im Karton finden sich außer dem Kartenleser noch eine Blende für 5,25-Zoll-Einbauschächte sowie Blechwinkel zur Befestigung darin und ein Adapterkabel, mit dem man den Cardreader an einem internen USB-2.0-Anschluss anschließen kann.

Der SD-Schacht liest UHS-II-Medien mit eher gemächlichen 250 MByte/s. Eine gemeinsame LED gibt über Aktivitäten Auskunft. Der CF-Schacht nimmt auch dicke CF-Karten vom Typ 2 auf.

- ⬆️ notfalls Anschluss über USB 2.0
- ⬆️ Einbaurahmen für 5,25-Zoll
- ⬇️ kein MicroSD-Slot



## Kingston MobileLite G4 Reader

Der Kingston MobileLite G4 Reader ist der Oldie im Test; er ist bereits seit 2014 auf dem Markt. Der kleine USB-Reader soll laut Kingston im SD-Schacht auch UHS-II-Karten unterstützen, im MicroSD-Slot hingegen nicht.

Die Übertragungsraten im MicroSD-Slot lagen im Rahmen des Erwarteten, aber beim SD-Schacht erreichte der Kartenleser nur UHS-I-Geschwindigkeit: Mehr als 98 MByte/s waren nicht drin. Wie auch der SanDisk-Reader braucht der MobileLite G4 recht viel Platz um den USB-Port herum; eine kurze USB-3.0-Verlängerung kostet fast genauso viel wie der Reader selbst.

- ⬆️ sehr günstig
- ⬆️ geringe Leerlaufleistung
- ⬇️ kein UHS-II



## Lindy UHC-300 Cardreader

Der Lindy UHC-300 Cardreader ist eher für den stationären Einsatz gedacht, mit seinen Gummifüßen liegt er trotz eines störrischen Kabels recht sicher auf dem Tisch. Zum Einstecken der Speicherkarten muss man ihn jedoch dennoch in die Hand nehmen – erst recht, wenn man den MS-Pro-Port an der Rückseite nutzen möchte.

Als einziger Kartenleser in diesem Test hat der UHC-300 Cardreader eine USB-Buchse an der Rückseite; bei Bedarf kann man also ein längeres Kabel anschließen und ihn so ohne USB-Hub an einer PC-Buchse unter dem Schreibtisch betreiben. In den CF-Slot passen nur die flachen Karten vom Typ 1.

- ⬆️ USB-Kabel wechselbar
- ⬆️ geringe Leerlaufleistung
- ⬇️ kein UHS-II bei Micro-SD

SR2 zum Einsatz, für MicroSD-Karten der bei der SanDisk-Karte mitgelieferte SDDR-339. Ebenfalls von Lexar stammte der CF-Reader LWR300U. Aktuell ist zwar die Zukunft von Lexar-Produkten unsicher – die Muttergesellschaft Micron hatte die Markenrechte an dem Namen 2017 an das chinesische Unternehmen Longsys abgegeben –, aber aktuell sind die Lager der Händler wohl noch recht gut gefüllt.

## Benchmarks

Zunächst haben wir alle Speicherkarten in den Referenz-Kartenlesern vermessen, um die maximal mögliche Geschwindigkeit zu ermitteln. Dazu haben wir Iometer genutzt und mit vier Threads gleichzeitig gearbeitet – damit erreichten wir geringfügig höhere Werte als mit WinSat und CrystalDiskMark. Wir haben uns in diesem Test auf sequenzielle Übertragungsraten konzentriert, denn vor allem beim Sichern von Fotos von der Speicherkarte auf den PC spielen diese eine wesentlich

größere Rolle, als die Zugriffe auf zufällige Adressen. Kontrollmessungen der Zugriffe auf zufällige Adressen brachten zudem keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Kartenlesern hervor.

## Leistungsaufnahme

Die Kartenleser nehmen auch ohne eingesteckte Speicherkarte Strom auf, denn in allen steckt ein USB-Hub. Den Verbrauch der internen Modelle können wir leider nicht angeben, da uns kein passender Messadapter zur Verfügung stand; bei den USB-Kartenlesern aber ergaben sich große Unterschiede: Während die Leser von Kingston, Lindy und SanDisk sich im Leerlauf mit weniger als 0,1 Watt begnügten, saugte der Startech-Reader rund 1,5 Watt aus der Schnittstelle – für ein Notebook ist er damit weniger geeignet.

## Sicherheit

Mancher nutzt eine SD-Karte zum Start eines Spezial-Betriebssystems, weil sie

einen Schreibschutzschalter besitzt. So lässt sich auch ein eventuell virenbefallener PC sicher untersuchen. Allerdings muss der Kartenleser die Position des Schreibschutzschalters abfragen und beachten. Hier patzte nur der interne Reader von Startech, der das Beschreiben einer schreibgeschützten SD-Karte im Slot mit dem SDXC-Aufdruck zuließ – im anderen Slot hingegen wurde die Stellung wie bei allen anderen Kartenlesern beachtet.

## Fazit

Für die Sicherung von Fotos von einer SD-Karte auf den PC eignen sich fast alle Kartenleser gut; die Geschwindigkeitsunterschiede beim Lesen und Schreiben betragen bei den UHS-II-tauglichen gerade einmal rund zehn Prozent. Auch die mit einem CF-Slot ausgestatteten Kartenleser machten eine gute Figur, alle waren sogar ein klein wenig schneller als unser Referenz-Kartenleser.





### SanDisk Extreme PRO SD UHS-II Cardreader

SanDisks kompakter SD-Kartenleser liest in diesem Test am schnellsten – zumindest normalgroße SD-Karten. Denn obwohl er noch rund einen Zentimeter länger ist als der ähnlich große Kingston-Reader, hat er keinen Slot für microSD- oder gar CF-Karten. Wie der Kingston benötigt er recht viel Platz, ein kurzes Verlängerungskabel wäre praktisch.

Der Cardreader ist zum gleichen Preis mit USB-C-Stecker erhältlich. Apple listet ihn auf seiner Website ebenfalls, allerdings mit einem Aufschlag von fast 200 Prozent gegenüber dem günstigsten Anbieter im Heise-Preisvergleich.

- ↑ hohe Geschwindigkeit
- ↑ geringe Leerlaufleistung
- ↓ nur SD-Slot



### Startech Dual-Slot SD Cardreader

Ein Card-Reader mit zwei SD-Karten-Slots – das kann praktisch sein, wenn man etwa im Urlaub von einer Karte schnell etwas auf eine andere sichern möchte. Beide Slots des Dual-Slot SD Cardreaders unterstützen UHS-II und sind einigermaßen flott – aber ein schneller microSD-Slot hätte uns besser gefallen.

Das USB-Kabel des Dual-Slot SD Cardreaders lässt sich im Gehäuse unterbringen. An der Seite des Gehäuses befindet sich zusätzlich eine Micro-USB-Buchse mit unbekannter Funktion. Probeweise haben wir versucht, darüber eine Verbindung zum PC aufzubauen – erfolglos.

- ↑ für einige Anwendungen sinnvoll
- ↓ hohe Leerlaufleistung
- ↓ verwirrende Micro-USB-Buchse



### Startech USB 3.0 multi-card Memory card reader

Der Startech USB 3.0 multi-card Memory card reader kann durchaus auch als Ersatz für die USB-Buchsen in der Frontseite eines PC-Gehäuses dienen, da er neben den Kartenslots noch eine USB-3.0-Buchse hat. Er stellt ebenfalls gleich zwei SD-Slots bereit, einer davon nimmt auch MS-Pro-Speicherkarten auf. Bei diesem hat Startech etwas gepatzt, denn der Slot beachtet den Schreibschutz einer SD-Karte nicht.

Einer der SD-Slots unterstützt laut Aufdruck UHS-II-Karten, der andere SDXC. Sowohl schnelle als auch große SD-Karten ließen sich jedoch in beiden Slots betreiben.

- ↑ zusätzliche USB-3.0-Buchse
- ↓ kein UHS-II bei microSD
- ↓ kein SD-Schreibschutz

Enttäuschend hingegen waren die Ergebnisse in den microSD-Slots: Kein einziger Kartenleser konnte mit den schnellen UHS-II-Karten umgehen, bei exakt 96 MByte/s war bei allen Schluss. Wer eine wirklich flotte microSD-Karte benötigt und diese auch fix auslesen möchte, sollte

daher besser zu einem Kit greifen: Bei Lexar und SanDisk etwa liegt ein USB-Kartenleser dabei und bei Integral und Toshiba ein UHS-II-fähiger Adapter. Erst damit können die schnellen microSD-Karten ihr Potenzial ausspielen und bis zu 270 MByte/s erreichen. (ll@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Lutz Labs, Schnell gesichert, SD-Karten und Kartenleser mit UHS-II-Interface, c't 21/2015, S. 102
- [2] Lutz Labs, Alexander Spier, Kleine Karten, groß und schnell, Schnelle microSD-Karten mit 32 und 128 GByte Kapazität, c't 25/2016, S. 110

### Kartenleser für SD, microSD, Compact Flash und Memory Stick

Modell	15-in-1 USB2/3 Media Card Reader	MobileLite G4 Reader	UHC-300 Cardreader	Extreme PRO SD UHS-II Cardreader	Dual-Slot SD Cardreader	USB 3.0 multi-card Memory card reader
Hersteller	HP	Kingston	Lindy	SanDisk	Startech	Startech
Typenbezeichnung	F4N90AA	FCR-MLG4	43163	SDDR-399-G46	2SD4FCRU3	35FCREADBU3
Anschluss	intern, auch USB 2.0	USB-A	Micro-USB 3.0 / USB-A	USB-A	USB-A	intern
<b>unterstützte Speicherkartenformate</b>						
SDXC / UHS-II	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
MicroSDXC / UHS-II	–	✓ / –	✓ / –	–	–	✓ / –
CF / Typ 2	✓ / ✓	–	✓ / –	–	–	✓ / –
Memory Stick	✓	–	✓	–	–	✓
MMC	–	–	✓	–	✓	–
Besonderheiten	–	–	–	–	USB-3.0-Buchse	zwei SD-Slots
Straßenpreis	34 €	8 €	28 €	20 €	38 €	37 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden						

# Gemeinsam lauschen

## Verstolperter Start für gemeinsame Abhörzentren der Länder

**Zwei neue Abhörzentren in Hannover und Dresden sollen schon bald für die Polizeien in jeweils fünf Bundesländern den Telefonverkehr überwachen und dazu Inhalts-, Verkehrs- und Bestandsdaten auswerten. Mit der Bündelung von Technik und Personal wollen die beteiligten Länder Millionen einsparen, doch ganz reibungslos läuft die Umsetzung der Pläne nicht.**

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Das Abhören von Telefonaten ist teuer und technisch aufwendig. In Nord- und Ostdeutschland haben sich jeweils mehrere Bundesländer zusammengetan und gemeinsame Abhörzentren ins Leben gerufen. Diese sollen als Dienstleister der Landespolizeien staatliche Abhörmaßnahmen vornehmen. Nach zehn Jahren Planung wird es nun ernst: 2019 soll das Abhörzentrum Ost der Bundesländer Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen in Dresden unter dem unscheinbaren Namen „Gemeinsames Kompetenz- und Dienstleistungszentrum“ (GKDZ) in Betrieb gehen. 2020 wollen die Küstenländer Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein nachziehen und ihr gemeinsames „Rechen- und Dienstleistungszentrum Telekommunikationsüberwachung Polizei“ (RDZ), kurz Abhörzentrum Nord, in Hannover in Betrieb nehmen. Sie sollen den Telefon- und Internetverkehr überwachen.

Verschiedene Landesämter für den Verfassungsschutz wollten sich den Abhörzentren anschließen, was bisher jedoch am verfassungsrechtlichen Gebot

der Trennung von Polizei und Geheimdiensten scheiterte. Die restlichen Bundesländer kooperieren bislang nicht miteinander, sondern organisieren das Abhören jeweils nur für sich.

### Erhoffte Millioneneinsparungen

Hauptziel der Länder ist es, Synergieeffekte zu erzielen und damit die Ausgaben zu drücken. Beim Abhörzentrum Ost geht eine immer noch als vertraulich eingestufte Wirtschaftlichkeitsberechnung von einer Einsparung von 10,7 Millionen Euro bei einem Investitionsvolumen von rund 15,8 Millionen Euro in den ersten fünf Jahren aus. Hartmut Aden von der Hochschule für Wirtschaft und Recht in Berlin zweifelt die Berechnung an. Er wies in einer öffentlichen Anhörung des Sächsischen Landtags darauf hin, dass nicht nachgewiesen sei, dass sich die geplanten Einsparungen tatsächlich realisieren ließen.

Möglicherweise sei der Aufwand für die Koordination unterschätzt worden. Details zur Finanzierung wollen die Innenministerien allerdings erst mit der Feinplanung im kommenden Jahr vorlegen.

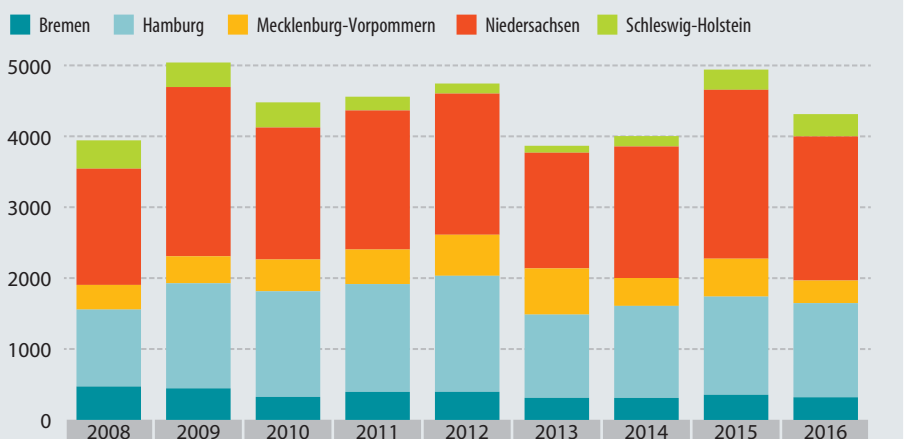
Für die erstmalige Einrichtung des Abhörzentrums Nord waren ursprünglich 18,3 Millionen Euro veranschlagt. Die Kostenschätzung erfolgte laut dem Bund Deutscher Kriminalbeamter (BDK) allerdings ausschließlich auf Basis eines Angebots der Firma Syborg. Der BDK kritisierte dieses Vorgehen als „beschaffungsrechtlich inakzeptabel“. Syborg, eine deutsche Tochterfirma des US-Unternehmens Verint, liefert die Abhörtechnik an mehrere deutsche Landeskriminalämter, unter anderem auch an das niedersächsische LKA. Der geltende Staatsvertrag verlangt nun, dass eine Obergrenze von 18,3 Mio. Euro nicht überschritten werden darf. Eine aktuelle Kostenplanung oder Ausschreibung liegt noch immer nicht vor.

### Kostensplittung nach Abhörvolumen

Obwohl die Anschaffungs- wie auch die laufenden Kosten noch unklar sind, ist die Kostenaufteilung unter den Ländern schon einmal geklärt. Wie stark die Länder das Zentrum tatsächlich in Anspruch nehmen, spielt zunächst nur im Norden eine Rolle: Dort werden 70 Prozent der finanziellen Grundversorgung anteilig nach der Anzahl der Überwachungsmaßnahmen durch das jeweilige Bundesland getragen, 30 Prozent werden zu gleichen Teilen übernommen. Im Osten soll die

## Abhörzentrum Nord

Die Zahl der Abhörmaßnahmen ist im Norden seit Jahren recht konstant. Zwischen den Ländern gibt es aber deutliche Unterschiede.



Abrechnung in einem künftigen Verwaltungsabkommen geregelt werden.

Das Abhöraufkommen schwankt von Jahr zu Jahr stark und ist von Land zu Land sehr unterschiedlich. Im Osten ist Berlin laut der Telekommunikationsüberwachungsstatistik des Bundesamts für Justiz derzeit der Spitzenreiter mit 1779 Anordnungen im Jahr 2016 – Brandenburg kommt hingegen auf nur 113 Anordnungen. Im Norden liegt Niedersachsen mit 2032 Anordnungen an der Spitze, Schleswig-Holstein bildet mit 315 das Schlusslicht. Im Jahr 2016 verzeichneten überdies alle zehn Länder in Summe einen deutlichen Rückgang der Anordnungen. In den Jahren zuvor hatte sich die Zahl in den Ländern uneinheitlich entwickelt, im Norden waren sie teilweise rückläufig gewesen.

## Noch kein Feinkonzept

Theoretisch ist der Datenschutz geklärt: Die Daten werden in den Abhörzentren für jedes Bundesland einzeln erhoben, verarbeitet und gespeichert, es erfolgt also eine strikte Mandantentrennung. Außerdem müssen die Betreiber die IT-Sicherheit gewährleisten und sicherstellen, dass die Daten nicht von Dritten abgegriffen werden können. Die technisch-organisatorischen Maßnahmen müssen dabei dem Stand der Technik entsprechen.

Wie diese Anforderungen konkret umgesetzt werden sollen, ist allerdings bisher unklar. Außer bunten Folien, moniert der thüringische Datenschutzbeauftragte Lutz Hasse, habe man bisher nichts

gesehen. Für das Abhörzentrum Ost, das immerhin schon in zwei Jahren an den Start gehen soll, wollen die Innenministerien im Laufe des nächsten Jahres eine Feinplanung vorlegen.

## Umfangreiche Mängelliste

Im Osten stehen die Staatsverträge für das GKDZ kurz vor der Verabschiedung in den Landtagen. Im Norden hingegen wurde der Vertrag für das RDZ bereits 2016 unterzeichnet. Die Frage, wie sichergestellt werden soll, dass der Betrieb geltendes Recht stets einhält, ist nicht trivial, besonders in Niedersachsen. Dort wollte man ursprünglich das Abhörsystem des Landeskriminalamts in Hannover für das RDZ einfach übernehmen. Eine datenschutzrechtliche Kontrolle machte die Pläne jedoch zunichte. Das System verstieß in 44 Einzelpunkten gegen die gesetzlichen Vorgaben, beispielsweise durch die Fernwartung durch Syborg. „Nach unserer Einschätzung lassen sich 38 Mängel nicht mehr beseitigen“, konstatierte vor Kurzem Jens Thurow, Sprecher der niedersächsischen Datenschutzbehörde.

Die Datenschützer vermissten außerdem eine Funktion für eine fristgerechte Löschung und Benachrichtigung der Betroffenen. Dies soll daran liegen, dass die Betreiberfirma auf Technik zurückgreift, die zunächst für den Einsatz im außer-europäischen Ausland entwickelt wurde, wo solche bürgerrechtlich motivierten Anforderungen nicht üblich sind.

Während die Nordländer 2016 für die Einbindung der Datenschutzaufsicht kei-

ne genauen Regeln festlegten, ist das bei den Ostländern anders: Laut dem Gesetzesentwurf, der noch von den Landtagen verabschiedet werden muss, müssen die technisch-organisatorischen Maßnahmen „auf Grundlage einer Risikoanalyse und eines Sicherheitskonzepts“ ermittelt werden, wozu eine Datenschutz-Folgenabschätzung gehört. Diese muss den Datenschutz-Aufsichtsbehörden auf Verlangen vorgelegt werden können.

## Vorgaben für den Datenschutz

Die daraufhin ausgesprochenen Empfehlungen der Aufsichtsbehörden sind dann verbindlich. Überdies müssen die Betreiber vor der Inbetriebnahme sowie später in regelmäßigen Abständen nachweisen, ob die organisatorisch-technischen Maßnahmen wirksam sind. Da dies den Vorgaben des europäischen Datenschutzrechts entspricht, das ab Mai 2018 in Kraft treten wird, werden wohl auch die Innenministerien in den Nordländern nachbessern müssen.

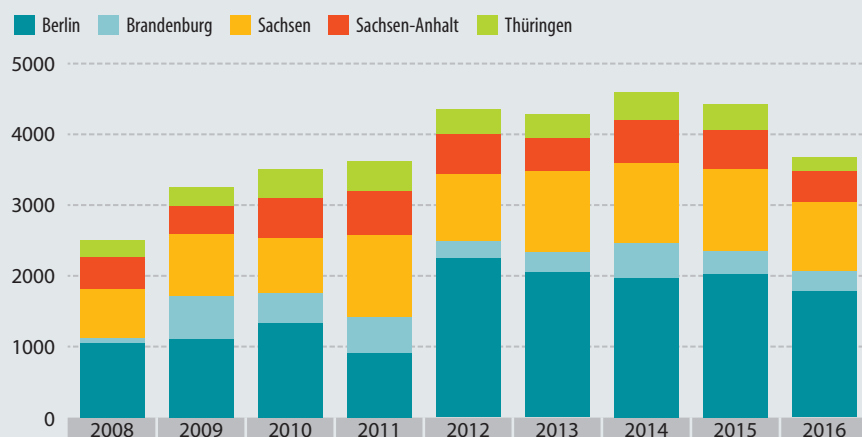
Die Datenschutzbehörden in den Ländern haben als einziges Rechtsmittel die öffentliche Beanstandung, um den Einsatz einer rechtswidrigen Software zu verhindern. Das kann sich ab Mai 2018 möglicherweise ändern: Wenn sich die Länder bei der Anpassung der Landesdatenschutzgesetze an das Bundesdatenschutzgesetz halten, könnten die Aufsichtsbehörden das Recht erhalten, Datenschutzverstöße bei Polizei und Justiz zu ahnden. In einzelnen Länderentwürfen sind sogar Bußgeldverfahren nicht gegen eine Behörde als juristische Person, wohl aber gegen Mitarbeiter öffentlicher Stellen vorgesehen.

Während die Länder sich dem Aufbau gemeinsamer Abhörzentren widmen, drängt der Bund auf eine Vereinheitlichung der polizeilichen IT-Landschaft. Wie Bundesinnenminister Thomas de Maizière auf der Innenministerkonferenz Anfang Dezember ankündigte, soll die Datenhaltung von Bund und Ländern im Projekt „Polizei 2020“ zentralisiert werden. Jeder Polizist soll „jederzeit und überall Zugriff auf die notwendigen Informationen haben, die er oder sie für die Aufgabe benötigt.“ Möglich werden soll das über ein „einheitliches IT-Haus der Polizeien“. Für die Planung dieses Projekts wird sich der Bund dann sicherlich bei den Datenschutz- und Sicherheitskonzepten der Abhörzentren der Länder bedienen.

(uma@ct.de) **ct**

## Abhörzentrum Ost

In den ostdeutschen Ländern sinkt die Zahl der Abhörmassnahmen nach einem Höhepunkt 2014 wieder. Die meisten Fälle gibt es in Berlin.



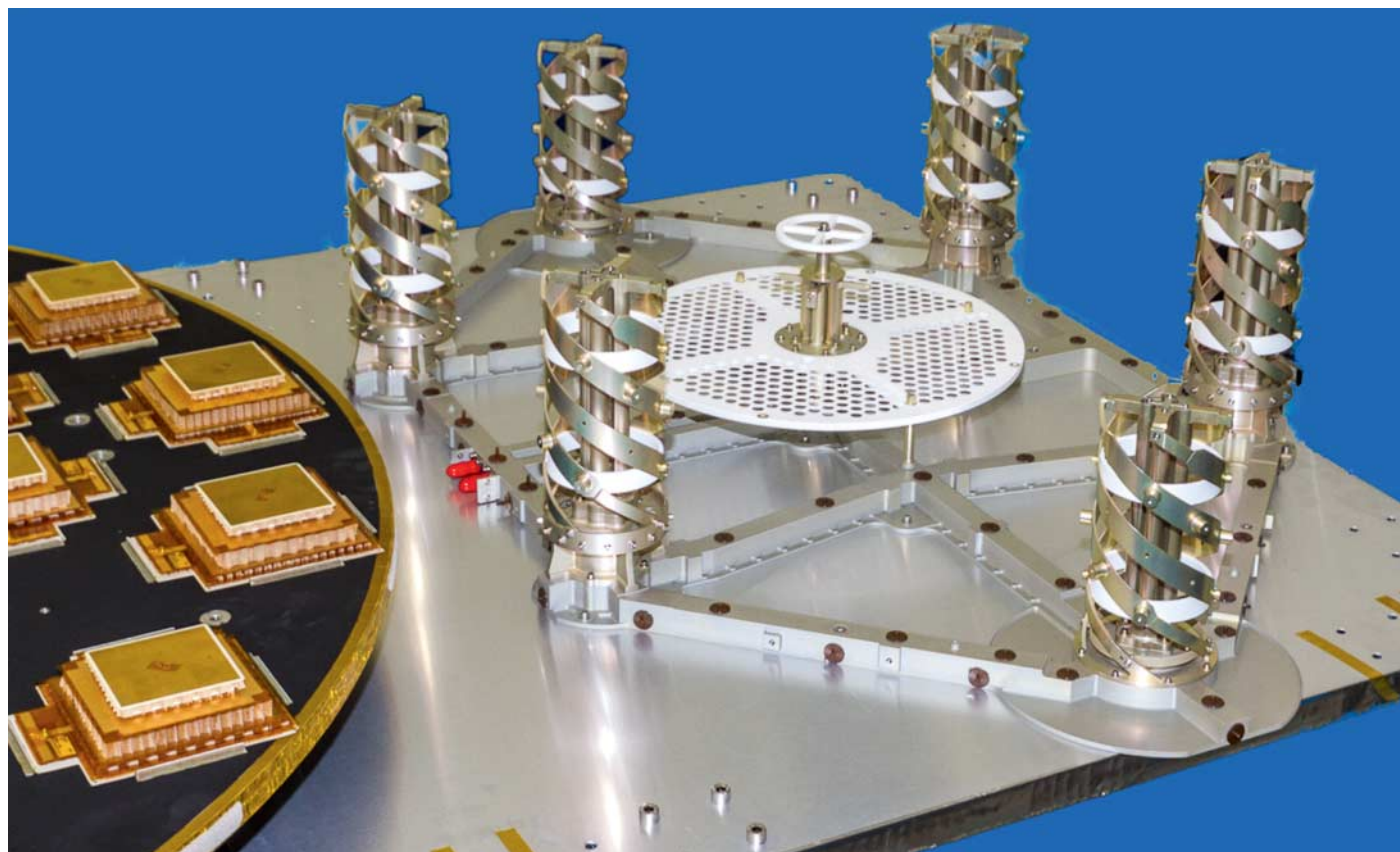


Bild: ESA

# Heul, Boje!

## So funktioniert das SAR-Rettungssystem in Galileo-Satelliten

**Das europäische Satelliten-navigationsprojekt Galileo knüpft das Netz des Search-and-Rescue-Dienstes COSPAS/SARSAT enger. So bekommen nicht nur Schiff-brüchige schneller Hilfe, sondern auch bruchgelandete Flugzeuge im Dschungel und verirrte Wüstenwanderer.**

Von Michael Link

**S**tundenlanges hektisches SOS mit der Morsetaste aus dem sinkenden Schiff – das gibt es nur noch in Filmen, in denen auch ein Eisberg und das Wort „unsinkbar“ vorkommen. Wenn heute jemand in Seenot oder in andere lebensbedrohliche

Situationen gerät, hat man dagegen gute Chancen, innerhalb weniger Minuten einen erfolgreichen Hilferuf abzusetzen.

Nur: Ob tatsächlich Hilfe unterwegs ist, erfährt der Absender des Notrufs nicht. Das soll eine Erweiterung des internationalen Rettungsdienstes COSPAS/SARSAT mit Hilfe des europäischen Navigationsdienstes Galileo ändern. Alles, was man dazu braucht, ist eine Notfunk-Bake ab 200 Euro, die darüber informiert, dass der Hilferuf empfangen wurde.

### Das COSPAS/SARSAT-System

COSPAS/SARSAT findet die Position von Notrufsendern mit Hilfe von Satelliten. Personalisierte schwimmfähige Funkbojen (Personal Locator Beacons, PLB) und deren Äquivalente für Flugzeuge (ELT) und Schiffe (EPIRB) senden nach ihrer Aktivierung wenigstens einen Tag

lang Funksignale auf der Notfunkfrequenz 406 Megahertz. Satelliten, die Notrufsender überfliegen, empfangen ihre Signale, setzen sie mit einem Transponder auf eine andere Frequenz um und leiten sie an eine Bodenstation weiter, das Local User Terminal (LUT). Aus Signalstärken, Dopplerverschiebungen und Laufzeitberechnungen ermitteln sie die Position auf einige Kilometer genau und übermitteln die Daten an das Mission Control Center (MCC). Das wiederum verständigt die örtlich zuständige Rettungsleitstelle (RCC), die Schiffe, Hubschrauber und Suchtrupps losschickt und die Angehörigen oder Kontaktpersonen benachrichtigt.

Das Notrufsystem ist auch dort nutzbar, wo es keinen Mobilfunkempfang gibt. Da der wiederum in Deutschland kein großes Problem darstellt und für gewöhnlich darüber ein Notruf abgesetzt werden



kann, sind persönliche Notrufbaken (PLB) hier nicht verbreitet. Die Bundesnetzagentur registriert PLBs nur zusammen mit einer Schiffskenntung, Hobbypiloten weichen meistens auf eine Registrierung im Ausland aus. Ende 2015 waren weltweit rund 2 Millionen Baken verkauft.

Notrufsysteme auf Grundlage von Satelliten entwickelten schlaue Köpfe in Ost und West bereits in den siebziger Jahren. Beim Orten von Notfunkbaken von der Erdoberfläche aus war man nämlich nur wenig erfolgreicher als Eichhörnchen beim Wiederfinden ihrer versteckten Nüsse. Es entstanden die beiden sehr ähnlichen Konzepte COSPAS im Ostblock und SARSAT im Westen. Mitten im Kalten Krieg wuchsen beide Systeme zusammen. Schon 1982 startete der erste gemeinsam genutzte Satellit. Insgesamt hat man dank der Technik schon 41.750 Menschen aus 11.788 Notsituationen retten können, etwas mehr als die Hälfte waren Seenotfälle.

Ende 2017 sind fünf COSPAS/SARSAT-Satelliten (NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, Metop-A und Metop-B) auf niedrigen Umlaufbahnen unterwegs. Die sogenannten LEOSAR-Satelliten fliegen relativ schnell und brauchen je etwa 100 Minuten für einen Umlauf um die Erde. Das „L“ steht dabei für Low, also eine niedrige Umlaufbahn. Ergänzt werden sie durch fünf Satelliten auf einer geostationären Bahn (GEOSAR), im Einzelnen sind das die Satelliten GOES-13, GOES-15, INSAT-3D, MSG-2 und MSG-3.

## Peilen geht schneller

Geostationäre Satelliten können den Dopplereffekt zur Ortung nicht nutzen. Weil sie scheinbar über der Erdoberfläche stillstehen, ändert sich ihre Entfernung zu einer Notrufbake nicht. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, Daten von empfangenen LEOSAR-Satelliten sowie von den Notrufsendern selbst an die Bodenstationen weiterzuleiten.

Viele Notrufbaken senden nämlich seit ihrer zweiten Gerätegeneration Positionsdaten, die sie mit einem eingebauten GPS-Empfänger bestimmen. Warum also reichen nicht einfach alle Satelliten diese Positionsdaten an die Rettungsstellen weiter, statt die Sender umständlich selbst durch Peilen zu lokalisieren?

Die Antwort: Peilen geht schneller. Denn GPS-Empfänger ohne frische Almanach-Daten brauchen zur Ortsbestimmung gut und gern fünf bis zehn Minuten.

Das Aufsnappen und Orten ihres Notsignals ist für die Satelliten hingegen Sekundensache. Die Retter sparen somit Zeit. Auch wenn die ermittelte Position zuerst nur auf einige Kilometer genau ist, macht das nichts: Im Nahbereich können sie sich über ein weiteres Funksignal des Notsenders auf 121,5 Megahertz zum Ziel leiten lassen. Das nennt man Signal Homing. Vielleicht liefert der GPS-Empfänger in der Bake bis dahin aber auch selbst eine genaue Position.

## Zuwachs für COSPAS/SARSAT

Die fünf LEOSAR-Satelliten des Systems haben Ende 2016 Verstärkung bekommen. Die neue Generation der Navigationssatelliten von GPS, Glonass und Galileo hat ebenfalls Antennen und Umsetzer für das Notrufsystem. Sie werden wegen ihres mittelhohen Orbits als MEOSAR bezeichnet, funktionieren aber grundsätzlich genauso wie eingangs beschrieben. Erste Versuche dazu gab es bereits 2013.

MEOSAR-Satelliten haben einige Vorteile; der größte ist schlicht ihre Zahl. Stand Dezember sind 26 Satelliten mit grundlegenden Notfunkfähigkeiten ausgestattet und weitere zehn sind komplett in Betrieb. Insgesamt sollen es rund 70 Navigationssatelliten werden. Schon jetzt befindet man sich ständig im Empfangsbereich mehrerer Satelliten. Das verbessert die Ortungsmöglichkeiten für die Bodenstationen stark, zumal sie nicht mehr auf die zeitlich kurzen Empfangsfenster der LEOSAR-Satelliten angewiesen sind.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch ihre Bahnen. MEOSAR-Satelliten fliegen auf Bahnen zwischen 19.000 und 24.000 Kilometern und damit höher als die LEOSAR-Umlaufkörper (1000 Kilometer) und damit ist auch ihr Empfangsbereich größer.

## Die Prise Galileo

Ende 2017 hatten 16 Galileo-Satelliten Notfunk-Antennen und Transponder für das COSPAS/SARSAT-System an Bord. 2018 sollen noch weitere acht hinzukommen. Das Besondere daran ist der Return-Link-Service. In einer ersten Phase soll er den über die eindeutige Geräteadresse identifizierbaren Absender des Notrufs informieren, wenn ein Satellit den Ruf empfangen hat und die Bodenstation die Position gefunden hat. Bei der betroffenen Notrufbake leuchtet nach dem Empfang eine LED auf. Das Signal sollen im nächsten Jahr, spätestens aber bis 2019 alle Galileos senden können. In einem späteren Schritt soll eine Quittungsnachricht melden, wenn die Rettungsleitstelle informiert wurde.

Die Quittungsnachricht wird dabei huckepack auf das übliche Datensignal auf dem L1-Band (1575 Megahertz) gepackt, das Navigationsgeräte auch zum Berechnen der Position nutzen. Dazu wurde der internationale Standard für NMEA-Nachrichten (National Marine Electronics Association) um den IEC-61162-1 NMEA-Satz erweitert. Prinzipiell kann also jeder Satellitennavigations-Chip diese Quittungssignale empfangen. Denkbar wäre also auch eine Scanner-App, die zeigt, wo gerade Notsignale bestätigt wurden. Prima für Piraten und Schatzsucher.



Es gibt eine Vielzahl von Notrufbaken für Skipper, Wanderer und andere Verwendungszwecke ab 200 Euro aufwärts.



MEOLUT-Stationen wie hier in Maspalomas fangen die Signale der Satelliten auf, welche die Notrufbaken überfliegen haben.

Neue Notrufsender braucht man für den Empfang der Quittungen nicht, sofern man einen aus der zweiten Generation gekauft hat, der überdies auch die zuvor beschriebenen Ortsbestimmungsfunktionen mitbringt.

### Leise Signale, große Ohren

Bei der ESTEC, dem technischen Herzen der europäischen Raumfahrt-Entwicklung, untersuchten Ingenieure die Ortungskünste des Systems [1] mit ihren eigenen Bodenstationen (MEOLUT) in

Maspalomas (Kanaren), Larnaca (Zypern) sowie Spitzbergen (Norwegen).

Nach den COSPAS/SARSAT-Spezifikationen muss eine Notrufbake innerhalb von drei Sekunden nach der Aktivierung ein Notrufsignal ausstrahlen. Während der ersten 30 Sekunden soll die Bake mit erhöhter Sendeleistung arbeiten, danach für mindestens 24 Stunden weiter mit fünf Watt.

Zuerst senden die Baken einen Impuls von 250 Millisekunden Länge, der dann alle ungefähr 50 Sekunden wieder-

holt wird. Unregelmäßig deshalb, damit sich nicht zwei Baken durch einen gleichen Rhythmus stören.

Die Untersuchungen der ESTEC ergaben, dass schon der erste Signal-Burst in 99 Prozent der Fälle komplett von den Satelliten empfangen und an die Bodenstationen weitergeleitet werden konnte. Die Ortung gelang dabei in mehr als dreiviertel der Fälle sofort. Nach insgesamt zehn Bursts (rund acht Minuten) wurden 98 Prozent der Notrufbaken mit 95-prozentiger Genauigkeit auf fünf Kilometer genau lokalisiert, 80 Prozent sogar auf zwei Kilometer genau.

### Ausblick

Persönliche Notrufsender sind eine günstige Möglichkeit für Skipper, Hobby-piloten sowie für Weltenbummler und Taucher, im Notfall Hilfe herbeizuholen. Die neuen Möglichkeiten, dafür Quittungssignale empfangen zu können, dürfte sicher manchen helfen, die Hoffnung nicht zu verlieren. (mil@ct.de) **ct**

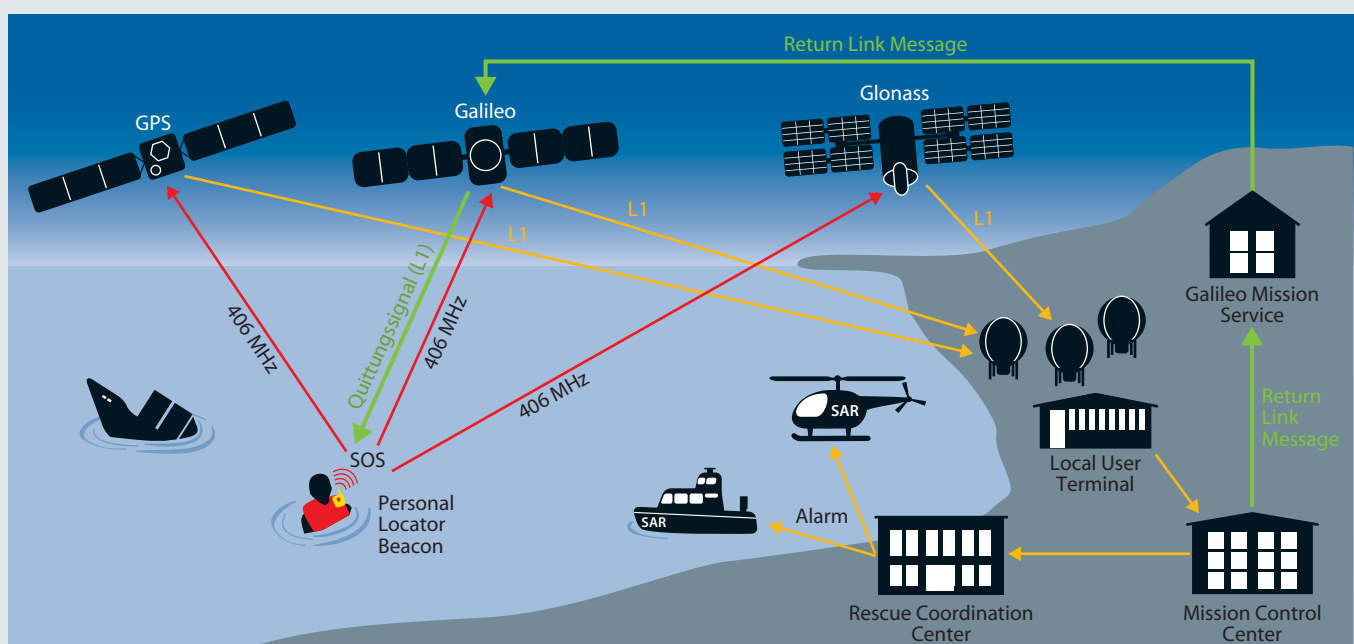
### Literatur

[1] Michael Link, Hoch damit, Was in der Brutstätte für Galileo passiert, c't 26/2017, S. 62

## COSPAS/SARSAT-System mit Galileo

So läuft eine Rettung ab: Ein Notruf (rot) auf 406 Megahertz wird von einem oder mehreren Satelliten aufgefangen. Diese setzen das Signal auf 1544 Megahertz um und senden es an Local User Terminals (LUT) am Boden (gelb), das die Position bestimmt. Ein Mission Control Center leitet die

Daten an die örtlich zuständige Rettungsleitstelle weiter. Über den Galileo Mission Service lässt sich mit dem herkömmlichen L1-Signal huckepack eine Quittung versenden (grün). Die Notrufbake (Personal Locator Beacon) erhält somit ein Signal, dass der Notruf empfangen wurde.



Anzeige

# Server-Umleitung

## Heimserver hinter DS-Lite oder CG-NAT erreichbar machen

**Hat Ihr Internetanschluss keine öffentliche IP-Adresse, dann sind Dienste im LAN von außen nur mit externen Hilfsmitteln nutzbar. Dazu genügen schon ein günstiger virtueller Root-Server und die SSH-Option Remote Forwarding – auch wenn man ausfallbedingt vorübergehend vom VDSL auf LTE-Internet wechseln muss.**

Von Ernst Ahlers

Bei Providern, die Carrier-Grade-NAT oder DS-Lite für ihre Anschlüsse einsetzen, bekommen Router keine öffentliche IPv4-Adresse. Nutzer von Internet per Mobilfunk oder TV-Kabel kennen das. Sogar wenn der Router die Funktion bietet, können sie deshalb interne Dienste wie einen eigenen Cloud-Server über das alte, aber noch weit verbreitete IPv4-Protokoll nicht einfach per Portweiterleitung (Port Forwarding) erreichbar machen.

Falls Provider und Router es anbieten, könnte das Port Control Protocol (PCP) helfen. Aber dabei hat man keine Kontrolle über die öffentliche Portnummer, die etwa für einen Webserver stets 80 beziehungsweise 443 lauten sollte.

In dieser Situation braucht man andere Forwarding-Lösungen, etwa IP-VPN oder VPN-Tunnel. Die gibt es zwar bei Anbietern wie feste-ip.net für kleines Geld, längerfristig gerechnet typischerweise um die 5 Euro pro Monat.

Für die Summe sind aber hier und da auch schon virtuelle Linux-Root-Server mit festen IP-Adressen zu haben, beispielsweise bei nbiserv.de, Strato oder server4you.de. Dort lässt sich nicht nur das Forwarding mit ein paar Handgriffen aufsetzen, sondern bei Bedarf noch einiges mehr. Wie man den SSH-Tunnel vom Heimserver aus aufbaut, folgt weiter unten.

### Root-Server präparieren

Der SSH-Daemon ist auf allen Hosts in der Regel ab Werk so konfiguriert, dass kritische Optionen wie direkter Login als Root oder Remote Forwarding gesperrt sind. Das lässt sich mit folgenden Einträgen in seiner Konfigurationsdatei, typischerweise `/etc/ssh/sshd_config`, ändern:

```
PermitRootLogin without-password
GatewayPorts yes
ClientAliveInterval 10
ClientAliveCountMax 3
```

Nur root darf privilegierte Ports (< 1024) abfangen und weiterleiten, also beispielsweise jene für HTTP (80) und HTTPS (443). Deshalb gibt die `PermitRootLogin`-Zeile vor, dass sich der Heimserver als root zwar per Schlüssel (Public/Private Key) verbinden darf, aber nicht per Passwort. `GatewayPorts yes` schaltet die Remote-Weiterleitung global ein.

Die `ClientAlive`-Parameter sorgen dafür, dass der Daemon SSH-Verbindungen überwacht und zügig – hier nach spätestens  $3 \times 10$  Sekunden – verwirft, wenn sie etwa wegen eines IP-Adresswechsels auf der Client-Seite abreißen. Versucht der Client von sich aus früher den Neuaufbau, scheitert das Remote Forwarding,

weil die Ports durch die alte Verbindung noch belegt sind.

### Schlüsselgenerierung

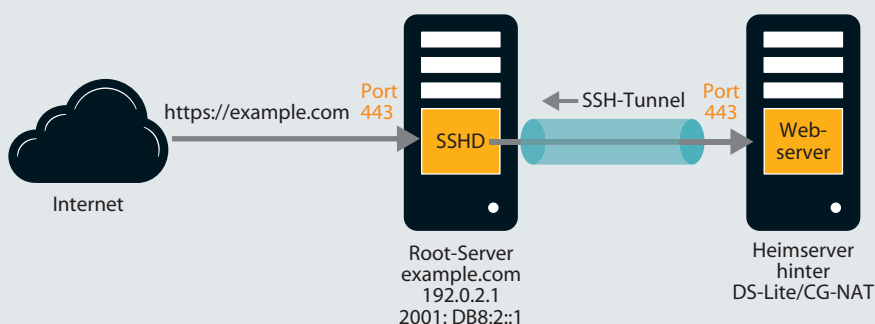
Das fürs Root-Login nötige Schlüsselpaar erzeugen Sie auf dem Root-Server als User root mit `ssh-keygen -t ed25519 -N "" -f .ssh/example-root`. Die in `.ssh` entstandene Datei `example-root.pub` benennen Sie dort um in `authorized_keys` und setzen die Berechtigungen mit `chmod 600 authorized_keys`. Die vorgeschlagene Schlüsselverifikation mit ed25519 (Elliptic Curve 25519) beherrschen ältere SSH-Versionen möglicherweise nicht. Hier ist ein Update angeraten.

`.ssh/example-root` ist der private SSH-Schlüssel für root. Die Datei holen Sie auf einem sicheren Weg auf Ihren Heimserver ins Heimverzeichnis nach `.ssh` und setzen Ihre Berechtigungen mit `chmod 600 .ssh/example-root`.

Schalten Sie anschließend den Shell-Zugang für root sicherheitshalber ab, was die Root-Server-Vorbereitung abschließt. Das geht am einfachsten, indem Sie in `authorized_keys` am Anfang der Schlüsselzeile `command="/bin/false"` einfügen. Interaktive Login-Versuche brechen dann ab, weil root nicht mehr die Standard-Shell bekommt.

## Server-Umleitung mit SSH

Mit Remote Forwarding reicht ein SSH-Daemon Anfragen aus dem Internet an den Rechner weiter, der die SSH-Verbindung aufgebaut hat.





Achten Sie darauf, dass Ihnen der private Schlüssel nicht abhanden kommt, denn er würde dem „Finder“ noch ermöglichen, Ihren Server als Proxy zu missbrauchen. Haben Sie auch nur den leisesten Verdacht, dass der Schlüssel entflochten ist, dann erzeugen und installieren Sie umgehend ein neues Dateipaar.

## SSH ohne Shell

Um Dienste über den Root-Server als Proxy extern erreichbar zu machen, baut man vom Heimserver aus eine SSH-Verbindung mit Remote Forwarding auf. Die `ssh`-Kommandozeilenoption dafür sieht so aus:

```
-R 443:localhost:443
```

Links steht die Portnummer, auf der der SSH-Daemon auf dem Root-Server auf Verbindungen lauschen soll. Diese reicht der Daemon an den rechts genannten Port auf das in der Mitte genannte Ziel weiter. `localhost` bezeichnet hier den Heimserver, der die SSH-Verbindung aufbaut. Es könnte aber auch ein anderer Host im internen Netz sein. Für mehrere weiterzuleitende Dienste wiederholt man den Parameter `-R` mit anderen Portnummern.

Weil das Forwarding keine Shell braucht, schalten Sie diese Funktion mit `-N` schlicht ab, sodass der ganze Aufruf dann etwa so aussieht:

```
ssh -R 80:localhost:80 ↵
    -R 443:localhost:443 ↵
    -R 42022:localhost:22 ↵
    -i ~/.ssh/example-root ↵
    -N root@example.com
```

Neben HTTP und HTTPS reicht man auch den SSH-Zugang des Heimservers nach außen weiter. Das muss auf einen separaten Port geschehen, hier 42022, weil der SSH-Standardport 22 ja vom Root-Server selbst belegt ist.

## Eingepackt

Den SSH-Aufruf packt man in ein kleines Shell-Skript (siehe Listing), das die Verbindung automatisch neu aufbaut, wenn sie einmal abreißt. Hier kommen weitere SSH-Parameter ins Spiel: Ähnlich wie der SSH-Server überwacht auch der Client mittels `-o ServerAliveInterval=12` die SSH-Verbindung, jedoch mit einem etwas längeren Intervall. Dadurch gibt der SSH-Daemon auf dem Root-Server als Erster auf. So sind die weiterzuleitenden Ports wieder frei, wenn der SSH-Client auf dem

**Eine kurze sleep-Pause im SSH-Forwarding-Skript vermeidet nach einem Verbindungsabbriss, dass die Provider-Firewall wegen zu häufiger Anfragen die Schotten dicht macht.**

```
#!/bin/bash
while true
do
    ssh -N -R 80:localhost:80 -R 443:localhost:443 ↵
        -R 42022:localhost:22 -i ~/.ssh/example-root ↵
        -o ServerAliveInterval=10 -o ServerAliveCountMax=3 ↵
        -o ExitOnForwardFailure=yes root@example.com
    sleep 1
done
```

Heimserver seinen nächsten Verbindungsaufbau startet.

Der Parameter `-o ExitOnForwardFailure=yes` bewirkt, dass der SSH-Client aufgibt, wenn er nicht die gewünschten Portweiterleitungen gewährt bekommt. Eine kurze Pause (`sleep 1`) in der Schleife senkt das Risiko, dass eine beim Server-Betreiber laufende System-Firewall wegen zu häufiger Verbindungsversuche blockiert.

Soll das Skript nicht als Service ins System eingebaut, sondern von Hand gestartet werden, geschieht das geschickterweise über eine in einem Terminal-Multiplexer wie `screen` oder `tmux` [1] aufgerufene Shell. Die läuft im Hintergrund weiter, wenn man sich vom System abmeldet. Sie lässt sich später auch remote öffnen, um das Skript zu stoppen oder neu zu starten.

## Automatisiertes SSH

Mit dem optionalen, unter den meisten Linux-Distributionen über die Paketverwaltung installierbaren Tool `autossh` braucht man auf dem Heimserver kein Shell-Skript: `autossh` baut abgebrochene SSH-Verbindungen automatisch wieder auf. Es versteht die Kommandozeilenparameter von `ssh` und reicht sie schlicht durch. So genügt für das Remote-Port-Forwarding ein länglicher Einzeiler in der Shell:

```
autossh -M 0 -R 80:localhost:80 ↵
    -R 443:localhost:443 ↵
    -R 42022:localhost:22 ↵
    -i ~/.ssh/example-root ↵
    -o ServerAliveInterval=12 ↵
    -o ServerAliveCountMax=3 ↵
    -N root@example.com
```

`autossh` kann die SSH-Verbindung selbsttätig überwachen, doch das ist hier unnötig, weswegen diese Funktion mit `-M 0` abgeschaltet bleibt. Wenn das Forwarding nach einem Neustart des Servers automatisch wieder anlaufen soll, lässt sich au-

`tossh` auch als Systemdienst einrichten (siehe [ct.de/y14q](http://ct.de/y14q)).

## Nebenwirkungen

Über den Root-Server als Proxy und den SSH-Tunnel steigt die Latenz beim Verbindungsaufbau. Wir verglichen von einem gut angebundenen Host aus die Reaktionsgeschwindigkeit eines Apache-Webserver in drei Situationen: erstens im regulären Betrieb direkt an einem VDSL-Anschluss (100/40 MBit/s), zweitens über den Proxy, wenn der Webserver am selben Anschluss lief, und drittens über den Proxy mit einem LTE-Mobilfunk-Uplink.

Der Benchmark mit `httping -i 1 -c 100 example.com` ergab für den HTTP-Verbindungsaufbau direkt am VDSL100 gemittelt 90 Millisekunden. Dabei trieben drei Ausreißer im Sekundenbereich den sonst knapp unter 30 ms liegenden Wert stark hoch.

Über den Root-Server waren es gemittelt 216 Millisekunden, wobei auch wieder ein paar Ausreißer den sonst um die 140 ms pendelnden Wert steigerten. Lief die SSH-Verbindung über einen LTE-Uplink, war die Latenz noch ein Quäntchen höher: Der Mittelwert lag nun bei 262 ms, Minimum und Maximum bei 154 beziehungsweise 1200 ms.

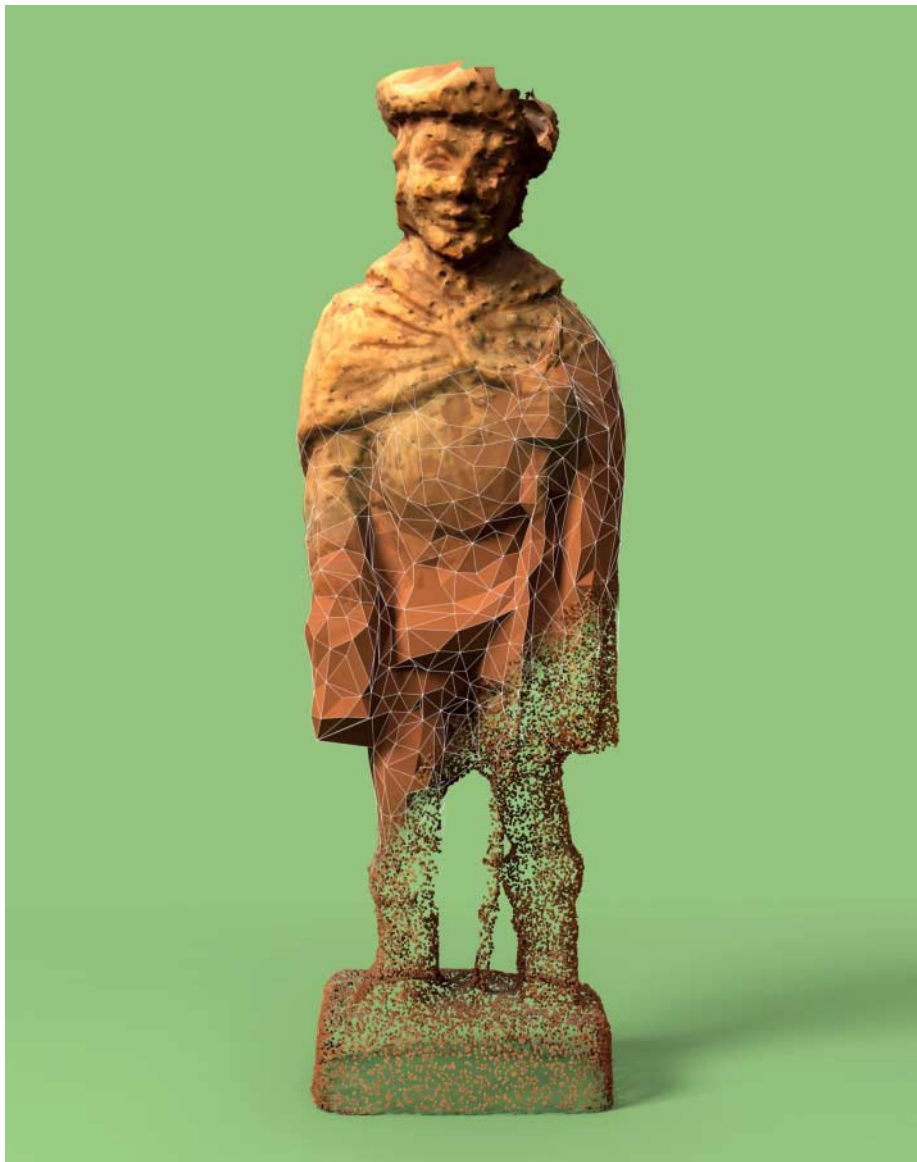
Wer Webanwendungen wie einen eigenen Cloud-Server betreibt, sollte sich also nicht über eine etwas zähere Reaktion wundern, aber immerhin klappt es.

Ein angenehmer Nebeneffekt: Falls der Internet-Provider kein IPv6 liefert, aber der Root-Server eine feste IPv6-Adresse hat, dann wird der Heimserver über den SSH-Tunnel auch per IPv6 im Internet erreichbar. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Mehrfachbetrieb, Kommandozeilen-Komfort mit dem Unix-Tool Tmux, c't 21/2016, S. 168

**Tunneln mit autossh:** [ct.de/y14q](http://ct.de/y14q)



# Räumlich abgepaust

## 3D-Scans mit 3DF Zephyr

**Fotografieren, dann modellieren: Mit der Photogrammetrie-Software 3DF Zephyr wandeln Sie am Computer 2D-Fotos in spektakuläre 3D-Modelle um, die Sie auf der 3D-Internet-Plattform Sketchfab veröffentlichen können.**

Von Matthias Mett

**O**b beim Daddeln mit der Spielekonsole oder beim Surfen im Internet – eingescannten 3D-Objekten begegnet man in virtuellen Welten auf Schritt und Tritt. Das hat seinen Grund: Oftmals ist es für Entwickler einfacher, Objekte aus der analogen Welt zu scannen und anhand der Scans Figuren, Häuser & Co. digital zu modellieren, statt sie von Grund auf neu in einem 3D-Programm zu konstruieren.

### Photogrammetrie

Das, was Profis mit teuren Scannern und professioneller Studioarbeit machen, gelingt im abgespeckten Rahmen und etwas Vorarbeit auch in den eigenen vier Wänden. Dafür brauchen Sie nicht viel mehr als einen Computer, eine Digitalkamera und das Photogrammetrie-Programm 3DF Zephyr. Das gibt es in vier Versionen. Für erste Experimente genügt die kostenlose Free-Variante, die Sie von Steam oder der Entwickler-Homepage herunterladen können.

Die kostenlose Version setzt Modelle aus maximal 50 Bildern zusammen. Das reicht für den Einstieg in die Welt des 3D-Scans vollkommen aus. Bei der nächsthöheren Lite-Version liegt die Begrenzung bei 500 Bildern, wobei diese noch weitere Funktionen mitbringt. Sie kostet 149 US-Dollar. Für Profis gibt es weitere Programmversionen. Alle Versionen der Software nutzen zur schnelleren Verarbeitung Befehlssatzerweiterungen des Prozessors oder auch direkt die GPU von Nvidia-Grafikkarten.

Das von 3DF Zephyr verwendete Verfahren bezeichnet man als Photogrammetrie. Dabei errechnet die Software aus mehreren Fotos Punkte im dreidimensionalen Raum. Die Punkte ergeben in der Summe Punktwolken, welche 3DF Zephyr im Anschluss erst mit einem Dreiecksgitter, dem Mesh, und anschließend mit einer Textur überzieht. So erhalten Sie am Ende ein detailliertes 3D-Objekt, das Sie auf die 3D-Internet-Plattformen Sketchfab hochladen können.

### Objektfotografie

Die Grundlage des Projekts bilden herkömmliche Fotos. Für das bestmögliche Ergebnis sollten Sie die maximal möglichen 50 Fotos der Free-Version ausreizen. Die Fotos vom Objekt müssen sich überlappen – nur dann kann die Software aus den Fotos später ein geschlossenes 3D-Modell berechnen. Umrunden Sie kleine und mittelgroße Objekte mit der Kamera und nehmen Sie in regelmäßigen Abständen und aus verschiedenen Winkeln Fotos auf – nicht nur seitlich, sondern auch von oben. Alternativ bewegen Sie das Objekt Stück für Stück auf einem Drehteller. Fotografieren Sie kleine Objekte im Fotostudio vor einem einfarbigen Hintergrund, von dem sich das Objekt gut abhebt. Das erleichtert später das Freistellen.

Ein Stativ hilft, die Kamera in festen Positionen zu halten und bei längeren Be-

lichtungszeiten Verwacklern vorzubeugen. Generell gilt, dass die zu fotografierenden Objekte keine glatten oder spiegelnden Oberflächen haben und nicht durchsichtig sein sollten. Objekte mit rauen Oberflächen und klaren Details eignen sich am besten für die 3D-Umwandlung.

## Möglichst scharf

Grundsätzlich unterstützt 3DF Zephyr Bilder von der professionellen Spiegelreflexkamera bis hin zur Handykamera – solange man den Autofokus ausstellen kann, da dieser zu wenig Schärfentiefe liefert. Denn damit erstellte Fotos kann die Software nur schwer verarbeiten. Inzwischen bringen viele Smartphones im Kamera-Menü einen „Pro“-Modus mit, der manuelles Fokussieren ermöglicht. Justieren Sie den Fokus so, dass dieser das Objekt möglichst gleichmäßig scharfstellt und keine Details, etwa die Nase einer Büste, hervorhebt. Der Entwickler empfiehlt zudem einen Blendenwert von  $f/8$  bis  $f/16$ , was hohe Schärfentiefe bewirkt. Außerdem sollte man mit möglichst niedrigen ISO-Werten arbeiten, um Bildrauschen zu verhindern. Zu guter Letzt sorgen Sie für eine gleichmäßige Ausleuchtung des Objekts. Schatten können bei der Verarbeitung eines 3D-Objektes dazu führen, dass 3DF Zephyr die dunklen Bereiche bei der Punktwolkenberechnung nicht berücksichtigt. Weitere Hinweise zu den optimalen Fotoeinstellungen gibt der Hersteller

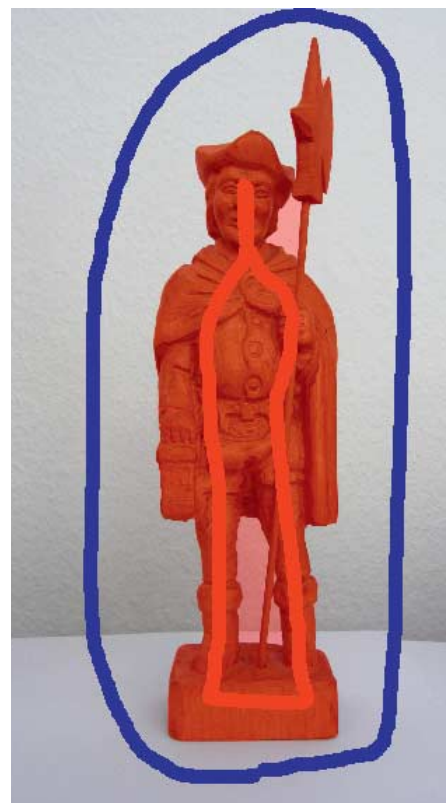
auf seiner Homepage im 3DF Zephyr Photography Guide.

Für ein optimales Ergebnis stellen Sie die Objekte vom Hintergrund frei – sonst bezieht die Software den Hintergrund in ihre Berechnungen mit ein. So könnten sich etwa Wolken in einem weißen Rand um das 3D-Objekt ungewollt bemerkbar machen. Zum Freistellen bringt 3DF Zephyr das Programm Masquerade mit. Sie finden es in der Werkzeugleiste unter „Utilities/Masquerade“. Alternativ läuft das Werkzeug auch eigenständig. Als Freistellen-Werkzeug außerhalb der 3DF-Welt taugt Masquerade in der Free-Version trotzdem nicht, da es freigestellte Fotos ausschließlich im nativen Zephyr-Format \*.BIM abspeichert.

## Freistellen

Öffnen Sie in Masquerade die von Ihnen erstellten Fotos und markieren das freizustellende Objekt auf dem ersten Foto grob mit dem roten Pinsel. Anschließend markieren Sie den Hintergrund mit dem blauen Pinsel, indem sie das Objekt damit umrunden. Nach dem Schließen des Kreises füllt das Programm das rot markierte Objekt vollständig aus. Falls der rote Bereich einen Objektrand überragt, können Sie mit dem blauen Pinsel den Überhang zu rechtstutzen, indem sie in der Nähe der Kontur eine weitere Linie zeichnen.

Beim Freistellen von vielen Fotos hilft eine Automatik. Nachdem sie das erste Foto freigestellt haben, wählen Sie in der

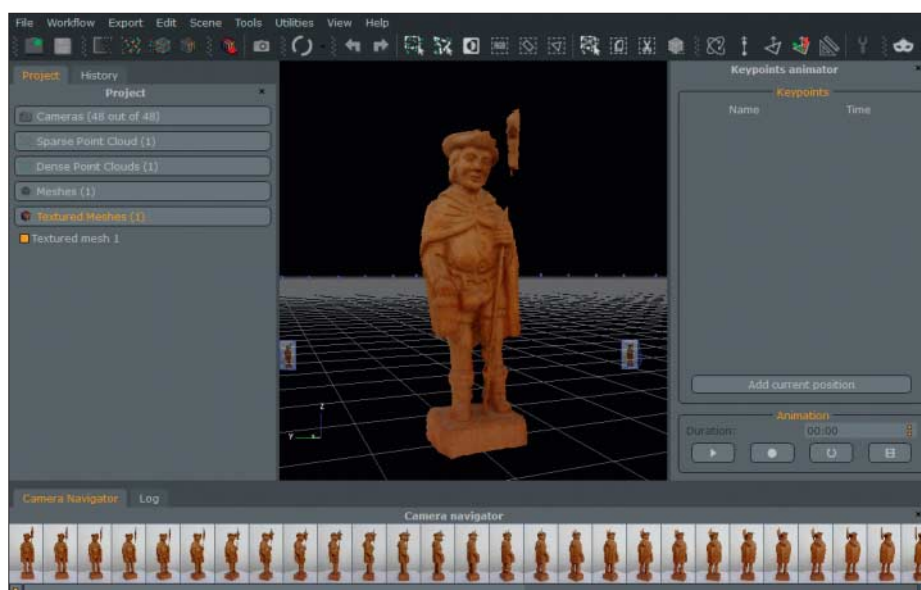


**3DF Zephyr bringt das Freistellen-Werkzeug Masquerade mit. Mit wenigen Pinselstrichen lösen Sie damit das Objekt vom Hintergrund.**

Werkzeugleiste unter „Tools“ den Menüpunkt „Automatic Computation“. Jetzt stellt das Programm den Hintergrund Foto für Foto auf Grundlage der ersten manuell erstellten Markierung frei. Die Automatik arbeitet zwar recht zuverlässig, jedoch sollten Sie die freigestellten Fotos vor den nächsten Arbeitsschritten kontrollieren und eventuell Markierungen anpassen, indem sie mit dem roten und blauen Pinsel den Bereich vergrößern oder verkleinern.

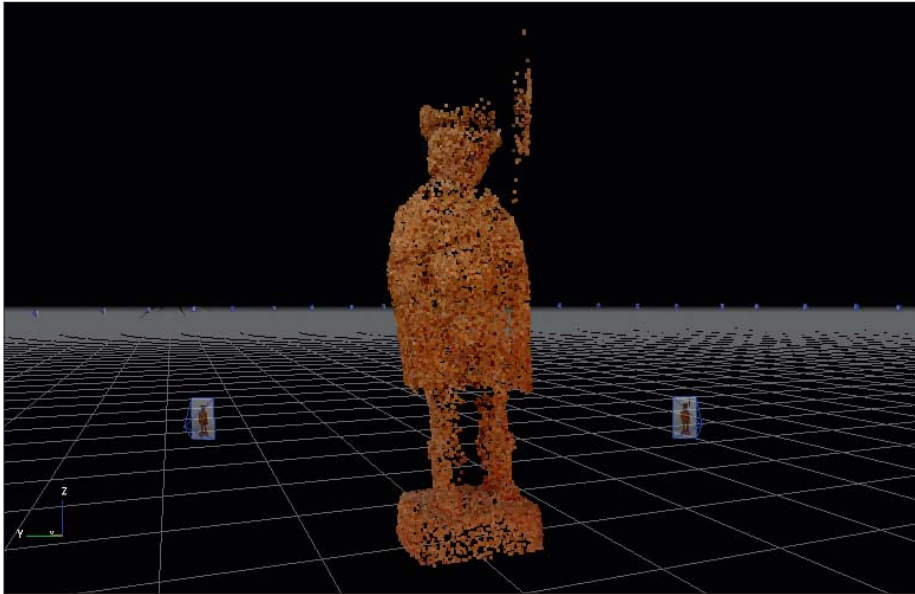
Legen Sie anschließend in 3DF Zephyr unter dem Menüeintrag „Workflow“ ein neues Projekt an. Unter „Advanced Options“ können Sie weitere Einstellungen vornehmen. Falls Sie, wie in unserem Beispiel, ein Objekt mit vorhandenen Freistellungen auswählen wollen, haken Sie die Option „Mask Images“ an.

Wählen Sie im nächsten Schritt alle Fotos aus, die die Software verarbeiten soll. Fortgeschrittene Nutzer optimieren auf der Folgeseite die Kalibrierung der Kamera, was für den Anfang aber nicht vonnöten ist. Im Assistenten stellen Sie die Kameraorientierung ein. Bei vielen Objekten



**Die Oberfläche von 3DF Zephyr ist klar strukturiert: Oben befindet sich die Werkzeugleiste, in der Mitte das Modell und unten die Leiste mit Fotos, aus denen es errechnet wurde.**





Zu Beginn berechnet die Software zunächst eine grobe Punktwolke. Daraus entsteht später ein vollständiges 3D-Modell.

ist die Standardeinstellung „Close Range“ eine gute Wahl; außerdem stehen noch die Voreinstellungen „Aerial“ für Luftbilder, „Human Body“ für Körper und „Urban“ für Architektur zur Verfügung. Unter „Presets“ stellen Sie die Komplexität der Berechnung ein, die vor allem Auswirkungen auf die Rechenzeit hat – für einen ersten Versuch können Sie die Voreinstellung auf „Default“ belassen. Klicken Sie auf „Run“ und der erste Schritt auf dem Weg zur 3D-Rekonstruktion startet, indem 3DF Zephyr eine erste, recht dünne Punktwolke berechnet. Dieser Vorgang kann je nach Hardware und Komplexität des Projekts mehrere Minuten dauern.

### Spärliche Punktwolke

Nach der Berechnung listet die Software auf, welche Fotos für die Rekonstruktion verwendet wurden und welche nicht. Falls die Software Bilder verwirft, können Sie anhand der errechneten „Sparse Point Cloud“ entscheiden, ob sich eine weitere Verarbeitung der nicht verworfenen Bilder lohnt. Aber selbst mit wenigen Datenpunkten erhalten Sie bereits einen ersten Eindruck des 3D-Objektes.

Im unteren Bereich des Bildschirms finden Sie den Kamera-Navigator. Dieser zeigt nach einem Klick auf ein Bild dessen Position in der 3D-Ansicht an. Im Projektfenster links können Sie die „Sparse Point Cloud“ ein- und ausblenden und unter „Kameras“ die verwendeten Bilder. Im 3D-Fenster lässt sich die Ansicht mit der

linken Maustaste drehen, mit dem Scrollrad zoomen Sie hinein oder heraus.

In der „Sparse Point Cloud“ erscheint das Objekt manchmal in einer falschen Lage, diese korrigieren Sie mit dem Knopf „Scale/Rotate/Translate Objects“ in der Werkzeugleiste. Mit den eingeblendeten Achsen justieren Sie die Lage und Höhe des Objekts. Alternativ tippen Sie die exakten Werte für die Positionierung im 3D-Raum in das zuständige Dialogfenster unterhalb der Objektansicht ein. Änderungen bestätigen Sie mit „Apply“ im sel-

ben Dialogfenster, anschließend mit „Ok“. Oftmals erkennt die Software in der Umgebung noch weitere Objekte, die mit dem eigentlichen Gegenstand nichts zu tun haben. Dieser entledigen Sie sich mit dem Knopf „Show/Hide Bounding Box“ in der Werkzeugleiste. Damit blenden Sie ein Rechteck um die Punktwolke ein, dessen Größe und Position Sie so verändern können, dass das Rechteck ausschließlich das gewünschte Objekt einschließt. Objekte außerhalb dieser Box berücksichtigt das Programm beim folgenden Arbeitsschritt, der Berechnung der „Dense Point Cloud“, dann nicht mehr.

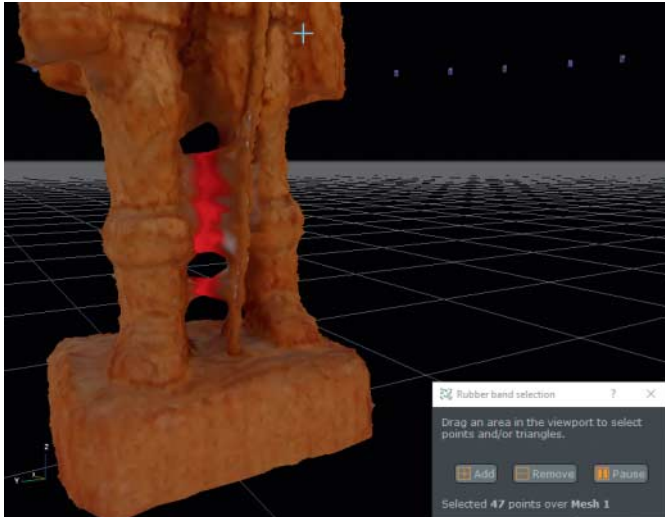
### Dichte Punktwolke

Zum Erstellen der zweiten, dichten Punktwolke klicken Sie jetzt auf den Knopf „Create a Dense Point Cloud from current Workspace“. Es öffnet sich ein weiterer Assistent, dessen Voreinstellungen Sie bedenkenlos übernehmen können. Auf der nächsten Seite starten Sie die Berechnung mit „Run“. Nachdem die zweite Punktwolke errechnet wurde, können Sie das zukünftige 3D-Objekt schon sehr gut erkennen. Falls an einzelnen Stellen unschöne Überhänge entstanden sind oder noch Reste vom Hintergrund erkennbar sein sollten, markieren Sie diese mit „Rectangle Selection“ aus der Werkzeugleiste und löschen Sie die Überhänge mit „Delete selected items“. Auf diese Art kann man dem Objekt ein wenig Feinschliff geben, bevor es zum nächsten Schritt geht: der „Mesh Generation“.



Die zweite Punktwolke lässt das spätere 3D-Modell bereits gut erahnen.





Artefakte und Überhänge lassen sich nachträglich markieren und löschen.

Dabei erhält das Modell eine geschlossene Oberfläche aus einem Dreiecksgitter.

Den Knopf für die Berechnung des Dreiecksgitters finden Sie in der Werkzeugleiste unter „Create a triangulated Mesh starting from a dense Point Cloud“. Dessen Assistent fragt nach der zu verwendenden „Dense Point Cloud“ und wieder die Einstellungen „Category“ und „Presets“ ab, bevor es per „Next“ zum Startdialog geht. Im letzten Schritt können Sie das Mesh und die Kameras auswählen. Nach der Berechnung sehen Sie das fertige 3D-Objekt auf der Arbeitsfläche.

Anzeige

## Export auf Sketchfab

Das Ergebnis können Sie direkt aus 3DF Zephyr heraus auf die 3D-Online-Plattform Sketchfab exportieren. Diesen Schritt erledigen Sie mit dem „Textured Mesh Export“-Knopf, wobei der Upload nach Sketchfab schon voreingestellt ist. Für die richtige Zuordnung auf Ihr Sketchfab-Konto benötigen Sie einen API-Key, den Sie in Ihren Sketchfab-Kontoeinstellungen finden. Nachdem Sie diesen eingetragen haben, lädt das Programm das 3D-Objekt hoch.

Auf Sketchfab können Sie in den „3D Settings“ des Modells weitere Einstellungen vornehmen, etwa die präzise Ausrichtung. Darüber hinaus haben Sie hier die Möglichkeit, mit Schattwurf und verschiedenen Rendern zu experimentieren. So können Sie dem Modell im Nachhinein beispielsweise eine metallische Oberfläche verleihen oder eine solche, die der menschlichen Haut nachempfunden wurde. Auf Sketchfab sorgen Sie zudem mit Post-Processing-Filtern für den letzten Schliff: Es stehen unter anderem Filter für Vignettierung und zusätzliche Beleuchtung zur Verfügung. Von Sketchfab aus können Sie das 3D-Objekt später auch auf Ihre Webseite einbauen. Dafür betten Sie den vollständigen Link zum Modell mit der Endung /embed ein. Um einen direkten Link zu erhalten, drücken Sie den Share-Button unterhalb des Modells. Nach Freigabe laden Sie es als \*.FBX-Datei herunter und können die Nachbearbeitung des Modells mit weiteren Programmen, etwa Blender, auf die Spitze treiben. (mre@ct.de) **ct**

**3DF Zephyr, Sketchfab:** [ct.de/ybjz](https://ct.de/ybjz)



# Instant-Oberflächen

## Version 4 des Frontend-Frameworks Bootstrap mit vielen Neuerungen

**Mehr als zwei Jahre wurde an Bootstrap 4 gearbeitet. Zu den Verbesserungen der neuen Version zählen eine Cards-Komponente, ein verfeinertes responsives Raster und nützliche Hilfsklassen für die schnelle Formatierung. Das Update macht vieles einfacher, Entwickler müssen aber auch einiges neu lernen und ihren Workflow anpassen.**

Von Florence Maurice

Für Release 4 wurde der Code von Bootstrap deutlich überarbeitet. Version 4 ist noch nicht komplett fertig – aktuell ist die zweite Beta. Größere Änderungen sind jedoch nicht mehr zu erwarten. Bootstrap steht in mehreren Formaten zum Herunterladen bereit: Für schnelle Experimente empfiehlt sich ein Download des Archivs, alternativ lässt sich das Framework aus dem CDN einbinden, das die Bootstrap-Gemeinde unterhält. Die Zeile

```
<link rel="stylesheet"
href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com
```

```
com/bootstrap/4.0.0-beta.2/css/
bootstrap.min.css"
integrity="sha384-PsH872JQ3S0dhVi3u
xftmaW6Vc5LMKb0q5P2rUpPvrszuE4W1po
vHYgTpBfshb" crossorigin="anonymous">
```

bettet die aktuelle Bootstrap-Version ein (siehe auch ct.de/yw9r). Viele der Komponenten von Bootstrap benötigen zusätzlich die JavaScript-Bibliotheken jQuery und Popper.js.

### Besser rastern

Das Grundprinzip seines responsiven, 12-spaltigen Rasters behält Bootstrap 4 bei.

Das Raster wurde allerdings verfeinert. Mit dem Raster können Sie Elemente anordnen, indem Sie bestimmen, über wie viele Rasterzellen sie sich erstrecken sollen. Der folgende Code ordnet zwei Elemente nebeneinander an. Das erste ist mit 4 Spalten (col-4) halb so breit wie das zweite mit 8 Spalten (col-8):

```
<div class="container">
  <div class="row">
    <div class="col-4">4 Spalten
  </div>
    <div class="col-8">8 Spalten
  </div>
</div>
```

Sah Bootstrap 3 bei der responsiven Darstellung nur vier Viewport-Breiten vor, gibt es in Bootstrap 4 nun fünf, und zwar: Extra small (xs, schmaler als 576px), Small (sm, breiter als 576px), Medium (md, breiter als 768px), Large (lg, breiter als 992px) und Extra large (xl, breiter als 1200px).

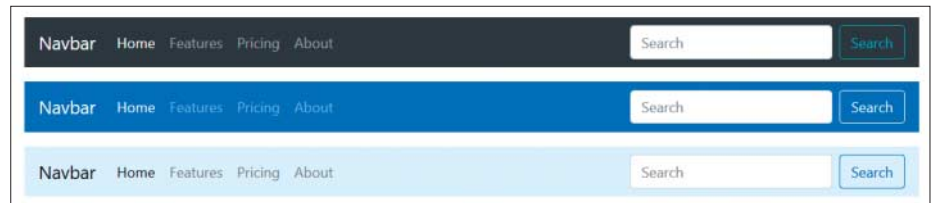
Diese Viewport-Breiten sind nicht nur beim Raster relevant, sondern auch bei vielen anderen Komponenten und Hilfsklassen. Die kleinste Viewport-Größe wird beim Raster in Bootstrap 4 durch Klassen wie col-1 bis col-12 angesprochen, die in Bootstrap 3 dafür vorgesehene Klasse col-xs-\* gibt es nicht mehr. Die anderen Klassennamen (.col-sm-\* und so weiter) behalten ihre Namen, .col-xl-\* kommt neu hinzu.

Nach wie vor können Sie unterschiedliche Aufteilungen für verschiedene Bildschirmbreiten vornehmen. Durch den folgenden Code findet die Aufteilung erst ab der Größe Medium statt:

```
<div class="col-md-4">
  4 Spalten ab Medium</div>
```

## Es lebe Flexbox!

Bootstrap 3 hat sein Raster im Wesentlichen mit float realisiert. Diese CSS-Eigenschaft war allerdings nie für komplexe Layouts vorgesehen. Ganz anders der neue CSS-Layout-Standard Flexbox, der bei Bootstrap 4 zum Einsatz kommt und erlaubt, flexibel Boxen zu definieren und anzuordnen. Für die horizontale Zentrierung ist beispielsweise die Klasse justify-content-center zuständig. Die vertikale Anordnung lässt sich über align-items-\* umsetzen, align-items-center etwa zentriert die Elemente in der Vertikalen. Die Klassennamen heißen übrigens wie die intern verwendeten Flexbox-Eigenschaften.



Beliebte Komponenten wie die Navbar gibt es in Bootstrap 4 weiterhin – Anpassungen bei den Farben sind sogar noch einfacher geworden.

Ein weiterer Vorteil von Flexbox bei Bootstrap ist es, dass Sie nicht mehr bei allen Spalten explizit die Breite angeben müssen. Wenn Sie Rasterklassen ohne Zahl schreiben, nimmt jedes Element gleich viel Platz ein. Im folgenden Beispiel erhält also jede der Spalten ein Drittel des Platzes:

```
<div class="row">
  <div class="col">1 von 3</div>
  <div class="col">2 von 3</div>
  <div class="col">3 von 3</div>
</div>
```

Wenn Sie im Beispiel noch ein weiteres Element mit <div class="col"> ergänzen, teilen sich 4 Spalten den Platz, von ihnen belegt jede ein Viertel des Platzes. Dank Flexbox lässt sich außerdem die Reihenfolge der Elemente einfach ändern, ein Element mit der Klasse order-1 steht vor einem Element mit order-2.

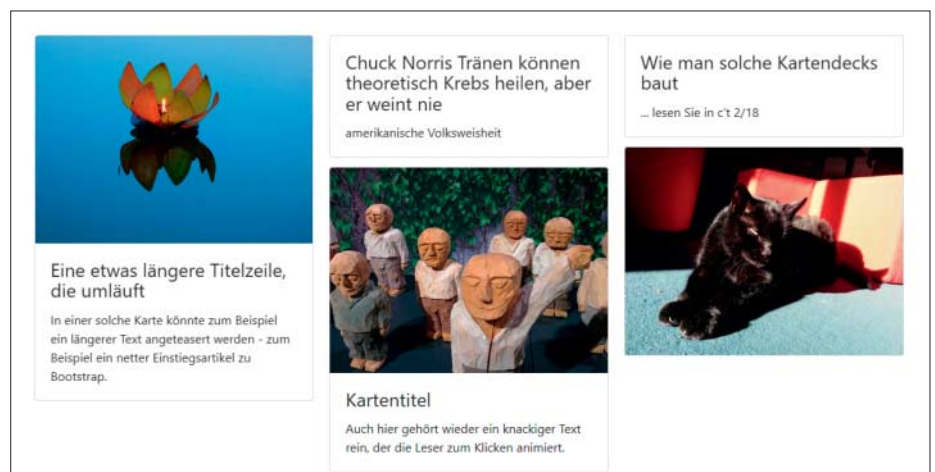
Die Nutzung von Flexbox hat allerdings eine weitreichende Konsequenz: Internet Explorer 9 und kleiner werden nicht mehr unterstützt, da sie Flexbox nicht implementiert haben. Wenn Ihre Webseite auch mit älteren Internet-Explorer-Versionen funktionieren soll, müssen Sie also weiterhin mit Version 3 arbeiten.

## Kartentricks

Häufig werden bei Layouts mehrere, relativ autonome Inhaltskomponenten wie Karten nebeneinander angeordnet. Diese Karten dienen zum Beispiel als Einstiegspunkt für zusätzliche Informationen. Genau dafür gibt es in Bootstrap 4 die neu eingeführte Cards-Komponente: Karten können Bilder, Texte, Listen oder Buttons enthalten, selbst Navigationsleisten innerhalb von Karten sind möglich. Den Kopf- und Fußbereich können Sie optisch absetzen, die Karten selbst auch einfärben. Wenn Sie mehrere Karten nebeneinander platzieren, bekommen diese – Flexbox sei Dank – alle die gleiche Höhe.

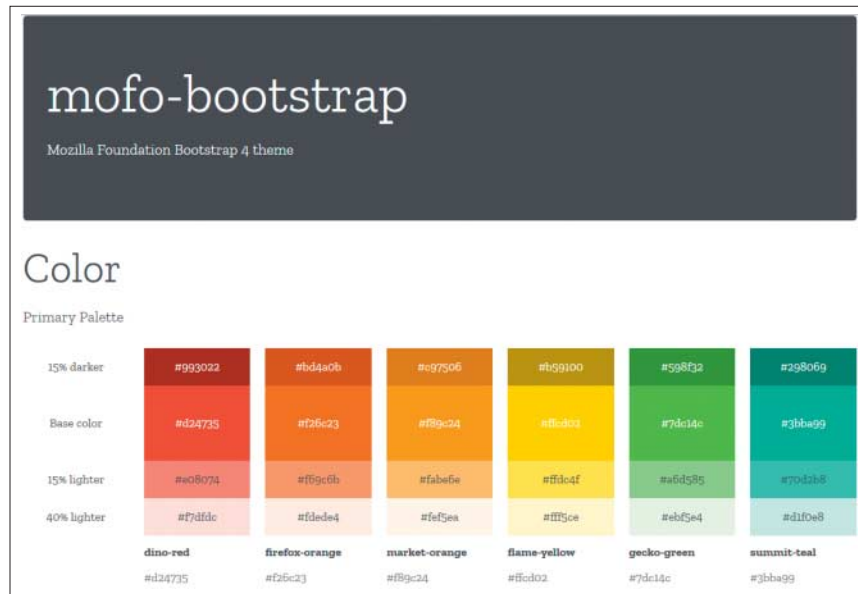
Wie in Bootstrap üblich, bestimmen vorgegebene Klassen die Gestaltung. Das umfassende Element erhält die Klasse card, ein oben angeordnetes Bild card-img-top. Der eigentliche Inhalt steht innerhalb von card-body und kann einen Titel (card-title) und einen Text (card-text) enthalten:

```
<div class="card"
  style="width: 20rem;">
  
```



Karten sind ein häufig genutztes Stilmittel moderner Web- und Mobil-Layouts, zum Beispiel für Übersichten.





Es gibt noch nicht so viele Themes für Bootstrap 4 wie für den Vorgänger, aber die Anzahl steigt. Die Mozilla-Stiftung etwa steuert bereits ein Theme bei.

```
<div class="card-body">
  <h4 class="card-title">
    Kartentitel</h4>
  <p class="card-text">
    Text für die Karte</p>
</div>
</div>
```

Karten lassen sich in Form von `card-groups`, `card-decks` und `card-columns` gruppieren. Ersteres erzeugt aus mehreren Karten ein einzelnes, zusammenhängendes Element, bei denen die Karten jeweils die gleiche Höhe und Breite zugewiesen bekommen. Karten-Decks haben denselben Effekt wie Gruppen, allerdings mit dem Unterschied, dass die Karten nicht zusammenhängen. `card-columns` wiederum organisiert Karten optisch so ähnlich wie die Inhalte bei Pinterest, allerdings von oben nach unten und von links nach rechts (siehe Abbildung S. 145).

```
<div class="card-deck">
  <div class="card">
    ...
  </div>
  <div class="card">
    ...
  </div>
  <div class="card">
    ...
  </div>
</div>
```

Um Inhaltselemente mit einer optionalen Unterzeile zu repräsentieren, gibt es in

HTML5 das `<figure>`- und das `<figcaption>`-Element. Bootstrap unterstützt nun auch die Klassen `figure`, `figure-img` und `figure-caption` für diese Auszeichnungen. Optional lassen sich Erscheinungsbild und Ausrichtung mit weiteren Helfer-Klassen festlegen.

## Stets zu Diensten

Wer ein Framework wie Bootstrap verwendet, muss oft noch Anpassungen vornehmen – hier den Abstand einer Komponente vergrößern, dort einen Text zentrieren et cetera. Zwar lässt sich Bootstrap mit eigenem CSS-Code kombinieren, aber praktischer ist es, die Formatierungen über Bootstrap durchzuführen. Genau dafür bietet Bootstrap 4 eine breite Palette an neuen Utility-Klassen, über die Sie Rahmen, Abmessungen, Farben, Ausmaße und mehr bestimmen können. Sie wollen ein Element mit 25-prozentiger Breite definieren? Dann nehmen Sie doch die Klasse `w-25`:

```
<div class="w-25">25% Breite</div>
```

Ein bisschen Abstand an der linken Seite gefällig? Dafür sorgt `m1-1`:

```
<div class="m1-1">
  Abstand nach links</div>
```

`w` steht für width, `m` für margin und `1` für left. Die 1 hinter dem Bindestrich bezeichnet einen kleinen Abstand. Für einen größeren Abstand gibt es weitere Klassen, von `m1-2` bis `m1-5`. Die aktuelle Größe wird

durch die Sass-Variabel `$spacer` bestimmt, die Sie auch anpassen können (siehe Kasten rechts).

Falls nötig, können Sie sogar den Abstand an bestimmte Viewport-Größen koppeln. `m1-1g-2` definiert einen Abstand nach links, der aber nur ab der Bildschirmbreite 1g (992px) wirkt. Diese responsiven Steuerungsmöglichkeit stehen Ihnen bei sehr vielen Utility-Klassen zur Verfügung.

## Ausgemistet

Bootstrap wurde mit Release 4 nicht nur erweitert und erneuert, manche Komponenten wurden auch gestrichen, beispielsweise der Icon-Font Glyphicons. Diesen konnte man in Bootstrap 3 direkt nutzen, um kleine Symbole wie Pfeile, Briefumschläge, Stifte, Uhren oder Papierkörbe einzufügen. Aber auch mit Bootstrap 4 lässt sich ein Iconfont einsetzen. Unter Bootstrap-Entwicklern ist Font Awesome für diesen Zweck sehr beliebt.

Häufig sieht man auf Webseiten Navigationsleisten mit einem besonderen Scrollverhalten: Die horizontale Leiste scrollt zuerst ganz normal mit dem restlichen Inhalt der Seite. Bevor sie sich jedoch aus dem sichtbaren Bereich bewegt, erhält sie eine fixe Position und bleibt am oberen Rand des Browser-Fensters stehen. Dafür konnten Sie in Bootstrap 3 das jQuery-Plug-in Affix nutzen.

In Bootstrap 4 gibt es dieses Plug-in nicht mehr. Stattdessen wird empfohlen, den CSS-Stil `position: sticky` zu verwenden. Allerdings funktioniert dies im Internet Explorer nicht und in Edge erst ab Version 16 – dafür benötigen Sie also noch ein Polyfill, das diese Fähigkeit bei Edge nachrüstet.

Gestrichen sind außerdem Komponenten wie Panels (gerahmte Box), Wells (runde Box mit Hintergrundfarbe) und Thumbnails (Bilder mit zusätzlichen Inhalten) – die neue mächtige Cards-Komponente ist aber ein guter Ersatz.

Für Bootstrap 3 stand ein Online-Konfigurationstool zur Verfügung, mit dem Entwickler den Look ihrer Projekte individuell anpassen konnten. Zusätzlich ließ sich eine CSS-Datei für Schatten und Farbverläufe einbinden. Seit Bootstrap 4 existieren beide Optionen nicht mehr, Anpassungen sind nur über Änderungen an den beim Quellcode mitgelieferten Sass-Dateien möglich. Dafür brauchen Sie neben den unkompierten Bootstrap-Dateien einen Sass-Compiler und Autoprefixer (siehe den Kasten rechts).



## Umstieg sofort

Für neue Projekte lohnt sich der Einsatz von Version 4 auf jeden Fall, sie ist zeitgemäßer als der doch schon ein wenig angestaubte Vorgänger. Wer allerdings noch Internet Explorer vor Version 10 berücksichtigen muss, muss bei Bootstrap 3 bleiben. Das Fehlen eines integrierten Icon-fonts ist ein wenig schade – auch wenn sich ein solcher natürlich nachrüsten lässt.

Wer Wert auf individuelle Anpassungen legt, kommt außerdem nicht darum herum, auch an die Sass-Dateien Hand anzulegen – einen Online-Konfigurator wie bei Bootstrap 3 gibt es derzeit nicht. Bei der Entscheidung für oder gegen Bootstrap 4 sollten Sie auch die jeweiligen Ökosysteme berücksichtigen. Es gibt viele Themes und Skripte, die Bootstrap mit zusätzlichen Features versehen. Hier wird es sicher noch

eine Weile dauern, bis sich diese auch bei Bootstrap 4 einsetzen lassen. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Herbert Braun: Saugut, Routineaufgaben in der Web-Entwicklung automatisieren mit Grunt, c't 23/2014, S. 150

**Download und weitere Informationen:**  
[ct.de/yw9r](http://ct.de/yw9r)

# Bootstrap anpassen

Um zum Beispiel die Standardfarben von Bootstrap an Ihre Firmenfarben anzupassen, müssen Sie auf Sass zurückgreifen. Der CSS-Präprozessor hilft, CSS-Dateien komfortabler und ökonomischer anzulegen. Dafür bietet er Features wie Variablen, Schleifen und viele weitere nützliche Funktionen, die CSS nicht mitbringt.

Anpassungen an den Sass-Dateien eröffnen eine ganze Reihe von Möglichkeiten: So können Sie Knöpfe und andere Komponenten mit nur einer Zeile Code mit Farbverläufen ausstatten:

```
$enable-gradients: true
```

Nach demselben Prinzip aktiviert `$enable-shadows` Boxschatten und `$enable-rounded` abgerundete Ecken. Selbst Spaltenanzahl und Breakpoints lassen sich ändern.

In manchen Fällen brauchen Sie auch heute noch CSS-Angaben mit herstellerspezifischen Präfixen, zum Beispiel mit `-webkit-`. Welche Präfixe Sie benötigen, hängt von den jeweiligen Eigenschaften und den relevanten Browsern ab. Dieses mühsame Handling nimmt Ihnen bei Bootstrap 4 Autoprefixer ab, der die notwendigen Präfixe je nach gewählten Browsern ergänzt. Deswegen benötigen Sie neben einem Sass-Compiler auch Autoprefixer, um die angepassten Bootstrap-CSS-Dateien zu erzeugen. Für einen möglichst reibungslosen Workflow schlägt das Bootstrap-Team eine Struktur des Projektordners wie in der Abbildung vor.

Innerhalb von `node_modules` befindet sich der Original-Bootstrap-Code. Entscheidend ist die Datei `custom.scss`, in der Sie Ihre Konfigurationen vorneh-

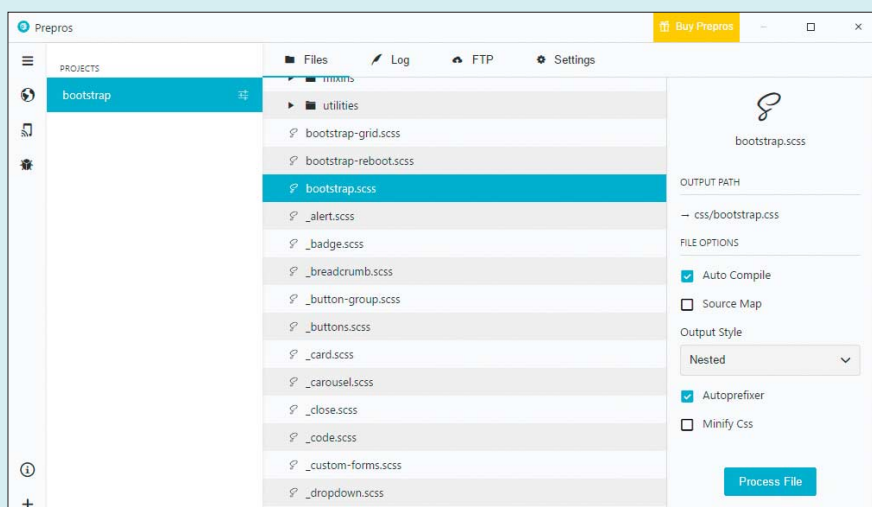
```
your-project/
├── scss
│   └── custom.scss
└── node_modules/
    └── bootstrap
        ├── js
        └── scss
```

**So sollte der Projektordner aufgebaut sein, damit Sass und Konsorten reibungslos funktionieren.**

men, ohne den Bootstrap-Code zu verändern. Nach `custom.scss` kopieren Sie die Variablen aus der Bootstrap-Sass-Datei `variables.scss` und versehen sie mit den gewünschten Werten. Danach importieren Sie noch die Original-Bootstrap-Datei. `custom.scss` sieht dann zum Beispiel folgendermaßen aus:

```
// Ihre Änderungen
$body-bg: #000;
$body-color: #111;
// Bootstrap einbinden
// Pfad kontrollieren!
@import "../node_modules/bootstrap/scss/bootstrap";
```

Beim Buildprozess muss Ihre `custom.scss`-Datei von einem Sass-Compiler kompiliert und mit Autoprefixer behandelt werden. Dafür können Sie die üblichen Tools wie Webpack, Gulp oder Grunt [1] verwenden. Wer lieber ein grafisches Werkzeug nutzt, behilft sich zum Beispiel mit Prepros. Hier genügt es, den Projektordner in das Hauptfenster zu ziehen – und schon wird ihre individuelle CSS-Datei generiert.



**Schöner bauen: Prepros** packt die Build-Kommandozeilenwerkzeuge unter einer grafischen Bedienoberfläche.



# Von Geisterhand

## Devilspie2 manipuliert automatisch Fenster unter Linux

**Wie bringt man unter Linux das Browserfenster dazu, stets in der Größe von 1280 × 720 Pixeln rechts oben auf dem Monitor zu erscheinen? Und wie zwingt man die Remote-Desktop-Software, grundsätzlich minimiert zu starten? Mit der Hilfe des Teufels.**

Von Tim Schürmann

Auf große Bildschirme passen Dutzende Fenster nebeneinander. Nach jedem Neustart muss man allerdings die Fenster wieder an ihre gewohnten Positionen zurückschieben. Einige Anwendun-

gen vergessen zudem ihre alten Fenstergrößen, was dann zu wiederholtem Zupfen am Rahmen führt. Mitunter möchte man auch Firefox in eine ganz bestimmte Größe zwingen. Das ist etwa bei Screen-casts oder beim Entwickeln von responsive Web-Seiten nützlich. In all diesen Fällen leistet das Kommandozeilenwerkzeug Devilspie2 wertvolle Hilfe. Es verschiebt Fenster automatisch an die richtige Position, zwingt sie in eine feste Größe und sorgt sogar auf Wunsch dafür, dass wichtige Anwendungen immer im Vordergrund sichtbar bleiben, unabhängig vom verwendeten Desktop.

### Aus dem Hinterhalt

Devilspie2 wartet im Hintergrund. Sobald ein neues Fenster erscheint, führt es eine

oder mehrere vorgegebene Aktionen aus. So können Sie Devilspie2 etwa anweisen, alle Fenster mit dem Titel „Firefox“ in eine Größe von 1280 × 720 Pixeln zu pressen. Die auszuführenden Aktionen müssen Sie in der Skriptsprache Lua notieren. Das klingt komplizierter, als es tatsächlich ist: Zum einen lässt sich Lua schnell erlernen und zum anderen genügen bereits die im Folgenden vorgestellten Grundlagen, um die Fenster auf dem Bildschirm nach Ihrer Pfeife tanzen zu lassen.

Devilspie2 ist in den Repositories der meisten großen Distributionen enthalten. Um das kleine Programm zu installieren, müssen Sie daher in der Regel nur den Paketmanager zücken und das Paket devilspie2 einspielen. Unter Ubuntu und seinen Derivaten gelingt das in einem Terminal mit dem Befehl:

```
sudo apt install devilspie2
```

Ubuntu bietet neben Devilspie2 auch noch dessen Vorgänger Devilspie an, dessen Entwicklung eingestellt wurde. Achten Sie daher darauf, wirklich Devilspie2 (mit der 2 am Namensende) zu installieren. Dessen aktuelle Fassung trug bei Redaktionsschluss die Versionsnummer 0.42. Die Version 0.23 deutet hingegen auf den Vorgänger hin, um den sich der

Kasten „Altlasten“ kümmert. Beachten Sie, dass Devilspie2 derzeit einen X-Server voraussetzt, mit Wayland funktioniert das Tool noch nicht.

Fehlt Devilspie2 in den Paketquellen Ihrer Distribution, müssen Sie zum Quellcode auf der Projekt-Homepage greifen (siehe [ct.de/yp6h](http://ct.de/yp6h)). Um diesen zu kompilieren, installieren Sie die Entwicklerpakete zu den Bibliotheken pkg-config, GTK 3, wnck und Lua. Auf Debian-basierten Systemen gelingt das via

```
sudo apt-get install pkg-config \
libglb2.0-dev liblua5.1-0-dev \
libwnck-3-dev libgtk-3-dev
```

Übersetzen Sie den entpackten Quellcode mit einem simplen make und installieren Sie das Werkzeug schließlich via `sudo make install`.

## Im Mondschein

Um Devilspie2 auszuprobieren, legen Sie in einem Texteditor ein Lua-Skript mit folgendem Inhalt an:

```
-- Firefox-Fenster immer maximieren:
if (get_application_name() ==
    "Firefox") then
    maximize();
end
```

Das fertige Skript speichern Sie in einer Textdatei mit der Endung „.lua“ im Unterverzeichnis `~/config/devilspie2/`. Falls es noch nicht existiert, legen Sie es einfach an.

Das Skript teilt Devilspie2 mit, dass es jedes Firefox-Fenster maximieren soll. Dabei ignoriert es alle Zeilen, die mit zwei Minuszeichen beginnen. Auf diese Weise können Sie wie im obigen Beispiel die Anweisungen kommentieren. Die zweite Zeile überprüft die in den Klammern hinter `if` angegebene Bedingung. `get_application_name()` steht für den Namen der Anwendung, für die gerade ein neues Fenster geöffnet wurde. Diesen Namen vergleicht Devilspie2 mit dem Begriff in den Anführungszeichen. Im Beispiel prüft das Werkzeug, ob die Anwendung „Firefox“ heißt. Sofern dies der Fall ist, führt Devilspie2 alle Aktionen zwischen `then` und `end` aus. Im Beispiel sorgt `maximize()` dafür, dass das Fenster maximiert erscheint.

Jede Aktion zwischen `then` und `end` müssen Sie mit einem Semikolon abschließen. Lua-Kenner dürfte noch interessieren, dass `get_application_name()` und `maximize()` zwei von Devilspie2 bereit-

gestellte Funktionen sind, alles andere ist reiner Lua-Code.

## Scharfschalten

Rufen Sie Devilspie2 in einem Terminal mit `devilspie2` auf. Sobald Sie jetzt Firefox starten, sollte sein Fenster umgehend maximiert erscheinen. Im Unterverzeichnis `~/config/devilspie2/` dürfen Sie beliebig viele Skripte mit unterschiedlichen Aktionen ablegen. Devilspie2 liest sie bei seinem Start allesamt in alphabetischer Reihenfolge ein. Sie können die Lua-Skripte auch in einem anderen Verzeichnis verstecken, auf das Sie dann aber Devilspie2 mit dem zusätzlichen Parameter `--folder=` ansetzen müssen – etwa via `devilspie2 --folder=/var/devil/skripte`. Sie beenden Devilspie2 mit der Tastenkombination `Strg+C`.

Damit Devilspie2 dauerhaft im Hintergrund läuft, müssen Sie das Programm via `devilspie2 &` starten. In dieser Form können Sie Devilspie2 automatisch mit der Anmeldung am System starten lassen. Je nach Distribution oder Desktop gehen Sie dabei unterschiedlich vor, unter Ubuntu ergänzen Sie dazu einen Eintrag im Dialog „Startprogramme“.

## Eine Frage der Größe

Devilspie2 kann Fenster auch automatisch minimieren, beispielsweise das Hauptfenster des TeamViewers:

```
if (get_window_name() ==
    "TeamViewer") then
    minimize();
end
```

`get_window_name()` steht für den Fenstertitel, `minimize()` minimiert es. Vorsicht: Programme wie Firefox ändern den Fenstertitel abhängig von den angezeigten Inhalten. Aus diesem Grund verwendet das erste Beispielskript den Namen der Anwendung und nicht den Fenstertitel.

Wenn ein Skript nur die Aktion `minimize()` enthält (ohne das „if... then... end“-drumherum), würde Devilspie2 „alle“ Fenster auf einen Schlag verkleinern – was ebenfalls nützlich sein könnte, wenn die verwendete Desktop-Umgebung keine entsprechende Funktion anbietet. Via `center()` können Sie das Fenster exakt in der Mitte des Bildschirms platzieren.

Die Anweisung `set_window_geometry(300, 200, 1280, 720)` bringt das Fenster auf eine Größe von `1280 × 720` Pixel und verschiebt es gleichzeitig von der linken oberen Bildschirmcke aus gesehen `300` Pixel nach rechts und `200` Pixel nach unten. Nur die Fenstergröße ändert `set_window_size(1280, 720)`, ausschließlich die Position manipuliert `set_window_position2(300, 200)`. Mit letztgenannter Aktion können Sie Ihren Browser auch automatisch auf dem zweiten Monitor platzieren. Dazu schieben Sie das Fenster einfach entsprechend weit nach rechts:

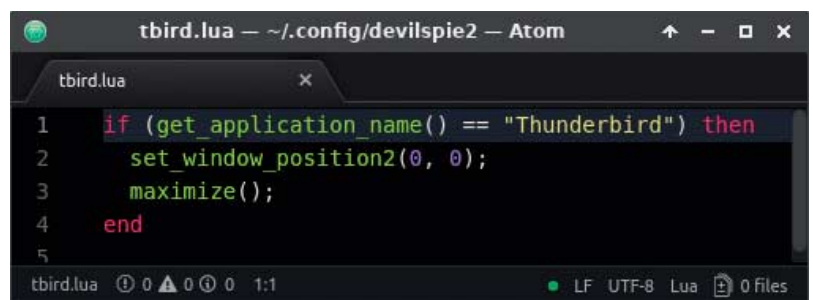
```
if (get_application_name() ==
    "Firefox") then
    set_window_position2(1600, 0);
end
```

## Festgenagelt

Devilspie2 kann aber weit mehr, als nur Fenster verschieben. Das folgende Skript legt Firefox als dynamisches Hintergrundbild auf die zweite Arbeitsfläche:

```
if (get_application_name() ==
    "Firefox") then
    set_window_workspace(2);
    undecorate_window();
    set_window_below();
    set_window_fullscreen(true);
end
```

Zunächst schiebt `set_window_workspace(2)` den Browser auf die zweite Arbeitsfläche. In den Klammern notieren Sie die Num-



Hat man zwei Monitore, sorgt dieses Lua-Skript mit Devilspie2 dafür, dass Thunderbird stets auf dem ganz links stehenden Monitor maximiert startet.

mer der Arbeitsfläche, wobei die Zählung bei 1 beginnt. `undecorate_window()` entfernt alle Fensterdekorationen und somit insbesondere die Titelleiste. `set_window_below()` sorgt dafür, dass das Firefox-Fenster immer hinter allen anderen Fenstern liegt. `set_window_fullscreen(true)` schaltet die Anwendung schließlich in den Vollbildmodus. Bei Firefox hat dies zur Folge, dass auch die Tabs verschwinden.

Zu `set_window_below()` gibt es das Gegenstück `set_window_above()`, das ein Fenster immer im Vordergrund hält. Das ist etwa nützlich, wenn Sie ein Fenster mit dem aktuellen Netzwerkstatus stets im Blick behalten möchten. Mit `stick_window()` können Sie es zusätzlich an seiner Position fixieren, mit `pin_window()` auf allen Arbeitsflächen anzei-

gen und mit `set_opacity(0.5)` bei Bedarf halb transparent erscheinen lassen. Die Zahl gibt dabei den Grad der Transparenz an, bei 1.0 wäre das Fenster voll zu sehen, bei 0.0 hingegen komplett durchsichtig.

## Noch mehr

Beim Entwickeln der Skripte ist vor allem `debug_print("...")` hilfreich, das den in Klammern übergebenen Text ausgibt. Des Weiteren liefert `debug_print(get_window_name())`; den Namen des Fensters, das Devilspie2 gerade bearbeitet. Analog gibt `debug_print(get_application_name())`; den Namen der Anwendung aus. Auf diese Weise können Sie schnell herausfinden, wie ein Fenster und die Anwendung tatsächlich heißen. Die Ausgaben bekommen Sie in der Konsole nur dann zu sehen,

wenn Sie Devilspie2 mit dem Parameter `--debug` starten.

Sämtliche von Devilspie2 angebotenen Aktionen listet die mitgelieferte README-Datei auf, die gleichzeitig als Dokumentation dient. Mit zusätzlichem Lua-Wissen können Sie zudem wesentlich komplexere Skripte schreiben, die dann unter ganz bestimmten Umständen gezielt ausgewählte Unterfenster manipulieren:

```
if ( string.match(get_window_name(),
  "LibreOffice" ) ) then
  maximize();
end
```

Dieses Skript erfasst beispielsweise alle Fenster, in deren Titel der Begriff „Libre-Office“ auftaucht. (lmd@ct.de) **ct**

Weitere Optionen: [ct.de/yp6h](http://ct.de/yp6h)

## Altlasten

Devilspie2 ging aus dem Werkzeug Devilspie hervor, dessen Weiterentwicklung bereits seit 2014 auf Eis liegt. Trotzdem läuft es weiterhin auf aktuellen Systemen. Debian und Ubuntu halten es im Paket „devilspie“ noch immer in ihren Repositories vor.

Die Skripte des alten Devilspie verwenden anstelle von Lua eine eigene simple Syntax, die wie im folgenden Beispiel vor allem Klammern zur Strukturierung nutzt:

```
( if
  ( begin
    ( matches ( window_name )
      "Firefox" )
  )
  ( begin
    ( geometry "1280x720" )
  )
)
```

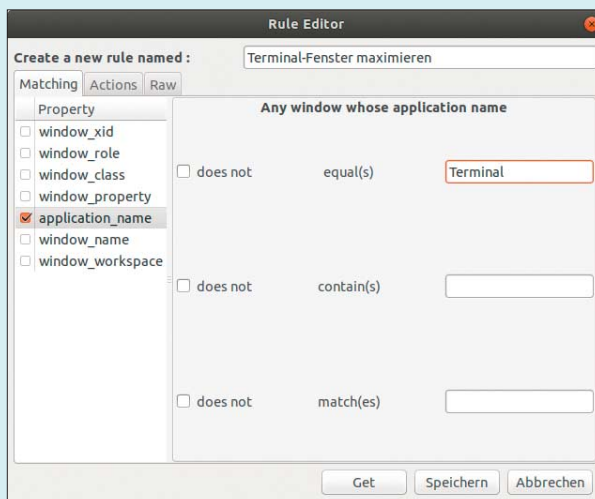
Dieses Skript prüft zunächst (if), ob der Namen des Fensters (window\_name) die Zeichenkette Firefox enthält. Sofern dies der Fall ist, ändert es die Fenstergröße (geometry) auf 1280 × 720 Pixel. Alle Skripte erhalten die Endung „.ds“ und landen im Unterverzeichnis „~/devilspie“. Eine ausführliche Beschreibung liefern die Manpage (man devilspie) und das Gnome-Wiki. Alle

Links finden Sie unter [ct.de/yp6h](http://ct.de/yp6h). Die ursprüngliche Projekt-Homepage von Devilspie ist mittlerweile offline.

Die grafische Bedienoberfläche gDevilspie vereinfacht das Erstellen der alten Devilspie-Skripte. In ihr müssen Sie lediglich die Bedingung und die gewünschten Aktionen zusammenklicken. Die letzte Version von gDevilspie erschien zwar im Juni 2010, sie läuft aber ebenfalls noch unter aktuellen Distributionen. Debian- und Ubuntu-Nutzer installieren sie über ihren Paketmanager.

Nach dem Start von gDevilspie lassen Sie eine neue Regel „Hinzufügen“

und geben ihr im Feld ganz oben einen Namen. Im Register „Matching“ verraten Sie gDevilspie, welches Element Sie wie mit welchem Text vergleichen möchten. Um etwa alle Fenster der Anwendung mit dem Namen „Terminal“ zu maximieren, setzen Sie einen Haken vor „application\_name“ und tragen neben „equal(s)“ den Text „Terminal“ ein. Wählen Sie dann im Register „Actions“ die auszuführende Aktion, im Beispiel „maximize“. Das Register „Raw“ zeigt schließlich das fertige Skript, das gDevilspie direkt im passenden Verzeichnis „Speichern“ kann.



Mit der hier in gDevilspie entstehenden Regel führt Devilspie später genau dann eine Aktion aus, wenn der Name der Anwendung („application\_name“) „Terminal“ lautet.



Anzeige



# Färberei

## Linux-Terminals mit pywal passend einfärben

**Das Linux-Werkzeug pywal greift sich ein Foto, kürt es zum Hintergrundbild, erstellt dazu eine Farbpalette und stülpt sie allen Terminal-Fenstern über. Auf diese Weise entsteht ein individueller Desktop in einheitlichen Farben.**

Von Tim Schürmann

Die Farben auf dem Desktop einzeln aufeinander abzustimmen ist viel zu mühselig, auch wenn es gut aussieht. Diese Arbeit kann das Kommandozeilen-tool pywal übernehmen, das zunächst eine Farbpalette aus einem Bild extrahiert und sie in verschiedenen Dateiformaten speichert. Die so exportierten Farben können Sie dann in Grafikprogrammen oder Webseiten weiterverwenden. Gleichzeitig ändert pywal passend die Farben aller Terminal-Fenster und fügt die erzeugte Palette der Xresources-Datenbank hinzu.

Das Tool pywal arbeitet mit den Desktop-Umgebungen Gnome, Xfce, Cinnamon und Mate zusammen, wobei Gnome auch unter dem X11-Nachfolger Wayland laufen darf. Des Weiteren kooperiert das Werkzeug mit diversen Wallpaper-Programmen. Die Farben im Ter-

minal modifiziert pywal über ANSI-Sequenzen. Ob das eigene Terminal diese unterstützt, testen Sie mit folgendem Befehl, der einen roten Hintergrund erzeugen sollte:

```
printf "%b" "\033[11;#ff0000\007"
```

Im Test verweigerte pywal die Arbeit in den Terminals Konsole, Hyper, Terminal.app und Terminology.

pywal setzt Python 3.5 oder höher sowie ImageMagick voraus. Beide Pakete holen Sie gegebenenfalls über Ihren Paketmanager hinzu. Arch-Linux-Nutzer finden das Tool im AUR unter dem Namen „python-pywal“ oder „python-pywal-git“.

Wenn Sie pywal ein Verzeichnis übergeben, wählt es selbst ein Bild aus. Betroffen von der Färbung sind unter Gnome zudem nur Terminal-Fenster.

Unter anderen Distributionen installieren Sie pywal mit Pip3, das Sie zunächst mit dem Paketmanager installieren müssen – unter Ubuntu via `sudo apt install python3-pip`. pywal installiert dann der Befehl

```
pip3 install pywal
```

Damit Sie beim Aufruf von pywal nicht immer zusätzlich den Pfad zu seinem Installationsverzeichnis `~/local/bin/` eingetippen müssen, ergänzen Sie am Ende der Datei `~/.bashrc` folgende Zeile:

```
PATH="${PATH}:${HOME}/.local/bin/"
```

## Bedienung

pywal ist eine verbesserte Neuimplementierung des Werkzeugs wal, weshalb Sie es über diesen Namen aufrufen müssen. Den Dateinamen eines Fotos übergeben Sie mit dem Parameter `-i`:

```
wal -i "/home/tim/Bilder/dortmund.jpg"
```

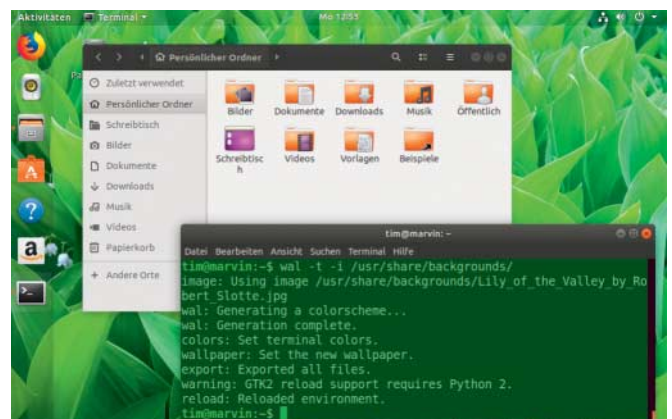
pywal kürt das Foto zum neuen Hintergrund und passt die Farben im Terminal an. Möchten Sie Ihr aktuelles Hintergrundbild behalten und nur die Farben im Terminal an ein bestimmtes Bild anpassen, fügen Sie den Parameter `-n` hinzu. Sollte pywal wirre Zeichenketten ausgeben, unterdrücken Sie das mit dem Parameter `-t`.

pywal passt nur offene Terminal-Fenster an. Um auch neue Terminals umzufärben, ergänzen Sie am Ende der Datei `~/.bashrc` den Befehl `wal -t -r`. Er stellt die jeweils zuletzt verwendete Farbpalette wieder her.

Im Verzeichnis `~/.cache/wal` finden Sie die aktuelle Farbpalette in verschiedenen Dateiformaten. Wie Sie die Paletten in andere Programme und Desktop-Umgebungen integrieren, verrät das pywal-Wiki auf GitHub (siehe [ct.de/yshb](http://ct.de/yshb)).

(lmd@ct.de) **ct**

**pywal-Wiki:** [ct.de/yshb](http://ct.de/yshb)



Anzeige



# Plattenteiler

## Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 1: Datenträgerverwaltung

**Früher mussten sich Windows-Admins selbst um das Beschaffen eines guten Partitionierungsprogramms kümmern, heutzutage gehört so was zur Windows-Grundausstattung. Die Bordmittel Datenträgerverwaltung und Diskpart erfordern zwar etwas Einarbeitung, belohnen das dann aber mit mächtigen und zuverlässigen Funktionen.**

**Von Axel Vahldiek**

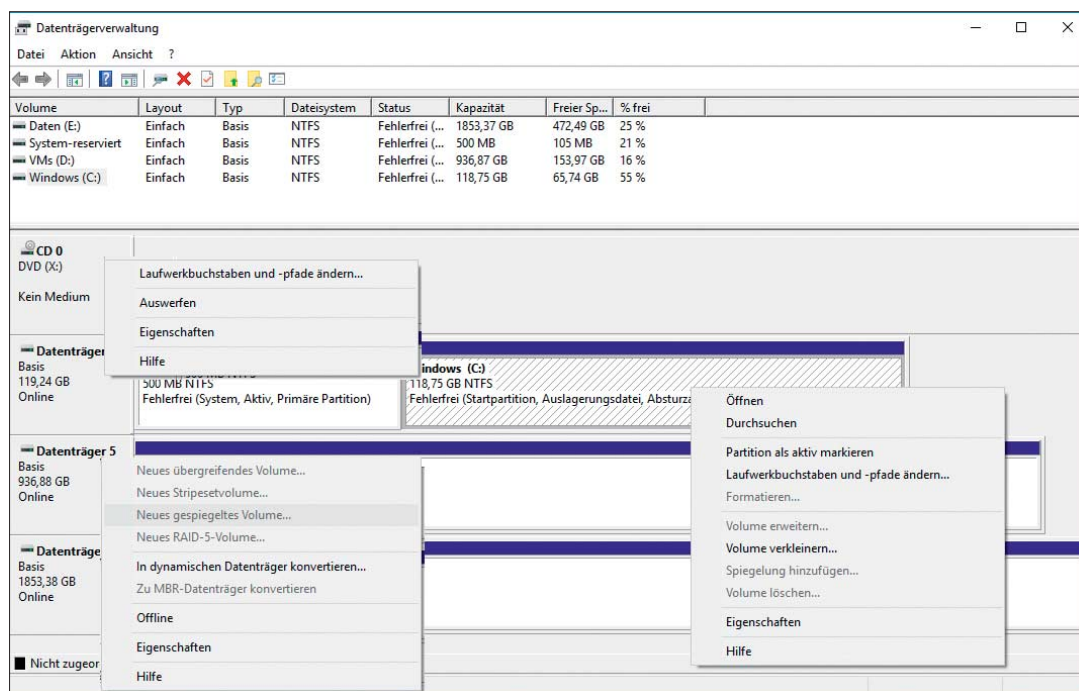
**A**uch wenn man meinen mag, dass Partitionierungswerkzeuge irgendwie aus der Mode gekommen sind, geht es halt manchmal doch nicht ohne: Die externe Festplatte will eingerichtet werden, die alte Platte vor der Entsorgung gelöscht, die Laufwerksbuchstaben entsprechen nicht dem persönlichen Geschmack, ein virtuelles Laufwerk soll her, ein weiteres Betriebssystem verlangt nach einer separaten Partition und so weiter und so fort. Das geht unter Windows alles mit Bordmitteln. Durch Microsofts Hang zur kreativen Nutzerführung sind die allerdings nicht nur mächtig, sondern auf den ersten Blick

auch mächtig verwirrend. Trotzdem sind sie das Mittel der Wahl, denn wenn jemand genau weiß, wie Windows seine Partitionen braucht, dann ist es Microsoft selbst.

Dieser Beitrag zeigt den Umgang mit den Bordmitteln, genauer mit der Datenträgerverwaltung, die sich per Mausklick steuern lässt. Ein folgender Artikel beschäftigt sich mit dem noch weit umfangreicheren Kommandozeilenprogramm Diskpart, das auch dann zur Verfügung steht, wenn Windows noch gar nicht installiert ist. Beide Werkzeuge sind bei allen aktuellen Windows-Versionen an Bord und funktionieren bei allen gleich.



Die Datenträgerverwaltung verteilt ihre diversen Fähigkeiten über mehrere Kontextmenüs.



## Erstkontakt

Die Datenträgerverwaltung finden Sie in der Systemsteuerung unter Verwaltung/ Computerverwaltung und dort in der linken Baumansicht unter „Datenspeicher“. Seit Windows 8 gibt es eine Abkürzung dorthin: Drücken Sie Windows+X und wählen Sie den entsprechenden Menüpunkt aus. Unter allen Windows-Versionen funktioniert der Aufruf von diskmgmt.msc (Windows+R drücken, eingetippt, Enter drücken).

Das Fenster der Datenträgerverwaltung präsentiert oben eine detaillierte Liste mit den vorhandenen Volumes, inklusive Füllstand, Art des Dateisystems, Status, ob es Bitlocker-verschlüsselt ist und so weiter. Obacht, es sind wirklich nur Volumes zu sehen, also weder Partitionen noch physische Datenträger (siehe Kasten „Terminologie“). Zu den Volumes, die hier auftauchen, gehören auch die auf virtuellen Laufwerken, sofern sie im Explorer eingebunden sind. Das gilt sowohl für ISO-als auch für virtuelle Festplatten-Dateien im VHD- oder VHDX-Format. Auch über mehrere Laufwerke verteilte Volumes erscheinen in der Liste, also sowohl RAID als auch Storage Spaces [1]. Optische und Wechselmedienlaufwerke erscheinen nur, wenn ein Medium eingelegt ist, auf dem sich eben ein Volume befindet. Ob einem Volume ein Laufwerksbuchstabe zugeordnet wurde, spielt keine Rolle.

Bearbeiten können Sie die Volumes jeweils über das Kontextmenü, hier finden

Sie beispielsweise den Eintrag „Laufwerksbuchstaben und -Pfade ändern“. Der selbsterklärende Dialog bietet an, Laufwerken andere Buchstaben zuzuweisen oder das Volume in einem NTFS-Ordner auf einem anderen Laufwerk bereitzustellen. Windows erledigt solche Jobs aber erst nach einer Warnung, und die sollten Sie ernstnehmen. Geänderte Buchstaben könnten dazu führen, dass Anwendungen ins Stolpern kommen, wenn sie den alten Pfad nicht mehr finden. Und in Ordner eingehängte Laufwerke können zu Verwirrung führen, sowohl

beim Nutzer selbst als auch bei Software, die damit nicht rechnet und zum Beispiel vom falschen Füllstand ausgeht. Eine Übersicht über alle Laufwerke, die als Pfade eingehängt sind, finden Sie in der Menüleiste der Datenträgerverwaltung unter „Ansicht/Laufwerkpfade“ (sic!).

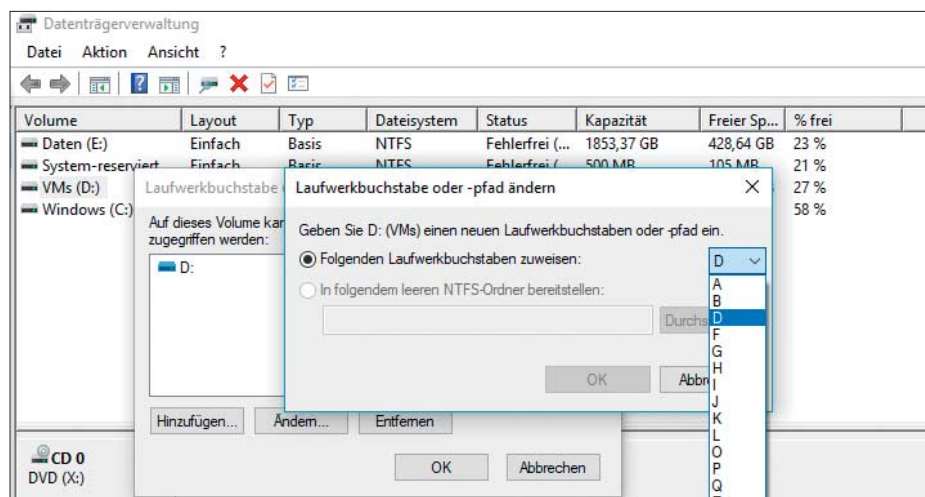
Je nach Art des Volumes sind im Kontextmenü immer wieder andere Einträge inaktiv, und zwar aus jeweils gutem Grund. Beispielsweise kann man das Volume, auf dem Windows selbst liegt, nicht formatieren, Storage-Space-Volumes nicht aktiv setzen (davon könnte oh-

## Terminologie

Die Datenträgerverwaltung verwendet zwei Begriffe, die auf den ersten Blick dasselbe meinen könnten, weil es bei Standardinstallationen um den jeweils selben Platz auf der Festplatte geht: Partitionen und Volumes. Der Unterschied: Eine Partition erstreckt sich über eine komplette einzelne Festplatte oder einen Teil davon, kann sich aber nicht über mehrere physische Datenträger erstrecken. Um unter Windows auf einer Partition Daten speichern zu können, muss ein Volume darauf eingerichtet sein, letztlich ein logischer Datenträger. Der aber kann nicht nur eine Partition umfassen, sondern auch mehrere, etwa bei

einem RAID. Im Explorer bekommen Sie also keine Partitionen zu sehen, sondern Volumes, genauer: Jene Volumes, die einen Laufwerksbuchstaben besitzen.

Eine Partition muss keineswegs zwingend ein Volume enthalten, und das kommt sogar recht häufig vor: Wenn man dem Setup-Programm von Windows 8.1 oder 10 auf einem PC im UEFI-Modus das Partitionieren der Festplatte/SSD überlässt, richtet es unter anderem eine „MSR“-Partition ein („Microsoft Reserved“). Das ist Platz, den Windows derzeit nicht braucht, von dem Microsoft aber ausgeht, dass er künftig irgendwann nützlich sein wird.



Die Datenträgerverwaltung bringt einen Assistenten zum Anpassen von Laufwerksbuchstaben mit.

nehin kein Betriebssystem booten), Volumen ohne direkt anschließenden freien Platz nicht erweitern und so weiter. Ein Menüpunkt ist aus uns unbekannten Gründen doppelt vorhanden: „Öffnen“ und „Durchsuchen“. Beide öffnen das Volume jeweils im Explorer, einen Unterschied haben wir nicht entdecken können. Auch diese beiden Menüpunkte können aus gutem Grund inaktiv sein: Aktiv sind sie nur bei Volumes, denen ein Laufwerksbuchstabe zugewiesen wurde, weil der Explorer sie nur dann anzeigen kann.

Bei Standardinstallationen hat unter anderem jenes Volume keinen Laufwerksbuchstaben, auf dem der Bootloader liegt. Auf MBR-partitionierten Platten können Sie einen Buchstaben zuweisen, dann erscheint das Volume auch im Explorer. Doch Obacht: Löschen oder verändern Sie ohne guten Grund besser nichts auf diesem Volume, denn sonst bootet Windows womöglich nicht mehr. EFI-Systempartitionen auf GPT-Platten lassen sich in der Datenträgerverwaltung nicht mit einem Laufwerksbuchstaben versehen.

## Die grafische Übersicht

Im unteren Bereich der Datenträgerverwaltung sehen Sie eine grafische Übersicht. Jede Laufwerks-Zeile zeigt ganz links eine rechteckige Kachel, die unter anderem den Typ und die Kapazität anzeigt. Daneben erscheint eine Übersicht von Partitionen und Volumes in logarithmischer Größenskalierung. Beachten Sie, dass die einzelnen Zeilen nicht zwingend für einzelne physische Datenträger stehen, sondern auch für einen Datenträgerverbund stehen können.

Den Partitionen weist die Datenträgerverwaltung je nach Typ unterschiedlich gefärbte Farbbalken zu. Der Legende unterhalb der grafischen Übersicht können Sie entnehmen, welche Farbe für welchen Typ steht. Partitionen, die keine Volumes enthalten, sind beispielsweise an der schwarzen Farbe zu erkennen. Doch Obacht: Manche Partitionstypen tauchen hier gar nicht erst auf, etwa die oben erwähnte MSR-Partition.

Bearbeiten können Sie alles über die Kontextmenüs. RAID-Optionen beispielsweise finden Sie nur links in der rechteckigen Kachel, neue Volumes können Sie nur im rechten Bereich erstellen. Bei manchen Partitionen ist Windows davon überzeugt, dass Nutzer sie tunlichst nicht anrühren sollten, etwa die Recovery-Partitionen – bei denen besteht das Kontextmenü nur aus einem Eintrag namens „Hilfe“, der bloß zu einer nutzlosen Microsoft-Webseite führt.

## Anpassen

Die Ansicht der Datenträgerverwaltung können Sie über den gleichnamigen Eintrag in der Menüleiste anpassen, und zwar sowohl für den oberen als auch für den unteren Bereich. Dort steht zusätzlich zu „Volumenliste“ und „Grafische Ansicht“ eine dritte Darstellungsform zur Verfügung: die „Datenträgerliste“. Sie zeigt das, was in der grafischen Ansicht die rechteckigen Kacheln sind. Es erscheinen in der Liste aber einige Zusatzinformationen wie Partitionsschema (MBR/GPT) und noch verfügbarer Speicher, womit jener Platz gemeint ist, der noch keiner Partition zugewiesen wurde.

Ebenfalls unter „Ansicht“ und dort unter „Einstellungen“ können Sie noch mehr anpassen. Im Reiter „Darstellung“ können Sie Farbe und Muster der Farbbalken der Partitionen in der grafischen Ansicht konfigurieren. Im Reiter „Skalierung“ können Sie auf lineare Skalierung umschalten oder alle Laufwerke in der gleichen Größe anzeigen lassen.

So weit zum Aufbau der Datenträgerverwaltung, nun noch ein paar Tipps zum Umgang damit.

## Vergrößern/Verkleinern

Partitionen können Sie in der grafischen Übersicht eigentlich nur bearbeiten, wenn kein Volume darauf eingerichtet ist. Manche Handgriffe bearbeiten allerdings ein Volume und die darauf liegende Partition gleichermaßen, etwa die Anweisungen zum Vergrößern und Verkleinern von Volumes.

Das Ändern der Volume-Größe unterliegt einigen Einschränkungen. So können Sie grundsätzlich nur am Ende Platz abschneiden und das natürlich nur je nach Füllstand. Unter Windows 7 gibt es weitere Einschränkungen. Es kann noch nicht die Verwaltungsinformationen verschieben, die in der Mitte von NTFS-Partitionen liegen; üblicherweise eine Kopie der Master File Table (MFT) sowie, wenn die Partition eine Windows-Installation enthält, Schattenkopien, Such-Index und Auslagerungsdatei. Deshalb lassen sich Partitionen unter Windows 7 normalerweise maximal auf die Hälfte verkleinern. Tricks, um mehr freizuräumen, stehen in [2].

Auch beim Vergrößern gibt es Regeln: Es geht nur mit Platz, der unpartitioniert ist und direkt hinter der zu vergrößernden Partition liegt.

Was nicht gelingt, ist das Verschieben von Partitionen – doch das macht letztlich nichts. So etwas sollte man ohnehin nicht machen, ohne vorher ein Image der Partition angefertigt und getestet zu haben, und wenn das schon erledigt ist, kann man auch die alte Partition löschen, an der neuen Position eine neue anlegen und darin das Image wieder zurückspielen.

## Virtuelle Festplatten

Die Datenträgerverwaltung kann virtuelle Laufwerke nicht nur anzeigen, sondern auch erzeugen und einbinden. Dazu sind zwei Assistenten an Bord, die Sie beide in der Menüleiste unter „Aktion“ finden: „Virtuelle Festplatte erstellen“ und „Virtuelle Festplatte anfügen“.

Beide Menüpunkte sind selbsterklärend. Der zum Erstellen ist die einfachste Möglichkeit, unter Windows zu einer VHD-Datei zu kommen, der zum Anfügen ist ab Windows 8 eigentlich überflüssig: Seitdem reicht ein Doppelklick auf eine VHD-Datei, um sie in den Explorer einzubinden.

## Neues Laufwerk

Wenn Sie ein neues Laufwerk in den Rechner stecken und dann die Datenträgerbearbeitung starten, erkennt die das neue Laufwerk und bietet von sich aus die „Initialisierung“ an. Gemeint ist damit das Auswählen des Partitionsschemas MBR oder GPT. Die Wahl ist in diesem Fall relativ leicht: Wenn die Platte größer als zwei TByte ist, braucht sie das GPT-Partitionsschema, sonst ist es egal. Mit dem Hinweis auf die Inkompatibilität von GPT zu älteren Windows-Versionen sind nur Oldies gemeint – Windows 7, 8.1 und 10 können allesamt mit GPT umgehen.

Falls Sie jetzt im Hinterkopf haben, dass bei einem PC im UEFI-Modus doch GPT erforderlich sei und bei einem PC im BIOS-Kompatibilitätsmodus MBR: Das ist an sich korrekt, spielt aber nur für das

Booten eine Rolle. Es muss also nur jene Platte das zum Firmware-Modus passende Partitionsschema tragen, auf der der Bootloader liegt. Das ist in diesem Moment aber bereits der Fall, sonst hätten Sie Windows und damit die Datenträgerverwaltung gar nicht starten können. Für alle weiteren Platten im Rechner spielt das Partitionsschema keine Rolle. Selbst für künftige Windows-Parallelinstallationen ist die Entscheidung ohne Belang, denn für sie würde bei der Installation nur ein weiterer Eintrag im ohnehin bereits vorhandenen Bootloader entstehen. Sofern also auf einem PC im UEFI-Modus der Bootloader auf einer GPT-Platte liegt, kann alles andere durchaus auch auf MBR-Platten liegen, selbst andere Windows-Installationen.

Nachdem Sie die neue Platte initialisiert haben, können Sie im rechten Bereich, der mit einem schwarzen Farbbalken und mit „Nicht zugeordnet“ markiert ist, im Kontextmenü ein „Neues Volume erstellen“. Es startet ein Assistent, der nach Auswahl von Größe, Dateisystem und so weiter unter der Haube auch gleich eine primäre Partition für das Volume anlegt. Falls Sie auf einem MBR-

partitionierten Laufwerk stattdessen lieber eine erweiterte Partition einrichten wollen: Das kann die Datenträgerverwaltung nicht, es geht nur mit Diskpart – mehr dazu in einer der nächsten Ausgaben. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Datengreifer, Windows Storage Spaces im Vergleich zu RAID-Host-adaptern, c't 4/2015, S. 134
- [2] Axel Vahldiek, Fensterumbau, Windows 7 mit Bordmitteln auf eine kleine SSD umziehen, c't 22/2011, S. 144
- [3] Axel Vahldiek, Windows und eigene Dateien trennen, c't 18/2016, S. 158, online unter <http://heise.de/-3293799>
- [4] Axel Vahldiek, Rettungsring Version 2, c't-WIMage erzeugt Sicherungskopien von Windows 8.1 und 10, c't 5/2016, S.126
- [5] Axel Vahldiek, Beipackzettel, Tipps und Tricks zum c't-Notfall-Windows 2018, c't 21/2017, S. 82
- [6] Gerald Himmelein, Axel Vahldiek, Lutz Labs, Backup statt Lösegeld, Daten Trojaner-sicher speichern, c't 11/2016, S. 102, online unter <http://heise.de/-3199496>
- [7] Ronald Eikenberg, Backups vom Fließband, Mit Duplicati in fünf Minuten zum Trojaner-sicheren Backup, c't 11/2016, S. 108, online unter <http://heise.de/-3199302>
- [8] Axel Vahldiek, FAQ: Backup unter Windows, Antworten auf häufige Fragen, c't 11/16, S. 114, online unter <http://heise.de/-3199038>
- [9] Axel Vahldiek, Cloudable statt Portable, Windows-Anwendungen synchronisieren statt herumtragen, c't 21/2017, S. 112

## Partitionieren zwecks Datentrennung

Es gibt gute Gründe dafür, die persönlichen Dateien vom Betriebssystem zu trennen, leider aber auch gute dagegen, und zu wenig Plattenplatz ist der wichtigste. Denn wenn nur eine einzelne, kleine SSD im PC oder Notebook steckt, müsste man die auch noch partitionieren, und dann wird es entweder auf der Daten- oder auf der Windows-Partition schnell zu klein. Spätestens, wenn Windows irgendwann der Platz ausgeht, um wichtige, aber umfangreiche Updates oder bei Windows 10 die fetten halbjährlichen Funktions-Upgrades einzuspielen, hat man mit der Datentrennung mehr Probleme geschaffen als gelöst.

Wenn im PC aber ohnehin mehrere Platten stecken, ist das Trennen problemlos möglich [3]. Im Idealfall liegt die Windows-Installation zwecks Tempo-Steigerung auf einer schnellen SSD, während eine große und langsamere, dafür aber billigere herkömmliche Magnetplatte die persönlichen Dateien enthält – bei denen ist Platz ja wichtiger als Tempo.

Als Lohn der Mühe winkt nicht nur, dass der Wechsel zu einem anderen Betriebssystem leichter wird, sondern auch eine leichtere Datensicherung. Denn während es bei den persönlichen Daten nach dem ersten Vollbackup ausreicht, platzsparend nur noch die Änderungen zu sichern, hilft bei Windows stets nur eine Komplettsicherung mit einem Imager – das Betriebssystem besteht halt aus diversen Bestandteilen, die alle voneinander abhängen und sich nur bei gemeinsamer Sicherung sinnvoll wiederherstellen lassen.

Hinzu kommt, dass die Sicherung unterschiedlich oft erforderlich ist: Windows braucht man nur nach aufwendigen Konfigurationsänderungen zu sichern, nach der Ersteinrichtung also üblicherweise allenfalls monatlich nach dem Patchday. Die Änderungen an den persönlichen Daten hingegen sollte man am besten täglich oder je nach Wichtigkeit gar noch öfter sichern. Getrennte Datenerhaltung erleichtert das und hält Images

und Backups jeweils klein: c: sichert man nur bei Bedarf komplett per Image, alle Änderungen auf d: möglichst oft mit einem dateibasierten Backup. Als Imager können Sie c't-WIMage einsetzen [4]. Sollten Sie noch Windows 7 nutzen, verwenden Sie stattdessen Drive Snapshot [5]. Tipps für Backup-Strategien finden Sie in [6, 7, 8], die Artikel stehen allesamt auch online zur Verfügung.

Der immer wieder zu hörende Tipp, den Programmen ebenfalls eine eigene Partition zu spendieren, ist hingegen falsch. Sofern es keine portablen Anwendungen sind [9], sollten Sie sie besser auf der Windows-Partition belassen. Denn auch Anwendungen können aus diversen Bestandteilen und Registry-Einträgen bestehen, die zudem selbst bei Installation auf einer separaten Partition zum Teil trotzdem auf der Windows-Partition liegen können. Daher ist eine zuverlässige Sicherung ohnehin nur gemeinsam mit der Windows-Installation möglich.



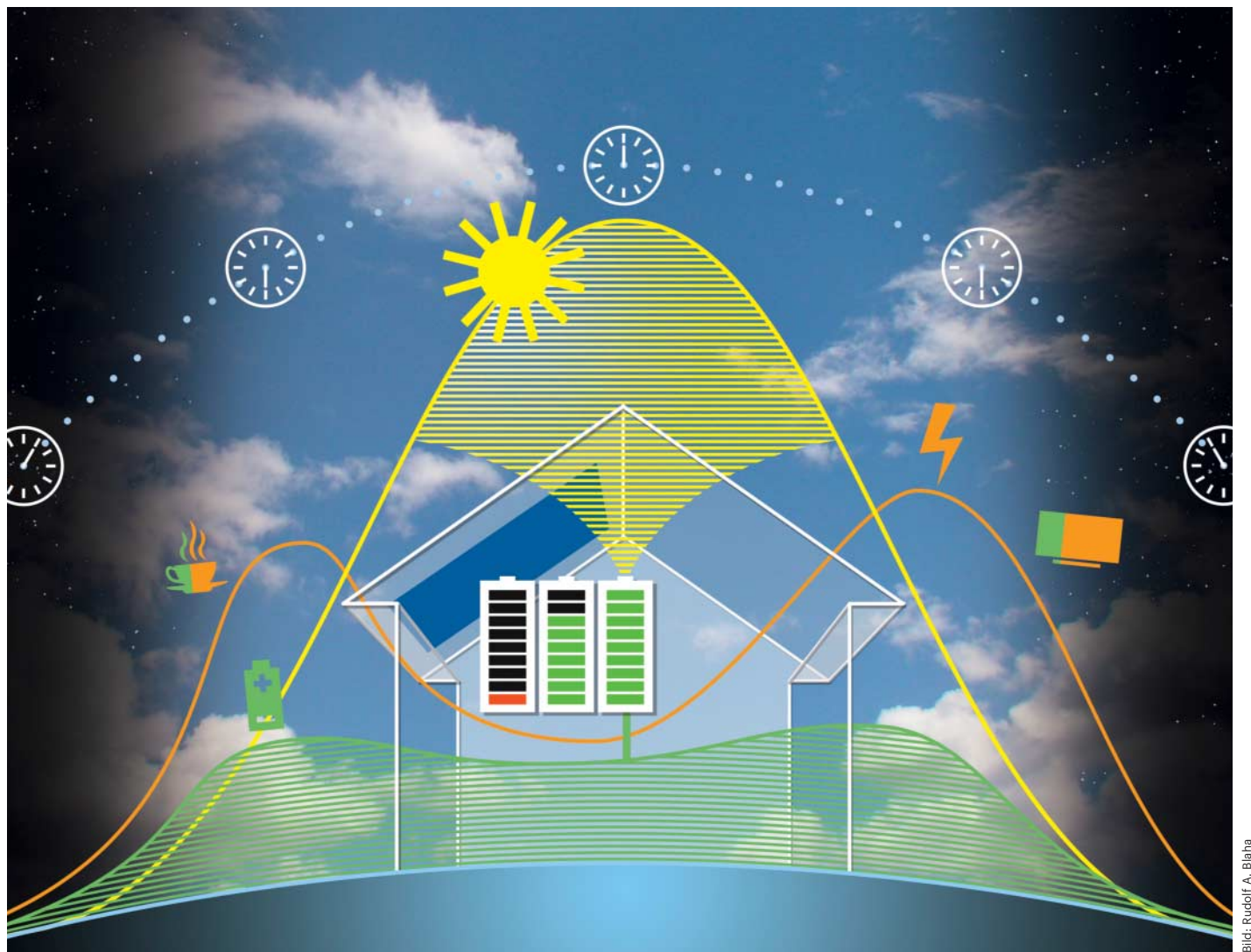


Bild: Rudolf A. Bleha

# Sonnenspeicher

## Photovoltaik-Batteriespeicher für private Haushalte

**Solarstrom lohnt sich, wenn man ihn selbst produziert und verbraucht. Photovoltaik-Module sind vergleichsweise günstig und Akkus speichern tagsüber erzeugten Strom, damit ihn die Hausbewohner auch abends verbrauchen können: So sinkt die Stromrechnung um bis zu 80 Prozent.**

Von Johannes Weniger

Die Kombination von Photovoltaik-Anlagen mit Batteriesystemen zur Stromversorgung von Wohngebäuden hat sich etabliert. In Deutschland wurden 2017 mehr als 30.000 Solarstromspeicher in privaten Haushalten installiert. Mittlerweile dominieren Lithiumakkus den Heimspeichermarkt. Zum Siegeszug der Solarstromspeicher hat die rasante Preisreduktion in den vergangenen Jahren beigetragen; eine Kilowattstunde Speicherkapazität kostet mittlerweile weniger als 1000 Euro.

Vergleichsweise billige Speicher und hohe Strompreise haben Markt und Technik bei Photovoltaik-(PV-)Anlagen komplett gewandelt. Noch vor wenigen Jahren

wurden PV-Dachanlagen aufgrund der attraktiven Einspeisevergütung fast ausschließlich zur Netzeinspeisung errichtet – also nicht, um den Strom gleich vor Ort selbst zu verbrauchen. Heute jedoch ist eine schlüsselfertige PV-Anlage fürs Eigenheim bereits für 1500 Euro pro Kilowatt peak (kWp) Spitzenleistung zu haben. Damit lässt sich Solarstrom vom eigenen Dach für unter 12 Cent pro Kilowattstunde (kWh) produzieren – und das über die nächsten 20 bis 30 Jahre. Für Strom aus dem öffentlichen Netz zahlen Privatleute hingegen derzeit durchschnittlich 28 ct/kWh, Tendenz weiter steigend. Der Kostenvorteil von etwa 16 ct/kWh macht die „Solarisierung“ der häuslichen



Stromversorgung finanziell attraktiv; mancher sieht darin angesichts niedriger Kapitalmarktzinsen eine attraktive Geldanlage. Viele Menschen investieren aber auch aus ökologischer Überzeugung in hausgemachten Sonnenstrom.

Die direkte Versorgung elektrischer Verbraucher im gleichen Haushalt mit Solarstrom ist jedoch nur eingeschränkt möglich, weil sich die Zeitverläufe von Stromproduktion und -verbrauch unterscheiden: Die Sonne scheint mittags am stärksten, aber da sind die Hausbewohner bei der Arbeit oder in der Schule. In einem typischen Einfamilienhaushalt kann eine PV-Anlage üblicherweise nicht viel mehr als 30 Prozent des jährlichen Strombedarfs genau dann decken, wenn er anfällt. Eine Batterie als Energiepuffer löst diese Abhängigkeit teilweise und steigert so den Grad der Selbstversorgung (Autarkie). Das Batteriesystem speichert tagsüber anfallende Stromüberschüsse und gibt sie in den Abend- und Nachtstunden über die elektrische Installation im Haus an Verbraucher ab.

Nimmt man einen Vier-Personen-Haushalt mit dem üblichen Stromverbrauch von 4000 kWh im Jahr an, dann kann eine PV-Anlage mit 4 kWp rund 30 Prozent davon decken und ein 4-kWh-Solarspeicher weitere 26 Prozent. Damit deckt Strom vom eigenen Dach mehr als die Hälfte des Verbrauchs (56 Prozent). Diese Zahlen stammen aus Modellrech-

nungen der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin.

## Grenzen der Eigenversorgung

Wer einen höheren Grad an Autarkie wünscht, muss genau kalkulieren: Ein überdimensionierter Speicher steigert den mittleren Strompreis und lohnt sich nicht mehr. Im Extremfall kippt die Ökobilanz ins Minus, denn die Produktion von Batterien benötigt Rohstoffe und Energie.

Den Einfluss der Spitzenleistung der PV-Anlage und der Batteriekapazität auf den Autarkiegrad zeigen Simulationsrechnungen. Bleibt die PV-Leistung unverändert bei 4 kWp, erhöht die Verdopplung der Speicherkapazität auf 8 kWh demnach den Autarkiegrad auf 66 Prozent – also lediglich um 10 Prozentpunkte. Der Grad der Autarkie wächst folglich nicht etwa linear mit der Speicherkapazität. Auch bei der Auslegung von PV-Batteriesystemen gilt folglich das Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen: Mit zunehmender Speichergroße sinkt der zusätzlich erzielte Vorteil pro Kilowattstunde Speicherkapazität rapide.

Der Nutzen des Batteriespeichers hängt aber auch von der installierten PV-Spitzenleistung ab. Denn die Solarzellen können den Akku nur dann ordentlich füllen, wenn es genügend Stromüberschüsse gibt. Mit einer PV-Anlage kleiner als 3 kWp fallen im Modellhaushalt mit 4000 kWh/Jahr zu wenig Überschüsse an. Die Installation eines Batteriespeichers lohnt sich daher bei kleinen PV-Anlagen nicht.

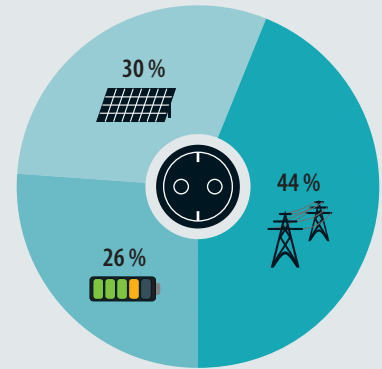
Wer möglichst unabhängig vom Energieversorger werden möchte, ohne seine alltäglichen Gewohnheiten deutlich zu verändern, muss zunächst die PV-Anlage möglichst groß auslegen. Bei einem jährlichen Strombedarf von 4000 kWh lässt sich mit 10 kWp von den Solarmodulen und 8 kWh aus dem Speicher der Autarkiegrad auf knapp 80 Prozent erhöhen. Mehr geht hierzulande kaum beziehungsweise erfordert unverhältnismäßig großen technischen Aufwand – aus einem einfachen Grund: In den Wintermonaten scheint die Sonne zu wenig. Will man im Winter nicht im Dunkeln sitzen, muss man sich von der vollständig autarken Stromversorgung mit einem PV-Batteriesystem verabschieden.

## Systemkonzepte

Die Reise eines Elektrons von der Solarzelle über den Batteriespeicher bis zur

## Selbstversorger

Ein PV-Batteriesystem mit 4 kWh Kapazität deckt im Verbund mit Solarmodulen mit 4 kWp Spitzenleistung mehr als die Hälfte des jährlichen Strombedarfs eines typischen Haushalts (4000 kWh).



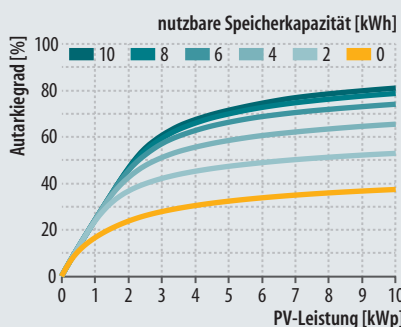
Steckdose fällt je nach Systemtopologie unterschiedlich aus. Namensgeber für die verschiedenen Konzepte sind die jeweiligen Verknüpfungspunkte, an denen der Batteriespeicher eingebunden ist. Am weitesten verbreitet sind PV-Batteriesysteme mit der sogenannten Wechselstrom-Kopplung (englisch Alternating Current, AC) und mit Gleichstrom-Kopplung (Direct Current, DC).

Bei AC-Systemen erfolgt die Batteriespeicherung über die Wechselstromseite. Die Solarmodule auf dem Dach sind dabei über einen konventionellen PV-Wechselrichter an das Wechselstromnetz des Gebäudes angeschlossen. Die Ladung und Entladung des Batteriespeichers erfolgt über einen separaten Batterieumrichter. Der entscheidende Vorteil dieser AC-Anbindung ist Flexibilität. Einerseits muss der Batteriespeicher nicht in unmittelbarer Nähe zum PV-Wechselrichter stehen. Andererseits kann man eine bestehende PV-Anlage mit AC-gekoppelten Systemen einfach um einen Batteriespeicher erweitern.

Bei DC-gekoppelten Systemen lässt sich hingegen die doppelte Umwandlung des Solarstroms zunächst in Wechselstrom und anschließend wieder in Gleichstrom umgehen. Hierzu ist der Batteriespeicher über einen bidirektionalen Laderegler am sogenannten DC-Zwischenkreis des Wechselrichters eingebunden. Man braucht also Kombigeräte, welche die komplette Leistungselektronik vereinen.

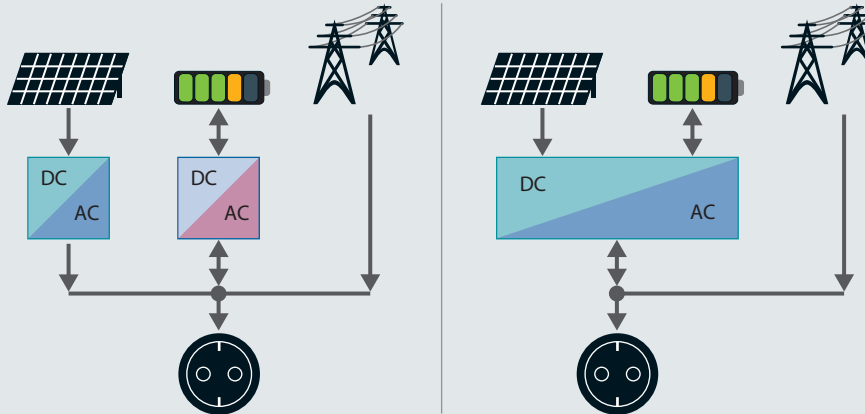
## Autarkie und Batterie

Der Grad der Autarkie bei der Versorgung eines Wohngebäudes mit einem Jahresstrombedarf von 4000 kWh hängt von der Leistung der PV-Module und der Batteriekapazität ab; um mehr als 70 Prozent zu erreichen, ist viel Aufwand nötig.



## Systemkonzepte für Solarspeicher

Bei AC-gekoppelten Speichersystemen (links) hat die Solarbatterie einen eigenen Wechselrichter. DC-gekoppelte Systeme haben eine kombinierte Elektronik, die in bestimmten Fällen effizienter sein kann.



Quelle: HTW Berlin, Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

DC-gekoppelte Systeme arbeiten im Idealfall effizienter als AC-gekoppelte – aber längst nicht immer. Je größer der Spannungsunterschied zwischen dem Batteriespeicher und dem DC-Zwischenkreis ist, desto stärker sinkt die Umwandlungseffizienz. DC-Systeme mit Hochvoltbatterien (Spannung größer 100 Volt) sind daher meist effizienter als DC-Systemlösungen mit Niedervoltbatterien (Spannung kleiner 60 Volt).

Wie effizient die DC-Kopplung in der Praxis ist, hängt auch stark von der Dimensionierung des Wechselrichters und den örtlichen Gegebenheiten ab. Die Umwandlungseffizienz während der Batterieentladung ist umso geringer, je größer der Wechselrichter ausgelegt ist. Besonders sollte man auf die Wirkungsgrade beim Entladen mit Teillast achten, weil der Batteriespeicher den Großteil der Energie am Abend und in der Nacht bei einem Leistungsbedarf von unter 600 Watt liefert. In Wohngebäuden mit einem sehr geringen Jahresstrombedarf von unter 2000 kWh und einer großen PV-Anlage von mehr als 8 kWp arbeiten DC-gekoppelte Systeme oft ineffizient.

Alternativ zur AC- und DC-Kopplung lässt sich der Batteriespeicher auch auf der Eingangsseite des PV-Wechselrichters einbinden. Der Speicher ist somit direkt über einen bidirektionalen Laderegler an den PV-Generator angeschlossen, wodurch im Ladebetrieb weniger Umwandlungsverluste anfallen. Des Weiteren lassen sich mit diesem Konzept sowohl der Solar- als auch der Batteriestrom über den

PV-Wechselrichter AC-seitig abgeben. Wie bei DC-gekoppelten Systemen kommen die Ladeeffizienzvorteile der PV-Generatorkopplung nur zum Tragen, wenn die Wechselrichter auch bei Schwachlast mit hohem Wirkungsgrad arbeiten. Welches das individuell optimale Systemkonzept ist, lässt sich nicht pauschal beantworten, sondern nur unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort.

### Große Kisten

Beim Speicherkauf sollte man sich die Angaben der Hersteller zur Speicherkapazität

näher anschauen. Entscheidend ist die Nettokapazität (nutzbare Kapazität), die oft unter der Bruttokapazität liegt. Für Einfamilienhäuser reichen Solarbatterien mit nutzbaren Speicherkapazitäten bis 10 kWh meist aus. Im Vergleich dazu speichert beispielsweise die Batterie im neuen Nissan Leaf 30 kWh, beim Tesla Model S sind es bis zu 100 kWh.

Manche Solarbatterien sind flach gebaut und lassen sich an eine stabile Wand hängen, andere haben die Abmessungen kleiner Kühlschränke. Bei 4 kWh muss man mit einem Gewicht von 50 bis 100 Kilogramm rechnen. Anders als Bleiakkus müssen moderne Lithiumbatterien nicht in speziell belüfteten Räumen stehen, empfehlenswert ist ein frostfreier und nicht zu warmer Keller- oder Nebenraum. Manche Solarbatterien haben Lüfter, bei anderen stecken welche in der Wandlerelektronik.

Installation und Anschluss einer Solarbatterie muss ein Fachmann erledigen. Dank ausgefeilter Überwachungselektronik gelten Solarbatterien als sicher. Man sollte aber die Bedingungen der Brand- und Gebäudeversicherungen genau klären. Einige Hersteller bewerben Zusatzfunktionen wie eine Notstromfunktion: Der Akku kann einen Ausfall des Stromnetzes überbrücken. Je nach Ladezustand der Solarbatterie und der aktuell abgeforderten Leistung ist die Überbrückungszeit aber kurz. Systeme mit sogenannter Inselnetzfähigkeit können in der Zeit aber auch



Die Solarbatterie Sonnen eco 8.0 arbeitet AC-gekoppelt und steckt in einem ansprechenden Gehäuse.

**Hersteller von PV-Batteriesystemen  
(Auswahl)**

AC-Kopplung	DC-Kopplung	PV-Generatorkopplung
IBC Solar	E3/DC	Solarwatt
SMA Solar (auch DC)	Fronius	
Sonnen	Kostal Solar	
Varta	LG Electronics	
	SolarEdge	

mit Strom von der Solaranlage nachgeladen werden.

Prinzipiell lässt sich auch ein Elektroauto aus der Solarbatterie laden, doch wie schon erwähnt, fassen die Akkus vieler E-Autos viel mehr Energie, als eine typische Solarbatterie liefern kann. Außerdem ist die Maximalleistung der AC-Wandler der Solarbatterie begrenzt, beispielsweise auf 2 bis 10 kW – zu wenig für eine Schnelllade-Wallbox.

Der Aufwand an Ressourcen und Energie zur Herstellung, zum Transport und zur Entsorgung einer Solarbatterie belastet die Umwelt. Durch die Verbesserung der Nutzung von Sonnenenergie wird die Umwelt aber wieder entlastet. Moderne

Lithium-Solarbatterien können daher ihren Herstellungsaufwand schon nach rund einem Jahr Nutzung wieder einspielen. Recycling kann das noch optimieren, etwa die Weiternutzung älterer Akkus aus Elektroautos in Großspeicheranwendungen.

**Kosten sparen,  
Umwelt schonen**

Solarstromspeicher können mehr, als nur den Kühlschrank oder die Waschmaschine versorgen. In Kombination mit einer Wärmepumpe und einem Elektrofahrzeug lässt sich durch das PV-Batteriesystem auch die eigene Wärmeversorgung und Mobilität klimaneutraler gestalten. Mit der Investition in diese Technologien kann man also auch einen persönlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. (ciw@ct.de) **ct**

*Johannes Weniger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Solarspeichersysteme an der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin.*

**Unabhängigkeitsrechner  
der HTW Berlin: [ct.de/yy1b](http://ct.de/yy1b)**

**In fünf Schritten zum passenden Solar-Batteriesystem**

Wer noch keine PV-Anlage hat, lässt sie vom Fachbetrieb unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort planen. Pro kWp Spitzenleistung sind im Durchschnitt 5 bis 7 m<sup>2</sup> Dachfläche nötig. Die relativen Installationskosten in Euro pro Kilowattstunde sind umso geringer, je größer die Spitzenleistung der Anlage ist. Eine nachträgliche Erweiterung ist meist aufwendig und teuer. Außerdem bekommt man für ins Netz eingespeiste Überschüsse, die man selbst weder verbrauchen noch speichern kann, eine kostendeckende Vergütung. Daher sollte man alle geeigneten Dachflächen möglichst vollständig mit Solarmodulen belegen. Im zweiten Schritt nehmen Sie den Stromverbrauch Ihres Hauses unter die Lupe. Aus den Stromrechnungen der vergangenen Jahre lässt sich der mittlere jährliche Strombedarf bestimmen. Hinzu kommen geplante Änderungen, die man grob abschätzt: Wollen Sie eine Wärmepumpe oder ein Elektrofahrzeug kaufen? Wird sich die Anzahl der Bewohner ändern?

Nun lässt sich die nutzbare Kapazität des Batteriespeichers auslegen. Hilfreich

ist dabei der Unabhängigkeitsrechner der HTW Berlin unter [ct.de/yy1b](http://ct.de/yy1b). Es gibt aber auch Faustformeln: Ein Batteriespeicher lohnt sich nur, falls die Nennleistung des PV-Systems den Wert von 0,75 kWp pro 1000 kWh Jahresstrombedarf überschreitet – sonst fallen zu wenige Überschüsse an, die sich speichern ließen. Ist das gegeben, sollte die Speicherkapazität aus energetischer Sicht 1 kWh pro 1 kWp betragen, jedenfalls nicht mehr als 1,5 kWh pro 1 kWp. Um bis zu 70 Prozent Autarkie zu erreichen, genügen 1,5 kWh Speicher pro 1000 kWh Jahresverbrauch.

Steht die gewünschte Speichergröße fest, sucht man einen geeigneten Anbieter – falls man sich mit den technischen Details auseinandersetzen möchte. Sonst empfiehlt sich wieder ein Fachberater. Allgemein sollten Sie Beratung und Angebote von mindestens zwei bis drei Fachbetrieben einholen. Vergleichen Sie außer dem Preis/Leistungsverhältnis auch die Effizienz, die zugesicherte Lebensdauer, Gewährleistung und Erfahrung.

Anzeige





Bild: Albert Huim

# Android, wechsele dich

## Android-Apps in mehreren Varianten erzeugen

**Gradle, das Build-System von Android Studio, erleichtert das Einbinden von Bibliotheken. Weniger bekannt ist, dass man damit auch mehrere Versionen einer App erzeugen kann, um sie so mit geringem Aufwand an verschiedene Anforderungen anzupassen. Der klassische Anwendungsfall dafür ist, mit seiner App in mehreren Stores vertreten zu sein oder auch eine Lite- und eine Vollversion anzubieten.**

Von Tam Hanna

**W**er seine Android-App nur im Google Play Store anbietet, verliert je nach Marktforschungsunternehmen und Laune des Befragenden bis zu 50 Prozent der potenziellen Nutzer. In manchen Regionen – allen voran China – ist es beinahe verpflichtend, auch in weiteren Stores als nur den „Big Two“ Google Play und Amazon Store verfügbar zu sein. Die dazu nötigen unterschiedlichen Varianten einer App manuell zu pflegen ist besonders für Hobbyentwickler eine aufwendige Aufgabe, aber auch Unternehmen haben nicht endlos Ressourcen dafür übrig.

Abhilfe schafft das in die Entwicklungsumgebung Android Studio eingebaute Build-System Gradle. Es bildet die gewünschten Varianten als Flavor ab – Geschmacksrichtungen, wörtlich übersetzt – und erzeugt daraus die gewünschten App-

Versionen inklusive Debug- und Release-Konfigurationen sowie Testprojekten.

Legen Sie als praktische Übung ein Projekt in Android Studio mit Namen CTBeispiel an. Öffnen Sie die zur App gehörende Datei build.gradle (also die mit „Module: app“ bezeichnete, nicht die des gesamten Projekts) und ergänzen Sie im Abschnitt android einen productFlavors-Block mit den gewünschten Varianten:

```
android {
    ...
    flavorDimensions "store"
    productFlavors {
        amazon {
            versionName "1.0-amz"
            dimension "store"
        }
        play {
```



```

        versionName "1.0-ply"
        dimension "store"
    }
}
...
}

```

Sobald Sie den `productFlavors`-Block befüllen, ist in den neueren Versionen von Android Studio die Zeile `flavorDimensions` Pflicht. Für den Anfang reicht es, dort eine sonst nicht weiter benutzte Dimension zu deklarieren und in den Flavors zu referenzieren.

Nach Änderungen in der Datei `build.gradle` ist eine Resynchronisation des Gesamtprojekts erforderlich. Klicken Sie dazu das Label im gelben Banner über dem Editor an oder wählen Sie „Tools/Android/Sync Project with Gradle Files“.

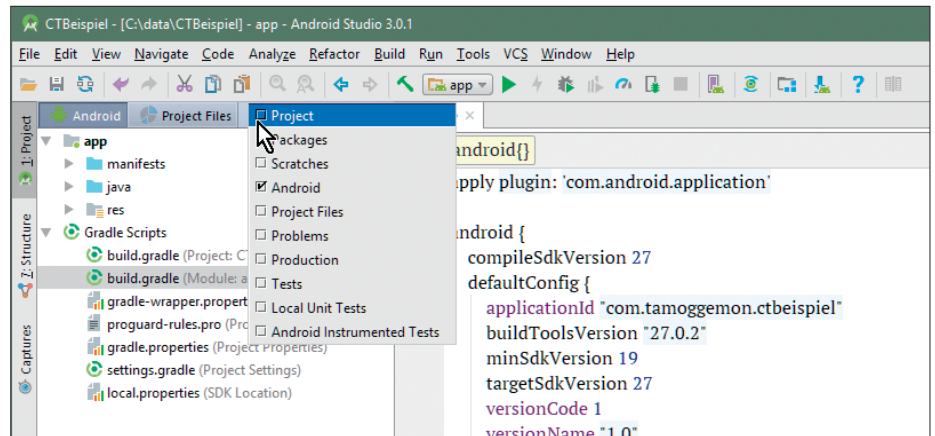
## Pfadsuche

Neben der `dimension` bekommen die Varianten im Moment nur einen Versionsnamen eingeschrieben. Die Implementierung der verschiedenen Varianten findet nicht in der Gradle-Datei statt, sondern in Ressourcen und Programmcode. Als Nächstes müssen Sie deshalb die Pfade für diese Dateien anlegen.

Versetzen Sie dazu zuerst den Project-Tab (die Baumansicht oben links) in den Betriebsmodus „Project“, zu finden in dessen oberster Zeile; meist steht er auf „Android“. Falls Sie neben „Android“ nur „Project Files“ sehen, klicken Sie auf den Pfeil rechts daneben, was ein Fensterchen mit allen Modi öffnet. Der Betriebsmodus „Project Files“ funktioniert hier nicht, weil er keine leeren Verzeichnisse anzeigt.

Am einfachsten pflegen Sie jedem Flavor zunächst ein leeres Manifest-File ein. Suchen Sie im Project-Tab das Unterverzeichnis `app/app/src` oder `<Projektname>/app/src`, rechtsklicken Sie darauf und wählen Sie im Kontextmenü „New/Other/Android Manifest File“. Im erscheinenden Assistenten wählen Sie unter „Target Source Set“ das gewünschte Flavor und lassen den Haken bei „Change File Location“ ausgeschaltet.

Android Studio legt daraufhin unter `src` parallel zum bestehenden Unterverzeichnis `main`, das alle bisherigen Programm- und Ressourcen-Dateien enthält, ein neues Unterverzeichnis mit Namen des Flavors an und erzeugt darin eine knappe Manifest-Datei. Erzeugen Sie nun das Java-Verzeichnis, indem Sie auf das neue Flavor-Verzeichnis rechtsklicken und



Im Betriebsmodus „Project“ des Project-Tabs ist es am einfachsten, die Pfade der neuen Flavors anzulegen.

„New/Folder/Java Folder“ wählen. Führen Sie diese Vorgänge für alle Flavors durch. Weitere Details zu den Pfaden finden Sie unter `ct.de/y8pr`.

Die Java-Folder unter `amazon` und `main` erscheinen im Project-Tab in blauer Farbe, nicht aber das unter `play`. Damit weist Android Studio darauf hin, welche Verzeichnisse gerade in den Kompilationsprozess eingebunden sind. Sie schalten das um, indem Sie unten links auf „Build Variants“ klicken oder im Menü auf „Build/Select Build Variant“; nun erscheint unter dem Project-Tab ein Fenster, in dem Sie die Debug- und Release-Varianten Ihrer Flavors auswählen. Es ist empfehlenswert, Arbeiten nur am aktiven Flavor durchzuführen und hier entsprechend oft umzuschalten. Denn Android Studio aktiviert nur in den Programmteilen des aktiven Flavors alle seine Hilfsfunktionen.

## Geschmacksumschalter

Nun gehts an flavorspezifischen Programmcode. Erstellen Sie im aktiven Flavor die Klasse `CTStringHolder`, indem Sie auf den `java`-Ordner des Flavors rechtsklicken und „New/Java Class“ auswählen. Den Package-Namen geben Sie am einfachsten direkt im sich dann öffnenden Klassenassistenten ein. Der Code könnte dann so aussehen:

```

package com.tamoggemon.ctbeispiel;
public class CTStringHolder {
    public static String myValue =
        "c't Amazon!";
}

```

Legen Sie im anderen Flavor die gleiche Klasse mit `myValue="c't Play!"` an. Nun können Sie den Project-Tab wieder auf die Betriebsarten `Android` oder `Project Files`

umstellen, wenn Sie die übersichtlicher finden.

Ein kleiner Test soll diesen String aufs Display bringen. Ergänzen Sie dazu die XML-Datei des Formulars um eine `TextView`, die Sie in `MainActivity` bevölkern:

```

public class MainActivity
extends AppCompatActivity {
    @Override
    protected void onCreate(
        Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(
            savedInstanceState);
        setContentView(
            R.layout.activity_main);
        TextView t =
            findViewById(R.id.textView);
        t.setText(
            CTStringHolder.myValue);
    }
}

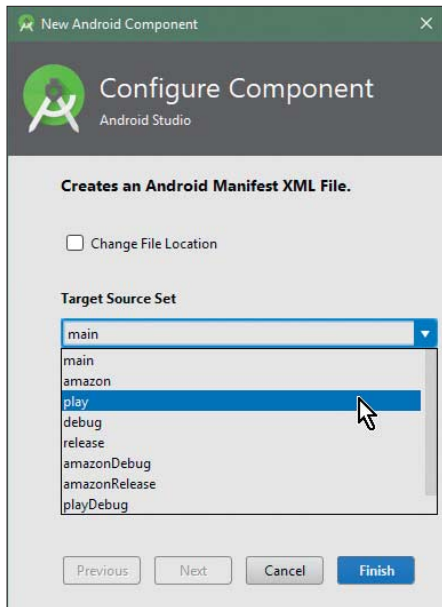
```

Führen Sie nun die App wie gewohnt im Emulator oder auf einem Testgerät aus – je nach gewähltem Flavor wird der jeweilige String angezeigt.

## Komplizierteres

In der Praxis geht es meist darum, nicht nur ein paar Strings, sondern eine komplexere Programmlogik auszutauschen – neben Store- und In-App-Anpassungen kann es sich hier auch um Mapping- oder Analysesysteme handeln.

Gradle hilft einem dabei insofern nicht weiter, als dass es Java-Klassen nicht aus verschiedenen Dateien in den `main`- und Flavor-Verzeichnissen zusammensetzen kann – jede Klasse darf nur an einer Stelle vorkommen. Ein netter Weg zur Umgehung dieses Problems besteht in einem zweistufigen Implementierungs-



In den Source Sets wählen Sie aus den Flavors samt allen Permutationen.

verfahren: Im `main`-Bereich legt man ein Interface an, das man später in den einzelnen Flavors implementiert. Im Hauptteil nutzt man dann Instanzen dieses Interface. Ein solches Interface könnte beispielsweise so aussehen:

```
public interface CTIAalytics {
    public void reportEvent(
        String which);
    public void reportClosing(
        String which);
    public void reportIAPFailure(
        Date _when, String item);
}
```

Im Hauptprogramm erzeugen Sie eine Instanz des Interface `CTIAalytics`, nutzen dabei aber den Konstruktor der noch zu erstellenden Klasse `CTAnalytics`:

```
public class MainActivity
extends AppCompatActivity {
    CTIAalytics myAnalytics;
    @Override
    protected void onCreate(
        Bundle savedInstanceState) {
        myAnalytics =
            new CTAnalytics();
        ...
    }
    ...
}
```

Die eigentliche Intelligenz zur Interaktion mit den Analysediensten findet sich in den Flavors, die jeweils eine Klasse `CTAnaly-`

`tics` benötigen, die das Interface `CTIAalytics` implementiert.

Durch die Art der Deklaration der Variablen im Hauptprogramm ist sichergestellt, dass jedes Flavor eine vollständige Implementierung des zentral definierten Interface mitbringen muss. Fehlt `CTAnalytics` in einem Flavor, so würde der Compiler einen Fehler melden. Zwar können Sie sich auch bei dieser Methode selbst ein Bein stellen – etwa über unterschiedliche Konstruktoren –, aber so müssen sich neue Flavors immerhin im Großen und Ganzen an die im Rest des Projekts geltenden Regeln halten. Falls es in `main` schon etwas für alle Flavors zu implementieren gibt, funktioniert dieser Weg genauso mit einer abstrakten Klasse statt einem Interface.

## Pirateriebekämpfung

Ein weiterer Anwendungsfall für Flavors ist, eine kostenlose und eine kostenpflichtige Version einer App zu pflegen. Heutzutage mag man zwar eher eine kostenlose App bereitstellen und sich Erweiterungen über In-App-Käufe bezahlen lassen. Damit steigt aber auch die Gefahr, Opfer von Piraterie zu werden. Insbesondere bei Spielen ist es extrem gewinnbringend, wenn sich Raubkopien zumindest während des ersten PR-Pushes einigermaßen unter Kontrolle halten lassen. Eine kleine Zusatzhürde für Piraten lässt sich errichten, indem man die nur in der Vollversion benötigten Grafiken und Codefragmente auch nur dort einkompiliert. Zudem können Sie die kostenpflichtige Variante frei von Werbebannern und deren datensammelnden Libraries halten. So eine kostenlose App-Version ist darüber hinaus die Voraussetzung, um in alternative Stores ohne Bezahlmöglichkeit zu kommen.

Anstatt wie bisher eindimensional zwischen Amazon und Play zu wechseln, kommt nun eine zweite Dimension hinzu: Die App soll es ja sowohl im Amazon- als auch im Play-Store nicht nur als Basis-, sondern auch als Vollversion geben. Das Anlegen von Flavors wie `amazonfull` oder `playlite` wäre hier nur leidlich sinnvoll, da es zu einer unübersichtlichen Duplizierung von Logik führen würde.

Zur Lösung bietet sich die oben nur zur Beruhigung des Compilers dienende Zeile `flavorDimensions` an. Stellen Sie sich dieses Gradle-Feature wie ein mehrdimensionales Flavor-Array vor, das Gradle beim Kompilieren permutiert. Wie viele Dimensionen das Flavor-Array aufzuweisen hat, legen Sie in `flavorDimensions` fest:

```
flavorDimensions "store", "version"
productFlavors {
    ...
    full {dimension "version"}
    lite {dimension "version"}
}
```

Nach einem Rebuild entsteht eine zweidimensionale Struktur: In der Variantenauswahl finden Sie `amazonFull`, `amazonLite`, `playFull` und `playLite`, jeweils in Release- und Debug-Varianten.

Nun sollen die Varianten `full` und `lite` unterschiedliche Ressourcen bekommen. Rechtsklicken Sie im Project-Tab auf `src` und starten über „New/Android resource file“ den Ressourcen-Assistent. Tragen Sie Namen und „Resource type“ nach Bedarf ein und wählen Sie unter „Source set“ den gewünschten Flavor `full` oder `lite`. Wiederholen Sie das für den anderen Flavor.

Die benötigten Verzeichnisse erzeugt Android Studio dann automatisch, sie verhalten sich fortan wie gewöhnliche Ressourcen-Verzeichnisse. Wie Sie sehen, kennzeichnet das Project-Tab auch die Ressource-Verzeichnisse der gewählten Build Variant mit einem speziellen Icon.

## Namensgebung

Momentan halten weder Android noch die Stores die verschiedenen App-Varianten auseinander, auch auf Ihrem Testgerät oder im Emulator ersetzt die jeweils neuste App-Variante die vorige. Wenn Sie auf dem Gerät in die App-Verwaltung gehen, sehen Sie immerhin den `versionName`, also „1.0-amz“ oder ähnlich, doch anders können Sie die Varianten nicht unterscheiden.

Damit man die Voll- und die Light-Version gleichzeitig installieren kann und damit sie beide in die Stores einpflegen können, müssen sie unterschiedliche IDs bekommen. Auch mag es sinnvoll sein, Store-spezifische IDs zu vergeben, damit keine Probleme auftauchen, falls Nutzer mehrere Stores parallel installieren.

Gradle kennt dafür zwei Wege. Für Store-Varianten bietet es sich an, die Flavor-Definition um eine Zeile `applicationId` zu ergänzen, also beispielsweise:

```
productFlavors {
    amazon {
        ...
        applicationId
            "com.tamoggemon.ctbeispiel.amz"
    }
    ...
}
```

Fehlt die Zeile, nimmt Gradle die `applicationId` aus dem (meist darüber stehenden) Block `defaultConfig`, fehlt auch dieser, den Package-Namen.

Für die `full`- und `lite`-Flavors kann man stattdessen ganz im Sinne der Array-Permutation mit `applicationIdSuffix` Strings definieren, die an die `applicationId` angehängt werden:

```
productFlavors {
    ...
    full {
        dimension "version"
        applicationIdSuffix ".full"
    }
    lite {
        dimension "version"
        applicationIdSuffix ".lite"
    }
}
```

Nun erzeugt Gradle für `play` die IDs `com.tamoggemon.ctbeispiel.full` und `com.tamoggemon.ctbeispiel.lite` und für `amazon` mit einem eingeschobenen `.amz`. Welche ID die gerade laufende App hat, sehen Sie oben im Logcat-Tab von Android Studio. Müssen Sie die ID in den Manifest-Dateien referenzieren, geht das beispielsweise per `<action android:name="${applicationId}.ABOABFRAGE" />`.

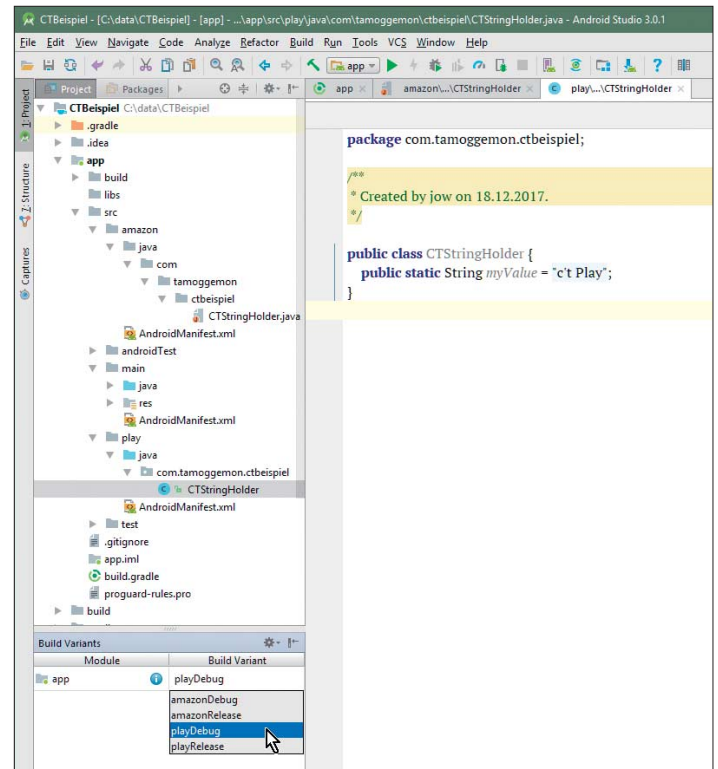
Falls Sie nun Probleme mit Ressourcen-Dateien bekommen, mag das daran liegen, dass ID und der Package-Name unterschiedlich sind. Eine einfache Lösung hierfür ist, aus den Manifest-Dateien der einzelnen Flavors die `package`-Definition in der ersten Zeile zu löschen, sodass die Dateien einfach mit `<manifest xmlns:android...` beginnen.

## Manifestäres

Nun kann zwar Android die verschiedenen App-Varianten auseinanderhalten, aber der Anwender noch nicht: Er sieht mehrere ununterscheidbare Apps mit Namen `CTBeispiel`.

Normalerweise ist der App-Name im `main`-Manifest als `android:label="@string/app_name"` festgelegt, als Verweis auf eine String-Ressource, die üblicherweise in `main/res/values/strings.xml` definiert ist. Sie können den Namen einfach überladen, beispielsweise indem Sie im `full`-Zweig eine String-Ressourcendatei anlegen oder eine bestehende ergänzen (der Name der Ressourcendatei spielt dabei keine Rolle), etwa um `<string name="app_name">CTBeispiel Plus</string>`. So könnten Sie sogar in den Unterpfeilen wie `playFull` oder `ama-`

Die „Project“-Ansicht oben wird etwas unübersichtlich, wenn Sie unten die Build Variant umschalten. Sobald Sie alle benötigten Pfade angelegt haben, können Sie aber auf „Android“ oder „Project Files“ umschalten.



`zonLite` verschiedene Namen angeben. Ähnlich bekommen Sie unterschiedliche App-Icons realisiert.

Andere spannende Stellen für solche Modifikationen der Varianten sind die Manifest-Dateien der Flavors, zumal Sie hier möglicherweise sowieso Flavor-abhängige Modifikationen etwa der App-Rechte durchführen müssen. Naheliegender wäre im `amazon`-Manifest:

```
<application
    android:label="CTBeispiel (Amazon)"
</application>
```

Doch das führt zur Fehlermeldung, dass der „Manifest merger“ schiefgegangen ist. Gradle setzt die Manifest-Datei – anders als etwa die Java-Klassen – aus den einzelnen Manifest-Dateien der Flavors (und denen der eingebundenen Libraries) zusammen. Gradle erkennt dabei, dass `android:label` schon definiert ist und verweigert eine Redefinition.

Für diesen Zweck gibt es eine spezielle Werkzeugsammlung, die Sie per `xmlns` oben in die Manifest-Datei der Flavors einbinden und weiter unten aufrufen:

```
<manifest xmlns:android=
"http://schemas.android.com/
apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.
android.com/tools">
```

```
<application
    android:label
    ="CTBeispiel (Amazon)"
    tools:replace="android:label">
</application>
</manifest>
```

Ob das geklappt hat, kontrollieren Sie nach einem Rebuild in Android Studio, wenn Sie unten im Editor auf „Merged Manifest“ klicken. Hier entdecken Sie direkt das nächste Problem: Die Haupt-Activity heißt noch wie vorher, und nach der richtet sich auch der Launcher des Nutzers beim Bezeichnen der App. Die einfachste Lösung ist, aus dem `main`-Manifest die Zeile mit `android:label` im Block der `MainActivity` zu löschen. Oder Sie ergänzen oben im `application`-Block:

```
<activity
    android:name=".MainActivity"
    android:label="CTBeispiel (Amazon)"
    tools:replace="android:label">
</activity>
```

Das `replace`-Attribut ist nur eines von vielen, um die Manifest-Dateien bedarfsgerecht anzupassen. Sie können etwa Teile komplett ersetzen, zusammenführen oder eine spätere Modifikation verhindern. Auch lassen sich die `uses-sdk`-Definitionen von eingebundenen Libraries überschreiben. (jow@ct.de) **ct**

Weitere Dokumentation: [ct.de/y8pr](http://ct.de/y8pr)





# Aufbruch mit Power

## PowerShell: Loslegen mit Microsofts mächtiger Kommandozeile

**Microsoft treibt die Verbreitung der PowerShell als universelle Textkonsole immer weiter voran – und das nicht nur unter Windows. Es lohnt sich also mehr denn je, sich mit ihr anzufreunden. Als Belohnung warten ein nahezu unerschöpflicher Befehlsvorrat und endlich eine Skriptsprache, die diese Bezeichnung verdient hat.**

**Von Hajo Schulz**

Schon seit einigen Versionen hat Windows ein Programm an Bord, um die arg in die Jahre gekommene Eingabeaufforderung abzulösen: die PowerShell. Bei Administratoren in größeren Organisationen erfreut sie sich wachsender Beliebtheit, nicht zuletzt weil sich damit Rechner bequem aus der Ferne warten lassen. In letzter Zeit hat Microsoft einiges getan, um der PowerShell auf noch breiterer Front zum Durchbruch zu verhelfen: Beispielsweise hat sie seit dem vorletzten größeren Update für Windows 10 den Platz der Eingabeaufforderung im Windows+X-Menü eingenommen.

Die PowerShell ist auch nicht mehr exklusiv Windows-Anwendern vorbehalten: Für Linux- und macOS-Benutzer gibt es die „PowerShell Core“. Entstanden ist sie aus Quellcode, den Microsoft unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlicht hat – siehe Textkasten.

Bei vielen Anwendern fristet die PowerShell trotz allem immer noch ein Schattendasein – zu Unrecht, wie wir finden: Bei der interaktiven Benutzung bietet sie Komfort-Funktionen wie Tab-Completion für Befehle und Optionen oder eine unerreicht ausführliche Hilfe. Ihr größter Schatz ist aber die eingebaute Skriptsprache, mit der sich Aufgaben automatisieren lassen. Im Vergleich dazu mutet die Batch-Sprache der Eingabeaufforderung geradezu vorsintflutlich an. Zudem hält die PowerShell sowohl in der Konsole als auch in Skripten einen beinahe unerschöpflichen Befehlsvorrat bereit.

Zugegeben: Wenn Sie bislang mit der Eingabeaufforderung arbeiten oder auch schon die eine oder andere Batch-Datei geschrieben haben, werden Sie nicht darum herumkommen, ein paar neue Befehle und Strukturen zu lernen. Aber spätestens wenn Ihr erstes PowerShell-



Skript läuft, ohne dass Sie zum x-ten Mal die kryptischen Optionen von Befehlen wie `for` oder `set` nachschlagen mussten, hat sich der Aufwand gelohnt. Auf gehts!

## Erste Schritte

Die Bedienung der PowerShell fußt auf demselben Prinzip wie die der Eingabeaufforderung: Man tippt einen Befehl ein und schickt ihn mit einem Druck auf die Return-Taste ab. Wenn man sich nicht vertippt hat, wird das Kommando ausgeführt und unter der Eingabe erscheint Text, der je nach Befehl die angeforderten Informationen enthält oder über Erfolg oder Fehlschlag der Aktion informiert. Danach beginnt das Spiel von vorne.

Als Befehl kommen bei der PowerShell Vertreter verschiedener Kategorien in Frage. Zunächst einmal lassen sich unter Windows wie in der Eingabeaufforderung alle Kommandos benutzen, die aus einer externen `.exe`-Datei bestehen, darunter Befehle wie `robocopy` oder `bcdedit`. Kommandozeilenprogramme mit eigener Befehlseingabe wie `netsh` oder `diskpart` lassen sich genauso wie Windows-Anwendungen, etwa `notepad` oder `calc`, durch Eingabe ihres Namens starten. Von den in die Eingabeaufforderung eingebauten Befehlen versteht die PowerShell die wichtigsten. So kann man etwa `cd`, `md`, `dir` und `del` auch hier nutzen, muss sich aber bei dem einen oder anderen an eine neue Syntax für die Optionen gewöhnen. Wer die Kommandos aus der Unix-Shell Bash lieber mag als die der Eingabeaufforderung, findet auch Kommandos wie `ls` oder `rm`.

Den größten Vorrat an Kommandos bilden die PowerShell-eigenen Befehle, auch Cmdlets genannt. Sie sind grundsätzlich nach dem Muster `Verb-Nomen` aufgebaut, also beispielsweise `Get-FileHash`, `Remove-PrintJob` oder `Stop-Process`. Diese Konvention sieht erst mal nach viel Tipparbeit aus, die sich aber schnell relativiert: Für die am häufigsten benutzten Befehle gibt es sogenannte Aliasse, unter denen sie alternativ aufrufbar sind. Auch die oben erwähnten, aus der Eingabeaufforderung bekannten Kommandos sind Aliasse, etwa `cd` für `Set-Location`. Für Ihre persönlichen Lieblingsbefehle können Sie sich auch selbst Aliasse erstellen. Eine Liste aller gerade definierten Aliasse liefert `gal` – der Befehl ist ein Alias für `Get-Alias`.

Das Eintippen langer Befehle wird noch durch eine zweite Eigenschaft der PowerShell erleichtert: Sämtliche zur Verfügung stehenden Befehle und ihre Optio-

nen sind nämlich auch der Tab-Completion bekannt. Das bedeutet, dass Sie nach der Eingabe der ersten paar Zeichen eines Befehls die Tab-Taste drücken können und die PowerShell ergänzt die restlichen. Bis zum Bindestrich sollten Sie aber Befehle schon selbst eintippen, denn sonst kann es Ihnen passieren, dass die PowerShell Ihre Eingabe mit Dateinamen aus dem aktuellen Ordner ergänzt – sie kann ja nicht wissen, ob Sie gerade einen Befehl eingeben oder eine Datei starten wollen. War Ihre Eingabe trotzdem noch nicht eindeutig, kann zunächst ein anderer als der von Ihnen gewünschte Befehl erscheinen – dann wiederholen Sie einfach den Druck auf die Tab-Taste; Umschalt+Tab hilft, falls Sie zu oft Tab gedrückt haben. Übrigens ist der PowerShell die Groß-/Kleinschreibung egal; Sie können alle Befehle auch komplett in Kleinbuchstaben eintippen.

## Hilfe!

Eines der wichtigsten Cmdlets wird am Anfang Ihrer PowerShell-Gehversuche wahrscheinlich `Get-Help` (Alias: `help`) sein. Damit es aussagekräftige Informationen liefert, sollten Sie zunächst eine PowerShell mit Administratorrechten starten und dort einmal den Befehl `Update-Help` ausführen. Damit lädt die PowerShell die erweiterten Hilfedateien für die vorinstallierten Module von Microsofts Servern herunter und speichert sie auf der lokalen Festplatte. Für Anwender, die sich keine Admin-Rechte verschaffen können, bleibt noch der Ausweg, sich anzugewöhnen, `Get-Help` stets mit der Option `-Online` aufzurufen: Dann lädt die PowerShell die gewünschte Infor-

mation als Webseite in Ihrem Standard-Browser.

Um Details über einen Befehl nachzulesen, können Sie dessen Namen einfach an das Kommando `help` anhängen, also beispielsweise `help Set-Location`. Existiert zu dem nachgeschlagenen Befehl ein Alias, funktioniert auch der: `help cd` liefert dieselben Informationen. Wer außer einer Beschreibung des Befehls auch genauere Informationen über seine Parameter und Beispiele zu seiner Verwendung lesen möchte, hängt am Ende noch die Option `-Detailed` an, die sich auch zu `-det` abkürzen lässt: `help cd -det`.

Außer Einträgen zu einzelnen Cmdlets enthält das Hilfesystem etliche Artikel, die Konzepte der PowerShell erklären. Ihre Titel beginnen alle mit „about\_“; eine Liste liefert `help about_*`.

## Objekte

Eine der gewöhnungsbedürftigsten, aber auch mächtigsten Eigenschaften der PowerShell ist, dass ihre Cmdlets als Ausgabe eigentlich keinen Text liefern, sondern sogenannte Objekte. Was das bedeutet, lässt sich am besten anhand von Beispielen erklären. Um nicht vom Wesentlichen abzulenken, haben wir uns bemüht, sie möglichst einfach zu halten. Für sich betrachtet mögen Sie einige der gezeigten Befehle trotzdem als unnötige Verkomplizierung empfinden: Wenn Sie etwa wissen wollen, wie viel Hauptspeicher Ihr Browser gerade belegt, können Sie das natürlich bequem im Task-Manager ablesen. Sobald Sie aber den Wert beispielsweise regelmäßig in eine Log-Datei schreiben

## PowerShell für alle

War die PowerShell anfangs ein Bestandteil von Windows, ist sie mittlerweile nicht mehr den Benutzern von Betriebssystemen aus Redmond vorbehalten: Microsoft hat große Teile der PowerShell unter der quelloffenen MIT-Lizenz veröffentlicht. Als „PowerShell Core“ wird dieser Entwicklungszweig von einer aktiven Community gepflegt und steht für Windows, Linux und macOS zur Verfügung – siehe [ct.de/yzf2](http://ct.de/yzf2). Die aktuelle Versionsnummer von PowerShell Core lautet 6.0.

In Windows enthalten ist nach wie vor die „Windows PowerShell“, deren aktuellen Quellcode Microsoft wie gehabt unter Verschluss hält und deren derzei-

tige Versionsnummer die 5.1 ist. Wer lieber mit der quelloffenen Variante arbeiten möchte, kann PowerShell Core unter Windows parallel installieren und hat dann die Wahl, mit `powershell` die Windows PowerShell oder mit `pwsh` PowerShell Core zu starten.

Ausgewählte Verbesserungen aus der PowerShell-Core-Entwicklung will Microsoft in künftige Versionen der Windows PowerShell übernehmen und die Core-Entwickler legen großen Wert auf Kompatibilität zwischen beiden Zweigen. In diesem Artikel ist deshalb allgemein von der PowerShell die Rede; gemeint sind damit beide Ausgaben.

```

Windows PowerShell
Property      int PeakWorkingSet {get;}
Property      long PeakWorkingSet64 {get;}
Property      bool PriorityBoostEnabled {get;set;}
Property      System.Diagnostics.ProcessPriorityClass PriorityClass {get;set;}
Property      int PrivateMemorySize {get;}
Property      long PrivateMemorySize64 {get;}
Property      timespan PrivilegedProcessorTime {get;}
Property      string ProcessName {get;}
Property      System.IntPtr ProcessorAffinity {get;set;}
Property      bool Responding {get;}
Property      Microsoft.Win32.SafeHandles.SafeProcessHandle SafeHandle {get;}
Property      int SessionId {get;}
Property      System.ComponentModel.ISite Site {get;set;}
Property      System.IO.StreamReader StandardError {get;}
Property      System.IO.StreamWriter StandardInput {get;}
Property      System.IO.StreamReader StandardOutput {get;}
Property      System.Diagnostics.ProcessStartInfo StartInfo {get;set;}
Property      datetime StartTime {get;}
Property      System.ComponentModel.ISynchronizeInvoke SynchronizingObject {get;set;}
Property      System.Diagnostics.ProcessThreadCollection Threads {get;}
Property      timespan TotalProcessorTime {get;}
Property      timespan UserProcessorTime {get;}
Property      int VirtualMemorySize {get;}
Property      long VirtualMemorySize64 {get;}
Property      long WorkingSet {get;}
Property      long WorkingSet64 {get;}
ScriptProperty System.Object Company {get=$this.MainModule.FileVersionInfo.CompanyName;}
ScriptProperty System.Object CPU {get=$this.TotalProcessorTime.TotalSeconds;}
ScriptProperty System.Object Description {get=$this.MainModule.FileVersionInfo.FileDescr...
ScriptProperty System.Object FileVersion {get=$this.MainModule.FileVersionInfo.FileVersion;}
ScriptProperty System.Object Path {get=$this.MainModule.FileName;}
ScriptProperty System.Object Product {get=$this.MainModule.FileVersionInfo.ProductName;}
ScriptProperty System.Object ProductVersion {get=$this.MainModule.FileVersionInfo.Product...

PS C:\Users\hajos> gps chrome | measure WS -Sum

Count      : 16
Average     : 883511296
Sum         : 883511296
Maximum     :
Minimum     :
Property    : WS

PS C:\Users\hajos>
  
```

Rein optisch versprüht die PowerShell einen eher spröden Charme. Wer sich davon nicht abschrecken lässt, dem steht ein mächtiges Werkzeug zu Gebote.

wollen, um ihn im Zeitverlauf zu beobachten, oder wenn Sie ihn von mehreren Rechnern einsammeln müssen, werden Sie sich dazu wahrscheinlich ein Skript schreiben. Und dann können Sie das eine oder andere unserer Beispiele sicher gebrauchen – zumal sich die damit erklärten Konzepte ja auch auf andere Anwendungsfälle übertragen lassen.

Wenn Ihr Browser Edge, Chrome oder Firefox heißt, startet er für jeden Tab einen eigenen Prozess. Um den gesamten Speicherverbrauch zu ermitteln, müssen Sie also die Werte mehrerer Prozesse addieren. Das PowerShell-Cmdlet, das eine Liste der gerade laufenden Prozesse liefert, heißt `Get-Process` (Alias: `gps`). Als Parameter kann man ihm unter anderem einen Prozessnamen oder eine Suchmaske wie „\*edge\*“ mitgeben, dann enthält das Ergebnis nur noch Prozesse mit passendem Namen. Die sichtbare Ausgabe besteht aus einer Tabelle; den Hauptspeicherverbrauch enthält die Spalte „WS(K)“ – „WS“ steht für `WorkingSet`, „(K)“ für `KByte`. Hinter „PM(K)“ und „NPM(K)“ verbergen sich die Größen des ausgelagerten und des nicht auslagerbaren Hauptspeichers, auch jeweils in `KByte`.

Das eigentliche Ergebnis von `Get-Process` ist aber nicht diese Tabelle, sondern eine Liste von Prozess-Objekten. Objekte zeichnen sich dadurch aus, dass sie je nach

Typ einen Satz von Eigenschaften besitzen – Prozesse eben unter anderem einen Namen, einen Speicherverbrauch und eine Prozess-ID. In der PowerShell kann man Objekte über eine sogenannte Pipeline von einem Cmdlet an das nächste weiterschicken, indem man die beiden Befehle in eine Zeile schreibt und durch einen senkrechten Strich (Pipe-Symbol; auf deutschen Tastaturen `AltGr+<`) voneinander trennt. Das sieht dann zum Beispiel so aus:

```
gps chrome | gm -MemberType Properties
```

`gm` ist ein Alias für `Get-Member`, ein Cmdlet, das ein Objekt oder eine Liste gleichartiger Objekte als Eingabe erwartet und als Antwort die Namen aller Bestandteile liefert, die diese Objekte ausmachen. Mit `-MemberType Properties` wird diese Liste auf die Eigenschaften beschränkt – Objekte haben in der Regel auch noch Methoden oder können Ereignisse melden, die hier aber zunächst nicht interessieren. Trotz des Filters ist die Liste der Eigenschaften von Prozess-Objekten beeindruckend: Man kann ihnen über 60 Merkmale entlocken.

Um sich statt der Tabelle, die `Get-Process` normalerweise ausgibt, andere Attribute von Prozessen anzeigen zu lassen, kann man eines der Cmdlets `Format-Table` (Alias: `ft`) oder `Format-List` (Alias: `fl`) benutzen: Ersteres liefert eine Tabelle, letzteres eine Listendarstellung. Beide ver-

dauern als erstes Argument eine Liste der gewünschten Eigenschaften, also zum Beispiel:

```
gps win* | ft Name, Company, Path
```

Ein `*` anstelle der Eigenschaftensliste sorgt dafür, dass sämtliche Merkmale ausgegeben werden. So kann man die Floskel

```
| fl *
```

an beinahe jede PowerShell-Eingabe anhängen, um detailliertere als die standardmäßig ausgegebenen Ergebnisse des davorstehenden Befehls anzuzeigen.

Zurück zur Aufgabe, den Speicherverbrauch des Browsers herauszufinden: Für einfache Rechenaufgaben ist das Cmdlet `Measure-Object` (Alias: `measure`) zuständig. Ohne weitere Argumente zählt es einfach die ihm übergebenen Objekte. Als ersten Parameter kann man ihm einen oder eine Liste von Eigenschaftennamen übergeben und anschließend eine oder mehrere der Optionen `-Average`, `-Sum`, `-Maximum` und `-Minimum`, um sich den Mittelwert, die Summe, den größten oder den kleinsten Wert der gewünschten Eigenschaften anzeigen zu lassen. So liefert die Zeile

```
gps chrome | measure WS -Sum
```

die Anzahl der Bytes, die der Google-Browser gerade im Hauptspeicher belegt.

## Filtern und sortieren

Dadurch, dass Cmdlets Objekte als Resultat liefern, kann man mit deren Eigenschaften nicht nur rechnen, sondern sie auch beinahe beliebig als Filter- oder Sortierkriterien verwenden. Sie brauchen beispielsweise die Angabe, welche Dienste gerade auf Ihrem System laufen? Kein Problem: Eine Liste aller installierten Dienste liefert `Get-Service` (Alias: `gsv`). Die Objekte, aus denen diese Liste besteht, haben unter anderem eine Eigenschaft `Status`, die entweder `Running` oder `Stopped` enthält. Als universelles Filter-Cmdlet dient `Where-Object` (Alias: `where`). Weil man es relativ oft verwendet, haben die PowerShell-Macher ihm als Abkürzung auch noch das einfache Fragezeichen spendiert. Alle laufenden Dienste bekommt man also mit der Eingabe

```
gsv | ? Status -eq Running
```

angezeigt. Dabei ist `-eq` der Vergleichsoperator, der auf Gleichheit prüft (englisch: `equal`). Alternativ stehen unter anderem noch `-ne` für „ungleich“ (`not equal`), `-gt` und `-lt` für „größer als“ (`greater than`)

und „kleiner als“ (less than) sowie `-ge` und `-le` für „mindestens“ (greater than or equal) und „höchstens“ (less than or equal) zur Verfügung. Mit `-match` kann man außerdem prüfen, ob eine Eingabe zu einem regulären Ausdruck passt. Näheres zu den Vergleichsoperatoren erzählt `help about_Comparison_Operators`.

Zum Sortieren dient das Cmdlet `Sort-Object` (Alias: `sort`). Als Parameter verdaut es einen oder mehrere Namen von Eigenschaften, nach denen es seine Eingabe dann aufsteigend sortiert; die Option `-Descending` dreht die Sortierreihenfolge um. Eine Liste aller Dateien im aktuellen Verzeichnis in absteigender Reihenfolge ihrer Größe liefert also beispielsweise der Befehl

```
dir | sort Length -Descending
```

## Rechnen

Die PowerShell ist nicht nur dazu gedacht, einfache Befehle oder vergleichsweise simple Befehlsfolgen wie die bisher gezeigten auf der Konsole einzugeben und sich die Ergebnisse direkt anzeigen zu lassen. Für komplexere Aufgaben enthält sie auch eine Programmiersprache. Einige der Strukturen, die diese Sprache ausmachen, lassen sich aber durchaus auch von Nicht-Programmierern an der Konsole sinnvoll einsetzen.

Dazu gehört, dass man mit der PowerShell rechnen kann: Sie verdaut klaglos Eingaben wie `12 + 13` oder `3 * 5`. Bei der Eingabe längerer Ausdrücke beachtet sie die Regel „Punkt- vor Strichrechnung“; mit Klammern lässt sich die Reihenfolge der Berechnung beeinflussen. Details dazu liefert `help about_Arithmetic_Operators`.

Bestimmte Rechenoperatoren funktionieren nicht nur mit Zahlen, sondern zum Beispiel auch mit Zeichenketten: `"Power" + "Shell"` liefert etwa `"Power-Shell"`, `"xyz" * 3` ergibt `"xyzxyzxyz"`.

Gewöhnungsbedürftig ist das Rechnen mit Kalenderdaten und Uhrzeiten: Das aktuelle Datum mit Uhrzeit liefert zunächst einmal `Get-Date`. Einen bestimmten Datumswert kann man mit einer Eingabe wie `Get-Date 24.12.2017` definieren, für eine bestimmte Uhrzeit muss man `Get-Date` einen oder mehrere der Parameter `-Hour`, `-Minute` und `-Second` mitgeben. Datumswerte lassen sich nicht direkt addieren, sondern dazu muss man `New-TimeSpan` verwenden; zieht man zwei Datumswerte voneinander ab, kommt ebenfalls ein `TimeSpan`-Objekt dabei heraus. „Heute

in fünf Tagen“ würde man beispielsweise so ausdrücken:

```
(Get-Date) + (New-TimeSpan -Days 5)
```

Die Klammern sind notwendig: Sobald man mit den Ergebnissen von Cmdlets etwas anderes tun will, als sie über die Pipeline weiterzuleiten, benötigt die PowerShell sie, um zu erkennen, wo ein Befehl endet. Die PowerShell spart aber auch nicht mit Fehlermeldungen, wenn sie Klammern vermisst.

## Variablen

Um die Ergebnisse von Berechnungen, aber auch von beliebigen anderen Befehlen oder Befehlsfolgen in späteren Kommandos wiederzuverwenden, kann man sie in sogenannten Variablen aufheben. Variablen sind nichts anderes als benannte Speicherplätze für irgendwelche Daten. Variablennamen beginnen stets mit einem `$`-Zeichen und dürfen Ziffern und Buchstaben enthalten; zwischen Klein- und Großbuchstaben wird nicht unterschieden.

Die PowerShell erzeugt Variablen automatisch bei ihrer ersten Verwendung. So existiert nach dem Ausführen des Ausdrucks

```
$antwort = 2 * 21
```

eine Variable namens `$antwort`, ihr Inhalt ist die Zahl 42. Sollten Sie mehrere PowerShell-Fenster geöffnet haben, besitzt jedes seinen eigenen Satz an Variablen. Sobald Sie eine PowerShell-Sitzung beenden, sind die darin definierten Variablen vergessen. Einen neuen Wert bekommt eine Variable, indem man einfach den alten überschreibt. Wichtig zu wissen ist, dass Variablen das Resultat einer Operation speichern, nicht die Operation selbst. Wenn Sie etwa die Zeile

```
$jetzt = Get-Date
```

eingeben, steht in `$jetzt` das heutige Datum und eine Uhrzeit von beispielsweise 12:15 Uhr. Fünf Minuten später ergibt `Get-Date` eine Uhrzeit von 12:20 Uhr, aber in `$jetzt` steht immer noch 12:15 Uhr.

Variablen speichern nicht nur einfache Werte wie Zahlen, Zeichenketten oder Datumswerte, sondern etwa auch Prozess-Objekte oder Dateilisten. So enthält nach der Befehlsfolge

```
$1woche = (Get-Date) - `
    (New-TimeSpan -Days 7)
$kannweg = dir *.log | `
    ? LastWriteTime -lt $1woche
```

die Variable `$kannweg` eine Liste aller Log-Dateien aus dem aktuellen Verzeichnis, die vor mehr als einer Woche geschrieben wurden. Wie das Ergebnis eines Cmdlets kann man auch eine Variable wieder in die Objekt-Pipeline einspeisen:

```
$platz = $kannweg | measure Length -Sum
```

Wie Ihnen vielleicht schon weiter oben aufgefallen ist, liefert `measure` die Gesamtgröße der Dateien nicht einfach als Zahl, sondern offenbar eingebettet in ein Objekt; die PowerShell gibt es in Listendarstellung aus und es enthält die gewünschte Zahl in einer Eigenschaft namens `Sum`. Um an diese Zahl heranzukommen, damit Sie sie etwa in einer anderen Variablen speichern oder mit ihr rechnen können, müssen Sie die Punkt-Schreibweise verwenden:

```
$MByte = $platz.Sum / (1024 * 1024)
```

Ein Ausdruck nach dem Muster `Objekt.Eigenschaft` funktioniert mit allen Objekten, nicht nur mit Variablen. Wenn Sie aus dem Ergebnis eines Cmdlets direkt eine Eigenschaft herausoperieren wollen, müssen Sie den Aufruf samt aller eventuellen Parameter einklammern: Mit `(Get-Date).Year` erfahren Sie etwa die aktuelle Jahreszahl.

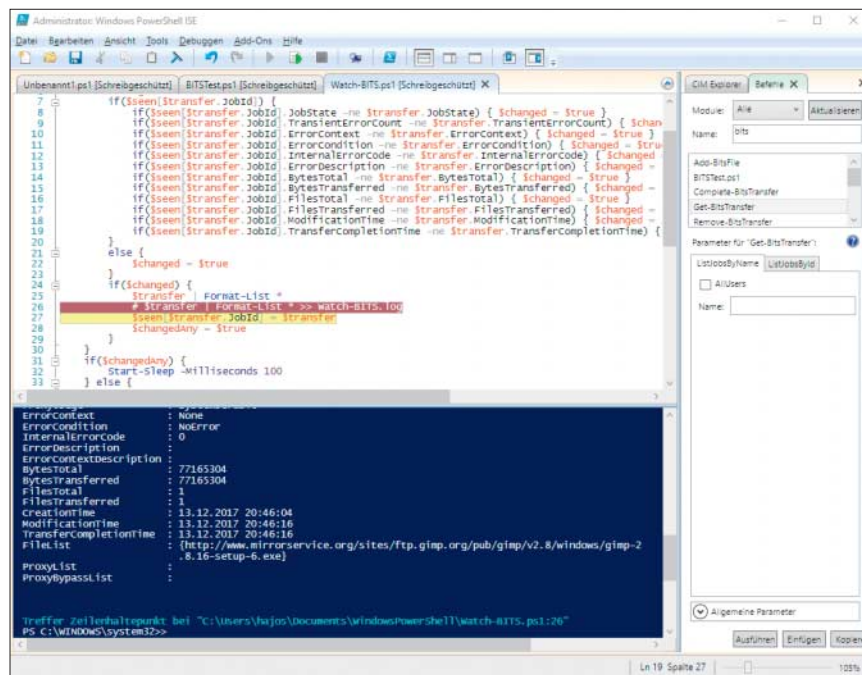
## Einer für alle

Sie können die Objekt-Pipeline nicht nur zum Filtern, Sortieren und Anzeigen von Ergebnissen verwenden, sondern das, was hinten rauskommt, auch an Cmdlets weiterreichen, die Aktionen mit den jeweiligen Objekten ausführen: Dienst-Objekte können Sie an `Restart-Service` verfüttern, Prozess-Objekte an `Stop-Process` (Alias: `kill`), Datei-Objekte an `Remove-Item` (Alias: `del`) und so weiter. Ob Sie die Objekte zwischendurch in einer Variablen speichern, ist dabei egal: Nach Eingabe des obigen Beispiels räumt

```
$kannweg | del
```

die alten Log-Dateien anstandslos von der Platte. Was dabei hinter den Kulissen passiert, ist, dass die PowerShell das Cmdlet `Remove-Item` mehrfach aufruft und ihm bei jedem Durchgang ein anderes Objekt aus der in `$kannweg` gespeicherten Liste übergibt. So etwas funktioniert aber nur dann ohne weitere Verrenkungen, wenn der Wert aus der Liste der einzige Parameter ist, den das Ziel-Cmdlet verlangt. Für alle anderen Fälle gibt es das Cmdlet `ForEach-Object` mit dem Alias `foreach`. Weil es häufig gebraucht wird, können Sie es auch einfach mit einem `%`-Zeichen abkürzen.





Die Windows PowerShell hat mit dem Integrated Scripting Environment einen brauchbaren Code-Editor samt Debugger an Bord.

Seine Benutzung ist anhand eines Beispiels schnell erklärt: Angenommen, Sie wollen die alten Dateien in einen Archiv-Ordner verschieben, statt sie zu löschen. Dann sieht der Aufruf so aus:

```
$kannweg | % { move $_ D:\Archiv }
```

Der Ausdruck innerhalb der geschweiften Klammern ist ein sogenannter Skript-Block. Das Cmdlet ruft ihn nacheinander für jeden Eintrag von \$kannweg einmal auf. Zuvor speichert es diesen Eintrag jeweils in der automatisch erzeugten Variablen \$\_. Die können Sie also als Platzhalter für das jeweilige Element der Liste verwenden.

Übrigens kann auch das Filter-Cmdlet Where-Object mit einem Skript-Block umgehen. Das ist immer dann nützlich, wenn Ihr Filter mehr als eine Eigenschaft der übergebenen Objekte prüfen soll. So liefert der Ausdruck

```
gps | ? { $_.Company -match 'Microsoft' -and $_.WS -ge 10 * 1024 * 1024 }
```

alle laufenden Programme, die von Microsoft stammen und (-and) mindestens 10 MByte im Hauptspeicher belegen.

## Alles ist ein Laufwerk

Neben der Objekt-Pipeline dürfte das überraschendste Merkmal der PowerShell für Umsteiger von der Eingabeaufforderung wohl die Flexibilität sein, mit der sich die

von Dateioperationen gewohnten Befehle einsetzen lassen. Argumente von cd, dir, del und Konsorten können nämlich nicht nur Datei- und Ordnerpfade, sondern auch Registry-Schlüssel oder Inhalte des Zertifikatspeichers sein: Die PowerShell bildet sie auf sogenannte PSDrives ab, so etwas wie virtuelle Laufwerke. Dasselbe gilt für die Aufbewahrungsorte von Aliassen und Funktionen sowie von PowerShell- und Umgebungsvariablen. Auf diesen „Laufwerken“ gibt es aber keine Ordner; sie sind flache Verzeichnisse.

Wie die zugehörigen Laufwerke heißen, lässt sich mit dem Befehl Get-PSDrive eruiieren. In der Spalte „Name“ liefert er neben den gewöhnlichen Laufwerksbuchstaben unter anderem die Einträge HKCU und HKLM für die Registry (HKU fehlt leider aus unerfindlichen Gründen). Sie können also etwa mit

```
cd "HKCU:\Control Panel\Desktop\"
```

in den Registry-Schlüssel mit den wichtigsten Einstellungen für Ihren Desktop wechseln – Registry-Schlüssel funktionieren wie Dateiodner. Allerdings finden Registry-Werte ihre Entsprechung nicht in Dateien, sondern in sogenannten Item Properties. Nach dem obigen cd liefert etwa

```
gp . Wallpaper
```

den Dateinamen Ihres Bildschirmhintergrundes, wobei gp ein Alias für Get-Item-

Property ist. Das zweite Argument (Wall-Paper) ist der Name des gesuchten Registry-Wertes; hier sind Wildcards erlaubt. Das Pendant zum Setzen von Registry-Werten heißt Set-ItemProperty (Alias: sp), das zum Löschen Remove-ItemProperty (rp). Eine detaillierte Liste aller Befehle, die im Zusammenhang mit der Registry sonst noch interessant sind, liefert help Registry.

Die virtuellen Laufwerke Alias:, Function:, Env: und Variable: werden Sie in der Praxis kaum benutzen. Neugierige können ihnen mit dir ein Verzeichnis der jeweils gespeicherten Objekte entlocken.

Interessant und hauptsächlich bei den Umgebungsvariablen praktisch ist noch eine besondere Schreibweise: Um auf die Umgebungsvariable zuzugreifen, die Sie aus der Eingabeaufforderung als %PATH% kennen, können Sie nämlich

```
$env:path
```

schreiben – und zwar zum Auslesen genauso wie zum Setzen.

## Scripting

Apropos Eingabeaufforderung: Was der ihre Batch-Dateien sind, sind der PowerShell die Skripte. Auch dabei handelt es sich um Textdateien, deren Name aber die Endung .ps1 trägt. Bearbeiten lassen sie sich im Prinzip mit jedem Texteditor, es gibt aber deutlich bessere Werkzeuge dafür: Die Windows PowerShell bringt das „Integrated Scripting Environment“ mit, das sich aus einer normalen PowerShell-Sitzung heraus mit dem Kurzbehl ise starten lässt. Wer die PowerShell an die Taskleiste anheftet, findet das ISE auch im Kontextmenü des Symbols.

Ein erstklassiger Editor für PowerShell-Skripte ist auch Visual Studio Code in Zusammenarbeit mit der dafür verfügbaren PowerShell-Erweiterung. Editor und Plug-in gibt es von Microsoft kostenlos (siehe ct.de/yzf2) und das nicht nur für Windows, sondern auch für macOS und Linux, also für alle Systeme, unter denen PowerShell Core läuft. Visual Studio Code – oder kurz Code – ist nicht zu verwechseln mit Microsofts großer Entwicklungsumgebung Visual Studio: Es ist um Größenordnungen schlanker, schneller installiert und gestartet und steht unter einer Open-Source-Lizenz.

Ob Sie als Windows-PowerShell-Anwender lieber zum ISE oder zu Code greifen, ist Geschmackssache: Beide bieten einen Code-Editor mit IntelliSense, also



automatisch aufpoppenden Listen, in denen man sinnvolle Fortsetzungen für den gerade getippten Ausdruck findet. Auch einen Debugger haben beide an Bord, wobei der in Code mit seinen bedingten Haltepunkten und einer Watch-Liste etwas besser ausgestattet ist. Auch bei der dynamischen Überprüfung des gerade bearbeiteten Skriptes auf falsche Syntax und typische Programmierfehler hat Code die Nase vorn. Dafür glänzt das ISE mit einer integrierten Befehlsliste, in der man nach unbekannten Cmdlets suchen und deren Parameter bequem in ein Formular eingeben kann.

Bevor Sie Skripte ausführen können, gibt es in der Windows PowerShell (nicht in PowerShell Core) noch eine Hürde zu überwinden: Aus Sicherheitsgründen erlaubt Microsoft das in der Grundeinstellung nämlich unverständlicherweise nicht. Aufheben lässt sich diese Einschränkung, indem Sie die PowerShell einmal mit Administratorrechten starten, dort den Befehl

```
Set-ExecutionPolicy RemoteSigned
```

eingeben und die Sicherheitsfrage bejahen. Das stellt die sogenannte Ausführungsrichtlinie so ein, dass die PowerShell alle Skripte ausführt, die nicht über ihre Eigenschaften als aus dem Internet stammend gekennzeichnet sind. Alternativ kommen auch die Richtlinien Unrestricted oder Bypass in Frage, aber die schützen nicht vor fremden Skripten. Genauere Informationen finden Sie unter `help about_Execution_Policies`.

Ein einfaches PowerShell-Skript enthält – wie eine Batch-Datei – schlicht Befehle, wie Sie sie auch in einer interaktiven Sitzung eingeben würden. Um ein Skript auszuführen, geben Sie in ein PowerShell-Fenster dessen kompletten Dateinamen ein. Zum Starten von `MeinSkript.ps1` genügt aber auch die Eingabe `.\MeinSkript`, wenn Sie sich bereits in dem Verzeichnis befinden, wo das Skript gespeichert ist.

Beim Abarbeiten eines Skripts liest die PowerShell die Datei Befehl für Befehl und führt alle nacheinander aus, ganz so, als hätten Sie sie gerade in Ihrer PowerShell-Sitzung eingegeben. Einen kleinen Unterschied gibt es aber: Variablen, Aliasse und Funktionen, die Sie in einem Skript definieren, gelten nur innerhalb des Skripts – wenn es beendet ist, verschwinden sie wieder beziehungsweise nehmen ihren vorherigen Wert an. Vergleichbar ist

das mit Batch-Dateien, die den Befehl `SETLOCAL` verwenden. Um ein Skript wirklich so auszuführen, als hätten Sie die Befehle gerade eingetippt, stellen Sie seinem Aufruf einen Punkt gefolgt von einem Leerzeichen voran:

```
.\MeineAliasse.ps1
```

## Programmieren

An Kontrollstrukturen bringt die Skriptsprache der PowerShell das mit, was man von einer modernen Programmiersprache erwarten kann. So lässt sich etwa vor dem Ausführen eines oder mehrerer Befehle prüfen, ob eine Bedingung erfüllt ist:

```
if(<Bedingung>)
{
    <Befehl(e)>
}
elseif(<Andere Bedingung>)
{
    <Andere Befehle>
}
else
{
    <Noch mehr Befehle>
}
```

So ein Statement darf dabei null bis beliebig viele `elseif`-Zweige und null bis einen `else`-Zweig besitzen. Als Bedingungen kommen unter anderem Vergleichsoperatoren in Frage, wie Sie sie schon von den Filtern kennen:

```
if($Size -gt 1000)
{ ... }
```

Die Existenz einer Datei oder eines Ordners prüft man mit `Test-Path`:

```
if(Test-Path "$env:TEMP\error.log")
{ ... }
```

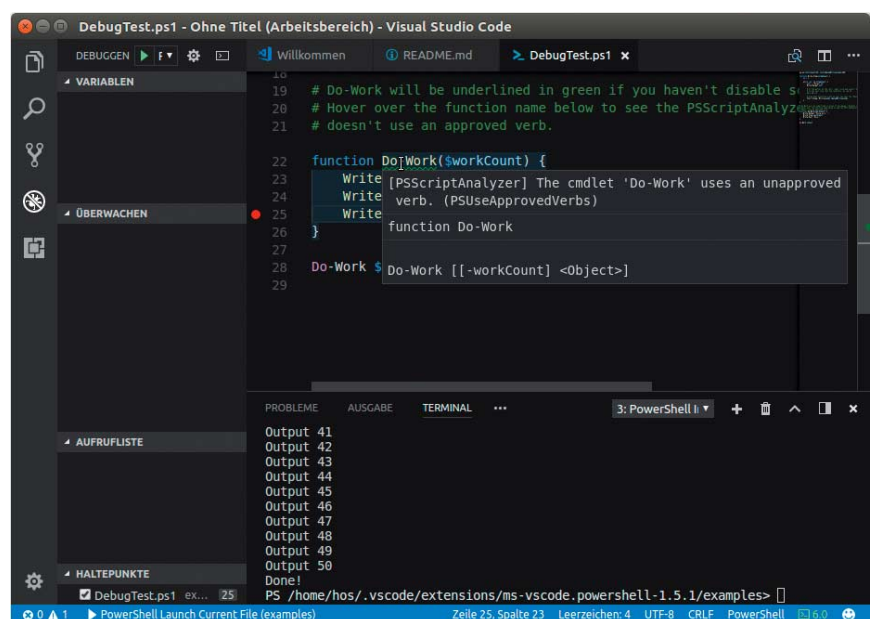
Außerdem kann man praktisch jeden Rückgabewert von Cmdlets und Berechnungen als Bedingung verwenden:

```
$np = Get-Process notepad
if($np)
{ ... }
```

Als unwahr zählen dabei die Zahl 0, eine leere Zeichenkette, die Konstanten `$null` und `$false` sowie eine Liste ohne Elemente oder mit einem der vorgenannten Objekte als einzigem Element; alles andere erfüllt die Bedingung. Negieren kann man eine Bedingung durch ein vorangestelltes `-not` – Klammern nicht vergessen!

Zu den fortgeschrittenen Programmier-Techniken, die Sie in PowerShell-Skripten einsetzen können, gehören unter anderem Schleifen, die Definition eigener Funktionen, die Übergabe von Parametern und der Zugriff auf die Objekt-Pipeline. Genug Stoff also für weitere Artikel zur PowerShell in kommenden c't-Ausgaben. (hos@ct.de) **ct**

**Dokumentation, Tools, PowerShell Core:**  
[ct.de/yzf2](https://ct.de/yzf2)



PowerShell Core steht unter einer Open-Source-Lizenz und läuft unter Windows, Linux und macOS. Dasselbe gilt für die Skript-Entwicklungsumgebung Visual Studio Code.

# Vorsicht, Fahrer filmt!

## Dashcams im Auto aus rechtlicher Sicht

**Little Brother is watching you: Der Preisverfall hat kleine digitale Bewegtbildkameras zur beliebten Mitbestellware gemacht. So sind immer mehr digitale Augen unterwegs. Dabei gibt es strenge rechtliche Beschränkungen für deren Einsatz.**

Von Harald Büring

Eine kleine digitale Videokamera, hinter dem Innenspiegel oder auf dem Armaturenbrett montiert, kann praktisch sein, um bei einem Unfall Beweismaterial zu liefern – oder um gegebenenfalls Eskapaden fremder Verkehrsrowdys zu dokumentieren. Allerdings sind Gerichte sich nicht einig darüber, inwieweit der Einsatz von Dashcams rechtlich zulässig ist. Auch Datenschützer haben Zahnschmerzen angesichts der digitalen Mini-Beobachter.

### Der Beweis ist heiß

Zu der zentralen Frage, ob Dashcam-Aufzeichnungen im Streitfall als Beweismittel taugen, gibt es bereits etliche Gerichtsentscheidungen. Es hängt vom Einzelfall ab, ob die Dashcam als Beweismittel infrage kommt. Dafür muss das Beweisinteresse des Dashcam-Nutzers schwerer wiegen als das allgemeine Persönlichkeitsrecht der aufgenommenen Personen. Entscheidend ist, ob ein Gericht die Überwachung als dauerhafte oder anlassbezogene Aufzeichnung wertet.

So hat das Landgericht (LG) Heilbronn in einem Streit um Schadenersatz die vorliegenden Dashcam-Aufnahmen nicht als verwertbares Beweismittel für die Klärung eines Unfallhergangs anerkannt [1]. Das Gericht beanstandete, dass die verwendete Dashcam keine technischen Vorrichtungen zur spezifischen Beweisicherung aufwies. Anders sehe das etwa bei einer Ringspeicherung (Loop Cycle Recording) aus [2].

Das LG Traunstein hat Aufnahmen einer „qualifizierten“ Dashcam (siehe Kasten) als Beweismittel in einem Zivilverfahren unter der Voraussetzung anerkannt, dass die dauerhafte Speicherung lediglich ein Zeitfenster von maximal 30 Sekunden umfasst – jeweils 15 Sekunden vor und nach dem auslösenden Ereignis [3]. Die Dashcam der Beklagten war mit einem G-Sensor ausgestattet, der die dauerhafte Speicherung einer Sequenz selbstständig auslöst. Das geschieht etwa bei einer starken Abbremsung ab ungefähr 5 m/sek<sup>2</sup>, bei einer Kollision oder bei starken Seitenfliehkräften.

Ähnlich war dies in einem Fall, über den in letzter Instanz das Oberlandesgericht (OLG) Nürnberg entscheiden musste [4]. Nach einem Auffahrunfall hatte der Fahrer eines Toyota auf Schadenersatz geklagt: Der LKW hinter ihm sei zu schnell gewesen und habe nicht den erforderlichen Sicherheitsabstand eingehalten.

Nach Auswertung der Dashcam-Aufzeichnungen aus dem LKW stellte sich die Sache jedoch anders dar: Auf der dreispurigen Richtungsfahrbahn der Autobahn war der Toyota-Fahrer zunächst vor den LKW eingeschert und hatte dann ohne Anlass abrupt gebremst. Der LKW-Fahrer

konnte den Auffahrunfall nicht verhindern. Das LG Regensburg wies die Klage des PKW-Halters in erster Instanz ab. Der legte Rechtsmittel ein und verwies in der Berufung darauf, dass die Dashcam-Aufnahmen sein allgemeines Persönlichkeitsrecht verletzen.

Das OLG Nürnberg jedoch ließ sie als Beweismittel gelten: Es handle sich, so die Nürnberger Richter, um eine anlassbezogene Aufzeichnung. Auch hier war die „qualifizierte“ Dashcam so konfiguriert worden, dass sie bei starker Erschütterung ein insgesamt 30 Sekunden langes Aufzeichnungssegment auf der eingesetzten SD Card ablegte. Das OLG Stuttgart hat Dashcam-Aufnahmen sogar in einem Bußgeldverfahren als verwertbar angesehen [5]: Ein Autofahrer hatte eine Dashcam genutzt, die während der gesamten Fahrt Aufzeichnungen anfertigte. Sie hielt fest, dass der vorausfahrende PKW in eine Kreuzung einfuhr, obwohl die Ampel bereits seit mindestens sechs Sekunden Rot zeigte. Das Amtsgericht (AG) Reutlingen verurteilte den Vordermann zu einem Bußgeld von 200 Euro und verhängte ein einmonatiges Fahrverbot. Die Rechtsbeschwerde des Betroffenen veranlasste das Oberlandesgericht (OLG) Stuttgart, fest-

### Die „qualifizierte“ Dashcam

Für Mini-Kameras zur Fahrtbeobachtung gibt es unterschiedliche technische Konzepte. Manche speichern anlasslos alles, was sie sehen, auf eine SD Card, bis diese voll ist – und beginnen gegebenenfalls erst nach Stunden damit, die ältesten angelegten Dateien zu überschreiben. Solche simplen Mehrzweck-Spycams lassen sich in Deutschland nicht datenschutzkonform im öffentlichen Verkehrsraum einsetzen. Ihre Aufnahmen dürfen vor Gericht auch nicht als Beweismittel verwendet werden. Wenn im Artikel von „qualifizierten“

Dashcams mit Ringspeicher die Rede ist, sind speziell auf den Einsatz im Verkehr zugeschnittene Systeme gemeint, deren Beobachtungen nur kurzfristig in einem flüchtigen Speicher verharren, um dort bereits nach wenigen Sekunden überschrieben zu werden. Eine abrufbare Datei entsteht erst, sobald ein Anlass vorliegt – etwa durch einen manuellen Auslösebefehl oder einen Sensorimpuls. Erst dann werden die festgehaltenen Aufnahmen der Sekunden vor dem Anlass sowie die Bilder der Sekunden danach dauerhaft abgelegt.

zustellen, dass kein Beweisverwertungsverbot bestehe. Das ergebe sich ungeachtet der genauen Funktionsweise der Dashcam daraus, dass es um eine schwerwiegende Ordnungswidrigkeit ging.

## Teure Datenschutzverstöße

Wer das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) verletzt, für den kann es teuer werden: Die Datenschutzbehörden können Bußgelder bis zu 300.000 Euro verhängen und obendrein eine Untersagungsverfügung erlassen (§ 43 Abs. 2 BDSG). Ganz unabhängig vom Beweiswert der Aufzeichnungen besteht ein erhebliches datenschutzrechtliches Risiko für Dashcam-Nutzer. Die Datenschutzbeauftragten der Bundesländer vertreten die Auffassung, dass die Dashcam-Nutzung gegen das BDSG verstößt, selbst wenn sie zur vorsorglichen Beweissicherung für Unfall-situationen dient.

Fast alle Datenschutzbeauftragten beziehen das auch auf „qualifizierte“ Dashcams. Selbst diese filmen prinzipiell ununterbrochen und speichern ihre Beobachtungen vorübergehend. Bereits darin sehen Datenschützer eine unbefugte Datenerhebung im Sinne von § 4 und § 6b BDSG, die das informationelle Selbstbestimmungsrecht vieler Personen erheblich verletzt. Sie verweisen dazu auf einen knapp vier Jahre alten Beschluss der Aufsichtsbehörden für den Datenschutz [6].

## Hätten Sie's nicht differenzierter?

Beim baden-württembergischen Landesbeauftragten für den Datenschutz sieht man die Sache mit den „qualifizierten“ Dashcams jedoch anders [7]. Volker Broo, leitender Beamter in der dortigen Behörde, erklärte gegenüber c't: „Die technischen Möglichkeiten, Videotechnik einzusetzen, sind vielfältig. Dashcam ist nicht gleich Dashcam, es gibt bei dieser Technik nicht nur Schwarz und Weiß. Entscheidend ist immer, wie eine solche Kamera im Einzelfall genutzt wird ... Erfolgt die Inbetriebnahme nur anlassbezogen oder werden bei einem permanenten Betrieb die Aufnahmen unter Einsatz intelligenter Videotechnik in kurzen Zeitabschnitten regelmäßig überschrieben, sehe ich durchaus die Möglichkeit, Dashcams auch in datenschutzrechtlich zulässiger Weise zu betreiben.“

Der Präsident des Bayerischen Landesamts für Datenschutzaufsicht räumte ein: „Ich könnte mir eine Dashcam vorstellen, die mit einem sogenannten Ring-

Mini-Kameras wie die Quelima SQ11 HD sind für unter 20 Euro im Handel. Ein Infrarot-gestützter Nachtmodus gehört bereits dazu.



Bild Ulrich Schmitz

speicher mit einer Speicherkapazität von circa 30 Sekunden ausgestattet ist, der sich permanent überschreibt und das Überschreiben beendet, wenn eine „Unfallindikation“ gegeben ist.“ Im Übrigen verweist er darauf, dass die Aufsichtsbehörden für den Datenschutz bald ein Kurzpapier zum Thema Videoüberwachung veröffentlichen wollen.

Auch Antonia Buchmann von der Stabstelle für Öffentlichkeitsarbeit beim Landesbeauftragten für den Datenschutz in Rheinland-Pfalz neigt dazu, den Einsatz einer Dashcam im Schleifenmodus mit einer Zwischenspeicherung von 30 bis 60 Sekunden für datenschutzrechtlich zulässig zu halten.

Inwieweit Gerichte auch bei Nutzung einer „qualifizierten“ Dashcam einen Bußgeldbescheid oder eine Untersagungsverfügung wegen Verstoßes gegen das BDSG für rechtmäßig halten, lässt sich schwer einschätzen.

Nur eingeschränkt aussagekräftig dafür ist der Fall eines Autofahrers mit einer bei eingeschalteter Zündung permanent aufzeichnenden Dashcam, die so lange dauerhaft auf SD Card aufzeichnete, bis die Speicherkarte voll war. Nachdem der Fahrer mehrfach andere Verkehrsteilnehmer angezeigt hatte, erhielt er eine Untersagungsverfügung der bayerischen Datenschutzaufsichtsbehörde. Das Verwaltungsgericht (VG) Ansbach kassierte diese Verfügung zwar aus formellen Gründen [8], sah die Datenerhebung aber dennoch als unzulässig an.

Das AG München verurteilte eine Autofahrerin zu einem Bußgeld von 150 Euro [9]. Ihre Fahrzeugkameras machten Aufnahmen, während der Wagen für drei Stunden an einer Straße in München abgestellt war. Das Ganze kam heraus, weil in dieser Zeit eine Beschädigung des Wagens aufgezeichnet wurde und die Fahrerin den Schuldigen wegen Unfallflucht anzeigte. Der Richter ging von einer unzulässigen Erhebung und Verarbeitung von Daten aus.

Das OLG Celle hat im Herbst dieses Jahres die Verurteilung eines allzu filmwütigen Autofahrers zu einem Bußgeld von 250 Euro bestätigt [10]. Dieser hatte sich mit seinen beiden Dashcams auf die Lauer gelegt und in rund 56.000 Fällen Verkehrsteilnehmer wegen Verkehrsordnungswidrigkeiten angezeigt. Die Kameras ließen sich über eine Fernbedienung steuern. Mittels Infrarotsensoren konnten sie auch bei Dunkelheit arbeiten. Das Gericht stellte klar, dass es sich um eine unzulässige Beobachtung beziehungsweise Datenerhebung handelte.

## Zurückhaltung empfohlen

Der Einsatz einer Dashcam bleibt datenschutzrechtlich riskant. Zumindest ist eine datensparsame Speziallösung mit möglichst kleinem Ringspeicher zu bevorzugen. Keinesfalls sollten Autofahrer damit Bagatellen dokumentieren, von denen sie nicht betroffen sind. Hier droht allemal ein Bußgeld. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] LG Heilbronn, Urteil vom 17.2.2015, Az. I 3 S 19/14
- [2] ähnlich auch LG München I, Hinweisbeschluss vom 14.10.2016, Az. 17 S 6473/16
- [3] LG Traunstein, Urteil vom 1.7.2016, Az. 3 O 1200/15
- [4] OLG Nürnberg, Hinweisbeschluss vom 10.8.2017, Az. 13 U 851/17
- [5] OLG Stuttgart, Beschluss vom 4.5.2016, Az. 4 Ss 543/15
- [6] Beschluss der Aufsichtsbehörden für den Datenschutz im nicht öffentlichen Bereich des „Düsseldorfer Kreises“ vom 26.2.2014 (Online-Fundstellen siehe Link)
- [7] Pressemitteilung des Landesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit des Landes Baden-Württemberg vom 10.10.2017
- [8] VG Ansbach, Urteil vom 12.8.2014, Az. AN 4 K 13.01634
- [9] AG München, Urteil vom 9.8.2017, Az. 1112 OWI 300 Js 121012/17 (nicht rechtskräftig; Rechtsbeschwerde beim OLG Bamberg anhängig unter Az. 3 Ss OWI 1806/17)
- [10] OLG Celle, Beschluss vom 4.10.2017, Az. 3 Ss OWI 163/17

**Entscheidungen und Rechtsgrundlagen:**  
[ct.de/y5t3](http://ct.de/y5t3)



# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

  [c't magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

## Parallele Upgrade-Installation mit Windows 10

**?** In c't 25/2017 haben Sie verschiedene Wege zum Umstieg von Windows 7 auf Windows 10 beschrieben, doch der, den ich mir wünsche, war leider nicht dabei: eine Kombination aus Upgrade und Parallelinstallation. Ich möchte also gern mein altes Windows 7 weiterbetreiben und parallel eine von diesem Windows 7 auf Windows 10 aktualisierte Version. Geht das auch?

**!** Ja, aber es ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden. Folgen Sie zuerst der Anleitung zum Upgrade, wandeln Sie also Windows 7 in Windows 10 um. Anschließend erzeugen Sie mit unserem Sicherungsskript c't-WIMage (siehe [ct.de/wimage](http://ct.de/wimage)) eine Sicherungskopie von Windows 10. Danach spielen Sie das mit Drive Image erstellte Windows-7-Image zurück und folgen nun der Anleitung zur Parallelinstallation, indem Sie eine freie Partition schaffen oder ein weiteres Laufwerk einbauen. Darauf installieren Sie aber nicht Windows 10 neu, sondern spielen das mit c't-WIMage erzeugte Windows-10-Image zurück.

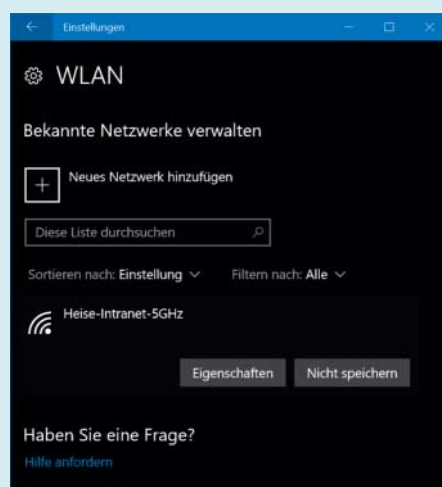
Zwei Imager brauchen Sie, weil Drive Snapshot Images beim Zurückspielen nicht als Parallelinstallation einrichten kann, was ja zusätzliche Handgriffe am

Bootloader erfordert. c't-WIMage hingegen erledigt die automatisch mit, vermag aber dafür nicht das alte Windows 7 zu sichern, weil dem noch wichtige Bestandteile fehlen. (axv@ct.de)

## Windows 10: WLAN-Passwort löschen

**?** Ich bin auf Dienstreise bei einer fremden Firma und dort in deren Gäste-WLAN, dessen Passwort sich täglich ändert. Gestern kam ich problemlos rein, doch heute klappt die Windows-Installation auf meinem Notebook offenbar nicht, dass ein neues Passwort erforderlich ist, und versucht immer wieder vergeblich, mich mit dem gestrigen Passwort anzumelden. Und nun?

**!** Sie können Windows anweisen, das Kennwort wieder zu vergessen. Öffnen Sie die Einstellungen (Windows+I drücken) und darin „Netzwerk und Internet/WLAN“. Dort finden Sie den Link „Bekannte Netzwerke verwalten“, wo Sie auf den Namen des Gäste-WLAN und dann auf „Nicht speichern“ klicken. Dann werden Sie beim nächsten Anmeldeversuch wieder nach dem Passwort gefragt. (axv@ct.de)



Damit Windows sich an ein WLAN anmelden kann, dessen Kennwort sich geändert hat, muss es erst das alte vergessen.

## HEVC-Decoder fehlt in Windows 10

**?** Ich habe das letzte Windows-10-Upgrade (1709, „Fall Creators Update“) zum Anlass genommen, meinen PC mal von Grund auf neu aufzusetzen. Im Großen und Ganzen klappt alles, aber ich kann bestimmte Videos nicht wiedergeben und bekomme keine 4K-Inhalte von Netflix mehr auf den Schirm. Was habe ich vergessen?

**!** Vermutlich gar nichts: Im Unterschied zu früheren Windows-Versionen liefert Microsoft im aktuellen Windows 10 von Haus aus keinen HEVC-Decoder mehr mit. Sie können ihn kostenlos über den Store nachinstallieren; die benötigte App heißt „HEVC Video Extension“ (siehe [ct.de/yk44](http://ct.de/yk44)).

Die Erweiterung unterstützt die hardwarebeschleunigte HEVC-Wiedergabe über aktuelle Grafikeinheiten und Grafikchips. HEVC-Videos werden dabei von den integrierten Grafikeinheiten der Intel-Prozessorserien Skylake (Core i-6000, nur 8 Bit), Kaby Lake (Core i-7000) sowie Kaby Lake Refresh und Coffee Lake (Core i-8000) dekodiert. Hinzu kommen die Grafikprozessoren auf Grafikkarten der Generationen AMD Radeon RX 400, RX 500 und RX Vega 56/64 sowie jene auf Nvidia-Grafikkarten der Serie GeForce GTX 1000 (Pascal) sowie die Modelle GeForce GTX 960 und GeForce GTX 950.

Falls der Store Ihnen die HEVC Video Extension nicht anbietet, hat vermutlich Windows Update über das Paket KB4041994 bereits einen HEVC-Codec installiert. Nach welchem Muster Microsoft die Rechner auswählt, auf denen das passiert, ließ sich bislang nicht in Erfahrung bringen. Sollte der Patch auf Ihrem Rechner schon vorhanden sein, steht jedenfalls der HEVC-Wiedergabe nichts im Weg und die Extension sollte unnötig sein. (mfi@ct.de)

**HEVC Video Extension:** [ct.de/yk44](http://ct.de/yk44)

## Bessere Grafikkarte im Aldi-Ryzen-PC

**?** Wegen des günstigen Preises konnte ich dem Aldi-PC Medion Akoya P56000 mit AMD Ryzen nicht widerstehen, aber jetzt ist mir die abgespeckte Radeon RX 560 mit nur 2 GByte doch zu lahm. Kann ich eine GeForce 1050 Ti nachrüsten?



**!** Ja. Die PCIe-x16-Grafikkarte im Akoya P56000 (MD 34030) lässt sich leicht austauschen. Allerdings hat das Netzteil kein „PCI-Express-Kabel“: Die Grafikkarte muss mit der Stromversorgung aus dem PCIe-Slot auskommen, darf also keine zusätzlichen sechs- oder acht-poligen Stromanschlüsse haben.

Das trifft beispielsweise auf die „Zotac GeForce GTX 1050 Ti Mini 4GB GDDR5“ (ZT-P10510A-10L) zu, die wir auch für unseren PC-Bauvorschlag mit Ryzen 3 in c't 26/2017 verwendet haben. Sie lief problemlos im Medion Akoya P56000, der Treiber via Windows Update beschaffte. Damit brachte die GeForce GTX 1050 Ti 6804 Punkte im 3DMark Fire Strike, also rund 30 Prozent mehr als die eingebaute Radeon RX 560 mit nur 2 GByte und 896 Shadern. Allerdings steigt damit der Preis des Aldi-PC auf von 600 auf 750 Euro. (ciw@ct.de)

## Windows 10 plötzlich schwarz-weiß

**?** Ich habe gerade hektisch über die Tastatur gewischt und plötzlich ist mein Windows komplett schwarz-weiß. Am Monitor liegt's nicht: Die Farbeinstellung ist korrekt und ein anderer PC zeigt auf ihm ein farbiges Bild.

**!** Sie haben vermutlich aus Versehen die Tastenkombination Strg+Windows+C gedrückt, die in Windows 10 seit Version 1709 den neuen Farbfilter „Graustufe“ aktiviert. Zum Deaktivieren drücken Sie die Tastenkombi einfach erneut. Den Konfigurationsdialog für die Farbfilter (es gibt noch einige mehr, etwa für

Grün-, Rot- und Blaublindheit) finden Sie in den Einstellungen (Windows+I drücken) unter „Erleichterte Bedienung/Farbe und hoher Kontrast“. (axv@ct.de)

## Photoshop Elements aktivieren

**?** Ich habe Photoshop Elements 14 gekauft und bin zufrieden mit dem Programm. Aber seit einigen Wochen bekomme ich immer die Meldung „Ihre Testversion ist abgelaufen“. Dann werde ich aufgefordert, das Produkt zu lizenzieren. Wenn ich dann die Seriennummer eingebe, öffnet sich ein Fenster mit der Meldung „Überprüfe Lizenz“ und schwupps stehe ich wieder am Anfang.

**!** Anscheinend findet Photoshop Elements den Weg nach draußen nicht. Sie müssen dem Programm also ermöglichen, mit dem Lizenzserver von Adobe zu kommunizieren. Zunächst beenden Sie über den Task-Manager alle Adobe-Prozesse. Sie erreichen ihn über die Tastenkombination Strg+Umschalt+Esc.

Anschließend wählen Sie den Ausführen-Befehl. Dazu verwenden Sie entweder das Tastenkürzel Windows+R oder Sie drücken die Windows-Taste und tippen bei geöffnetem Startmenü „Ausführen“. Im betreffenden Dialog geben Sie „AppData“ ein und wechseln im Windows-Explorer-Fenster zum Pfad AppData\Local\Adobe\OOBE. Dort löschen Sie die Datei Opm.db. Es handelt sich dabei um eine SQLite-Datenbank-Datei mit Installationsinformationen für den Adobe Application Manager. Wenn Sie ungern Systemdateien löschen, können Sie diese

auch einfach umbenennen. Beim nächsten Programmstart erzeugt der Application Manager eine neue Datenbank.

Als Nächstes deaktivieren Sie eine etwaige in Windows eingestellte Umleitung über Proxy-Server. Gehen Sie dazu mit der Tastenkombination Windows+I in die Windows-Einstellungen. Hier wählen Sie „Netzwerk und Internet“ und anschließend „Proxy“. Stellen Sie dort sicher, dass der Schalter für „Einstellungen automatisch erkennen“ aktiviert ist. Alles andere deaktivieren Sie, insbesondere die Schalter für „Setupskript verwenden“ und „Proxyserver verwenden“.

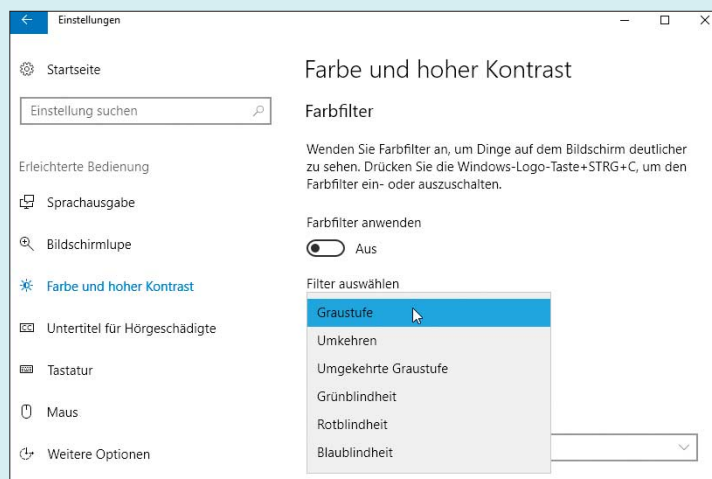
Versuchen Sie nun, Photoshop Elements zu starten und das Programm zu aktivieren. Wenn das immer noch nicht funktioniert, löschen Sie in der Systempartition unter „Programme (x86)“ unter „Common Files\Adobe“ den Ordner „Adobe Application Manager“. (akr@ct.de)

## Excel rechnet nicht mit Datum vor 1900

**?** Normalerweise erkennt Excel Datumseingaben automatisch und formatiert die Zellen so, dass man mit ihnen rechnen kann. In einer Liste mit Geburtsdaten historischer Personen klappt das aber nicht, wenn das Datum vor dem 1. Januar 1900 liegt. Die Zellen kann ich auch nicht manuell als Datum formatieren. Daher kann ich zum Beispiel nicht ausrechnen, wie alt die Person heute wäre. Was läuft da schief?

**!** Excel verhält sich so, wie Microsoft es vorgesehen hat. Die Zeitrechnung beginnt in Excel nämlich erst am 1. 1. 1900, alle Datumsangaben davor werden als Text formatiert. Das Datum selbst speichert Excel als laufende Zahl, beginnend mit dem 1. Januar 1900. Diesen Wert zeigt Excel an, wenn Sie das Zellformat in „Zahl“ ändern. Da Excel im Unterschied zu LibreOffice Calc bei Datumsangaben keine negativen Werte unterstützt, kann es mit Daten vor dem Jahr 1900 nicht umgehen.

In diesem Fall muss man einen anderen Weg einschlagen. Da jedes Jahr alle 400 Jahre gleich ist, kann man zum tatsächlichen Datum 400 Jahre oder ein Vielfaches davon addieren – auch bei Datumswerten ab dem 1. 1. 1900. Will man eine Differenz zwischen zwei Datumsangaben berechnen, muss man bei beiden Werten dieselbe Anzahl Jahre hinzuaddieren.



**Die neuen Farbfilter können Menschen mit Sehbehinderungen helfen, Windows zu bedienen. Versehentlich eingeschaltet sorgen sie aber für Verwirrung.**

Da in einer Liste mit Geburtsdaten die tatsächlichen Werte stehen sollten, behilft man sich am besten mit einer zusätzlichen Spalte, in der man die berechenbaren Datumsangaben speichert. Das Datum selbst können Sie mit der Formel

```
=DATUM(RECHTS(A1;4) + 400; ␣  
␣TEIL(A1;4;2); LINKS(A1;2))
```

umrechnen; in diesem Fall steht das Datum in Zelle A1.

Wenn Sie die Formel auf alle Zellen einer Spalte anwenden, müssen diese als Text formatiert sein – andernfalls funktioniert die Formel nicht bei Datumsangaben ab dem 1. 1. 1900. Das Textformat können Sie zum Beispiel dadurch erzwingen, dass Sie dem Datum ein Hochkomma voranstellen. (db@ct.de)

## macOS: Verstopfte Schlüsselbundverwaltung

**?** Der System-Schlüsselbund meines Macs enthält Hunderte von Zertifikaten mit dem Namensmuster „fde3:711c:639e:9d:dc:4e:6a:ec“, die im Sekunden-takt erzeugt worden sind. Sie sind zwar allesamt abgelaufen, aber jedes Mal, wenn ich diesen Bereich in der Schlüsselbundverwaltung öffne, läuft der Mac heiß und die Schlüsselbundverwaltung reagiert anschließend sehr träge. Das Verhalten lässt sich nur durch einen Neustart beenden. Gibt es Abhilfe?

**!** Diese Zertifikate hat anscheinend ein amoklaufender Prozess erzeugt, vermutlich im Zusammenspiel mit Apples

VPN-Dienst Back-2-My-Mac – man kann sie ohne Weiteres löschen. Für den Fall, dass etwas schiefgeht, sollten Sie trotzdem ein Backup des System-Schlüsselbunds haben; ein Time-Machine-Backup genügt.

In der Schlüsselbundverwaltung ist das Löschen ein langwieriges Unterfangen, weil man darin für jedes einzelne Zertifikat das Administratorpasswort eingeben muss. Einfacher geht es per Kommandozeile:

```
security find-certificate -a -Z ␣  
␣-c "fde3:711c:639e:9d:dc:4e:6a:ec" |␣  
␣sudo awk '/SHA-1/{system("security ␣  
␣delete-certificate -Z "$NF)}'
```

Dieser Befehl löscht nach einmaliger Eingabe des Administratorpassworts alle Zertifikat- und Schlüsselpaare in einem Rutsch.

Im ersten Teil, der bis zur Pipe (|) geht, lässt man den Befehl security alle Zertifikate anhand des eingegebenen Namens (Optionen -a und -c) suchen und gibt den jeweiligen SHA-1-Hash an awk weiter. awk löscht die Zertifikate anhand der übermittelten Hash-Werte. Bei mehreren Hundert Paaren kann das einige Minuten dauern. (dz@ct.de)

## Windows Server 2016 vom USB-Stick installieren

**?** Mein Server hat kein optisches Laufwerk und ich möchte Windows Server 2016 vom USB-Stick installieren. Dazu wollte ich das ISO-Image mit dem Win-

dows-Server-Setup auf einen Stick entpacken. Doch das klappt nicht, weil die Datei „install.wim“ mit 5,65 GByte zu groß ist für FAT32. Von einem NTFS-formatierten Stick bootet wiederum der Server nicht. Was kann ich tun?

**!** Die Spezifikation fürs UEFI-BIOS verlangt nur FAT- und FAT32-formatierte USB-Massenspeicher als Bootmedien. Manche modernen Mainboards können auch von NTFS-formatierten Medien booten. Falls das bei Ihnen nicht klappt, können Sie die Datei install.wim mit dem eingebauten Windows-Befehl dism in zwei kleinere Teile zerlegen. Anders als noch das Installationsprogramm für Windows 8.1 kommt das Setup von Server 2016 damit zurecht. Ein Partitionieren des Boot-Mediums, wie wir es in c't 24/2015 auf Seite 154 beschrieben haben, ist somit nicht mehr nötig.

Entpacken Sie das ISO-Paket mit den Installationsdateien für Windows Server 2016 in ein temporäres Verzeichnis, beispielsweise C:\Temp. Verschieben Sie install.wim per Explorer von C:\Temp\sources\install.wim nach C:\Temp\install.wim. Starten Sie dann eine Eingabeaufforderung „Als Administrator“. Der Befehl

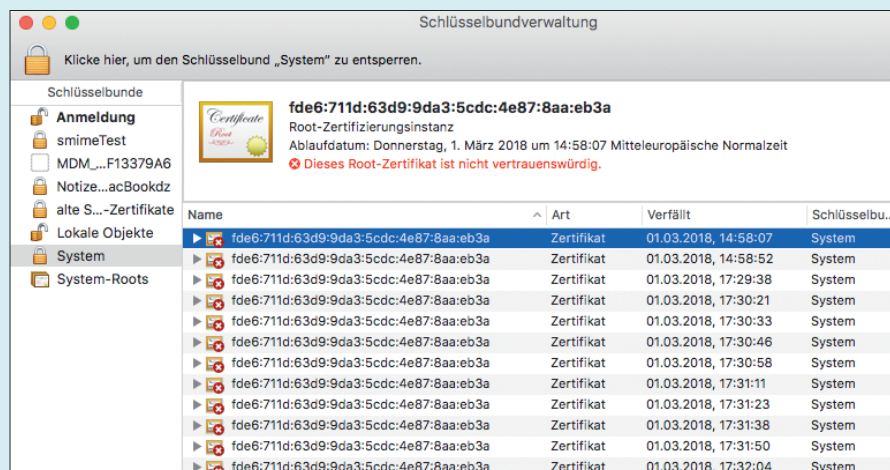
```
dism /Split-Image ␣  
␣/ImageFile:C:\Temp\install.wim ␣  
␣/SWMFile:C:\Temp\sources\install.swm␣  
␣ /FileSize:3700
```

erzeugt nun die beiden Dateien install.swm und install2.swm im richtigen Unterverzeichnis. Nachdem dism fertig ist, löschen Sie die install.wim.

Anschließend kopieren Sie den gesamten Inhalt von C:\Temp auf einen zuvor FAT32-formatierten und bootfähigen USB-Stick. Wie Sie einen solchen Stick erzeugen, haben wir unter anderem in c't 25/2013 auf Seite 196 beschrieben. Die Kurzfassung: diskpart starten, den richtigen Stick mit lis dis suchen. Falls der Stick die Disk-Nummer 3 hat, geht es so weiter:

```
sel dis 3  
cle  
cre par pri  
act  
for fs=fat32 quick  
ass
```

Vorsicht, der Stick wird komplett gelöscht! Achten Sie auch deshalb darauf, nicht die falsche Disk-ID zu wählen! (ciw@ct.de)



Wenn der System-Schlüsselbund vor lauter gleichnamigen abgelaufenen Zertifikaten überläuft, kann man sie zwar löschen, sollte dafür aber besser die Kommandozeile nehmen.

Anzeige

# FAQ Elektrosmog

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Michael Link

## Schädlich oder nicht?

**?** Ich las neulich, dass ein Gericht einem Mann in Italien eine Rente zugesprochen hat, weil dieser durch täglich mehrstündige Handytelefonate einen Tumor bekommen haben soll. Ist Mobilfunkstrahlung denn krebserregend?

**!** Unbestritten heizen Funkwellen wassergefülltes Gewebe auf, was man beispielsweise in der Medizin und beim Kochen in der Mikrowelle nutzt. Zum Schutz vor solchen thermischen Wirkungen müssen Smartphones die bekannten SAR-Grenzwerte (maximal 2 Watt pro Kilogramm Körpergewebe) einhalten. Die erreichten Werte stehen in der Anleitung beziehungsweise auf dem Karton. Mobilfunkmasten und andere Sender müssen die je nach Frequenz und Sendeleistung unterschiedlichen Schutzabstände einhalten. Betreiber müssen dies ab bestimmten Sendeleistungen durch Berechnungen oder Messungen nachweisen [1].

Umstritten sind die nichtthermischen Wirkungen. Stand der Forschung ist, dass elektromagnetische Wellen im Tierversuch unter bestimmten Umständen das Wachstum von Tumoren fördern. Eine Vielzahl epidemiologischer Studien konnte bislang keinen Zusammenhang zwischen normaler Handynutzung und Krebs bei Menschen nachweisen – auch nicht eine langjährige dänische Kohortenstudie mit 355.701 Handy-Nutzern [2]. Diese Studie und viele weitere ergaben keine Hinweise auf anders gelagerte Gesundheitsschädigungen.

Das Krebsforschungsinstitut (IARC) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sieht für Vielnutzer eine „möglicherweise krebserregende“ Wirkung (Klasse 2B). Nach den IARC-Gepflogenheiten bedeutet ein solches Urteil, dass nicht sicher ausgeschlossen ist, dass Mobilfunkwellen unschädlich und daher weitere Forschungen nötig sind. Es gebe, so die Experten, begrenzte Hinweise auf ein vermehrtes Auftreten von Hirntumoren (Gliome) bei Vieltelefonierern.

Unstrittig ist, dass sich in vielen Studien Effekte von Funkwellen auf Gewebe

nachweisen ließen, doch in der Regel nur unter Bedingungen, die wenig vergleichbar mit denen beim Telefonieren sind. Bislang fehlt auch ein Nachweis, dass solche Effekte für Menschen gesundheitlich relevant sind.

Insgesamt fehlt eine plausible Erklärung, warum Handy-„Strahlung“ gefährlich sein könnte. Ihre geringe Energie reicht nicht aus, um Schäden an der Erbsubstanz DNA zu verursachen, und Erwärmungseffekte treten wegen der niedrigen Sendeleistungen kaum auf.

## Niederfrequente Felder

**?** An meiner Straße ist vor kurzem ein Trafo-Häuschen aufgebaut worden. Muss ich mir Sorgen vor gesundheitlichen Auswirkungen machen?

**!** Eher nicht, auch wenn ein solcher Gedanke nahe liegt. Unser Stromversorgungsnetz und die daran angeschlossenen Verbraucher erzeugen ein mehr oder weniger starkes niederfrequentes elektromagnetisches Wechselfeld. Dass von solchen Feldern Reizwirkungen wie etwa zeitweilige Sehstörungen (Phosphene) ausgehen können, ist wissenschaftlich anerkannt.

Durch entsprechend hohe Schutzabstände kann man diese einfach vermeiden, sowohl was die Effekte aus der magnetischen Feldkomponente angeht (Wirbelstromerzeugung im menschlichen

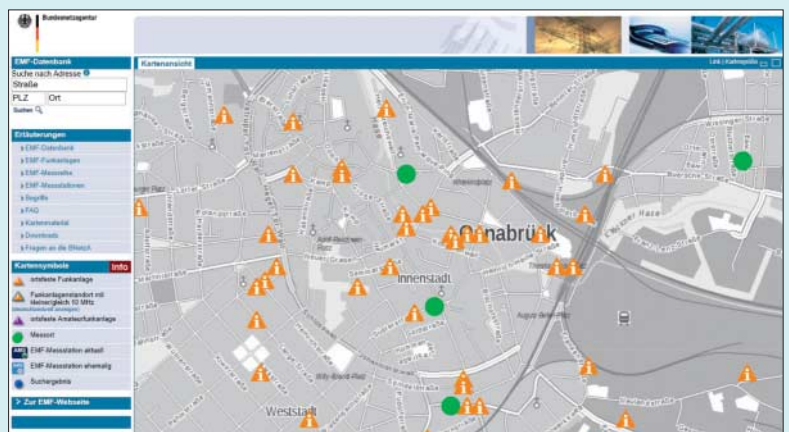
Körper) als auch Effekte aus elektrischen Feldanteilen. Die Abstände solcher Installationen sind so gewählt, dass bei Menschen außerhalb des zugänglichen Bereiches elektrische Feldstärken von 20 Millivolt pro Meter im Körper nicht überschritten werden.

Häufig in der Diskussion sind niedrigschwellige Effekte, die unterhalb der Grenzwerte auftreten sollen. Dazu zählen ein gesteigertes Krebsrisiko, Schlafstörungen und Depressionen. Man vermutet dabei eine feldbedingte Hemmung der Synthese des körpereigenen Hormons Melatonin. Untersuchungen haben diesen Zusammenhang aber nur für dreiphasige Arbeitsumgebungen festgestellt, also etwa Umspannwerke, und nicht für haushaltsübliche Verkabelungen. Eine Schweizer Studie weist bei Personen, die weniger als 50 Meter von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnen, auf ein erhöhtes Alzheimer-Risiko hin. Unklar ist, ob das nicht auf andere Risikofaktoren zurückgeführt werden muss, zumal eine ähnliche Studie in Dänemark nicht das gleiche Ergebnis hatte. Tierversuche des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) konnten hier keinen Zusammenhang finden. (mil@ct.de)

## Literatur

- [1] EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur: <http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/default.aspx>  
[2] Mobiltelefonnutzung und Krebsrisiko, Kohortenstudie in Dänemark (englisch): <https://academic.oup.com/aje/article/178/2/190/122389#936624>

Die EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur enthält Senderstandorte, Schutzabstände und Messreihen.





## Kunst neu erschlossen

[experiments.withgoogle.com/arts-culture](https://experiments.withgoogle.com/arts-culture)

Google bewahrt in seinem Cultural Institute einen riesigen Schatz an digitalisierten Abbildungen von Kulturgütern und Kunstwerken. Gleichzeitig sucht das Technikunternehmen nach immer neuen Anwendungsfeldern für seine Machine-Learning-Systeme. So war es nur eine Frage der Zeit, dass man die smarten Algorithmen auf die Kulturgüter losgelassen hat.

Die **Arts & Culture Experiments** sind aber kein reiner Selbstzweck, sondern sollen versuchen, neue Zugänge zu den Werken

zu schaffen. Bei „X Degrees of Separation“ etwa wählt der Besucher zwei beliebige Kunstwerke aus. Das System findet dazu einen visuellen Pfad, der sie über eine Kette ähnlicher Kunstwerke verbindet.

In anderen Experimenten navigiert der Besucher in einer riesigen 3D-Wolke mit zigtausenden Kunstwerken oder durchforstet die Sammlung nach Stichworten, die Googles KI zu den Kunstwerken automatisch angelegt hat. (jo@ct.de)



## Falsch zitiert

[falschzitate.blogspot.de](https://falschzitate.blogspot.de)

[quoteinvestigator.com](https://quoteinvestigator.com)

„Lieber Freund, entschuldige meinen langen Brief, für einen kurzen hatte ich keine Zeit.“ Dieser Satz wird so oder so ähnlich immer mal wieder Voltaire, Goethe, Churchill, Mark Twain und Charlotte von Stein zugeschrieben. Für keinen dieser Autoren gibt es allerdings einen Beleg. Tatsächlich stammt eine etwas andere Formulierung aus einem Brief von Blaise Pascal.

Nachlesen kann man Details über Dutzende solcher falschen Zuordnungen im Blog **Zitaträtsel** von Gerald Krieghofer. Der **Quote Investigator** von Garson O'Toole hat sich der gleichen Aufgabe für den englischsprachigen Raum verschrieben. (jo@ct.de)

## News aus der weiblichen Perspektive

[newsmavens.com](https://newsmavens.com)

Es gibt ein männliches Übergewicht im News-Geschäft. Laut der polnischen Journalistin Zuzanna Ziomecka sind nur 27 Prozent der Entscheidungsträger in europäischen Newsrooms Frauen. Das führt zu einem männlich dominierten Blick auf das Geschehen. Dem möchte Ziomecka mit ihrem Projekt **Newsmavens** etwas entgegenstellen. Bei diesem englischsprachigen Nachrichtenaggregator kuratieren ausschließlich Frauen, die bei europäischen Medien arbeiten, die News-Auswahl. Newsmavens sucht noch weitere Mitstreiterinnen. (jo@ct.de)

## Die besten Hits der 20er bis 70er

[youtube.com/user/ScottBradleeLovesYa/](https://youtube.com/user/ScottBradleeLovesYa/)

[Postmodernjukebox.com](https://Postmodernjukebox.com)

Mehr oder weniger aktuelle Musik, arrangiert mit Mitteln der 20er- bis 70er-Jahre: So könnte man das Erfolgsrezept von Scott Bradlees **Postmodern Jukebox** bezeichnen. Der Pianist und Komponist versammelt in wechselnder Besetzung Jazz-Musiker um sich, um Stücken wie Michael Jacksons *Thriller*, Rihannas *Umbrella* oder Fifth Harmonys *Worth It* eine völlig neue Seite abzugewinnen, zum Beispiel als 40er-Jahre-Soul oder in einem Disco-Arrangement der 70er-Jahre – auch optisch zeitgemäß in Szene gesetzt.

Das Projekt startete bescheiden mit Aufnahmen in Bradlees Wohnzimmer, ist mittlerweile aber zu einem riesigen Erfolg herangewachsen. Der YouTube-Kanal von Postmodern Jukebox zählt mehr als drei Millionen Abonnenten. 2018 geht das Projekt auf Tournee – auch durch Deutschland. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/ynsj](https://ct.de/ynsj)





# Radioaktive Bugs

Fallout 4 VR beeindruckt – und kämpft mit Fehlern

**Für offene Spielwelten wie die von Fallout 4 ist VR wie gemacht – könnte man meinen. In der Praxis bereiten jedoch Bedienung und Bugs Probleme. Ein Meisterwerk bleibt das Spiel dennoch.**

Von Jan-Keno Janssen

Die VR-Fans haben es immer und immer wieder durchdekliniert: Man kann keine konventionellen Spiele für VR umbauen, sondern muss Software von Grund auf für VR konzipieren. Bethesda pfeift auf die Regel – und hat gleich zwei seiner Rollenspiel-Epen für VR konvertiert: Skyrim und Fallout 4. Letzteres haben wir ausführlich mit der HTC Vive getestet. Mit Oculus Rift und Windows-MR-Headsets läuft das Spiel ebenfalls, hakelt aber zuweilen: Die Steuerung ist für die Vive-Controller optimiert. Frickelfreudige Rift- und Windows-MR-Besitzer können sich mit dem kostenlosen Tool OpenVR Input-Emulator helfen.

Bei der 60 Euro teuren VR-Version von Fallout 4 handelt es sich um ein eigenständiges Produkt; einen Preisnachlass für Besitzer der konventionellen Version gibt es nicht, alte Spielstände sind nicht kom-

patibel. Ebenfalls schade: Fallout 4 VR kommt ohne die sechs erschienenen DLC-Erweiterungen. Zumindest laufen einige der zahlreichen von der Fangemeinde entwickelten Mods.

Was schon 20 Minuten nach Spielstart auffällt: Ein solches Erzählungs-Ungetüm mit einer so riesigen Welt, so vielen Quests und so vielen Stunden vertonten Dialogen gab es bislang nicht in VR. Im Vergleich zu Fallout 4 fühlen sich die meisten anderen VR-Spiele an wie kurze Pausen-Snacks.

## Als sei man da

Nicht nur die Umgebung wirkt in VR intensiver, auch die Bewohner des verstrahlten Bostons fühlen sich lebendiger an: So schreckt man in VR sogar vor eigentlich eher harmlosen Krabbelviechern zurück – im Test habe ich mich sogar bei dem Versuch ertappt, eine Ratte mit dem Fuß wegzukicken. Was nicht funktioniert, denn die HTC Vive erfasst lediglich die Position von Kopf und Händen.

Leider funktionieren aber auch Dinge nicht, die in anderen VR-Titeln selbstverständlich sind: So hat sich Bethesda nicht einmal die Mühe gemacht, überzeugende Handmodelle einzubauen: Die eigenen Hände werden stets als Faust dargestellt,

realistisches Zugreifen ist nicht vorgesehen. Anstatt beispielsweise einen Kühlschrank mit einer Greifbewegung zu öffnen (wie bei anderen VR-Titeln), muss man mit dem Daumen (!) aufs Touchpad des Vive-Handcontrollers drücken. Aber auch dann kann man mit dem Kühlschrank-Inhalt nicht direkt interagieren: Die Objekte darin präsentiert das Spiel nämlich in Textform. Nimmt man ein Objekt, verschwindet es zunächst unsichtbar ins Inventar. Um es in die Hand zu nehmen, muss man es erst umständlich wieder aus dem Inventar herausholen – worunter die Immersion leidet.

Die Bewegungssteuerung hat Bethesda gut hinbekommen. Der voreingestellte Teleportmodus funktioniert komplett übelkeitsfrei, fühlt sich aber auch künstlich an – ein Wandergefühl kommt damit nicht auf. Besser hat uns die „freie Bewegung“ gefallen, die über das Touchpad des linken Controllers gesteuert wird. Beim Laufen verengt sich das Sichtfeld auf Wunsch, die sogenannte Komfort-Vignette verhinderte bei mehreren Testpersonen Übelkeit einigermaßen wirkungsvoll.

Richtig toll ist das Waffenhandling gelungen: Gezielt wird realistisch über Kimme und Korn, was richtig Spaß macht. Noch authentischer fühlt sich das Handgranaten-Werfen an. Wären da nur nicht die vielen Bugs: So funktionieren Zielfernrohre auch eine Woche nach Veröffentlichung nicht – sie bleiben einfach schwarz. Das ist nicht die einzige Peinlichkeit: Sogar auf einem superschnellen GTX-1080-Ti-System ruckelte das Spiel regelmäßig. Außerdem kann man dank Positionstracking einfach durch verschlossene Türen laufen.

Dennoch: Fallout 4 ist und bleibt ein fantastisches Spiel – das in VR noch faszinierender wird, wenn man denn mit den vielen kleinen Unzulänglichkeiten leben kann. Wer eine schnelle Grafikkarte hat und ein bisschen Leidensfähigkeit mitbringt, kann die Fallout-Welt mit einem noch nie dagewesenen Mittendrinn-Gefühl erleben. Ein paar Patches sollte man vor dem Kauf aber besser noch abwarten.

(jkj@ct.de)

## Fallout 4 VR



Bethesda/ZeniMax, US\$ 18, 60 €

- ↑ extrem umfangreich
- ↑ detaillierte Welt
- ↓ wenig an VR angepasst
- ↓ strotzt vor Bugs

Anzeige



## Outcast – Second Contact



(Bigben Interactive, USK 16, 30–50 €)

**18 Jahre nach seinem Ausflug auf den Planeten Adelpha wiederholt Space-Cowboy Cutter Slade seine Reise – dieses Mal stapft er über Polygone und ärgert sich über extra viele Bugs.**

1999 galt das Action-Adventure Outcast als Geheimtipp: Statt wie in Tomb Raider durch sterile Polygon-Schläuche zu rennen, betrat der Spieler eine offene Spielwelt, deren exotische Landschaften dank Voxel-Engine atemberaubend schön aus sahen und zur Erkundung lockten. Bei Fans wurde das Spiel wegen der grandiosen deutschen Synchronisierung sowie dem mitreißenden Soundtrack zum Kult. Über repetitive Missionen, spröde Steuerung, ermüdende Dialoge und zahlreiche Bugs sahen sie wohlwollend hinweg.

Für die Neuauflage wählte Hersteller Appeal eine modifizierte Unity-5-Engine, die als eine Art Hülle für den Original-Code dient. Das hat Vor- und Nachteile: Einerseits erstrahlt Adelpha in farbiger Pracht: Wasseroberflächen kräuseln sich natürlich, in den Steppen wuchern exotische Pflanzen und in der Startregion schweben Schneeflocken elegant zur Erde. Andererseits fehlt eine überzeugende Fauna: Außer straußenartigen Reitviechern und giftigem Krabbelgetier gibt es keine Kreaturen.



Die Gesichter der humanoiden Adelpha-Bewohner ähneln einander wie ein Sumpfgrashalm dem anderen. Ihre Mimik ist starr, die Gestik klobig und wie im Original sprechen die Akteure nicht ansatzweise lippensynchron. US-Soldat Cutter Slade bewegt sich ausnehmend schwerfällig. Fällt er in den Graben, kommt er nicht einmal an den flachsten Stellen heraus.

Die Kamera nimmt gelegentlich ungünstige Positionen ein, was besonders in den Kämpfen stört. Schlimmer noch macht sich die dämliche Gegner-KI bemerkbar: Feinde laufen konzeptlos herum und lassen sich ohne Mühe abschießen. Auf Dauer sind die Ballereien deshalb noch langweiliger als die faden, langatmigen Dialoge.

Zu allem Überfluss ruckelte die Testversion auf der PS4 Pro. Zähneknirschend

mussten wir alte und neue Bugs begrüßen: Cutter Slade steckte zuweilen bis zur Hüfte im Boden fest, andere Figuren schwebten in der Luft. Aktivierte Tore öffneten sich nicht und manche der unoriginellen Neben-Quests ließen sich nicht abschließen.

Immerhin erhält das Outcast-Remake den herben Charme des Helden Cutter Slade ebenso wie die anfängliche Faszination für die exotische Spielwelt. Doch die Entwickler von Appeal haben es leider nicht geschafft, alle Bugs aus dem Klassiker zu entfernen und ihn angemessen zu modernisieren. (Peter Kusenberger/hag@ct.de)

- 👍 stimmungsvolle Musik
- 👎 träge Sprungsteuerung
- 👎 spröde Mimik und Gestik
- 👎 dämliche KI

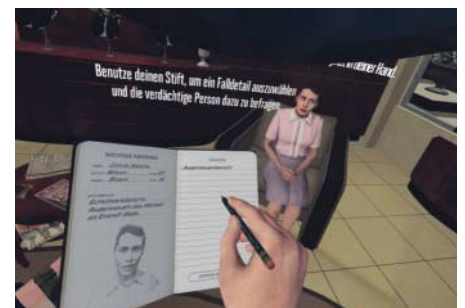
## L.A. Noire: The VR Case Files (Rockstar Games, USK 16, 30 €)

Sechs Jahre nachdem Rockstar Games die Spieler auf das Los Angeles der 40er losließ, schlüpft man wieder in die Uniform des Polizisten Cole Phelps – dieses Mal jedoch in VR auf der HTC Vive. Die Portierung umfasst sieben bekannte Missionen aus dem Original. Als Streifenbulle untersucht man Tatorte und befragt Zeugen, um schließlich den Täter dingfest zu machen.

Die Mechaniken des Ursprungsspiels wurden sehr gut in die virtuelle Welt übertragen. Die Vive-Controller werden zu virtuellen Händen, die Objekte fassen, Seiten blättern und Schrotflinten nachladen. Zur Fortbewegung stehen zwei Teleports und ein kontinuierlicher Modus zu Wahl, die während der Tatort-Inspektion alle-

samt augenschonend funktionieren. Sehr gut umgesetzt wurden die Prügeleien: Ducken, Blocken, Ausweichen und Zuschlagen sorgen für eine starke Immersion. Allenfalls bei der Verfolgung von Verdächtigen wurde es uns zuweilen schwindelig. Zum nächsten Tatort geht es dann im schwerfälligen Straßenkreuzer, den man auch im Sitzen steuern kann.

Beweise landen im Notizbuch und können in Verhören als Gesprächsthemen aktiviert werden. Die expressive Mimik der Zeugen war im Original ein Highlight. In VR wirkt sie manchmal etwas hakelig. Nebenfiguren kämpfen zudem mit Glitches wie dauernd geschlossenen Augen. Aufgrund von Performance-Problemen unter-




stützt das Spiel bestimmte Kombinationen mit AMD-Hardware leider nicht; Details erklärt die Steam-Webseite des Spiels.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

- 👍 innovative Vive-Steuerung
- 👎 keine neuen Fälle
- 👎 spezielle Hardware-Anforderungen



## Seven: The Days Long Gone

 (EuroVideo, USK 16, 30 €)

**Das Action-Rollenspiel von Fool's Theory glänzt mit schweißtreibenden Schleichpassagen und gelungener Parkour-Akrobatik.**

Die Zukunft wird düster. Nach dem vernichtenden Krieg zwischen Menschen und Cyber-Dämonen errichtet ein Prophet ein totalitäres Regime, das keine Gnade kennt. Trotzdem wird die Welt von Monstern und einer geheimnisvollen Krankheit namens Techfäulnis heimgesucht. In diesem Chaos landet der Spieler als Meisterdieb Teriel auf einer Gefängnisinsel und versucht zu entkommen. Dummerweise nistet sich einer der Dämonen in seinem Gehirn ein, und der hat ganz eigene Pläne für die Zukunft des Helden.

Das Action-Rollenspiel des polnischen Entwicklerstudios bedient sich bei zahlreichen Spielelegenden. In dem Mix aus Klassikern wie Thief und Diablo schleicht Teriel durch die Gegend, liefert sich actionreiche Kämpfe und hackt sich in Sicherheitssysteme. Der Clou sind aber die Parkoureinslagen, in denen der Dieb über Dächer, Rohre oder Fenster verschwindet. Erfahrungspunkte wie in anderen Rollenspielen gibt es nicht. Stattdessen verbessert der Spieler seinen Dieb mit Fertigkeitsschips. An Werkbänken und Alchemie-Stationen wertet er die Ausrüstung auf und fertigt Heil-Spritzen an.



So ausgestattet erkundet der Spieler die kleine, aber weitgehend frei begehbare Welt aus der Vogelperspektive. Bevor er der Verschwörung auf die Schliche kommt, gibt es für ihn genug zu tun: Dokumente stehlen, Konkurrenten ausschalten und Waren schmuggeln. Wenn einmal die Deckung aufgefliegen ist, sollte sich der Dieb schnell aus dem Staub machen. Ein Kampf mit mehreren Gegnern endet meist tödlich. Mit einer Verkleidung kann der Held aber vielen Konflikten aus dem Weg gehen. Trotzdem sollte man die Speicherfunktion ausgiebig nutzen.

Die Comic-Grafik bringt mit monsterverseuchten Ruinen bis hin zu kleinen Neon-Städten etwas Abwechslung in das Zukunftsszenario. Die sarkastischen Dialoge sind hervorragend vertont. Eine

originelle Mixtur aus Western- und Elektromusik rundet die gelungene Präsentation ab.

Das Schleichspiel hat aber auch seine Schattenseiten: In den verwinkelten Städten verliert man oft die Übersicht, da bietet selbst die Karte kaum Orientierungshilfe. Die Steuerung reagiert in Kämpfen etwas träge. Was bleibt, ist eine bunte Mischung diverser Science-Fiction- und Spieleklischees, die sich durch das dystopische Szenario und die originelle Parkour-Akrobatik von der Konkurrenz abhebt. (Andreas Müller/hag@ct.de)

- ↑ interessantes Szenario
- ↑ originelle Parkour-Elemente
- ↑ tolle Grafik, klasse Sound
- ↓ fehlende Übersicht

## Tower 57 (11-bit-Studios, USK nicht geprüft, 12 €)

In seinem Erstling lässt das junge Berliner Studio Pixwerk seiner Liebe zu Retrogames freien Lauf. Tower 57 ist ein 8-Bit-Shooter alter Schule mit optionalem Koop-Modus. Am Anfang wählt man aus sechs Charakteren drei aus, die man in Schrägdraufsicht durch die prächtig verkommene Dieselpunk-Welt steuert. Das Keyboard ist König bei der Steuerung der Figuren, während die Maus zum Zielen genutzt wird. Jeder Typus hat zwei individuelle Waffen und eine Spezialattacke. Beim Tod wird die nächste Figur aktiviert, die die fallengelassenen Waffen des Kameraden aufammelt. An Automaten kauft man Munition und Gesundheit sowie Körper-Upgrades. Die

Hauptwaffen lassen sich in den Shops der Oberstadt anpassen, inklusive Brand- oder Giftmunition. Gespeichert wird an teils weit auseinander liegenden Klohäuschen.

Leider mindern noch einige ärgerliche Bugs das Vergnügen: Die Steuerung hakelt bei Sprüngen auf tiefere Ebenen. Beim Respawn an den Anfang des Levels ist eine bereits geöffnete Tür plötzlich verschlossen, ohne Chance sie wieder aufzukriegen. Und ein Druck auf den Exit-Button des Waffenladens beendet gleich das ganze Spiel.

Die lebendige Welt ist mit vielen Details, guten Ideen und Humor gespickt. Die Dystopie präsentiert Tower 57 mit



liebenswerter Ironie, ohne vor drastischen Szenen zurückzuschrecken. Verliert man etwa seine Beine im Kampf, kriecht man als Torso zur nächsten Maschine, die einem Bionik-Beine spendiert.

(Stephan Greitemeier/hag@ct.de)

- ↑ detailreiche, komplexe Level
- ↑ abwechslungsreiche Feinde
- ↓ instabile Mechanik mit Bugs



Dennis Rührer  
**Smart-TV mit Kodi**  
 Die verständliche Anleitung

Vierfarben, Bonn 2017  
 473 Seiten  
 ISBN 978-3-8421-0234-7  
 25 €

## Schlauer schauen

Ein Multimedia-Center, als dessen Herz ein PC mit dem Open-Source-Projekt Kodi dient, kann deutlich leistungsfähiger sein als ein Smart-TV-Gerät von der Stange. Dennis Rührers Leitfaden wendet sich an Anfänger. Dementsprechend erklärt er zunächst das Nötigste über Dateiformate, Container und Codecs.

Er beschreibt typische Hardware, die sich zum Einsatz von Kodi eignet, und behandelt die Installation unter Windows, macOS und Linux. Dabei berücksichtigt er auch den Raspberry Pi sowie die speziellen Linux-Distributionen LibreELEC und OSMC. Für die Fernbedienung stellt er verschiedene Lösungen vor; dabei zeigt er nicht nur im Handel erhältliche Produkte, sondern auch eine sehr preisgünstige Bastellösung.

Ausführlich kommt die Anpassung der Kodi-Software zur Sprache. Das beginnt bei der Spracheneinstellung und endet bei Video-/Audio-Eigenschaften. Schrittweise baut Rührer mit Kodi eine Medienbibliothek auf. Er bindet verschiedene Medienquellen ein und kümmert sich auch um Netzwerkfreigaben. Dabei behandelt er die Namenskonventionen des Systems ebenso detailliert wie die Verarbeitung von Meta-Informationen für Spielfilme, TV-Serien, Musikdateien und Fotos.

Kodi ist sehr gut beim automatischen Erkennen von Dateien, nur bei nicht englischsprachigem Material kommt es immer wieder zu Problemen. Hier helfen Rührers Tipps zur Optimierung der Scraper, nützlich sind auch die Hinweise in Bezug auf das manuelle Hinzufügen von Heimvideos.

Am Ende des Weges steht das Abspielen der Medien; nun werden alle Funktionen für Videos einschließlich 3D und Untertiteln genutzt. Musik wird nach allen möglichen Kriterien sortiert; auch die Integration von Liedtexten für den Karaoke-Abend fehlt nicht. Mit geeigneter Hardware lässt sich Kodi nicht zuletzt für Empfang und Aufzeichnung von Live-TV verwenden. Es gibt einen Electronic Program Guide (EPG); auch das zeitversetzte Fernsehen ist kein Problem.

Das Buch endet mit Ratschlägen für Fortgeschrittene. Unter anderem geht es dann darum, Profile für mehrere Nutzer zu erstellen und verschiedene Kodi-Instanzen zu synchronisieren. Rührer beschreibt, wie man Backups der Medienbibliotheken anlegt und die Kindersicherung handhabt.

Von der Lektüre profitieren zwar insbesondere Einsteiger in Sachen PC-Unterhaltungszentrum, aber auch alte Hasen finden immer wieder noch neue Details und Ideen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Smartphone als Sprachcoach

Jugendliche leben in Symbiose mit ihrem Smartphone. Daran knüpfen die Autoren von „Englisch lernen mit dem Smartphone“ an: Sie zeigen, wie hilfreich das Mobiltelefon als Englischtrainer sein kann. Das Buch richtet sich an Schüler ab 10 Jahren und verspricht sinnvolle Unterstützung beim Lernen.

In acht Kapiteln zu Grammatik, Aussprache, Rechtschreibung und Übersetzen stellen die Autoren Apps zum Üben vor. Zusätzlich erläutern sie allgemeine Lernmethoden, die durch das Smartphone unterstützt werden. Die Loci-Methode beispielsweise eignet sich für alle, die Assoziationstechniken mögen: Entlang einer bekannten Route platziert man Vokabeln auf Klebezetteln, fotografiert sie und bindet sie in eine Landkarten-App ein. Die Vokabel „aufstehen – to get up“ klebt man beispielsweise an die Bäckerei-Tür auf dem Schulweg. Auditive Lerntypen verinnerlichen Vokabeln leichter, indem sie Begriffe mit Geräuschen in Verbindung bringen. Um sich den englischen Begriff „zipper“ zu merken, nehmen sie zum Beispiel mit dem Smartphone-Mikrofon das typische Ritschratsch-Geräusch eines Reißverschlusses auf.

Für viele Übungen genügen bereits auf dem Telefon vorhandene Apps. Zusätzlich empfehlen die Autoren kostenlose Apps, die beim Lernen helfen. „How to speak English“ beispielsweise nimmt mit der Frontkamera des Telefons die eigenen Mundbewegungen bei der Aussprache auf und blendet darüber die Mundstellungen eines Muttersprachlers ein. Im Kapitel „Übersetzen“ wird auf Online-Übersetzer wie Google Translate verwiesen. Dass solche Anwendungen ihre Schwächen haben, demonstrieren die Autoren anhand einer Rückübersetzung: Aus „das Klingeln“ wird zunächst „the ring“ und anschließend „der Ring“. Daher empfehlen sie zusätzlich elektronische Wörterbücher wie Leo und Linguee.

„Englisch lernen mit dem Smartphone“ ist verständlich geschrieben. Es listet die Lern-Apps nicht unkommentiert auf, sondern liefert zusätzlich nützliche Tipps zu Lernstrategien. Diese eignen sich auch für andere Situationen, zum Beispiel für Referate. Vorgefertigte Lektionen gibt es nicht, weil sie nicht zu den unterschiedlichen Lehrplänen der Länder passen würden – schreiben die Autoren. Wer ganz gezielt Unterrichtsinhalte üben möchte, sollte ruhig auch einen Blick auf Übungsmaterialien werfen, die die Schulbuchverlage passend zu ihren Lehrwerken anbieten.

(apoi@ct.de)



Karl Braun, Rainer Schwabe  
**Englisch lernen mit dem Smartphone**  
 Für Dummies Junior

Wiley-VCH, Weinheim 2017  
 96 Seiten  
 ISBN 978-3-5277-1369-1  
 10 €

Anzeige





# DIE HARTE TOUR

VON CHRISTIAN J. MEIER

© Copyright by Heise Medien



**D**r. med. Dietmar Kunz ließ sich stöhnend auf die Wohnzimmerecouch plumpsen, als der Komknopf in seinem rechten Ohr knackte.

„Hier CareRobo 12 bei Frauke Stuckert in Fränkisch-Crumbach“, meldete eine Roboterstimme. „Klientin berichtet Schmerzen in Oberbauch und Nacken. Blutdruck stark erhöht bei 170 zu 100. Wegen unklarer Symptomatik keine Diagnose. Beobachte weiter. Vorschriftsgemäß wird hiermit der zuständige Hausarzt informiert.“

Kunz sprang auf. Jetzt passierte, was der Arzt bei Frauke Stuckert schon länger befürchtete. Und der dämliche Roboter erkannte es nicht. Er bog sich das Mikro vor den Mund. „Das ist ein Herzinfarkt! Hol den Notarzt, du Anfänger!“, schrie er und erinnerte sich im gleichen Moment, dass die Maschine ihn nicht hören konnte.

„Notruf 112!“, rief der Arzt ins Mikro. „Krankenwagen zu CareRobo 12! Ein Herzinfarkt!“

Stille.

„Verdammt. Hört doch ...!“

Es knackte in der Leitung. „Bitte den Notruf nur bei lebensbedrohlichen Situationen verständigen“, sagte eine weibliche Automatenstimme in freundlich-bestimmtem Ton. „CareRobo 12 bestätigt Notruf nicht“, stellte sie klar. Ein weiteres Knacken. Dann wieder Stille.

„Ist ja toll, wenn ihr Algorithmen alles im Griff habt. Wirklich toll!“, brüllte Kunz. Alles hing an ihm selbst. Er rannte in die Diele, griff nach dem Kofferchen mit den Notfallmedikamenten und riss die Haustür auf.

Ein heftiger Windstoß wirbelte Herbstblätter in die Diele. Kunz stemmte sich in den Wind und rannte zum Stellplatz. Vor der bleichen Mondscheibe jagten schwarze Wolkenfetzen vorbei wie verängstigte Schafe. Der Wald rauschte, Baumstämme ächzten. Kunz riss die knarrende Fahrertür seiner rostigen Opel-Limousine auf. Wintermann hatte ihn schon oft wegen seiner alten Klapperkiste gerügt. Und wenn der Healthcare-Manager des Landkreises ihn dafür steinigen würde: Er bevorzugte Benzin, wenn es um Leben und Tod ging.

Auf dem Fahrersitz lag Emma, die Kunz mit ihren pechschwarzen Kulleraugen ansah. Er schleuderte den Arztkoffer auf den Beifahrersitz, packte die Plüschrobbe und schmiss sie hinterher. „Sorry, Emma, das war grob“, keuchte er, während er sich in den Wagen schwang. „Haste nicht verdient. Bist der einzige Roboter, der was taugt.“ Er legte den Sicherheitsgurt an, riss den Zündschlüssel herum und ließ den Motor aufheulen. „Aber dein Kindchenschema hilft leider nur bei Demenz, nicht gegen einen Scheiß-Herzinfarkt“, sagte er, während er losfuhr.

Kunz bog mit quietschenden Reifen in die Nibelungenstraße ein, talwärts. Die mondbeschiedenen Baumstämme an beiden Straßenrändern wiegten sich im Starkwind.

Der Opel rumpelte über Schlaglöcher und Risse, deren letzte notdürftige Reparatur ein gefühltes Jahrzehnt her war. Der Wackeldackel auf der Ablage geriet zum Headbanger. Aus dem offenen Aschenbecher bröselten bei jedem Schlagloch Kippen auf Kunz' Schalthand. Kunz ging ein bisschen vom Gas. Seit dem letzten Winter war die Straße in einen noch erbärmlicheren Zustand geraten. Allzu schnell konnte er leider nicht fahren. Wenn ein neues Auto, dann würde ein Geländewagen Sinn machen, dachte er.

Ein Schatten flitzte von oben in sein Sichtfeld. Instinktiv trat er die Bremse durch. Es drückte ihn in den Sicherheitsgurt. Ein beindicker Ast krachte wenige Meter vor dem Opel auf den Asphalt. Kunz riss das Lenkrad nach rechts. Der Wagen näherte sich jetzt einer rostigen Leitplanke. Der Arzt kurbelte das Lenkrad nach links. Das Heck brach aus und knallte gegen die Leitplanke, die ächzend nachgab. Kunz trat das Gaspedal und brachte den Wagen auf die Straße zurück.

„Puh!“, machte er. Gerade noch gut gegangen.

Als er kurz danach eine Kurve passierte, erschien das Heck eines Kombis auf der Strecke vor ihm. Der Kombi schlängelte sich gemächlich dem Tal entgegen. Zum Glück fuhr er die Kurven korrekt aus, was Kunz in dieser gottverlassenen Gegend allerdings wunderte. Jedenfalls konnte er so in einer Linkskurve an dem Schleicher vorbeiziehen.

Beim Überholen fiel ihm auf, dass das Auto mit einer Art Tarnmuster verkleidet war. Und es hatte verdunkelte Fenster. Ein Prototyp auf Testfahrt, dachte Kunz, bei dem man die Karosserieform und das Innere nicht sehen soll. Ein sogenannter Erlkönig, erinnerte er sich an den umgangssprachlichen Ausdruck.

Es piepte dreimal kurz in seinem Ohr. Ein Anruf seiner Frau.

„Maria?“

„Bin gerade heimgekommen. Aber wo bist du?“, fragte sie.

„Einsatz.“

„Na, dann werde ich wohl wieder Jean anrufen müssen, wenn ich einen netten Abend haben will.“

Er seufzte. „Tu, was du nicht lassen kannst.“

„Was bleibt mir übrig, wenn meinem Göttergatten die vergeisende Odenwälder Restbevölkerung wichtiger ist als die eigene Frau?“

„Beschwer dich bei Wintermann, Maria. Bald werde ich der einzige Landarzt im Kreis sein. Jost geht im November in Rente. Natürlich findet er keinen Nachfolger. Stattdessen sollen jetzt diese verdammten Pflegeroboter unseren Job erlernen. Wintermanns Idee. Grandios!“, ätzte er. „Aber diese Maschinen sind dümmer als Brot. Und sie hören uns nicht. Wir könnten ja ihre Lernprozesse mit falschen Ferndiagnosen stören.“

„Mensch Didi, komm runter. Deine stressigen Zeiten sind vorbei. Entspann dich, lass die Robos den Job machen und genieß den Abend mit mir!“

„Sag mal, träumst du, Schatz? Eine Frau in Fränkisch-Crumbach hat einen Herzinfarkt und du laberst von ‚Abend genießen‘?“

„Dafür gibt es doch die Roboter, Didi. Um uns die Arbeit abzunehmen. Du kannst damit aufhören, den Helden zu spielen.“

„Maria. Der dämliche CareRobo erkennt den Infarkt nicht. Äußert sich bei Frauen halt oft unspezifisch. Der Roboter berücksichtigt eben die Lebensumstände dieser Patientin nicht. Sie raucht zwei Päckchen am Tag und leidet seit dem Tod ihres Gatten unter psychischem Stress. Beim nächsten Mal würde es die blöde Maschine vielleicht wissen. Nützt der Dame natürlich nix. Und der Automat bei 112 blockt mich ab. Ist es das, was ich die Maschinen machen lassen soll?“

„112? Noch so ein alter Hut. Warum rufst du nicht diesen neuen vollautomatischen Krankentransport?“

„Was soll ich? Das Leben der alten Frau unbeaufsichtigter Technik überlassen?“

„Du machst dich kaputt, Didi. Für nix. Niemand erwartet von dir diese Selbstaufopferung.“ Sie seufzte. „Ich am allerwenigsten“, schloss sie.

„Ich bin Arzt, Maria! Ich habe Leben zu retten, Wintermann und all diesen unausgereiften Robotern zum Trotz.“

In einer Linkskurve fegte ein Schatten am Fahrerfenster vorbei. Ein überholender Wagen. Beim Einfädeln schnitt er den Opel. Es war der Kombi, den Kunz gerade überholt hatte. Jetzt bremste dieser Irre scharf ab. Kunz reagierte gerade noch rechtzeitig, um nicht aufzufahren.

„Verdammt, was soll das!“ brüllte er.

„Was ist los, Didi?“

„Muss aufhören, Maria“, sagte er. „Verbindung trennen!“

Der andere fuhr nun knapp vor Kunz in der Fahrbahnmitte. Kunz hieb mit dem Handballen auf die Hupe. Doch dieser Rowdy ließ keinen Platz zum Überholen.

„Hier CareRobo 12. Patientin klagt über starke Übelkeit“, meldete der Pflegeroboter pflichtbewusst.

Mist, dachte Kunz, der Infarkt nimmt seinen Verlauf. Ich muss an diesem Deppen vorbei. Kunz spürte, wie ihm Hitze in den Kopf stieg. Seine Halsschlagader pochte wie bei einem Belastungs-EKG.

## DAFÜR GIBT ES DOCH ROBOTER, DIDI: UM UNS DIE ARBEIT ABZUNEHMEN.

Rechts zweigte die Zufahrt zu einem Pausenparkplatz ab. Kunz bog ein und durchquerte den Parkplatz mit Vollgas. Am anderen Ende würde eine Ausfahrt wieder auf die Straße zurück führen, wie Kunz wusste. Zum Glück war der Straßenbelag auf dem Parkplatz einigermaßen in Schuss. Es gelang ihm, rechts am Kombi vorbeizuziehen, der weiter auf der Straße fuhr und nun ebenfalls beschleunigte. An der Ausfahrt probierte Kunz, in einem spitzen Winkel vor dem anderen Wagen wieder einzubiegen. Dabei blendeten ihn dessen Scheinwerfer von links. Der Wahnsinnige kam rasant näher. Kunz rechnete schon mit einem Aufprall. Doch der Erbkönig bremste ab und ließ ihn einfädeln. Der Arzt fuhr so schnell weiter, wie er es verantworten konnte. Im Rückspiegel sah er, dass der andere langsam zurückfiel.

„Ja!“, stieß er aus und schlug auf das Lenkrad. Das war ja wie in seinen Rallyefahrer-Zeiten. Doch in die Euphorie mischten sich Zweifel.

„Der kann doch schneller, Emma“, wunderte sich Kunz. „Aber er hat uns reingelassen. Will der mit uns spielen, oder was?“

Er erinnerte sich an die alte Stuckert und konzentrierte sich darauf, möglichst schnell nach Fränkisch-Crumbach zu kommen. Die nächste Kurve schnitt er, obwohl der Straßenverlauf nicht einsehbar war.

Ein gutes Stück hinter der Kurve warf er einen Kontrollblick in den Rückspiegel und erschrak. Ein Scheinwerferpaar schoss aus der Biegung hervor und holte rasant auf. Der hat bessere Stoßdämpfer als wir, dachte er. Gebannt sah er zu, wie der Wagen sich näherte. Im Mondlicht erkannte er anhand der Tarnverkleidung den Erbkönig. Er riss seinen Blick los und sah wieder nach vorne.

Der Schreck schoss ihm durch den ganzen Körper: Sein Opel holperte geradeaus durch eine Rechtskurve, schnurstracks auf die Leitplanke der Gegenfahrbahn zu. Der Verfolger hatte Kunz dermaßen abgelenkt, dass er sekundenlang nicht nach vorne geschaut hatte. Kunz bremste voll und wollte das Lenkrad nach rechts reißen, um die Kurve doch noch zu kriegen. Aber im Augenwinkel sah er, wie ihn der Erbkönig gerade rechts überholte und ihm so den Weg abschnitt. Der Kombi bremste jetzt scharf und kam wenige Zentimeter vor der Leitplanke zum Stehen. Kunz war somit zwischen seinem Verfolger und der Leitplanke gefangen. Er brachte den Opel gerade noch zum Stehen, touchierte dabei die Leitplanke, die deutlich nachgab.

Der Arzt krampfte seine Finger um das Lenkrad. Er starrte auf das undurchdringlich schwarze Fahrerfenster des anderen Wagens. Kalter Schweiß quoll aus den Poren seiner Stirnhaut. Was für ein Manöver des Erbkönigs! Er hatte es mit einem echten Köhner zu tun.

Ein Gefühl der Ohnmacht schwallte durch seinen Körper. Er atmete flach, sein Brustkorb fühlte sich an, als steckte er in einem Korsett. Keine Regung beim Erbkönig. In dem dunklen Fenster spiegelte sich der durch Wolkenlücken scheinende Mond und ein wiegender Ast. An der Verkleidung des Wagens blieben herumwirbelnde Herbstblätter hängen.

Kunz versuchte, seinen Kampfgeist wieder zu wecken und atmete tief ein. Dann hieb er dreimal auf die Hupe.

„Das ist Behinderung lebensrettender Maßnahmen!“, brüllte er.

„Hier CareRobo 12“, klang es in seinem Ohr. „Frau Stuckert hat Schweißausbrüche und starke Schmerzen im Brustbereich. Möglicherweise Herzinfarkt. *AutoEmergency* angefordert, Warteschleife Rang 4.“

„AutoEmergency“, stieß Kunz verächtlich aus. Diese Meldung stachelte ihn wieder an. Er musste auf jeden Fall vor dem vollautomatischen Krankentransportdienst da sein. Mit den brandneuen Biomedikamenten in seinem Kofferchen würde er die Alte retten. Er lachte in sich hinein ob der Ironie, dass neue Technologie ihm dabei helfen würde. Aber diese Pillen waren sein Werkzeug, nicht ein schlechter Ersatz für ihn.

Kunz legte den Rückwärtsgang ein und setzte weit genug zurück, um am Heck des anderen vorbeiziehen zu können. Doch der Erbkönig bewegte sich auch, setzte seinerseits so weit zurück, dass vor und hinter ihm zu wenig Platz für den Opel blieb, um vorbeizukommen.

„Fuck!“ schrie Kunz. Was konnte er tun? Steffen Jost fiel ihm ein. Wenn er selbst feststeckte, musste eben sein

Anzeige



Michelstädter Kollege ran. Hoffentlich hatte der nicht auch gerade Einsatz.

„Steffen Jost bitte!“, rief er ins Mikro.

Es knackte.

„Jost.“ Kunz meinte Reggae-Klänge im Hintergrund zu hören.

„Stef, Didi hier.“

„Ah, Didi. Alles senkrecht bei euch?“

„Nein. Du kennst doch Frauke ... was meinst du mit ‚bei euch‘? Wo steckst du?“

„Och, hab mir paar Tage frei genommen. Jamaika. Super hier. Meine Patienten sind ja in guten Händen. Oder soll ich sagen: in guten Greifern?“

Er lachte sein wieherndes Lachen.

„Was gibts, Didi?“, fragte er, nachdem er sich beruhigt hatte.

„Ach, nix.“

„Okidoki, Didi. Lass dich nicht unterkriegen!“

„Anruf beenden!“, rief Kunz.

Unterkriegen? Ganz im Gegenteil, dachte er: Je mehr Hürden ihm in den Weg gestellt wurden, desto kämpferischer wurde er.

## MEINE PATIENTEN SIND JA IN GUTEN HÄNDEN. ODER SOLL ICH SAGEN: IN GUTEN GREIFERN?

Kunz fasste einen Entschluss. Er setzte langsam zurück, wendete den Wagen und beschleunigte in Richtung Lindenfels. Im Rückspiegel sah er, dass der Erbkönig ihn wieder verfolgte. Kunz gab mehr Gas als üblich. Sein Verfolger ebenfalls. Nach ein paar Sekunden stieg Kunz auf die Bremse und kurbelte das Lenkrad nach links. Der Opel schleuderte um 180 Grad, der Arzt manövrierte den Wagen auf die Gegenfahrbahn und gab Gas.

„Yeah, huhuhu!“ jubelte Kunz und trommelte auf das Lenkrad ein, als er den entgegenkommenden Kombi passierte. Wirklich wie in alten Zeiten! Er fand noch Gefallen an diesem Einsatz.

Kunz fuhr weiter Richtung Tal. Er glaubte nicht, dass dieser Kriminelle ihn jetzt in Ruhe lassen würde, fühlte sich dem aber gewachsen. „Der wird uns nicht davon abhalten, die Frau Stuckert zu retten, nicht wahr Emma?“

Der Erbkönig erschien nach etwa einer Minute im linken Seitenfenster, zog noch ein Stück an Kunz vorbei und hielt dann die Position schräg links vor dem Opel, auf der linken Fahrspur.

„Was soll das jetzt werden? Weißt du, was er vorhat, Emma?“

Eine Klappe öffnete sich auf dem Dach des Erbkönigs. Eine Stange fuhr heraus und faltete sich zu einem T-förmigen Gebilde auf. Der Querbalken des T drehte sich ein Stück

weit und neigte sich dann, als zeige er auf einen Punkt unterhalb des Kotflügels des Opel.

Kunz schnappte nach Luft.

Ein Geschütz! Auf einem Roboterarm montiert. „Was ist das bloß, Emma, ein Testgefährt der GSG-9?“

Dieser Mafioso zielt auf meinen Vorderreifen, erkannte Kunz.

Er beließ den Fuß auf dem Gaspedal. Ein Gewehrlauf sprach eigentlich eine klare Sprache. Doch der drohende Ballermann ließ bei Kunz den Kamm noch mehr schwellen. Er wusste zudem den Zufall auf seiner Seite: In etwa hundert Metern kamen die Zahlbachlöcher, und zwar auf der Straßenseite des Erbkönigs! Der Arzt riss das Steuer nach links und rammte seitlich in das Heck seines Gegners. „Nimm das!“ Der andere kam ins Schlingern. Unmittelbar darauf sackte der Kombi ab, verbunden mit einem dumpfen Schlag schüttelte es den Erbkönig durch. Gleichzeitig gab es einen scharfen Knall und einen hellen Blitz.

Der Schreck fuhr Kunz durch den Körper wie ein elektrischer Schlag. Das Geschütz hatte gefeuert, ihn aber verfehlt, weil der Erbkönig gerade durch eines der Zahlbachlöcher gefahren war, eine Reihe von besonders tiefen Schlaglöchern. Kunz dankte dem Verkehrsministerium, das es als überflüssig ansah, quasi entvölkerte Gebiete wie den Odenwald infrastrukturell in Schuss zu halten.

Der Kombi ruckelte ein weiteres Mal und bremste ab. Das gab Kunz die Gelegenheit, an ihm vorbeizuziehen. Ein paar Sekunden später sah er im Rückspiegel, dass der andere Wagen schnell wieder aufholte. Eine rasche Bewegung auf dem Dach ließ ihn ahnen, dass das Geschütz sich auf den Opel ausrichtete.

Es ging in eine leichte Linkskurve. Mehr aus dem Bauch heraus als planvoll nahm Kunz eine Hand vom Steuer, kurbelte hektisch das Seitenfenster herunter, nahm die Linke wieder ans Steuer und griff mit der Rechten nach Emma. Sein Peiniger wechselte die Fahrspur, um ihn zu überholen. Kunz packte Emma und warf sie aus dem Seitenfenster auf die linke Fahrspur.

Der Verfolger legte eine Vollbremsung hin, um die Roboterrobbe nicht zu überfahren.

Als er selbst schon fast um die Kurve war, konnte er im Rückspiegel gerade noch erkennen, wie der Erbkönig sorgfältig um Emma herum zirkelte. „Keine Sorge, Emma!“, rief Kunz. „Ich sammle dich nachher wieder auf. Wenn es ein Nachher gibt.“

Nicht gucken, fahren! ermahnte er sich selbst. „Ich muss möglichst viel Vorsprung gewinnen, solange er beschäftigt ist. Er ist verdammt schnell, trotz all der Kurven und Löcher.“

Kunz trieb die Tachonadel so weit nach rechts, wie er es auf dieser Strecke gerade noch verantworten konnte. Doch schon nach wenigen Momenten sah er den Erbkönig wieder im Rückspiegel. Er näherte sich rasch.

Vor Kunz kam eine neue Linkskurve. Der Arzt schnitt diese, nicht zuletzt in der Hoffnung, damit dem Verfolger den Überholweg zu versperren.

„Patientin Stuckert erbricht sich und hat weiterhin starke Schmerzen im Brustbereich“, meldete CareRobo 12. „Rang 2 in der Warteschleife von AutoEmergency.“

In der Kurve machte der Erbkönig erneut ein waghalsiges Manöver: Er überholte den auf der Gegenfahrbahn fahrenden Opel rechts. Nach dem Überholvorgang zog der Wahnsinnige scharf nach links, um ihm, Kunz, den Weg abzuschneiden. Der wiederum bremste und riss das Lenkrad nach rechts. Er bezahlte die instinktive Handlung damit, dass er auf ein herabhängendes Stück Leitplanke am rechten Fahrbahnrand zusteuerte.

## ES KNALLTE. FAST IM GLEICHEN MOMENT EIN SCHARFES KLATSCHEN.

Nun geschah alles wie in Zeitlupe.

Hinter der Leitplanke war kein Wald, sondern ein Stück Wiese. Ein verwegener Gedanke kam dem Arzt. Sollte er die marode Leitplanke durchbrechen und querfeldein über die Wiese fahren? Denn die Straße machte hundert Meter weiter eine Kehre, sodass er nach Überquerung der Wiese wieder auf ihr landen würde. Das würde ihm einen größeren Vorsprung geben.

Klang nach lebensmüdem Irrsinn.

Gas geben oder bremsen?

Nie einen Patienten aufgeben, nie einen Patienten aufgeben! meldete sich sein Berufsethos.

Nein. Etwas ist falsch. Was ist der Fehler?

„Lass dich nicht unterkriegen“, hallten Steffs Worte in seinem Hirn wider.

Aber irgendwas daran war nicht richtig, ganz und gar falsch.

Die Manöver des Kombi zogen noch einmal an ihm vorbei, während sich die rostige Planke wie in Schneckentempo näherte.

Jetzt wusste er, was zu tun war.

Er trat die Bremse voll durch. Es presste ihn in den Sicherheitsgurt. Reifen pfften. Der Kühlergrill bohrte sich in die Planke. Metallisches Quietschen. Der Wagen kam zum Stehen.

Stille.

\* \* \*

Kunz löste den Sicherheitsgurt und stieg aus. Nur der Wind rauschte. Er erzeugte ein eisiges, schmerzhaftes Gefühl unter den verschwitzten Haaren. Kunz ging dem nahenden Erbkönig entgegen.

Die Scheinwerfer des fremden Wagens blendeten ihn. Der näherte sich ihm langsam mit kaum hörbar surrendem Elektromotor.

Der Erbkönig blieb stehen. Kunz sah sein eigenes Spiegelbild in der dunklen Windschutzscheibe.

Vom Dach hörte er ein Surren. Das Geschütz richtete sich auf ihn aus. Sein Herz schlug ihm bis zum Hals. Was, wenn du falsch liegst?

Kunz hob beide Hände in die Höhe.

„Ich gebe auf!“, schrie er. „Ich stelle mich!“  
Stille.

Vom Geschütz her hörte Kunz ein scharfes Knacken und fuhr zusammen. Ein Tropfen kalten Schweißes rann ihm über eine Augenbraue. Du spielst russisches Roulette, schalt ihn der ängstliche Teil seines Gehirns.

Der Lauf richtete sich neu aus. Es knallte. Fast im gleichem Moment ein scharfes Klatschen.

Kunz spürte seine Halsschlagadern. Surren, ein weiterer Schuss, noch ein Klatschen. Surren, Schuss, Klatschen.

Dann nur noch das Rauschen des Waldes.

Das Geschütz faltete sich zusammen und fuhr zurück in sein Gehäuse. Die Scheinwerfer des Erbkönigs blendeten ab.

Kunz drehte sich um. Der Opel schien soweit in Ordnung. Sein Blick wanderte zu einem Reifen. Darauf ein knallroter Farbkleck.

Paintball-Geschosse!

Kunz' Erleichterung konnte größer kaum sein. Er hatte Recht gehabt mit seiner Vermutung: ein fahrerloses Roboterauto auf Trainingsfahrt. Vielleicht der Prototyp eines autonomen Polizeieinsatzfahrzeugs, das Verfolgungsfahrten trainierte, mit dem Ziel, den Verfolgten zu stoppen. Er hatte von ähnlichen Feldtests in entvölkerten Gegenden gehört, sie aber für ein Gerücht gehalten. Ich war sein Sparringspartner, erkannte Kunz. Diese Konzerne schrecken wirklich vor nichts zurück, dachte er.

Die Präzision der Manöver des Erbkönigs hatten ihn darauf gebracht. Dann die Wahnsinnsreaktion, als er ihm Emma vor den Kühlergrill geworfen hatte. Und das sorgfältige Herumsteuern um das Stofftier. Ein Meister auf der Straße, der aber offenbar ein Spielzeug nicht von einem Menschen unterscheiden konnte.

Mit seiner Kapitulation, so hoffte Kunz, würde er die Trainingseinheit beenden. Der Erbkönig würde abrücken und er selbst könnte endlich zur Stuckert.

Und tatsächlich: Der Erbkönig setzte zurück, schwenkte und summt Richtung Fränkisch-Crumbach davon.

Kunz wandte sich um und rannte zum Opel.

„Hier CareRobo 12“, klang es aus dem Komknopf, „soben ist AutoEmergency gelandet. Frau Stuckert wird abtransportiert. Genießen Sie den Abend, Dr. Kunz.“

„W ... was?“, stammelte Kunz und blieb ruckartig stehen. Frau Stuckert wurde also von Maschinen gerettet, nicht von ihm.

Doch das empörte ihn kaum. Vielmehr spürte er Erleichterung, dass Frau Stuckert geholfen wurde. Er selbst wäre inzwischen wahrscheinlich zu spät gekommen.

Marias Worte kamen ihm in den Sinn. Lass die Roboter das Kind schaukeln, hatte sie gesagt.

Kunz fischte eine Zigarette aus der Schachtel in der Brusttasche und zündete sie sich an. Ein Blick auf die Armbanduhr zeigte, dass es noch nicht zu spät war, um vor dem Geliebten seiner Frau nach Hause zu kommen. Kunz blickte noch mal die Straße hinunter. Der Erbkönig verschwand gerade in einer Kurve. Der Arzt blies den Rauch hinaus, presste die Lippen aufeinander und nickte mehrmals.

„Respekt, du beschissener Roboter“, murmelte er. „Alle Achtung.“  
(bb@ct.de) **ct**

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Smarte Helfer selbst gebaut“:  
Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), „Notebook-Kaufberatung“: Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)),  
Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)),  
Lea Lang ([lcl@ct.de](mailto:lcl@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Martin Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz  
([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald  
Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Johannes  
Merkert ([jme@ct.de](mailto:jme@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin  
Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([avx@ct.de](mailto:avx@ct.de)), Olivia von  
Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)),  
Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)),  
Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian  
Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de))

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Hartmut  
Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)),  
Nico Jurrann ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)),  
Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

### heise online

**Chefredakteur:** Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Stellv. Chefredakteur:** Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Volker Briegleb  
([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)), Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Daniel Herbig ([dahe@ct.de](mailto:dahe@ct.de)), Martin Holland  
([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel Kannenberg ([axk@ct.de](mailto:axk@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de)), Andreas  
Wilkins ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (Ltg., [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistentz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (Ltg., [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)),  
Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne  
Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)),  
Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-  
Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Birgit  
Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurheiden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Becker

### Illustrationen

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,  
**3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die  
Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints  
überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: sq4lecqyx4izcpkp.onion

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**DVD-ROM-Herstellung:** Klaus Ditzel (Ltg.), Nicole Tiemann

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

### Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:

Inland 111,80 €, Österreich 120,90 €, Europa 130,00 €, restl. Ausland 156,00 €

(Schweiz 158,60 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende

(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 80,60 €,

Österreich 87,10 €, Europa 98,80 €, restl. Ausland 124,80 € (Schweiz 130,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und  
iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für  
Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter  
e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 84,50  
€, Österreich 88,40 €, Europa 102,70 €, restl. Ausland 128,70 € (Schweiz 117,00 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch  
die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation  
darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form  
reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder  
verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist  
nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag  
das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht  
des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines  
eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

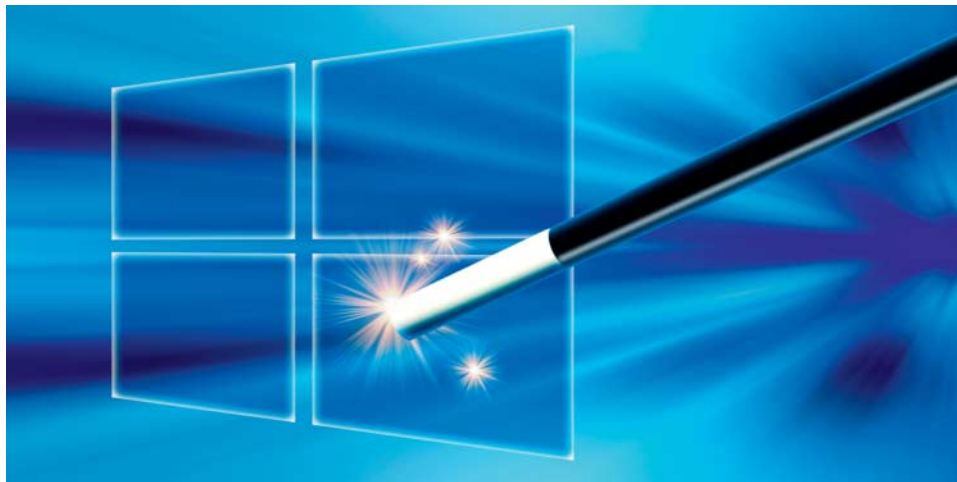
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 3/2018

Ab 20. Januar 2018 am Kiosk und auf ct.de



## Windows-Heilung mit Hausmitteln

Wenn in Windows etwas klemmt, ist keine langatmige Ursachenforschung gefragt, sondern eine schnelle Lösung – am liebsten ein Knopf, der das Problem nach einem einzigen Klick behebt. Solche Knöpfe gibt es in Windows tatsächlich, und oft funktionieren sie sogar.



## Günstige USVs

Murphys Regeln zufolge fällt das Stromnetz gerade dann aus, wenn man auf dem Rechner wichtige ungespeicherte Dateien bearbeitet. Akku-gestützte unterbrechungssichere Stromversorgungen (USVs) verhindern dann schmerzliche Datenverluste. Wir haben günstige USV-Geräte zwischen 40 und 80 Euro getestet.

### Außerdem:

## Smartphone-Schwachstellen

Displayschäden, kaputte Knöpfe, schwacher Akku – was geht an Smartphones eigentlich besonders oft kaputt? Sind die Modelle bestimmter Hersteller anfälliger als andere? Und was lässt sich wieder reparieren? c't hat die Zahlen des Reparaturvermittlers Clickrepair untersucht.

## Webanwendung ohne Web

HTML5 ermöglicht Anwendungen, die ohne regelmäßige Verbindung zum Webserver funktionieren. Damit läuft zum Beispiel das Notizbuch im Browser auch während der Zugfahrt weiter. Wir zeigen, wie Sie Ihre Web-Anwendungen für wacklige Netzwerkverbindungen fit machen.

## Office-Duell

Mit einem modernen Design will SoftMaker Office 2018 beweisen, dass es nicht nur eine preisgünstige und schnelle Alternative zu Microsoft Office ist, sondern auch eine zeitgemäße. Ob das gelingt, zeigt ein Praxistest der beiden Pakete. So viel vorab: Manches kann der Herausforderer besser.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Technology Review 1/2018  
jetzt am Kiosk und auf  
heise-shop.de



Make 6/2017 jetzt am Kiosk  
und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
1/2018 jetzt am Kiosk und  
auf heise-shop.de